

CÔNG TY TNHH MTV TỔNG CÔNG TY TÂN CẢNG SÀI GÒN

**CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN VÀ XÂY DỰNG
THỊNH LONG**



THẨM TRA

Theo Văn bản số **158/2025** BCTT - Rev. **02**

Ngày **03** tháng **9** năm **2025**

Chủ trì bộ môn ký tên:

[Signature]

REV 2

KS. Phạm Văn Hùng

**BÁO CÁO KINH TẾ KỸ THUẬT ĐẦU TƯ XÂY DỰNG
SỬA CHỮA LINE G16, G17 TERMINAL CÁT LÁI C**

PHẦN II: THUYẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG

Tập II.1: Thuyết minh thiết kế bản vẽ thi công

ĐỊA ĐIỂM: PHƯỜNG LONG TRƯỜNG, TP. HỒ CHÍ MINH

SỐ: 08/2025/BCKTKT



Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 8/2025

Đơn vị thực hiện:



CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ VÀ TƯ VẤN THIẾT KẾ SỐ MỘT
(FIRST INVESTMENT AND DESIGN CONSULTANCY JOINT STOCK COMPANY)

Trụ sở công ty : Số 10 đường 20 - P. An Khánh - Tp. Hồ Chí Minh

Điện thoại : 028.35106937

E-mail : thietkesomot.vn@gmail.com

MỤC LỤC



I. CÁC CĂN CỨ	1
I.1. Các căn cứ pháp lý	1
I.2. Khung tiêu chuẩn áp dụng trong thiết kế	2
II. VỊ TRÍ VÀ CÁC ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH.....	3
II.1. Vị trí xây dựng công trình.....	3
II.2. Điều kiện địa hình	3
II.3. Điều kiện địa chất	3
II.4. Điều kiện tự nhiên.....	5
II.4.1. Điều kiện khí tượng	5
II.4.1.1. Nhiệt độ không khí	5
II.4.1.2. Độ ẩm không khí.....	5
II.4.1.3. Gió.....	6
II.4.1.4. Mưa	6
II.4.1.5. Sương mù.....	7
II.4.1.6. Mây	7
II.4.1.7. Bão	7
II.4.2. Điều kiện thủy văn.....	8
II.4.2.1. Mực nước	8
II.4.2.2. Dòng chảy	10
II.4.2.3. Sóng	10
III. HIỆN TRẠNG ĐƯỜNG BÃI	10
III.1. Tải trọng khai thác.....	10
III.2. Kết cấu áo đường bãi hiện hữu.....	10
III.3. Đánh giá hiện trạng đường bãi và hệ thống thoát nước line G16, G17.....	11
III.4. Hệ thống cấp điện, chiếu sáng hiện hữu.....	12
IV. NỘI DUNG THIẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG	12
IV.1. Nội dung hồ sơ thiết kế	12
IV.2. Nguyên tắc thiết kế.....	13
IV.3. Quy mô, loại và cấp công trình	13
IV.3.1. Quy mô hệ thống đường bãi.....	13
IV.3.2. Phân loại, phân cấp công trình trong quá trình hoạt động xây dựng	14

IV.4. Thiết kế nâng cấp kết cấu áo đường bãi	14
IV.4.1. Tải trọng khai thác.....	14
IV.4.2. Lựa chọn cao độ thiết kế	15
IV.4.2.1. Các căn cứ lựa chọn	15
IV.4.2.2. Lựa chọn cao độ thiết kế	15
IV.4.3. Thiết kế nền đường bãi.....	15
IV.4.4. Thiết kế kết cấu áo đường bãi	16
IV.4.4.1. Phạm vi dầm kê container	16
IV.4.4.2. Phạm vi đường chạy cầu RTG 6+1	16
IV.4.4.3. Phạm vi đường ô tô, dải an toàn, dải phân cách.....	16
IV.4.4.4. Phạm vi vuốt dốc.....	17
IV.4.4.5. Phạm vi bụng container	17
IV.4.4.6. Dải trải cáp	17
IV.4.4.7. Khối lượng bù lún từ thời điểm khảo sát đến thời điểm thi công	18
IV.4.5. Bố trí vạch sơn định vị bãi	19
IV.4.6. Bỏ via xây dựng mới	19
IV.4.7. Kết cấu móc neo bảo	19
IV.4.8. Kết cấu cột biển đầu line, gờ chắn đầu line	20
IV.4.9. Kết cấu dải phân cách di động	20
IV.5. Hệ thống thoát nước	20
IV.5.1. Tuyến mương xây dựng mới	21
IV.5.1.1. Mương xây dựng mới loại 1, loại 1a, loại 1b.....	21
IV.5.1.2. Mương xây dựng mới loại 1c.....	22
IV.5.1.3. Mương xây dựng mới loại 1d.....	22
IV.5.1.4. Mương xây dựng mới loại 2.....	22
IV.5.2. Tuyến cống xây dựng mới.....	22
IV.5.2.1. Tuyến cống D600	22
IV.5.2.2. Hồ ga	22
IV.5.3. Hồ ga nâng cấp, đấu nối	23
IV.5.3.1. Hồ ga nâng cấp.....	23
IV.5.3.2. Hồ ga đấu nối	23
IV.6. Hệ thống cấp điện cho cầu RTG 6+1	23
IV.6.1. Nội dung thiết kế	23

IV.6.2. Giải pháp thiết kế	23
IV.7. Di dời cột đèn pha CS.7	24
IV.7.1. Nội dung thiết kế	24
IV.7.2. Giải pháp thiết kế	24
IV.8. Hàng rào dọc đường giao thông	25
IV.8.1. Quy mô	25
IV.8.2. Giải pháp thiết kế	25
V. CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG	25
V.1. Trình tự các bước thi công chính.....	25
V.2. Tổ chức thi công tại công trường.....	26
V.2.1. Công tác chuẩn bị	26
V.2.2. Công tác tổ chức thi công	26
V.2.2.1. Mặt bằng thi công	26
V.2.2.2. Phương pháp tổ chức thi công	27
V.2.2.3. An toàn trong thi công xây dựng	27
V.3. Một số lưu ý trong thi công	28
V.3.1. Thi công nền đường bãi	28
V.3.2. Thi công móng đường bãi.....	29
V.3.2.1. Lớp móng B12,5 và B30 đá 1x2.....	29
V.3.2.2. Lớp móng cấp phối đá dăm loại I.....	29
V.3.3. Thi công kết cấu mặt bê tông nhựa.....	33
V.3.3.1. Thi công lớp bê tông nhựa chặt thông thường (BTNC)	34
V.3.3.2. Giám sát, kiểm tra và nghiệm thu lớp BTNC.....	43
V.3.3.3. Thi công lớp bê tông nhựa chặt Polyme (BTNCP)	49
V.4. Các quy định về vật liệu trong thi công đường bãi	51
V.4.1. Cốt thép sử dụng trong kết cấu BTCT.....	51
V.4.2. Kết cấu thép tấm, thép hình	52
V.4.3. Liên kết trong kết cấu thép	52
V.4.4. Sơn kết cấu thép.....	53
V.4.5. Bê tông	53
V.4.6. Vật liệu sản xuất bê tông	53
V.4.6.1. Xi măng	53
V.4.6.2. Cát (cốt liệu nhỏ)	53

V.4.6.3. Đá dăm (cốt liệu lớn)	54
V.4.6.4. Nước trộn bê tông	54
V.4.7. Vật liệu bê tông nhựa.....	55
V.4.7.1. Vật liệu bê tông nhựa chặt thông thường	55
V.4.7.2. Vật liệu bê tông nhựa chặt polyme	63
V.4.8. Vật liệu sơn.....	70
V.4.9. Các vật liệu khác.....	71
VI. CÁC QUY ĐỊNH VỀ KHAI THÁC VÀ QUY ĐỊNH BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH.....	71
VI.1. Quy định về khai thác.....	71
VI.2. Quy định về bảo trì công trình	71
VI.2.1. Công tác quản lý đường bãi	72
VI.2.2. Nội dung bảo trì đường bãi	72
VI.2.2.1. Bảo trì thường xuyên.....	72
VI.2.2.2. Sửa chữa đột xuất	72
VI.2.2.3. Bảo trì định kỳ.....	73
VII. ĐẢM BẢO VỆ SINH MÔI TRƯỜNG VÀ AN TOÀN PHÒNG CHÁY CHỮA CHÁY	74
VII.1. Các yếu tố tác động môi trường.....	74
VII.1.1. Tác động đến môi trường không khí.....	74
VII.1.2. Tác động đến môi trường nước.....	75
VII.1.3. Tác động đến chất lượng đất.....	75
VII.1.4. Tác động đến hệ sinh thái	75
VII.1.5. Tác động đến kinh tế xã hội.....	76
VII.2. Các giải pháp bảo vệ môi trường	76
VII.2.1. Bảo vệ môi trường không khí	76
VII.2.2. Bảo vệ môi trường nước	76
VII.2.3. Bảo vệ đất.....	77
VII.2.4. Xử lý chất thải	77
VII.2.5. Giải pháp đảm bảo cảnh quan môi trường.....	77
VII.2.6. Nhận xét, đánh giá	77
VII.3. An toàn phòng cháy chữa cháy.....	78

MỤC LỤC BẢNG



Bảng 1. Bảng danh mục quy chuẩn, tiêu chuẩn áp dụng.....	2
Bảng 2. Tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất chính.....	4
Bảng 3. Nhiệt độ không khí (°C)	5
Bảng 4. Độ ẩm tương đối của không khí (%).....	5
Bảng 5. Tốc độ gió trung bình tháng (m/s)	6
Bảng 6. Hướng gió, tần suất và vận tốc gió	6
Bảng 7. Lượng mưa và số ngày mưa (mm).....	7
Bảng 8. Số ngày có sương mù trung bình	7
Bảng 9. Lượng mây tổng quan trung bình tháng và năm (ngày)	7
Bảng 10. Các cơn bão ảnh hưởng đến vùng biển từ Bình Thuận đến Cà Mau (1961-2024) .	7
Bảng 11. Mức nước giờ ứng với các suất bảo đảm khác nhau - hệ Hải đồ (cm)	9
Bảng 12. MN cao nhất ngày ứng với các suất bảo đảm khác nhau - hệ Hải đồ (cm) ...	10
Bảng 13. MN thấp nhất ngày ứng với các suất bảo đảm khác nhau - hệ Hải đồ (cm) ..	10
Bảng 14. Tọa độ không chế phạm vi nâng cấp Line G16, G17	13
Bảng 15. Bảng khối lượng hệ thống thoát nước.....	20
Bảng 16. Bảng danh mục Quy chuẩn, tiêu chuẩn áp dụng trong thi công	28
Bảng 17. Yêu cầu khối lượng tối thiểu lấy mẫu tại hiện trường	31
Bảng 18. Yêu cầu về kích thước hình học và độ bằng phẳng của lớp móng bằng CPĐD ...	32
Bảng 19. Nhiệt độ các công đoạn sản xuất, thi công lớp BTNC.....	34
Bảng 20. Kiểm tra vật liệu trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNC.....	43
Bảng 21. Kiểm tra tại trạm trộn.....	44
Bảng 22. Kiểm tra trong khi thi công lớp BTNC	45
Bảng 23. Sai số cho phép của các đặc trưng hình học	46
Bảng 24. Tiêu chuẩn nghiệm thu độ bằng phẳng	47
Bảng 25. Tiêu chuẩn nghiệm thu độ nhám.....	47
Bảng 26. Tiêu chuẩn nghiệm thu sức kháng trượt	48
Bảng 27. Nhiệt độ các công đoạn sản xuất, thi công lớp BTNCP yêu cầu đơn vị cung ứng nhựa đường polyme công bố	49
Bảng 28. Kiểm tra vật liệu trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNCP	51
Bảng 29. Các chỉ tiêu cơ tính của cốt thép trong bê tông.....	52
Bảng 30. Thành phần hạt của cát.....	53

Bảng 31. Hàm lượng ion CL- trong cát.....	53
Bảng 32. Hàm lượng tạp chất cho phép trong cát	54
Bảng 33. Hàm lượng bùn, bụi, sét cho phép trong cốt liệu lớn.....	54
Bảng 34. Cấp phối hỗn hợp cốt liệu, chiều dày hợp lý và phạm vi áp dụng phù hợp của các loại BTNC	55
Bảng 35. Phân loại BTNC theo loại cấp phối thô và cấp phối mịn.....	56
Bảng 36. Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu với BTNC	57
Bảng 37. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu lớn.....	58
Bảng 38. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ	60
Bảng 39. Thành phần cấp phối cát tự nhiên	60
Bảng 40. Thành phần cấp phối cát nghiền	61
Bảng 41. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với bột khoáng	62
Bảng 42. Cấp phối hỗn hợp cốt liệu, chiều dày và phạm vi áp dụng của các loại BTNCP	64
Bảng 43. Phân loại BTNCP theo loại cấp phối thô và cấp phối mịn	65
Bảng 44. Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu với BTNCP	65
Bảng 45. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu lớn.....	67
Bảng 46. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ	68
Bảng 47. Thành phần cấp phối cát tự nhiên	68
Bảng 48. Thành phần cấp phối cát nghiền	69
Bảng 49. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với bột khoáng	69

MỤC LỤC HÌNH ẢNH



Hình 1. Hiện trạng mặt bãi line G16 (nhiều vị trí bị lún)12

Hình 2. Mặt bãi line G17 (vị trí gạch bị vỡ)12

TỪ NGỮ VIẾT TẮT



SNP	:	Công ty TNHH MTV Tổng công ty Tân Cảng Sài Gòn
BT	:	Bê tông
BTN	:	Bê tông nhựa
BTCT	:	Bê tông cốt thép
BTNCP	:	Bê tông nhựa chặt polyme
BTNC	:	Bê tông nhựa chặt
BTXM	:	Bê tông xi măng
KC	:	Kết cấu
HG	:	Hố ga
R7	:	Phụ gia đông kết nhanh
CPĐD	:	Cấp phối đá dăm

BÁO CÁO KINH TẾ KỸ THUẬT ĐẦU TƯ XÂY DỰNG

Công trình : SỬA CHỮA LINE G16, G17 TERMINAL CÁT LÁI C
Chủ đầu tư : CÔNG TY TNHH MTV TỔNG CÔNG TY TÂN CẢNG SÀI GÒN
Địa điểm : PHƯỜNG LONG TRƯỜNG, TP. HỒ CHÍ MINH

THUYẾT MINH THIẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG



I. CÁC CĂN CỨ

I.1. Các căn cứ pháp lý

- Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 ngày 18/06/2014; Luật số 62/2020/QH14 ngày 17/6/2020 sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật xây dựng.
- Nghị định số 175/2024/NĐ-CP ngày 30/12/2024 quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành Luật Xây dựng về quản lý hoạt động xây dựng.
- Nghị định số 10/2021/NĐ-CP ngày 09/02/2021 của Chính phủ về quản lý chi phí đầu tư xây dựng.
- Nghị định số 06/2021/NĐ-CP ngày 26/01/2021 của Chính phủ về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng.
- Thông tư số 06/2021/TT-BXD ngày 30/6/2021 của Bộ Xây dựng quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng, được sửa đổi bổ sung một số điều tại Thông tư số 02/2025/TT-BXD ngày 31/3/2025 của Bộ Xây dựng.
- Thông tư số 10/2021/TT-BXD ngày 25/08/2021 của Bộ Xây dựng về hướng dẫn một số điều và biện pháp thi hành nghị định số 06/2021/NĐ-CP ngày 26 tháng 01 năm 2021 và nghị định số 44/2016/NĐ-CP ngày 15 tháng 5 năm 2016 của chính phủ.
- Thông tư 11/2021/TT-BXD ngày 31/8/2021 của Bộ xây dựng về hướng dẫn một số nội dung xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng.
- Thông tư số 12/2021/TT-BXD ngày 31/8/2021 của Bộ xây dựng về Ban hành định mức xây dựng.

- Đề cương kỹ thuật số 15/2025/ĐCKT về việc khảo sát địa hình, lập báo cáo kinh tế kỹ thuật ĐTXD Công trình: Sửa chữa line G16, G17 Terminal Cát Lái C do Công ty Cổ phần Đầu tư và Tư vấn thiết kế Số Một lập tháng 5/2025 đã được Chủ đầu tư phê duyệt.

- Hợp đồng số 15/2025/HĐTV/SNP-IDC1 ngày 30/5/2025 giữa Tổng công ty Tân cảng Sài Gòn và Công ty Cổ phần Đầu tư và Tư vấn thiết kế Số Một về việc khảo sát địa hình, lập báo cáo kinh tế kỹ thuật đầu tư xây dựng công trình: Sửa chữa Line G16, G17 Terminal Cát Lái C tại phường Phú Hữu, Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh (hiện nay là phường Long Trường, Thành phố Hồ Chí Minh).

I.2. Khung tiêu chuẩn áp dụng trong thiết kế

Bảng 1. Bảng danh mục quy chuẩn, tiêu chuẩn áp dụng

STT	Ký hiệu	Tên quy chuẩn/ tiêu chuẩn
Quy chuẩn và tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng trong thiết kế		
1	QCVN 02:2022/BXD	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng
2	QCVN 07:2023/BXD	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình hạ tầng kỹ thuật
3	QCVN 41: 2024/BGTVT	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về báo hiệu đường bộ
4	TCVN 8787:2011	Sơn tính hiệu giao thông sơn vạch đường hệ dung môi - yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử
5	TCVN 2737:2023	Tải trọng và tác động. Tiêu chuẩn thiết kế
6	TCVN 8791:2011	Sơn tín hiệu giao thông - vật liệu kẻ đường phản quang nhiệt dẻo - yêu cầu kỹ thuật, phương pháp thử, thi công và nghiệm thu
7	TCVN 4054:2005	Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế
8	TCVN 5574:2018	Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép
9	TCVN 5575-2024	Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế
10	Bộ TCVN 7571:2019	Thép hình cán nóng
11	TCVN 1916-1995	Bu lông, vít, vít cấy và đai ốc. Yêu cầu kỹ thuật
12	TCVN 3223-2000	Que hàn điện dùng cho thép các bon và thép hợp kim thấp
13	TCVN 5308-91	Quy phạm kỹ thuật an toàn trong xây dựng
14	TCVN 13567 :2022	Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng - Thi công và nghiệm thu

STT	Ký hiệu	Tên quy chuẩn/ tiêu chuẩn
15	TCVN 8859:2023	Lớp móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường vật liệu, thi công và nghiệm thu
16	TCVN 7957:2023	Thoát nước - Mạng lưới bên ngoài và công trình. Tiêu chuẩn thiết kế
Tiêu chuẩn tham khảo trong thiết kế		
1	TCCS 38 : 2022/TCĐBVN	Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế
2	TCCS 39 : 2022/TCĐBVN	Thiết kế mặt đường bê tông xi măng thông thường có khe nối trong xây dựng công trình giao thông
3	TCCS 40 : 2022/TCĐBVN	Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng trong xây dựng công trình giao thông
4	TCCS 41 : 2022/TCĐBVN	Tiêu chuẩn khảo sát, thiết kế nền đường ô tô trên nền đất yếu
5	BS 8006:1995	Tiêu chuẩn thực hành đất và các VL đắp khác có gia cường
6		Hướng dẫn thiết kế kết cấu mặt đường - bãi; Tiêu chuẩn do hiệp hội Quốc gia các cơ quan cầu đường Úc: NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities).
7		Thiết kế bãi Container theo hướng dẫn của Liên hiệp Cảng Anh BPF (British Ports Federation) và Hiệp hội chính quyền cảng Mỹ AAPA (American Association of Port Authorities).

II. VỊ TRÍ VÀ CÁC ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

II.1. Vị trí xây dựng công trình

Vị trí xây dựng công trình nằm trong Terminal C cảng Tân cảng Cát Lái thuộc phường Long Trường, Tp. Hồ Chí Minh.

II.2. Điều kiện địa hình

Căn cứ vào bình đồ khảo sát cao độ khu vực xây dựng tỷ lệ 1/500 do Công ty Cổ phần Đầu tư và Tư vấn thiết kế Số Một lập tháng 6/2025, line G16, G17 có cao độ hiện trạng mặt bãi thay đổi từ +2,31 ÷ +3,12m (hệ Quốc gia).

II.3. Điều kiện địa chất

Tham khảo số liệu khảo sát địa chất công trình “Nâng cấp đường bãi Line G07 ÷ H07 Terminal C cảng Tân cảng Cát Lái” tại phường Long Trường, Tp. Hồ Chí Minh do Công ty TNHH Tư vấn Đầu tư xây dựng Quỳnh Lâm thực hiện tháng 12 năm 2021. Địa tầng khu vực gồm các lớp địa chất chính sau:

1. Lớp A: Nền gạch, hỗn hợp san lấp.
2. Lớp 1: Á cát, màu xám đen, trạng thái nhão.
3. Lớp 2: Bùn sét, màu xám xanh đen, trạng thái nhão.
4. Lớp 3A: Á sét, màu xám xanh, trạng thái dẻo cứng.
5. Lớp 3: Sét, màu nâu đỏ-xám xanh, trạng thái dẻo mềm-dẻo cứng.

Bảng 2. Tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất chính

STT	Giá trị cơ lý	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3A	Lớp 3	Lớp 4
1	Sạn sỏi: 2.0 - 20.0 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	20,78
	Cát: 0.05 - 2.0 (mm)	85,0	28,7	42,4	29,8	65,5
	Bụi: 0.005 - 0.05 (mm)	8,4	28,7	31,4	28,9	7,5
	Sét < 0.005 (mm)	6,6	42,6	26,2	41,3	6,3
2	Độ ẩm tự nhiên, W (%)	23,20	81,25	22,94	27,35	17,10
3	Dung trọng tự nhiên, γ_w (g/cm ³)	1,87	1,43	1,95	1,89	1,93
4	Dung trọng khô, γ_c (g/cm ³)	1,52	0,79	1,59	1,49	1,65
5	Dung trọng đẩy nổi γ_{sub} (g/cm ³)	0,95	0,49	1,00	0,94	1,03
6	Tỷ trọng, Δ	2,68	2,60	2,71	2,73	2,67
7	Hệ số rỗng ban đầu, e_0	0,767	2,292	0,709	0,838	0,619
8	Độ rỗng, n (%)	43	69	41	45	38
9	Độ bão hòa, G_0 (%)	81	92	88	88	73
10	Giới hạn chảy, W_L (%)	22,7	65,5	33,6	39,8	20,7
11	Giới hạn dẻo, W_P (%)	18,0	33,7	18,4	18,5	14,8
12	Chỉ số dẻo, I_P (%)	4,7	31,8	15,2	21,3	5,9
13	Độ sệt, B	1,10	1,50	0,30	0,41	0,39
14	Cắt trực tiếp: ϕ (Độ)	20°25'	3°50'	13°43'	11°58'	24°17'
	c (kg/cm ²)	0,026	0,046	0,204	0,222	0,035
15	Hệ số nén lún, a_v (cm ² /kg)	0,032	—	0,026	0,033	0,026
	Modun tổng biến dạng, E_0 (kg/cm ²)	43,01	—	39,42	25,05	48,11
16	Chỉ số nén C_c	-	0,914	-	0,226	-
17	Chỉ số nén C_s	-	0,170	-	0,064	-
18	Áp lực tiền cố kết P_c (kg/cm ²)	-	0,36	-	0,66	-
19	SPT N_{30}	4-5	0-1	9	6-11	21-28

II.4. Điều kiện tự nhiên

II.4.1. Điều kiện khí tượng

Vị trí công trình nằm tại phường Long Trường, Tp. Hồ Chí Minh. Theo QCVN 02:2022/BXD, điều kiện khí tượng như sau:

II.4.1.1. Nhiệt độ không khí

Nhiệt độ trung bình là 27,5°C; nhiệt độ cao nhất trung bình năm là 32,2°C, nhiệt độ thấp nhất trung bình năm là 24,4°C; nhiệt độ cao nhất tuyệt đối là 38,6°C, nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối là 15,7°C.

Bảng 3. Nhiệt độ không khí (°C)

Đặc trưng	Tháng												Năm
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
(1)	26,0	26,3	27,6	28,9	28,6	27,8	27,4	27,6	27,9	27,8	27,4	26,3	27,5
(2)	31,1	32,2	33,8	34,8	33,9	32,6	32,2	31,9	31,4	31,1	31,1	30,7	32,2
(3)	22,4	22,6	23,8	25,2	25,6	25,1	24,7	25,1	25,5	25,4	24,8	23,0	24,4
(4)	34,8	35,8	37,2	38,2	38,6	37,0	35,6	35,6	35,8	34,8	34,0	33,8	38,6
(5)	16,4	17,4	16,2	22,3	21,7	21,9	21,3	21,6	22,1	21,3	18,7	15,7	15,7

Ghi chú:

(1) : Trung bình; (2) : Cao nhất trung bình; (3): Thấp nhất trung bình; (4) : Cao nhất tuyệt đối; (5) : Thấp nhất tuyệt đối.

II.4.1.2. Độ ẩm không khí

Độ ẩm tuyệt đối trung bình năm là 28,9 (g/m³), độ ẩm tương đối trung bình năm 80,7%, độ ẩm tương đối thấp nhất trung bình năm là 60,5%, độ ẩm tương đối thấp nhất tuyệt đối năm là 25%.

Bảng 4. Độ ẩm tương đối của không khí (%)

Đặc trưng	Tháng												Năm
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
(1)	25,4	25,8	27,2	29,4	31,3	31,0	30,5	30,7	31,0	30,4	28,4	25,6	28,9
(2)	77,6	77,8	76,8	77,1	81,9	84,5	84,8	84,2	83,6	82,4	79,8	77,3	80,7
(3)	54,8	52,6	50,3	51,3	60,5	64,7	65,4	66,8	68,7	68,7	63,8	58,8	60,5
(4)	32	31	25	30	33	43	28	48	47	49	45	37	25

Ghi chú: (1) : Tuyệt đối trung bình; (2): Tương đối trung bình; (3) : Tương đối thấp nhất trung bình; (4) : Tương đối thấp nhất tuyệt đối.

II.4.1.3. Gió

Trong mùa khô gió có hướng đặc trưng là hướng Bắc, Đông Bắc, trong mùa mưa hướng gió chủ đạo là Tây - Tây Nam, tốc độ gió trung bình nhiều năm là 2,0 m/s.

Bảng 5. Tốc độ gió trung bình tháng (m/s)

Tháng												Năm
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1,8	2,0	2,0	1,9	1,8	2,2	2,0	2,3	2,0	1,9	2,0	1,9	2,0

Bảng 6. Hướng gió, tần suất và vận tốc gió

Hướng	Đặc trưng	Tháng											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lặng Gió	PL	31,5	26,7	26,5	29,4	28,6	23,2	32,0	24,2	31,3	32,0	29,3	33,9
N	P	5,3	0,2	0,2	0,2	1,3	0,1	0,7	-	0,7	3,9	15,2	19,0
	V	1,7	2,0	2,5	1,5	2,1	2,0	2,3	-	2,5	2,2	3,2	2,4
NE	P	29,6	8,7	2,1	0,7	2,3	0,5	0,5	0,1	0,2	3,5	25,2	30,3
	V	2,2	2,6	3,1	1,8	1,9	1,8	2,2	2,0	2,5	2,2	2,6	2,4
E	P	3,9	13,5	8,6	5,5	4,3	0,1	0,1	0,2	0,6	4,6	4,1	1,2
	V	3,0	2,5	2,6	2,2	2,0	1,0	2,0	1,5	1,8	3,7	2,4	2,2
SE	P	20,4	44,2	49,6	44,6	19,8	4,8	2,2	0,7	5,1	11,5	14,3	7,1
	V	2,7	3,1	3,1	2,8	2,4	2,1	2,0	2,3	2,6	2,8	3,0	2,3
S	P	2,3	3,0	3,9	2,4	3,5	0,7	0,9	0,8	1,0	0,6	0,3	0,4
	V	2,8	2,7	2,4	2,8	2,1	2,0	1,8	2,3	2,6	3,0	2,0	2,0
SW	P	2,4	2,8	8,3	15,0	36,6	53,6	46,0	49,9	47,7	30,9	4,6	1,5
	V	1,4	1,9	2,6	2,2	2,9	3,0	2,6	3,0	3,0	3,0	2,8	2,3
W	P	1,0	0,8	0,7	1,4	3,0	15,6	17,3	23,8	13,3	8,9	3,4	2,0
	V	2,1	1,8	1,2	1,9	2,1	3,9	4,0	4,2	3,8	2,9	2,6	2,0
NW	P	3,6	0,1	0,1	0,8	0,6	1,4	0,3	0,3	0,1	4,1	3,6	4,6
	V	1,8	2,0	3,0	2,6	2,0	2,6	4,7	3,0	4,0	3,1	2,5	1,9

II.4.1.4. Mưa

Lượng mưa trung bình năm là 1.627,6mm, số ngày mưa trung bình trong năm là 144,8 ngày, tháng có số ngày mưa trung bình lớn nhất là tháng 10 khoảng 21,1 ngày, tháng có số ngày mưa trung bình nhỏ nhất là tháng 2 khoảng 1,1 ngày.

Bảng 7. Lượng mưa và số ngày mưa (mm)

Đặc trung	Tháng												Năm
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
(1)	13,5	6,9	17,2	66,6	168,1	165,0	188,0	177,5	260,2	336,7	177,4	50,5	1.627,6
(2)	42,0	47,4	42,4	86,4	164,8	134,2	123,0	88,1	151,1	240,4	167,0	70,5	240,4
(3)	2,5	1,1	2,4	6,8	15,4	17,2	19,7	18,6	20,1	21,1	13,1	6,0	144,2

Ghi chú: (1) : Trung bình; (2): Ngày lớn nhất; (3): Số ngày mưa trung bình..

II.4.1.5. Sương mù

Sương mù trong năm thường tập trung vào các tháng mùa Đông, bình quân năm là 2,7 ngày.

Bảng 8. Số ngày có sương mù trung bình

TT	Tháng												Năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
TB	0,8	0,3	3,9	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,7

II.4.1.6. Mây

Lượng mây tổng quan trung bình năm vào khoảng 8,9 ngày. Lượng mây tổng quan trong bảng dưới đây.

Bảng 9. Lượng mây tổng quan trung bình tháng và năm (ngày)

Đặc trung	Tháng												Năm
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Lượng mây tổng quan	8,6	8,6	8,5	8,8	8,9	9,1	9,0	9,1	9,1	9,1	8,9	8,6	8,9

II.4.1.7. Bão

Bờ biển khu vực Nam Bộ từ Bình Thuận đến Cà Mau là khu vực ít chịu ảnh hưởng của bão, theo thống kê các cơn bão đổ bộ vào khu vực Nam bộ từ năm 1961 đến năm 2024 có 22 cơn bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào vùng biển khu vực Nam Bộ. Tháng có nhiều bão nhất là tháng 11. Sức gió mạnh nhất trong bão đo được đến cấp 13 vận tốc >133km/h.

Bảng 10. Các cơn bão ảnh hưởng đến vùng biển từ Bình Thuận đến Cà Mau (1961-2024)

TT	Tên cơn bão	Thời gian xuất hiện	Cấp bão
1	PABUK (số 10)	21/12/2024	Cấp 7 (50 - 61 km/h)

TT	Tên cơn bão	Thời gian xuất hiện	Cấp bão
2	USAGI (số 9)	19/11/2018	Cấp 10 (89-102 km/h)
3	TEMBIN (số 16)	23/12/2017	Cấp 10 (89-102 km/h)
4	KIROGI (số 14)	16/11/2017	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
5	ATNĐ	3/11/2015	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
6	PAKHAR (số 1)	26/3/2012	Cấp 7 (50 - 61 km/h)
7	ATNĐ	18/1/2010	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
8	ATNĐ	22/01/2008	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
9	ATNĐ	13/01/2008	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
10	Peipah	4/11/2007	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
11	ATNĐ	2/11/2007	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
12	Durian	24/11/2006	Cấp 13 (> 133 km/h)
13	ATNĐ	22/10/1999	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
14	CHIP (Số 4)	11/11/1998	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
15	LINDA (Số 5)	31/10/1997	Cấp 8 (62 - 74 km/h)
16	ERNIE (Số 8)	7/11/1996	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
17	ATNĐ	26/06/1994	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
18	TESS (Số 10)	3/11/1988	Cấp 11 (103-117 km/h)
19	ATNĐ	10/10/1985	Cấp 6 (39 - 49 km/h)
20	THELMA (Số 14)	14/11/1973	Cấp 10 (89-102 km/h)
21	HESTER (Số 8)	18/10/1968	Cấp 8 (62 - 74 km/h)
22	LUCY (Số 9)	28/11/1962	Cấp 9 (75 - 88 km/h)

II.4.2. Điều kiện thủy văn

II.4.2.1. Mực nước

Khu vực xây dựng công trình nằm trên sông Đồng Nai ngoài lượng nước ở thượng nguồn đổ xuống còn chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của hiện tượng thủy triều của biển Đông; ảnh hưởng này biểu hiện rất rõ nét trong mùa khô (mùa nước kiệt).

Chế độ thủy triều đặc trưng của khu vực cảng Cát Lái là bán nhật triều không đều, với biên độ triều tại vùng cửa sông có thể đạt tới 4m, và tại bến phà Cát Lái có thể đạt trên 3m.

Vận tốc dòng tăng mặt cực đại đo được trong pha triều rút của kỳ triều cường là 186cm/s, trong pha triều lên của kỳ triều cường là 52cm/s (ngày 07-08/9/1990).

Trong pha triều lên các phao lưu hướng chảy song song với bờ phải, có xu thế áp sát bờ và chảy vào nhánh chính ở phía thượng lưu (ngã 3 sông Đồng Nai - sông Sầu), vận tốc trung bình của phao lưu hướng là 72cm/s.

Trong pha triều xuống, các phao lưu hướng chảy chéo sông và có xu hướng tách ra xa bờ phải, vận tốc trung bình của phao lưu hướng là 100cm/s.

Theo các tài liệu báo cáo thủy văn khu vực xây dựng Cảng Cát Lái, đã tìm được mối tương quan mực nước giữa trạm mực nước Nhà Bè và khu vực Cát Lái với hệ số tương quan $R = 0,96$, với X tại trạm Nhà bè và Y tại khu vực Cát Lái.

Phương trình tương quan mực nước giờ, $R = 0,96$:

$$Y = 10,70 + 0,9303X \pm 18,91 \text{ (cm)} \quad (1)$$

Phương trình tương quan mực nước đỉnh triều, $R = 0,91$:

$$Y = 3,82 + 1,0315X \pm 4,29 \text{ (cm)} \quad (2)$$

Phương trình tương quan mực nước chân triều, $R = 0,98$:

$$Y = 7,06 + 0,956X \pm 9,65 \text{ (cm)} \quad (3)$$

Trên cơ sở các phương trình tương quan và các số liệu thủy văn tại trạm Nhà Bè (chuỗi số liệu 2005-2013) tóm tắt các số liệu thủy văn khu vực xây dựng như sau:

Mực nước bình quân tính toán tại Cát Lái là 333cm (ứng với bảo đảm suất 50%, hệ cao độ Hải đồ), Mực nước cao nhất là 460cm và thấp nhất là 11cm (hệ Hải đồ).

Các giá trị mực nước ứng với các suất bảo đảm khác nhau được thống kê trong các bảng sau:

Bảng 11. Mực nước giờ ứng với các suất bảo đảm khác nhau - hệ Hải đồ (cm)

Trạm mực nước	Suất bảo đảm (%)										
	1	2	5	10	25	50	75	90	95	98	99
Nhà Bè	420	415	405	393	370	316	242	165	125	97	60
Cát Lái	420	416	406	395	374	324	255	183	146	120	85

Bảng 12. MN cao nhất ngày ứng với các suất bảo đảm khác nhau - hệ Hải đồ (cm)

Trạm mực nước	Suất bảo đảm (%)										
	1	2	5	10	25	50	75	90	95	98	99
Nhà Bè	438	432	425	418	410	398	383	369	362	355	350
Cát Lái	460	454	446	439	431	419	403	389	382	374	369

Bảng 13. MN thấp nhất ngày ứng với các suất bảo đảm khác nhau - hệ Hải đồ (cm)

Trạm mực nước	Suất bảo đảm (%)										
	1	2	5	10	25	50	75	90	95	98	99
Nhà Bè	230	218	198	178	148	125	92	66	52	45	38
Cát Lái	237	225	206	187	158	136	105	80	66	60	53

II.4.2.2. Dòng chảy

Vận tốc dòng tăng mặt cực đại đo được trong pha triều rút của kỳ triều cường là 186 cm/s, trong pha triều lên của kỳ triều cường là 52 cm/s.

II.4.2.3. Sóng

Vị trí xây dựng cảng nằm sâu trong nội địa do đó không chịu ảnh hưởng trực tiếp của sóng biển, sóng tác động chủ yếu là do gió, sóng do tàu chạy trên tuyến luồng gây ra, chiều cao thường nhỏ hơn 0,5m.

III. HIỆN TRẠNG ĐƯỜNG BÃI**III.1. Tải trọng khai thác**

Phạm vi line G16, G17 hiện hữu khai thác hàng container bãi công nghệ xe nâng theo tải trọng khai thác như sau:

- Xe chở container 40 feet có hàng di chuyển.
- Xe nâng container 40 feet có hàng di chuyển.
- Container có hàng xếp 03 chồng, tải trọng rải đều tương đương 4T/m².

III.2. Kết cấu áo đường bãi hiện hữu

Mặt đường bãi có kết cấu dạng áo mềm, nền đường bãi không xử lý và chấp nhận bù lún trong quá trình khai thác (từ năm 2016). Kết cấu áo đường bãi từ trên xuống gồm các lớp như sau:

- Gạch bê tông tự chèn (BTTC) M450, dày 8cm.
- Cát hạt thô đầm chặt dày 3cm.
- Cấp phối đá gia cố xi măng dày trung bình 40cm.
- Lớp đá dăm 4x6 chèn đá dăm dày 30cm.

- Lớp đá dăm đầm nước dày 30cm.
- Vải địa kỹ thuật không dệt, cường độ 25kN/m.
- Nền cát san lấp $K \geq 0,95$.

III.3. Đánh giá hiện trạng đường bãi và hệ thống thoát nước line G16, G17

- Theo hồ sơ thiết kế, cao độ mặt đường bãi thay đổi từ $+2,80 \div +3,20\text{m}$ (hệ Quốc gia); theo kết quả khảo sát địa hình tháng 6/2025, cao độ mặt bãi thay đổi từ $+2,31 \div +3,12\text{m}$ (hệ Quốc gia), độ lún so với thiết kế ban đầu trung bình khoảng 30cm; ngoài ra phạm vi chân container nhiều vị trí bị lún, lớp gạch BTTC đã bị nứt vỡ.

- Theo yêu cầu của Chủ đầu tư, phạm vi line G16, G17 sẽ chuyển đổi phương án khai thác từ xe nâng sang cầu RTG 6+1 nên cần nâng cấp đường bãi cho phù hợp yêu cầu khai thác.

- Hệ thống thoát nước mặt của đường bãi: Hiện tại hệ thống thoát nước line G16, G17 bao gồm 01 tuyến cống hiện hữu chạy dọc bãi line G16 và 02 tuyến cống hiện hữu chạy ngang đầu line dẫn ra cửa xả hiện hữu, tuy nhiên do mặt bãi lún không đều nên ảnh hưởng đến khả năng thoát nước và quy trình khai thác hàng hóa. Trong quá trình nâng cấp đường bãi hệ thống thoát nước mưa hiện hữu sẽ được nâng cấp phù hợp cao độ và mặt bằng quy hoạch sau nâng cấp.

- Một số hình ảnh hiện trạng mặt đường bãi G16, G17:



Hình 1. Hiện trạng mặt bãi line G16 (nhiều vị trí bị lún)



Hình 2. Mặt bãi line G17 (vị trí gạch bị vỡ)

III.4. Hệ thống cấp điện, chiếu sáng hiện hữu

- Hệ thống cung cấp điện cho cảng hiện nay đã được đầu tư đầy đủ và cơ bản hoàn thiện đảm bảo cho quá trình khai thác của cảng. Tuy nhiên line G16, G17 hiện hữu đang được khai thác bằng xe nâng chưa có hệ thống cấp điện cho cầu RTG nên cần xây dựng hệ thống cấp điện hạ thế cấp điện cho cầu sau khi nâng cấp.

- Cột đèn pha CS07 đang bố trí tại vị trí đầu line G16 với 10 bộ đèn pha cao áp phục vụ cho chiếu sáng của khu vực. Tuy nhiên theo quy hoạch chung sau khi nâng cấp bãi trụ đèn này sẽ nằm trên đường cầu RTG chạy và sẽ ảnh hưởng đến khai thác của bãi. Do vậy việc di dời trụ giàn đèn nâng hạ sang vị trí mới để không làm ảnh hưởng đến khai thác của bãi là hết sức cần thiết.

IV. NỘI DUNG THIẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG

IV.1. Nội dung hồ sơ thiết kế

Trên cơ sở mặt bằng quy hoạch tổng thể của cảng và mặt bằng quy hoạch chi tiết tại line G16, G17 đã được Chủ đầu tư thống nhất, nội dung hồ sơ thiết kế nâng cấp line G16, G17 bao gồm các hạng mục chính sau:

- Thiết kế sửa chữa hệ thống đường bãi.
- Sửa chữa hệ thống thoát nước mặt bãi.
- Thiết kế hệ thống cấp điện cho cầu RTG 6+1.
- Di dời cột đèn pha CS7 (thuộc line G16).
- Thiết kế hàng rào dọc đường giao thông.

IV.2. Nguyên tắc thiết kế

Giải pháp thiết kế phải đảm bảo các yêu cầu cơ bản sau:

- Phù hợp với mặt bằng quy hoạch tổng thể khu cảng Bến Nghé - Phú Hữu (Terminal Cát Lái C) và mặt bằng quy hoạch chi tiết tại line G16, G17 đã được Chủ đầu tư thống nhất.
- Kết cấu đưa ra phù hợp với tải trọng khai thác, tận dụng tối đa kết cấu áo hiện hữu và tương thích với địa chất công trình tại khu vực xây dựng.
- Đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của đường bãi và kết cấu công trình.
- Đảm bảo xe chạy êm thuận, phù hợp với loại thiết bị và yêu cầu khai thác.
- Thỏa mãn điều kiện địa chất, điều kiện thủy văn.
- Hướng thoát nước cần phù hợp với hệ thống thoát nước hiện hữu để tận dụng lại hệ thống thoát nước đã có.
- Giải pháp thiết kế kết cấu, trình tự và biện pháp thi công phải phù hợp để giảm kinh phí đầu tư xây dựng.

IV.3. Quy mô, loại và cấp công trình

IV.3.1. Quy mô hệ thống đường bãi

Phạm vi nâng cấp đường bãi line G16, G17 được khống chế bởi các điểm có tọa độ cụ thể như sau:

Bảng 14. Tọa độ khống chế phạm vi nâng cấp Line G16, G17

STT	Điểm	Tọa độ VN-2000, kinh tuyến trục 105°45', múi chiếu 3°	
		X(m)	Y(m)
1	R1	1.192.173,91	615.291,30
2	R2	1.192.307,59	615.437,56
3	R3	1.192.265,85	615.475,70
4	R4	1.192.132,18	615.329,44

Quy mô và các thông số chính của hệ thống đường bãi line G16, G17 sau khi nâng cấp như sau:

+ Chiều dài line	:	198,14m.
+ Bề rộng phạm vi nâng cấp	:	56,54m.
+ Độ dốc đường chạy cầu, đường ô tô	:	$i = 0,10\%$.
+ Độ dốc ngang mặt đường	:	$i = 0,00\% \div 1,35\%$.
+ Tốc độ giới hạn	:	20km/h.
+ Cao độ đường chạy cầu RTG 6+1	:	+2,85m ÷ +3,15m (hệ Quốc gia).
+ Cao độ gôi kê container	:	+3,05m ÷ +3,35m (hệ Quốc gia).

IV.3.2. Phân loại, phân cấp công trình trong quá trình hoạt động xây dựng

- Theo Nghị định số 06/2021/NĐ-CP ngày 26/01/2021 quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng; Thông tư số 06/2021/TT-BXD ngày 30/6/2021 của Bộ Xây dựng quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng, được sửa đổi bổ sung một số điều tại Thông tư số 02/2025/TT-BXD ngày 31/3/2025 của Bộ Xây dựng.

- Tổng hợp loại và cấp công trình trong quản lý hoạt động xây dựng như sau:

+ Loại công trình	:	Công trình giao thông.
+ Cấp công trình	:	Cấp III (theo Điểm 8, Mục 1.4, Phụ lục ban hành kèm theo Thông tư số 02/2025/TT-BXD).
+ Tính chất công trình	:	Sửa chữa.
+ Thời hạn thiết kế	:	10 năm (theo TCCS38:2022/TCĐBVN).

IV.4. Thiết kế nâng cấp kết cấu áo đường bãi

IV.4.1. Tải trọng khai thác

Đường bãi sau khi sửa chữa được thiết kế theo tải trọng khai thác như sau:

- Phạm vi đường ô tô chạy và dải an toàn:

+ Xe chở container 40 feet có hàng di chuyển tải trọng trục 120kN.

- Phạm vi đường chạy cầu RTG 6+1:

+ Cầu bánh lốp RTG 6+1 loại bánh đơn có hàng di chuyển.

+ Xe chở container 40 feet có hàng di chuyển.

- Phạm vi xếp container:

+ Container có hàng xếp tối đa 06 chồng.

+ Tải trọng tương đương rải đều 7T/m².

IV.4.2. Lựa chọn cao độ thiết kế

Căn cứ tài liệu hoàn công cao độ tổng thể cảng Bến Nghé - Phú Hữu (Terminal Cát Lái C), từ số liệu khảo sát địa hình và hiện trạng khu vực cao độ hoàn thiện mặt bãi sau khi sửa chữa được lựa chọn để giảm khối lượng đào kết cấu áo hiện hữu, đảm bảo kinh phí đầu tư là thấp nhất và phù hợp với điều kiện thoát nước hiện trạng khu vực xây dựng.

IV.4.2.1. Các căn cứ lựa chọn

- Căn cứ tài liệu thủy văn khu vực.
- Hồ sơ thiết kế và hoàn công các giai đoạn trước.
- Cao độ tổng thể của cảng.
- Số liệu khảo sát địa hình và hiện trạng khu vực.
- Đảm bảo về yêu cầu kỹ thuật của kết cấu, kinh phí xây dựng phù hợp.

IV.4.2.2. Lựa chọn cao độ thiết kế

- Cao độ đường chạy cầu RTG 6+1 : +2,85m ÷ +3,15m (hệ Quốc gia).
- Cao độ dầm kê container : +3,05m ÷ +3,35m (hệ Quốc gia).
- Cao độ đường chạy ô tô : +2,90m ÷ +3,15m (hệ Quốc gia).
- Cao độ dải an toàn : +2,95m ÷ +3,15m (hệ Quốc gia).

IV.4.3. Thiết kế nền đường bãi

- Căn cứ tài liệu khảo sát địa chất công trình và qua theo dõi trong thời gian khai thác từ khi xây dựng tới nay cho thấy: địa tầng tổng thể cảng trên mặt là lớp bùn sét chứa hữu cơ, trạng thái chảy, chiều dày tương đối lớn dày từ 3,1m ÷ 12m, mức độ nén lún cao và sức chịu tải nhỏ. Để đảm bảo tính ổn định, khi đầu tư đường bãi nền cần được xử lý trước khi xây dựng kết cấu áo. Tuy nhiên, để giảm kinh phí đầu tư xây dựng và phù hợp với quy mô hàng hóa khai thác trên đường bãi, thời điểm đầu tư năm 2010 và nâng cấp năm 2016, Chủ đầu tư quyết định chọn giải pháp không xử lý nền, chấp nhận lún và bù lún trong quá trình khai thác cho tổng thể cảng. Trên cơ sở đó, kết cấu áo đường bãi giai đoạn trước đã được thiết kế, thi công hoàn thiện và đi vào khai thác được tới thời điểm hiện tại, qua thời gian khai thác, nền đã dần ổn định, tốc độ lún chậm hơn so với thời gian ban đầu.

- Với địa chất và kết cấu áo hiện hữu như trên, phương án sửa chữa đường bãi line G16, G17 sẽ tiếp tục sử dụng kết cấu nền hiện hữu không xử lý, chấp nhận lún và bù lún trong quá trình khai thác.

- Theo yêu cầu từ Chủ đầu tư về việc rút ngắn tối đa thời gian thi công, tránh ảnh hưởng đến hoạt động khai thác của bãi thì các kết cấu sử dụng bê tông sẽ bổ sung phụ gia đông kết nhanh R7.

IV.4.4. Thiết kế kết cấu áo đường bãi

IV.4.4.1. Phạm vi dầm kê container

Kết cấu từ trên xuống phạm vi dầm kê container như sau:

- Dầm kê container kết cấu bê tông cốt thép, bê tông B30 đá 1x2:

+ Dầm kê container loại 1, tại các vị trí giữa line G16, G17, kích thước $L \times B \times H = 1750 \times 200 \times 30 \text{cm}$.

+ Dầm kê container loại 2, tại các vị trí đầu line G16, G17 kích thước $L \times B \times H = 1750 \times 300 \times 30 \text{cm}$.

- Bê tông xi măng bù cao độ: phạm vi chiều dày bù $\geq 6 \text{cm}$ được bù bằng bê tông B12,5, phạm vi chiều dày bù $< 6 \text{cm}$ sẽ được bù bằng bê tông B30 đổ liền khối với dầm kê container;

- Mặt bãi bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu, nếu chưa đảm bảo thì đào bóc thêm lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế.

IV.4.4.2. Phạm vi đường chạy cầu RTG 6+1

Kết cấu từ trên xuống phạm vi đường chạy cầu RTG 6+1 như sau:

- Đường chạy cầu RTG 6+1 kết cấu BTCT, bê tông B30 đá 1x2, dày 25cm, bề rộng $b = 1,5 \text{m}$. Đường chạy được chia thành các phân đoạn từ $9,02 \text{m} \div 11,80 \text{m}$, giữa các khe phân đoạn được bố trí kết cấu truyền lực.

- Bê tông xi măng bù cao độ: phạm vi chiều dày bù $\geq 6 \text{cm}$ được bù bằng bê tông B12,5, phạm vi chiều dày bù $< 6 \text{cm}$ sẽ được bù bằng bê tông B30 đổ liền khối với dầm đường chạy.

- Mặt bãi bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu, nếu chưa đảm bảo thì đào bóc thêm lớp nền hiện hữu đến cao độ thiết kế.

IV.4.4.3. Phạm vi đường ô tô, dải an toàn, dải phân cách

Kết cấu từ trên xuống phạm vi đường xe chạy ô tô, dải an toàn xây dựng mới như sau:

- Phạm vi thi công bằng 01 lớp BTNCP 12,5 và 01 lớp BTNC 19 (KC3):

+ BTNCP 12,5 (BTN chặt Polyme) lớp mặt dày 5cm, $E \geq 236,89 \text{Mpa}$.

+ Tưới nhựa dính bám tiêu chuẩn 0,5 lít/m².

+ BTNC 19 (BTN chặt) dày (7cm÷10cm), $E \geq 215,18 \text{Mpa}$.

+ Tưới nhựa thấm bám tiêu chuẩn 1,0 lít/m².

+ Mặt bãi bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế, $E \geq 200 \text{MPa}$.

- Phạm vi thi công bằng 01 lớp BTNCP 12,5; 01 lớp BTNC 19 và lớp bê tông B12,5 đá 1x2 bù cao độ (KC3A):

- + BTNCP 12,5 (BTN chặt Polyme) lớp mặt dày 5cm, $E \geq 236,89\text{Mpa}$.
- + Tưới nhựa dính bám tiêu chuẩn 0,5 lít/m².
- + BTNC 19 (BTN chặt) dày 7cm, $E \geq 215,18\text{Mpa}$.
- + Tưới nhựa thấm bám tiêu chuẩn 1,0 lít/m².
- + Lớp bê tông B12,5 đá 1x2 bù cao độ.
- + Mặt bãi đào bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế, $E \geq 200\text{MPa}$.

IV.4.4.4. Phạm vi vuốt dốc

Tại các vị trí kết nối sang tuyến đường hiện hữu bố trí các vuốt dốc để các phương tiện lưu thông thuận lợi.

Kết cấu từ trên xuống phạm vi vuốt dốc như sau (KC6):

- + Gạch bê tông tự chèn (BTTC) M450, dày 8cm (tận dụng từ gạch bê tông tự chèn đào bóc lên).
- + Cát hạt thô đầm chặt dày 3cm.
- + BTXM B12,5 đá 1x2, R7 bù cao độ.
- + Mặt bãi đào bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế.

IV.4.4.5. Phạm vi bụng container

Để giảm thiểu chi phí xây dựng theo yêu cầu của Chủ đầu tư, phạm vi bụng container chỉ nâng cấp ô đầu mỗi line để phục vụ công tác sửa chữa, bảo trì cầu RTG 6+1; bụng container các ô còn lại được giữ nguyên hiện trạng khai thác. Kết cấu bụng container (KC4) phạm vi nâng cấp từ trên xuống dưới như sau:

- BTNC 19 dày 7,0cm, $E \geq 244,10\text{Mpa}$.
- Tưới nhựa thấm bám tiêu chuẩn 1,0 lít/m².
- Cấp phối đá dăm loại I bù cao độ, $K \geq 0,98$, $E \geq 220,20\text{Mpa}$.
- Mặt bãi bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế, $E \geq 200\text{MPa}$.

IV.4.4.6. Dải trải cáp

- Xây dựng mới dải trải cáp điện, bề rộng dải trải cáp 100cm.
- Kết cấu từ trên xuống phạm vi dải trải cáp xây dựng mới như sau:
 - + Bê tông B12,5 bù cao độ dày trung bình 38cm (xoa mặt tạo nhẵn bề mặt).

+ Mặt bãi sau bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế.

- Dải trải cấp được cắt khe phân cách trùng với vị trí khe phân cách của dầm đường chạy cầu, tuy nhiên không bố trí thanh truyền lực, chỉ chèn khe bằng hỗn hợp mastic chèn khe.

IV.4.4.7. Khối lượng bù lún từ thời điểm khảo sát đến thời điểm thi công

- Khối lượng dự kiến bù lún từ thời điểm khảo sát địa hình đến thời điểm thi công được xác định như sau:

+ Tham khảo số liệu tính toán dự kiến lún mặt bãi trong quá trình khai thác của giai đoạn xây dựng trước.

+ Căn cứ theo số liệu khảo sát địa hình mặt bãi ở các thời điểm khác nhau.

- Từ các căn cứ trên và tham khảo một số công trình tương tự tại cảng Bến Nghé - Phú Hữu (Terminal Cát Lái C) đã triển khai, trong trường hợp tiến độ thực hiện dự án kéo dài hơn dự kiến, Tư vấn thiết kế tính toán khối lượng bù lún đến 4,0cm tương ứng với thời gian tính từ thời điểm khảo sát tới thời điểm bàn giao mặt bằng thi công thực tế đến 1,5 năm, khối lượng bù lún này sẽ được Chủ đầu tư và Tư vấn giám sát xác định lại theo thực tế tại hiện trường.

- Vật liệu bù lún 4,0cm:

+ Phạm vi đường chạy cầu RTG 6+1

- Phạm vi bù cao độ bằng BTXM B12,5 đá 1x2, R7 từ đáy đào bóc lớp móng hiện hữu, khối lượng bù lún bằng vật liệu BTXM B12,5 đá 1x2, R7.

- Phạm vi bù cao độ bằng BTXM B30 đá 1x2, R7 từ đáy đào bóc lớp móng hiện hữu, khối lượng bù lún bằng vật liệu BTXM B30 đá 1x2, R7.

+ Phạm vi dầm kê container

- Phạm vi bù cao độ bằng BTXM B12,5 đá 1x2, R7 từ đáy đào bóc lớp móng hiện hữu, khối lượng bù lún bằng vật liệu BTXM B12,5 đá 1x2, R7.

- Phạm vi bù cao độ bằng BTXM B30 đá 1x2, R7 từ đáy đào bóc lớp móng hiện hữu, khối lượng bù lún bằng vật liệu BTXM B30 đá 1x2, R7.

+ Phạm vi đường ô tô

- Phạm vi bù cao độ bằng BTXM B12,5 đá 1x2, R7 từ đáy đào bóc gạch BTTC + cát hạt thô hiện hữu, khối lượng bù lún bằng vật liệu BTXM B12,5 đá 1x2, R7.

- Phạm vi thi công BTNC 19 từ đáy đào bóc gạch BTTC + cát hạt thô hiện hữu, khối lượng bù lún bằng BTNC 19.

+ Phạm vi dải an toàn

- Phạm vi bù cao độ bằng BTXM B12,5 đá 1x2, R7 từ đáy đào bóc gạch BTTC + cát hạt thô hiện hữu, khối lượng bù lún bằng vật liệu BTXM B12,5 đá 1x2, R7.

+ Phạm vi dải trải cấp

- Phạm vi bù cao độ bằng BTXM B12,5 đá 1x2, R7 từ đáy đào bóc gạch BTTC + cát hạt thô hiện hữu, khối lượng bù lún bằng vật liệu BTXM B12,5 đá 1x2, R7.

+ Phạm vi vuốt dốc 2 đầu line

- Phạm vi thi công BTNC P12,5 từ đáy đào bóc gạch BTTC + cát hạt thô hiện hữu, khối lượng bù lún bằng BTNC P12,5.

- Phạm vi bù cao độ bằng BTXM B12,5 đá 1x2, R7 từ đáy đào bóc lớp móng hiện hữu, khối lượng bù lún bằng vật liệu BTXM B12,5 đá 1x2, R7.

IV.4.5. Bố trí vạch sơn định vị bãi

- Để đảm bảo yêu cầu khai thác sử dụng sơn nhiệt dẻo để sơn mặt bãi, vạch đường xe chạy, số đường line trong phạm vi bãi...; Sơn định vị container được sơn vạch đường hệ dung môi.

- Vạch sơn được bố trí đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo yêu cầu thiết kế.

Lưu ý: cần đưa cầu vào chạy thử trước khi tiến hành sơn các đường định vị chạy cầu, biên đường ô tô...

IV.4.6. Bó vỉa xây dựng mới

- Bó vỉa loại 1: được bố trí tại vị trí phân cách giữa đường ô tô và phạm vi bụng container, có kích thước $B \times H_{tb} = 20 \times 36 \text{cm}$ bằng BTCT B22,5 đá 1x2, R7.

- Bó vỉa loại 2: được bố trí tại vị trí tại chân phạm vi vuốt dốc, có kích thước $B \times H_{tb} = 20 \times 20 \text{cm}$ bằng BTCT B22,5 đá 1x2, R7.

IV.4.7. Kết cấu móc neo bão

- Để đảm bảo an toàn cho cầu RTG 6+1 trong điều kiện mưa bão, trên bãi bố trí 08 móc neo bão.

- Móc neo bão loại 1: kích thước $L \times B(l \times b) \times H = 300 \times 300(100 \times 100) \times 130 \text{cm}$. Kết cấu móc bằng BTCT đá 1x2 B22,5, đổ tại chỗ. Cao độ đỉnh móc neo bão bằng cao độ mặt bãi đường hoàn thiện.

- Móc neo bão loại 2: kích thước $L \times B(l \times b) \times H = 360 \times 250(100 \times 100) \times 130 \text{cm}$. Kết cấu móc bằng BTCT đá 1x2 B22,5, đổ tại chỗ. Cao độ đỉnh móc neo bão bằng cao độ mặt bãi đường hoàn thiện.

- Trên móc neo bảo khoét lỗ có kích thước $L \times B \times H = 64 \times 45 \times 20 \text{cm}$ để đặt móc neo bảo. Móc neo bảo được gia công từ thép tấm d20, d40 và được liên kết với móc neo bằng 06 bulong M30, $L = 50 \text{cm}$.

IV.4.8. Kết cấu cột biển đầu line, gờ chắn đầu line

- Cột biển báo được bố trí đầu các line.

- Cột biển báo sử dụng thép ống D219, $1 \times 6,35 \text{mm}$, chiều dài 345cm, chôn sâu 50cm dưới mặt bãi, mặt trên cột được bọc bằng tôn dày 10mm. Móng trụ BTXM B22,5 đá 1x2, kích thước $50 \times 50 \times 50 \text{cm}$.

- Biển báo có kích thước $B \times L = 800 \times 600 \text{mm}$ dày 5mm, được liên kết với cột biển báo bằng bulong M12 dài 5cm vào tấm thép $B \times L = 60 \times 60 \text{mm}$ dày 10mm được hàn vào cột biển báo; viền ngoài biển báo được sơn phản quang 2 lớp màu trắng rộng 40mm; chữ ghi trên biển báo được sơn phản quang 2 lớp màu trắng cao 300mm, rộng chữ 3mm; nền biển báo được sơn phản quang 2 lớp màu xanh nước biển; toàn bộ biển báo được sơn chống gỉ 2 lớp.

- Toàn bộ kết cấu thép cột biển báo được sơn 02 lớp sơn chống gỉ, 2 lớp sơn màu trắng đỏ.

- Gờ chắn đầu line BTXM B22,5 đá 1x2 có kích thước $B \times L \times H = 30 \times 200 \times 60 \text{cm}$, chôn sâu 30cm dưới mặt bãi. Phần gờ chắn nổi trên mặt bãi được sơn 2 lớp sơn màu trắng đỏ.

IV.4.9. Kết cấu dải phân cách di động

Dải phân cách di động BTCT B22,5 đá 1x2 có kích thước $B_1 \times B_2 \times H \times L = 50 \times 15 \times 81 \times 200$ (B_1 là bề rộng đáy, B_2 là bề rộng đỉnh) được bố trí cách nhau 2m. Mặt ngoài dải phân cách được sơn màu phản quang trắng đỏ so le nhau, sơn từ đỉnh dải phân cách xuống 25cm để đảm bảo an toàn giao thông.

IV.5. Hệ thống thoát nước

Hệ thống thoát nước mặt được nâng cấp phù hợp với mặt bằng đường bãi và hệ thống thoát nước hiện hữu. Bổ sung các tuyến mương dọc đường chạy cầu phía phụ các line G16, G17.

Chi tiết được thống kê trong bảng sau:

Bảng 15. Bảng khối lượng hệ thống thoát nước

STT	Hạng mục	Khối lượng	Đơn vị	Thành phần
1	Tuyến mương XD mới			
2	Tuyến mương XD mới loại 1	258,09	m	Mương hở kết cấu BTCT đi qua PV bùng container (PV bùng container giữ nguyên hiện trạng)

STT	Hạng mục	Khối lượng	Đơn vị	Thành phần
	Tuyến mương XD mới loại 1a	3,60	m	Mương hở kết cấu BTCT phạm vi giao mương XD mới loại 2 (Line G17)
	Tuyến mương XD mới loại 1b	3,40	m	Mương hở kết cấu BTCT phạm vi giao mương XD mới loại 2 (Line G16)
	Tuyến mương XD mới loại 1c	78,0	m	Mương đi qua phạm vi đầm kê container xây dựng mới
	Tuyến mương XD mới loại 1d	21,28	m	Mương kín kết cấu BTCT qua phạm vi bụng container được nâng cấp
	Tuyến mương XD mới loại 2	446,76	m	Mương hở kết cấu BTCT dẫn nước thoát nước bụng container
	Tuyến cống D600-H30 xây mới	27,55	m	Cống chịu lực (chiều dài tuyến chưa trừ hố ga)
3	Hố ga D600 xây mới	02	HG	Hố ga kết nối tuyến cống D600 và tuyến mương xây mới loại 1, nắp thép chịu lực
4	Hố ga nâng cấp	03	HG	Hố ga hiện hữu được nâng miệng đến cao độ hoàn thiện
5	Hố ga đầu nối loại 1	01	HG	Hố ga hiện hữu được đầu nối tuyến mương xây mới
6	Hố ga đầu nối loại 2	02	HG	Hố ga hiện hữu được đầu nối tuyến cống D600 xây mới

Giải pháp thiết kế hệ thống thoát nước chi tiết như sau :

IV.5.1. Tuyến mương xây dựng mới

IV.5.1.1. Mương xây dựng mới loại 1, loại 1a, loại 1b

- Tuyến mương thu nước mặt được bố trí tại phạm vi bụng container. Kết cấu mương có kích thước $B \times (b) \times H_{tb} = 65 \times (35) \times 67 \text{cm}$ (tính toàn bộ chiều cao mương) bằng BTCT đổ tại chỗ B22,5 đá 1x2, thành và đáy mương dày 15cm. Độ dốc mương tối thiểu $i=0,30\%$.

- Để đảm bảo thoát nước dưới lớp cát đệm khi nước mặt ngấm qua khe hở các viên gạch: tại phạm vi Line G16 bố trí vù lọc bằng đá dăm 1x2 giữa 02 đầm kê xây mới, bên ngoài bọc vải địa kỹ thuật không dệt. Nước từ lớp cát đệm được thu xuống mương thông qua ống uPVC D60.

IV.5.1.2. Mương xây dựng mới loại 1c

Tuyến mương được bố trí tại phạm vi đầm kê container xây dựng mới. Kết cấu mương có kích thước $B \times (b) \times H_{tb} = 65 \times (35) \times 67 \text{cm}$ (tính toàn bộ chiều cao mương) bằng BTCT đổ tại chỗ B22,5 đá 1x2, thành và đáy mương dày 15cm. Độ dốc mương tối thiểu $i=0,30\%$.

IV.5.1.3. Mương xây dựng mới loại 1d

- Tuyến mương tương tự loại 1, 1a, 1b qua phạm vi bưng container nâng cấp.
- Kết cấu mương có kích thước $B \times (b) \times H_{tb} = 65 \times (35) \times 87 \text{cm}$ (tính toàn bộ chiều cao mương) bằng BTCT đổ tại chỗ B22,5 đá 1x2, thành và đáy mương dày 15cm, bản mặt dày 25cm. Độ dốc mương $i=0,30\%$.

IV.5.1.4. Mương xây dựng mới loại 2

- Tuyến mương xả rãnh thu nước phạm vi bưng container đến tuyến mương xây dựng mới.
- Kết cấu mương có kích thước $B \times (b) \times H_{tb} = 40 \times (20) \times 32 \text{cm}$ (tính toàn bộ chiều cao mương) bằng BTCT đổ tại chỗ B22,5 đá 1x2, thành và đáy mương dày 10cm. Độ dốc mương $i=0,20\%$.

IV.5.2. Tuyến cống xây dựng mới

IV.5.2.1. Tuyến cống D600

- Bổ sung 02 tuyến cống D600-H30 dẫn nước từ mương xây mới tại line G17 về tuyến cống hiện hữu.
- Tuyến cống thoát nước có đường kính D600-H30 có kết cấu bằng BTCT chế tạo theo phương pháp quay ly tâm kết hợp rung với chiều dài đốt cống $L = 4,0 \text{m}$, tại các vị trí đặc biệt bố trí các đốt cống $L = 1,0 \text{m}$, $L=2,0 \text{m}$, $L=3,0 \text{m}$. Khi lắp đặt các đốt cống được nối với nhau bằng giằng cao su, phía ngoài được chít bằng vữa xi măng và ngoài cùng được phủ lớp vải địa không dệt cường độ 25kN/m rộng 1m .
- Cống D600-H30 được bố trí các gối cống đồng bộ, mỗi đốt cống dài $4,0 \text{m}$ được bố trí 02 gối cống với bước $a = 2,00 \text{m}$. Gối cống đặt trên lớp bê tông B7.5 đá 4x6 dày 10cm .
- Độ dốc thoát nước tối thiểu của cống $i= 0,2\%$.

IV.5.2.2. Hồ ga

- Hồ ga được bố trí tại giao giữa tuyến cống D600-H30 xây dựng mới và tuyến mương xây dựng mới. Kết cấu hồ ga BTCT thành và đáy hồ ga dày 20cm ;
- Bản đáy hồ ga bằng BTCT B22,5 R7 đá 1x2 được đúc sẵn đặt trên lớp bê tông B7,5 đá 4x6 dày 10cm .

- Phần thành còn lại của hố ga dày 20cm, phần bản mặt hố ga dày 20cm bằng BTCT B22,5 đá 1x2 được đổ tại chỗ. Tại phạm vi tuyến cống, mương đi qua, thành ga được để lộ phù hợp với kích thước của cống;

- Để phục vụ sửa chữa, nạo vét hố ga về sau này, thành hố ga được bố trí các bậc thang lên xuống bằng thép $\Phi 20$ CB240-T mạ kẽm.

- Nắp hố ga có kích thước BxLxH = 120x120x10cm. Nắp ga được gia công từ thép tấm mạ kẽm. Các tấm thép d10 và d15 được liên kết với nhau bằng đường hàn $\Delta 8$, $\Delta 10$, $\Delta 15$ trên suốt phạm vi tiếp xúc.

- Bó vỉa hố ga được bố trí bao quanh các hố ga. Kích thước bó vỉa BxH = 15x20cm, kết cấu bằng BTCT B22,5 đá 1x2, được đổ tại chỗ.

IV.5.3. Hố ga nâng cấp, đấu nối

IV.5.3.1. Hố ga nâng cấp

Hố ga hiện hữu được vệ sinh, nạo vét, nâng cao độ phù hợp với cao độ đầm kê container xây mới.

IV.5.3.2. Hố ga đấu nối

Hố ga hiện hữu được đục phá thành hố ga thi công đấu nối với tuyến mương xây dựng mới và tuyến cống D600 xây dựng mới.

IV.6. Hệ thống cấp điện cho cầu RTG 6+1

IV.6.1. Nội dung thiết kế

Xây dựng mới tuyến cáp cấp nguồn 0,4kV từ TBA T3 1500kVA hiện hữu nằm tại line G08 đến tủ điện động lực cấp điện cho các line cầu RTG 6+1 G16, G17 và xây dựng mới tủ điện hạ thế cấp điện cấp điện cho line cầu G16, G17.

IV.6.2. Giải pháp thiết kế

- Phương án cấp nguồn và đấu nối:

+ Nguồn điện hạ thế 0,4kV cấp điện cho 02 line cầu G16 và G17 được lấy từ TBA Compact 1500kVA T3 hiện hữu nằm tại line G08.

+ Tại ngăn hạ thế 0,4kV của TBA Compact 1500KVA T3 lắp đặt bổ sung 02 bộ MCCB 3P 600A 50kA để bảo vệ đầu ra cho 02 tuyến cáp CXV-3x240+1x120mm² cấp điện cho 2 line cầu G16 và G17.

- Phương án xây dựng:

+ Lắp đặt mới tuyến ống đi ngầm bao gồm từ 01 - 02 ống HDPE D190/150 từ TBA Compact 1500kVA T3 đến móng tủ điện động lực DB-RTG.13 nằm tại line G16 và DB-RTG.14 nằm line G17.

- Tuyến cáp cấp nguồn:

+ Cấp cáp nguồn từ TBA Comapct 1500kVA T3 đến tủ điện động lực DB-RTG.13 (cấp điện cho line cầu G16) được sử dụng là cáp CXV-3x240+1x120mm² được luồn trong ống HDPE D190/150 đi ngầm dưới bãi cảng.

+ Cấp cáp nguồn từ TBA Comapct 1500kVA T3 đến tủ điện động lực DB-RTG.14 (cấp điện cho line cầu G17) được sử dụng là cáp CXV-3x240+1x120mm² được luồn trong các ống nhựa HDPE D190/150 đi ngầm dưới bãi cảng.

- Tủ điện động lực cấp điện cho các cầu:

+ Lắp đặt mới 02 tủ cấp điện động lực 0,6kV với dòng đóng cắt định mức cho phép 500AT/600AF, gồm: thanh cái đồng bổ sung, 01 MCCB 3P - 500AT/600AF – 50kA, 03 CT 600/5A + Ampe kế, Vôn kế, Relay... cấp điện cho line cầu G16 và G17.

+ Vỏ tủ điện được làm bằng thép tấm kích thước Dài x Rộng x Cao = 1,0 x 0,4 x 1,2mm dày 1,5mm và được sơn tĩnh điện màu ghi xám.

+ Cấp bảo vệ của tủ điện IP55.

- Hệ thống tiếp địa tủ điện (cho tủ điện lắp mới tại line cầu G16 và G17):

+ Hệ thống tiếp địa của mỗi tủ điện được sử dụng là một hệ gồm 02 cọc tiếp địa đồng D16x2400 và dây đồng trần M25 nối vào chân tủ điện.

+ Trị số điện trở nối đất phải đảm bảo theo yêu cầu kỹ thuật ($R_{nd} \leq 10 \text{ Ohm}$), nếu không đạt phải bổ sung thêm cọc tiếp địa hoặc khoan giếng để đạt được giá trị yêu cầu.

IV.7. Di dời cột đèn pha CS.7

IV.7.1. Nội dung thiết kế

Di dời cột đèn pha chiếu sáng CS.7 từ vị trí hiện hữu (nằm đầu line G16) về vị trí phía tường rào hiện hữu.

IV.7.2. Giải pháp thiết kế

- Phá dỡ tuyến tường rào dài 8m cạnh vị trí cột đèn pha xây mới phục vụ cho công tác ép cọc cho móng cột đèn pha di dời.

- Xây dựng mới 01 vị trí móng trụ dạng móng BTCT trên nền cọc (tại vị trí mới thuộc hành lang cây xanh - đối diện line G16) để phục vụ cho công tác di dời trụ đèn pha CDP CS.7.

- Tháo dỡ toàn bộ đèn chiếu sáng, giàn đèn, hộp nối cáp, đèn báo không, kim thu sét, cáp điện, giàn đèn nâng hạ, tủ điện...khỏi thân trụ đèn và lau chùi kiểm tra tập kết tạm tại kho công trường (kết hợp di dời hệ thống công nghệ thông tin - không thuộc phạm vi hồ sơ này).

- Sử dụng cầu vớ trọng lượng và độ vươn cần phù hợp để giữ cố định trụ.

- Tiến hành tháo đai ốc liên kết bích đế trụ với bulong móng trụ.

- Sau đó dùng cầu hạ trụ xuống mặt bãi (lưu ý sử dụng gối đỡ kê thân trụ cho thẳng) và kiểm tra lại toàn bộ trụ bao gồm cả giàn đèn cố định, pully...phải đảm bảo an toàn.

- Tiếp tục sử dụng cầu để lắp đặt trụ đèn sang vị trí mới (đã đổ sẵn bê tông khung móng trụ) và tiến hành lắp hoàn trả các vật tư thiết bị đã tháo dỡ trên trụ trở lại.

- Thông báo và phối hợp với các hạng mục khác để lắp đặt thiết bị vật tư cho các hạng mục này (nếu có).

- Đấu nối hoàn thiện.

- Xây dựng hoàn trả lại tuyến tường rào.

- Đài móng hiện hữu sau khi di dời cột đèn pha được phá dỡ toàn bộ kết cấu móng BTCT, sau đó đào sâu 1m (tính từ đáy móng hiện hữu) để cắt đầu cọc hiện hữu. Hồ móng sau khi đào phục vụ công tác cắt cọc được tái lập lại đến cao độ sau đào bóc bãi. Khối lượng kết cấu từ cao độ tái lập đến cao độ hoàn thiện được tính trong phần đường bãi.

IV.8. Hàng rào dọc đường giao thông

IV.8.1. Quy mô

- Tổng chiều dài : 195,4 m.

- Chiều cao : 2,0 m.

IV.8.2. Giải pháp thiết kế

- Hàng rào dạng khung lưới thép hàn bố trí trên mặt bó vỉa hiện hữu, chiều cao hàng rào $H = 2,0\text{m}$.

- Khung lưới thép điển hình:

+ Cột hàng rào: được bố trí dọc theo tuyến hàng rào với bước điển hình $a=3\text{m}$. Kết cấu cột bằng thép ống D60x3mm, chiều cao $h=2,0\text{m}$.

+ Lưới thép hàn: chiều cao $h=1,95\text{m}$, kết cấu dạng lưới thép Ø6, bước bố trí thanh đứng $a=50\text{mm}$, bước bố trí thanh ngang $a=200\text{mm}$. Lưới thép hàn liên kết với cột thép hàng rào bằng bu lông mạ kẽm M8 - $L=25\text{mm}$.

+ Các chi tiết kết cấu bằng thép của hàng rào đều được mạ kẽm.

V. CHỈ DẪN KỸ THUẬT THI CÔNG

V.1. Trình tự các bước thi công chính

- Định vị mặt bằng khu vực xây dựng.

- Dọn dẹp mặt bằng đường bãi trước thi công.

- Di dời cột đèn pha CS.7 tại line G16.

- Đào bóc lớp gạch bê tông tự chèn + lớp cát hạt thô hiện hữu, tiếp tục đào lớp cấp phối đá gia cố xi măng tại các phạm vi cần đào bóc.

- Thi công hệ thống cấp điện cho cầu RTG.

- Định vị vị trí các dầm đường chạy cầu, dầm kê container....

- Thi công các lớp móng kết cấu đường bãi.

- Trong quá trình thi công kết cấu áo đường bãi kết hợp thi công nâng cấp tuyến mương, hồ ga, vuốt dốc...

- Thi công các lớp mặt:

+ Thi công dầm kê, dầm đường chạy bằng kết cấu BTCT.

+ Thi công lớp lớp bê tông nhựa, kết hợp tưới nhựa thấm, dính bám giữa các lớp thi công;

+ Sơn định vị đường bãi.

- Hoàn thiện;

- Nghiệm thu và bàn giao công trình.

Lưu ý: Trong quá trình thi công cần kết hợp các hạng mục khác để tránh việc chồng chéo khối lượng, quá trình thi công di dời cột đèn pha chiếu sáng cần liên hệ với phòng ban CNTT của cảng để phối hợp di dời.

V.2. Tổ chức thi công tại công trường

V.2.1. Công tác chuẩn bị

- Xây dựng văn phòng: văn phòng ban điều hành nhà thầu, nhà ở cán bộ và công nhân phục vụ thi công, phòng thí nghiệm hiện trường nếu có...

- Xây dựng lán trại, kho bãi chứa vật liệu.

- Cung cấp năng lượng điện, nước cho công trường.

- Chuẩn bị máy móc, phương tiện vận chuyển và các phương tiện sửa chữa các loại máy móc thiết bị.

- Chuẩn bị nhân lực thi công và sửa chữa cơ khí.

- Cần phải tổ chức giao thông liên lạc thông suốt trong quá trình thi công giữa các đơn vị, các xí nghiệp và các cơ quan hành chính.

- Vật liệu xây dựng dùng cho công trình phải có chất lượng tốt, trữ lượng lớn, điều kiện khai thác và vận chuyển thuận lợi.

V.2.2. Công tác tổ chức thi công

V.2.2.1. Mặt bằng thi công

- Căn cứ vào thực tế giải phóng mặt bằng, nhà thầu tổ chức đặt lán trại tại các vị trí phù hợp.

- Đường vận chuyển vật liệu sử dụng đường hiện hữu trong cảng.
- Vật liệu nhà thầu tập kết ngay tại công trường xây dựng. Thi công tới đâu tập kết vật liệu tới đó.
- Với các cấu kiện yêu cầu đúc sẵn hoặc kết cấu thép, nhà thầu có thể tổ chức chế tạo sẵn trong xưởng sau đó vận chuyển ra công trường.
- Nguồn điện và nước được lấy từ nguồn hiện hữu trong cảng hoặc từ máy phát điện, nguồn nước sẵn có của nhà thầu.

V.2.2.2. Phương pháp tổ chức thi công

Tổ chức thi công theo phương pháp hỗn hợp, trong đó:

- Công tác chuẩn bị, xây dựng nền đường: thi công theo phương pháp song song.
- Hệ thống thoát nước được thi công theo phương pháp song song kết hợp dây chuyền.
- Lốp móng và lớp mặt đường được thi công theo phương pháp dây chuyền.

V.2.2.3. An toàn trong thi công xây dựng

Trong quá trình thi công nhà thầu cần tuyệt đối đảm bảo an toàn trong lao động trên công trường. Cụ thể như sau:

- Nguồn điện cung cấp trong xây dựng cần được tuyệt đối an toàn. Sau mỗi ngày làm việc cần ngắt điện tại những vị trí không cần thiết.
- Trong quá trình xây dựng phải sử dụng máy hàn cắt, trong khi đó bên phải vừa khai thác, vừa xây dựng nên khả năng xảy ra cháy nổ rất cao, do vậy Chủ đầu tư và nhà thầu xây dựng cần phải có phương án đề phòng sự cố xảy ra.
- Các trạm trộn cấp phối đá gia cố xi măng hoạt động bằng động cơ điện có công suất lớn nên có thể gây ra hiện tượng chập điện, mặt khác, tại khu vực cầu cảng và bãi hàng hiện hữu sẽ có nhiều thiết bị bốc xếp, vận chuyển hàng hóa do vậy công tác phòng chống cháy, nổ trong quá trình khai thác là rất quan trọng.
- Nhà thầu phải bố trí rào vây quanh khu vực xây dựng để đảm bảo an toàn.
- Giải pháp phòng chống cháy nổ bao gồm:
 - + Lắp đặt hệ thống chống sét tại các thiết bị, công trình trong cảng.
 - + Huấn luyện về PCCC cho đội ngũ công nhân làm việc tại công trường.
 - + Trang bị đầy đủ thiết bị chữa cháy cho các bộ phận.
 - + Dự trữ nguồn nước chữa cháy.
 - + Tổ chức hệ thống báo động chữa cháy đồng bộ.
- Ngoài ra cảng cần phối hợp với các đơn vị PCCC trong khu vực để được kiểm tra, trang bị và đề ra kế hoạch hành động chung khi có sự cố xảy ra.

V.3. Một số lưu ý trong thi công

- Trong quá trình thi công đơn vị thi công phải tuân thủ theo các quy trình, quy phạm thi công hiện hành của Nhà nước (bao gồm nhưng không giới hạn):

Bảng 16. Bảng danh mục Quy chuẩn, tiêu chuẩn áp dụng trong thi công

STT	Ký hiệu	Tên tiêu chuẩn
1	QCVN 01:2020/BCT	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn điện
2	TCVN 4055:2012	Tổ chức thi công
3	TCVN 9361:2012	Công tác nền móng - Thi công và nghiệm thu
4	TCVN 4447:2012	Công tác đất – Thi công và nghiệm thu
5	TCVN 4453-1995	Quy phạm thi công và nghiệm thu kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối
6	TCCS 40 : 2022/TCĐBVN	Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng trong xây dựng công trình giao thông
7	TCVN 13567 :2022	Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng - Thi công và nghiệm thu
8	TCVN 8864 : 2011	Mặt đường ô tô - XD độ bằng phẳng bằng thước dài 3m
9	TCVN 8865 : 2011	Mặt đường ô tô - phương pháp đo và đánh giá xác định độ bằng phẳng theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế IRI
10	TCVN 8867 : 2011	Áo đường mềm - xác định mô đun đàn hồi chung của kết cấu áo bằng cân đo vòng Benkelman
11	TCXDVN:170:2007	Kết cấu thép gia công, lắp ráp và nghiệm thu yêu cầu kỹ thuật
12	TCVN 8791 : 2018	Sơn tín hiệu giao thông - Vật liệu kẻ đường phản quang nhiệt dẻo - Yêu cầu kỹ thuật, phương pháp thử, thi công và nghiệm thu

- Nhà thầu có biện pháp thi công đảm bảo cho công tác luồn kéo cáp điện để không làm ảnh hưởng đến chất lượng tuyến cáp sau khi thi công.

V.3.1. Thi công nền đường bãi

Trước khi thi công kết cấu áo đường đào bóc toàn bộ lớp gạch bê tông tự chèn hiện hữu. Tiếp tục đào lớp cấp phối đá gia cố xi măng tại các phạm vi cần đào bóc. Khối lượng đá gia cố xi măng đào bóc được vận chuyển đi đổ (trong hồ sơ TVTK tạm tính vận chuyển đi đổ 6km).

V.3.2. Thi công móng đường bãi

V.3.2.1. Lớp móng B12,5 và B30 đá 1x2

Phạm vi sử dụng bê tông B12,5 và B30 được thi công theo TCCS 40:2022/TCĐBVN Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông xi măng trong xây dựng công trình giao thông.

V.3.2.2. Lớp móng cấp phối đá dăm loại I

- Trước khi thi công lớp móng cần kiểm tra các yêu cầu vật liệu cấp phối đá dăm phải đạt theo yêu cầu tiêu chuẩn TCVN 8859:2023:

- Thi công lớp móng cấp phối đá dăm và cấp phối đá gia cố xi măng theo đúng yêu cầu thiết kế, kiểm tra cao độ và các chỉ tiêu kỹ thuật.

- Thi công lớp móng cấp phối đá dăm loại I dày trung bình 20,00 cm lu lèn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật: Mô đun đàn hồi trên mặt, $E \geq 220,20\text{Mpa}$, $K \geq 0,98$;

- Các thông số mô đun đàn hồi yêu cầu trên được kiểm tra theo quy trình thí nghiệm TCVN 8867 : 2011 với cấp tải trọng xe đo như sau:

+ Áp lực quy đổi : $P = 0,6\text{ MPa}$;

+ Đường kính bàn ép : $D = 33\text{ cm}$.

(Xe đo trực sau là trục đơn, bánh đôi với khe hở tối thiểu hai bánh đôi là 5cm, các thông số của trục sau xe thí nghiệm chỉ được sai lệch 5% so với tiêu chuẩn quy định);

- Việc thi công lớp móng cấp phối đá dăm chỉ được tiến hành khi mặt bằng thi công dưới lớp móng này đã được nghiệm thu theo đúng yêu cầu thiết kế;

- Vật liệu CPĐD, sau khi chấp nhận đưa vào sử dụng trong công trình, được tập kết trên mặt bằng thi công bằng cách: Đổ trực tiếp trên phễu máy rải hoặc đổ thành các đồng trên mặt bằng thi công;

- Sơ đồ vận hành của các xe tập kết vật liệu, khoảng cách giữa các đồng vật liệu phải được dựa vào kết quả của công tác thi công thí điểm;

- Yêu cầu về độ ẩm của vật liệu CPĐD:

+ Độ ẩm tốt nhất của vật liệu CPĐD nằm trong phạm vi độ ẩm tối ưu ($W_o \pm 2\%$) cần duy trì trong suốt quá trình chuyên chở, tập kết, san hoặc rải và lu lèn;

+ Trước và trong quá trình thi công, cần phải kiểm tra và điều chỉnh kịp thời độ ẩm của vật liệu CPĐD;

+ Công tác san rải:

- Đối với lớp móng trên, vật liệu CPĐD được rải bằng máy rải;

- Đối với lớp móng dưới, nên sử dụng máy rải để nâng cao chất lượng công trình. Chỉ sử dụng máy san để rải vật liệu CPĐD khi có đủ các giải pháp chống phân

tầng của vật liệu CPDD và được tư vấn giám sát chấp thuận;

+ Phải thường xuyên kiểm tra cao độ, độ bằng phẳng, độ dốc ngang, độ dốc dọc, độ ẩm, độ đồng đều của vật liệu CPDD trong suốt quá trình san rải.

+ Công tác lu lèn:

- Phải lựa chọn loại lu và phối hợp các loại lu trong sơ đồ lu lèn tùy thuộc vào loại đá dùng làm vật liệu, chiều dày, chiều rộng và độ dốc dọc của lớp móng đường. Thông thường, sử dụng lu nhẹ $60 \div 80$ kN với vận tốc chậm 3 Km/h để lu $3 \div 4$ lượt đầu, sau đó sử dụng lu rung $100 \div 120$ kN hoặc lu bánh lốp có tải trọng bánh $25 \div 40$ kN để lu tiếp từ $12 \div 20$ lượt cho đến khi đạt độ chặt yêu cầu, rồi hoàn thiện bằng $2 \div 3$ lượt lu bánh sắt nặng $80 \div 100$ kN;

- Số lần lu lèn phải đảm bảo đồng đều đối với tất cả các điểm trên mặt móng (kể cả phần mở rộng), đồng thời phải bảo đảm độ bằng phẳng sau khi lu lèn;

- Việc lu lèn phải thực hiện từ chỗ thấp đến chỗ cao, vệt bánh lu sau chông lên vệt lu trước ít nhất là 20 cm. Những đoạn đường thẳng, lu từ mép vào tim đường và ở các đoạn đường cong, lu từ phía bụng đường cong dần lên phía lưng đường cong;

- Ngay sau giai đoạn lu lèn sơ bộ, phải tiến hành ngay công tác kiểm tra cao độ, độ dốc ngang, độ bằng phẳng và phát hiện những vị trí bị lỗi lồi, phân tầng để bù phụ, sửa chữa kịp thời;

- Sơ đồ công nghệ lu lèn áp dụng để thi công đại trà cho từng lớp vật liệu như các loại lu sử dụng, trình tự lu, số lần lu phải được xây dựng trên cơ sở thi công thí điểm lớp móng CPDD.

- Bảo dưỡng và tưới lớp nhựa thấm bám

+ Phải thường xuyên giữ đủ độ ẩm trên mặt lớp móng CPDD để tránh các hạt mịn bị gió thổi. Đồng thời không cho xe cộ đi lại trên lớp móng khi chưa tưới nhựa thấm bám để tránh bong bật;

+ Đối với lớp móng trên, cần phải nhanh chóng tưới nhựa thấm bám bằng nhựa lỏng MC-70 (phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 8818-1:2011) hoặc nhũ tương nhựa đường loại SS-1h hoặc CSS-1h (phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 8817-1:2011);

+ Nếu phải bảo đảm giao thông, ngay sau khi tưới lớp thấm bám thì phải phủ một lớp đá mặt kích cỡ $0,5\text{cm} \times 0,1\text{cm}$ với định lượng $10(\text{l/m}^2) \pm 1(\text{l/m}^2)$ và lu nhẹ khoảng $2 \div 3$ lần/điểm. Đồng thời, phải bố trí lực lượng duy tu, bảo dưỡng hành ngày để thoát nước bề mặt, bù phụ, quét gạt các hạt đá bị văng dạt và lu lèn những chỗ có hiện tượng bị bong bật do xe chạy;

- Công tác lấy mẫu vật liệu CPDD phục vụ kiểm tra nghiệm thu chất lượng.

Bảng 17. Yêu cầu khối lượng tối thiểu lấy mẫu tại hiện trường

Cỡ hạt lớn nhất danh định (mm)	Khối lượng lấy mẫu vật liệu (kg)
Loại cấp phối có $D_{\max} = 37,5$	≥ 200
Loại cấp phối có $D_{\max} = 25$	≥ 150
Loại cấp phối có $D_{\max} = 19$	≥ 100

- Kiểm tra, nghiệm thu chất lượng vật liệu. Công tác kiểm tra, nghiệm thu chất lượng vật liệu CPĐD phải được tiến hành theo các giai đoạn sau:

+ Giai đoạn kiểm tra phục vụ công tác chấp thuận nguồn cung cấp vật liệu CPĐD cho công trình:

- Mẫu kiểm tra được lấy tại nguồn cung cấp, cứ $2.00m^3$ vật liệu cung cấp hoặc khi liên quan đến một trong các trường hợp sau, tiến hành lấy 01 mẫu:

Nguồn vật liệu lần đầu cung cấp cho công trình;

Có sự thay đổi địa tầng khai thác của đá nguyên khai;

Có sự thay đổi dây chuyền nghiền sàng hoặc hàm nghiền hoặc cỡ sàng;

Có sự bất thường về chất lượng vật liệu.

+ Giai đoạn kiểm tra phục vụ công tác nghiệm thu chất lượng vật liệu CPĐD đã được tập kết tại chân công trình để đưa vào sử dụng.

- Mẫu kiểm tra được lấy ở bãi chứa tại chân công trình, cứ $1.000m^3$ vật liệu phải lấy ít nhất một mẫu cho mỗi nguồn cung cấp hoặc khi có sự bất thường về chất lượng vật liệu;

- Vật liệu phải thỏa mãn tất cả các chỉ tiêu cơ lý quy định theo tiêu chuẩn trước khi đem thí nghiệm đầm nén trong phòng.

- Kiểm tra trong quá trình thi công. Trong suốt quá trình thi công, đơn vị thi công phải thường xuyên tiến hành thí nghiệm, kiểm tra theo các nội dung sau:

+ Độ ẩm, sự phân tầng của vật liệu CPĐD (quan sát bằng mắt và kiểm tra thành phần hạt). Cứ $200m^3$ vật liệu CPĐD hoặc một ca thi công phải tiến hành lấy một mẫu thí nghiệm thành phần hạt, độ ẩm.

+ Độ chặt lu lèn

- Việc thí nghiệm thực hiện theo 22 TCN 346 - 06 và được tiến hành tại mỗi lớp móng CPĐD đã thi công xong;

- Đến giai đoạn cuối của quá trình lu lèn, phải thường xuyên thí nghiệm kiểm tra độ chặt lu lèn để làm cơ sở kết thúc quá trình lu lèn. Cứ $800m^2$ phải tiến hành thí nghiệm xác định độ chặt lu lèn tại một vị trí ngẫu nhiên.

+ Các yếu tố hình học, độ bằng phẳng

- Cao độ, độ dốc ngang của bề mặt lớp móng được xác định dựa trên số liệu đo cao độ tại tim và tại mép của mặt móng;

- Chiều dày lớp móng được xác định dựa trên số liệu đo đặc cao độ trước và sau khi thi công lớp móng tại các điểm tương ứng trên cùng một mặt cắt (khi cần thiết, tiến hành đào hố để kiểm tra);

- Bề rộng lớp móng được xác định bằng thước thép;

- Độ bằng phẳng được đo bằng thước 3m phù hợp với TCVN 8864:2011. Khe hở lớn nhất dưới thước được quy định tại Bảng 4;

- Mật độ kiểm tra và các yêu cầu cụ thể quy định tại Bảng sau:

Bảng 18. Yêu cầu về kích thước hình học và độ bằng phẳng của lớp móng bằng CPDD

TT	Chỉ tiêu kiểm tra	Giới hạn cho phép		Mật độ kiểm tra
		Móng dưới	Móng trên	
1	Cao độ	- 10mm	- 5mm	Cứ 40 ÷ 50m với đoạn tuyến thẳng, 20 ÷ 25m với đoạn tuyến cong bằng hoặc cong đứng đo một trắc ngang
2	Độ dốc ngang	± 0,5%	± 0,3%	
3	Chiều dày	± 10mm	± 5mm	
4	Bề rộng	- 50mm	- 50mm	
5	Độ bằng phẳng: khe hở lớn nhất dưới thước 3m	≤ 10mm	≤ 5mm	Cứ 100m đo tại một vị trí

- Kiểm tra nghiệm thu chất lượng thi công

- + Kiểm tra độ chặt lu lèn, kết hợp kiểm tra thành phần hạt sau khi lu lèn và chiều dày lớp móng: cứ 7.000m² hoặc ứng với 1 km dài (mặt đường 2 làn xe) cần thí nghiệm kiểm tra bằng phương pháp đào hố rót cát tại hai vị trí ngẫu nhiên (riêng trường hợp rải bằng máy san, cần kiểm tra tại ba vị trí ngẫu nhiên);

- + Kiểm tra các yếu tố hình học và độ bằng phẳng: cần tiến hành kiểm tra với mật độ đo đặc chỉ bằng 20 % khối lượng quy định nêu tại Bảng trên, tương đương với mật độ đo như sau:

Đo kiểm tra các yếu tố hình học (cao độ tim và mép móng, chiều rộng móng, độ dốc ngang móng) : 250m/vị trí trên đường thẳng và 100m/vị trí trong đường cong. Đo kiểm tra độ bằng phẳng bề mặt móng bằng thước 3m : 500m/vị trí.

V.3.3. Thi công kết cấu mặt bê tông nhựa

- Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông nhựa chặt thông thường phải tuân theo *TCVN 13567-1:2022 Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng - Thi công và nghiệm thu - Phần 1: Bê tông nhựa chặt sử dụng nhựa đường thông thường*;

- Thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông nhựa chặt Polyme phải tuân theo *TCVN 13567-2:2022 Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng - Thi công và nghiệm thu - Phần 1: Bê tông nhựa chặt sử dụng nhựa đường polyme*;

Kết cấu từ trên xuống phạm vi đường xe chạy ô tô, dải an toàn xây dựng mới như sau:

- Phạm vi thi công 02 lớp (BTNCP 12,5 thi công 01 lớp, BTNC 19 thi công 01 lớp):

+ Bê tông nhựa BTNCP 12,5 (BTN chặt Polime) dày 5cm, $E \geq 236,89\text{MPa}$.

+ Tưới nhựa dính bám 0,5 lít/m² (polyme).

+ Bê tông nhựa BTNC 19 (BTN chặt) dày từ 7cm đến 10cm, $E \geq 215,18\text{Mpa}$.

+ Tưới nhựa dính bám 0,5 lít/m².

+ Mặt bãi sau bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế, $E \geq 200\text{MPa}$.

- Phạm vi thi công 03 lớp (BTNCP 12,5 thi công 01 lớp, BTNC 19 thi công 01 lớp lớp bê tông B12,5 đá 1x2 bù cao độ):

+ Bê tông nhựa BTNCP 12,5 (BTN chặt Polime) dày 5cm, $E \geq 236,89\text{MPa}$.

+ Tưới nhựa dính bám 0,5 lít/m² (polyme).

+ Bê tông nhựa BTNC 19 (BTN chặt) lớp trên dày 7cm, $E \geq 215,18\text{Mpa}$.

+ Tưới nhựa dính bám 0,5 lít/m².

+ Tưới nhựa thấm bám tiêu chuẩn 1,0 lít/m².

+ Mặt lớp BT bù cao độ B12,5, R7 đá 1x2 (cắt mặt chống nứt phản ánh).

+ Mặt bãi sau bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế, $E \geq 200\text{MPa}$.

Kết cấu phạm vi bụng container :

+ BTNC 19 dày 7,0cm, $E \geq 244,10\text{Mpa}$.

+ Tưới nhựa thấm bám tiêu chuẩn 1,0 lít/m².

+ Cấp phối đá dăm loại I bù cao độ, $K \geq 0,98$, $E \geq 220,20\text{Mpa}$.

+ Mặt bãi sau bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu đến cao độ thiết kế, $E \geq 200\text{MPa}$.

- Đo kiểm tra mô đun trên mặt, đảm bảo $E \geq 200\text{Mpa}$ (phạm vi sau bóc lớp gạch bê tông tự chèn và lớp cát hiện hữu hoặc sau đào bóc lớp đá gia cố xi măng hiện hữu). Giá trị mô đun đàn hồi hiện hữu sẽ được đo, kiểm tra trong quá trình thi công. Thông báo kết quả cho TVTK biết để phối hợp xử lý nếu cần;

- Chỉ được phép thông xe sau khi nhiệt độ trong lớp BTN đã được thi công bằng nhiệt độ của môi trường (tối thiểu 24h sau khi thi công xong BTN).

V.3.3.1. Thi công lớp bê tông nhựa chặt thông thường (BTNC)

a. Phối hợp các công việc trong quá trình thi công

- Phải đảm bảo nhịp nhàng hoạt động của trạm trộn, phương tiện vận chuyển hỗn hợp ra hiện trường, thiết bị rải và phương tiện lu lèn. Cần đảm bảo năng suất trạm trộn phù hợp với năng suất của máy rải.

- Khoảng cách giữa các trạm trộn và hiện trường thi công phải bảo đảm sao cho hỗn hợp khi được vận chuyển đến hiện trường vẫn ở trong phạm vi nhiệt độ quy định.

Bảng 19. Nhiệt độ các công đoạn sản xuất, thi công lớp BTNC

Các công đoạn sản xuất, thi công lớp BTNC	Nhiệt độ, °C, tương ứng với cấp (mác) nhựa đường sử dụng	
	40/50	60/70
1. Nhiệt độ đun nóng nhựa đường ở trạm trộn và khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm (1)	160 ÷ 170	155 ÷ 165
2. Nhiệt độ nung nóng cốt liệu ở trạm trộn và khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm (1)	Cao hơn nhiệt độ đun nóng nhựa đường (10 ÷ 20) °C, thông thường khoảng 15 °C	
3. Nhiệt độ hỗn hợp khi xả từ thùng trộn vào thùng ô tô tải vận chuyển (1)	150 ÷ 170	145 ÷ 165
4. Nhiệt độ phải loại bỏ hỗn hợp	≥ 200	≥ 195
5. Nhiệt độ hỗn hợp trên xe tải vận chuyển đến hiện trường	≥ 150	≥ 145
6. Nhiệt độ hỗn hợp khi rải tương ứng khi nhiệt độ bề mặt lớp dưới là (2):		
(15 ÷ 20) °C	≥ 140 (130)	≥ 135 (128)
(20 ÷ 25) °C	≥ 138 (128)	≥ 132 (126)
(25 ÷ 30) °C	≥ 132 (126)	≥ 130 (124)
> 30 °C	≥ 130 (125)	≥ 125 (120)
7. Nhiệt độ hỗn hợp lúc bắt đầu lu	Không nhỏ hơn nhiệt độ rải quá 5 °C	
8. Nhiệt độ bề mặt lớp hỗn hợp khi kết thúc lu lèn:		

- Nếu dùng lu bánh thép	≥ 80	≥ 70
- Nếu dùng lu bánh lốp	≥ 85	≥ 80
- Nếu dùng lu rung	≥ 75	≥ 70
9. Nhiệt độ bề mặt lớp hỗn hợp khi xe lưu thông	≤ 50	≤ 50
10. Nhiệt độ trộn hỗn hợp khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm	$150 \div 170$	$145 \div 165$
11. Nhiệt độ đầm nén mẫu thử trong phòng thử nghiệm	$140 \div 160$	$135 \div 155$
(1) Nên chọn trị số cao khi thi công về mùa lạnh (nhiệt độ không khí $\geq 15^\circ\text{C}$). (2) Nhiệt độ rải là thích hợp với trường hợp bề dày lớp BTNC không quá 5 cm, trị số nhiệt độ rải nằm trong ngoặc đơn là thích hợp với trường hợp bề dày lớp BTNC lớn hơn 8 cm. Nếu bề dày lớp BTNC trong khoảng từ 5 cm đến 8 cm thì chọn nhiệt độ trung bình giữa trị số không có ngoặc đơn và có ngoặc đơn.		

b. Yêu cầu về điều kiện thi công

- Chỉ được thi công lớp BTNC khi nhiệt độ không khí lớn hơn 15°C . Không được thi công khi trời mưa.

- Cần đảm bảo công tác rải và lu lèn được hoàn thiện vào ban ngày. Trường hợp đặc biệt cần thi công vào ban đêm, phải có đủ thiết bị chiếu sáng để đảm bảo chất lượng và an toàn trong quá trình thi công và được Tư vấn giám sát chấp thuận.

c. Yêu cầu về đoạn thi công thử

- Trước khi thi công đại trà hoặc khi sử dụng một loại hỗn hợp BTNC khác, phải tiến hành thi công thử một đoạn để kiểm tra và xác định công nghệ thi công làm cơ sở áp dụng cho thi công đại trà. Đoạn thi công thử phải có chiều dài tối thiểu 100m, rộng tối thiểu một làn xe. Đoạn thi công thử được chọn ngay trên công trình sẽ thi công đại trà hoặc trên công trình có tính chất tương tự (là công trình có lớp vật liệu phía dưới sẽ rải thử lớp BTNC lên và điều kiện khí hậu gần tương tự như công trình sẽ thi công đại trà).

- Lưu ý: Đối với công trình có khối lượng thi công BTNC nhỏ, không đủ chiều dài 100 m thì Chủ đầu tư quyết định rải thử với chiều dài ngắn hơn hoặc không rải thử nhưng lớp BTNC thi công vẫn phải đảm bảo chất lượng theo quy định trong tiêu chuẩn.

- Số liệu thu được sau khi rải thử sẽ là cơ sở để chỉnh sửa (nếu có) và chấp thuận để thi công đại trà. Các số liệu chấp thuận bao gồm:

+ Công thức chế tạo hỗn hợp BTNC.

+ Phương án và công nghệ thi công: Loại vật liệu tưới dính bóm, hoặc thấm bóm; tỷ lệ tưới dính bóm, hoặc thấm bóm; thời gian cho phép rải lớp hỗn hợp BTNC

sau khi tưới vật liệu dính bám hoặc thấm bám; chiều dày rải lớp hỗn hợp chưa lu lèn; nhiệt độ rải; nhiệt độ lu lèn bắt đầu và kết thúc; sơ đồ lu lèn của các loại lu khác nhau, số lượt lu cần thiết; độ chặt lu lèn; độ bằng phẳng; độ nhám bề mặt sau khi thi công.

- Nếu đoạn thi công thử chưa đạt được chất lượng yêu cầu thì phải làm một đoạn thử khác, với sự điều chỉnh lại công thức chế tạo hỗn hợp, công nghệ thi công cho đến khi đạt được chất lượng yêu cầu.

d. Chuẩn bị mặt bằng

- Phải làm sạch bụi bẩn và vật liệu không thích hợp rơi vãi trên bề mặt sẽ rải hỗn hợp BTNC lên bằng máy quét, máy thổi, máy hút, vòi phun nước (nếu cần) và bắt buộc phải hong khô. Sử dụng thiết bị và công nghệ làm sạch sao cho giảm thiểu phát tán bụi vào môi trường xung quanh; đối với đường qua khu đông dân cư, cần sử dụng thiết bị liên hợp thực hiện đồng thời quét, thổi, hút bụi bẩn và vật liệu không thích hợp rơi vãi trên bề mặt. Bề mặt chuẩn bị phải rộng hơn sang mỗi phía lề đường ít nhất là 20cm so với bề rộng sẽ được tưới thấm bám hoặc dính bám.

- Trước khi rải hỗn hợp BTNC trên mặt đường cũ phải tiến hành công tác sửa chữa chỗ lồi lõm, vá ổ gà, bù vênh mặt. Nếu dùng hỗn hợp đá nhựa rải nguội để sửa chữa thì phải hoàn thành trước ít nhất 15 ngày; nếu dùng hỗn hợp rải nóng thì phải hoàn thành trước ít nhất 1 ngày.

- Bề mặt chuẩn bị, hoặc là mặt của lớp móng hay mặt của lớp dưới của mặt đường sẽ rải phải bảo đảm cao độ, độ bằng phẳng, độ dốc ngang, độ dốc dọc với các sai số nằm trong phạm vi cho phép mà các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng đã quy định.

- Tưới vật liệu thấm bám hoặc dính bám: Trước khi rải hỗn hợp BTNC phải tưới vật liệu thấm bám hoặc dính bám.

+ Tưới vật liệu thấm bám:

- Tưới thấm bám trên mặt các lớp móng làm bằng các lớp vật liệu như: Cấp phối đá dăm, cấp phối tự nhiên; cấp phối đá dăm gia cố xi măng, cấp phối tự nhiên gia cố xi măng; các lớp vật liệu gia cố (gia cố xi măng, gia cố xi măng và nhũ tương, gia cố nhựa đường bọt,.....

- Có thể sử dụng một trong các loại vật liệu tưới thấm bám sau:

- Nhựa đường lỏng đông đặc vừa MC30 hoặc MC70 (theo TCVN 8818-1): Tùy thuộc trạng thái bề mặt mà tưới vật liệu thấm bám với tỷ lệ từ $(0,5 \div 1,3) \text{ L/m}^2$; nhiệt độ tưới thấm bám với MC30 là $(45 \pm 10)^\circ\text{C}$, với MC70 là $(70 \pm 10)^\circ\text{C}$. Thời gian từ lúc tưới nhựa lỏng thấm bám đến khi rải lớp bê tông nhựa do Tư vấn giám sát quyết định, tối thiểu sau 24h.

- Cũng có thể dùng nhũ tương phân tách chậm CSS-1 hoặc CSS-1h (theo TCVN 8817-1) để tưới thấm bám trên bề mặt lớp cấp phối đá dăm hoặc cấp phối

tự nhiên với tỷ lệ từ $(0,5 \div 1,3)L/m^2$; nhiệt độ tưới thấm bám tại nhiệt độ môi trường. Thời gian từ lúc tưới nhũ tương thấm bám đến khi rải lớp BTNC phía trên phải đủ để phân tách hết nhũ tương, tối thiểu sau 12h.

- Lưu ý: Cũng có thể sử dụng nhũ tương nhựa đường a xít thấm bám hoặc loại vật liệu khác phù hợp để tưới thấm bám, do Chủ đầu tư quyết định.

+ Tưới vật liệu dính bám:

- Trước khi rải lớp BTNC, tưới dính bám trên mặt các lớp vật liệu phía dưới có sử dụng chất liên kết là nhựa đường như bê tông nhựa, hỗn hợp đá gia cố nhựa, thấm nhập nhựa, láng nhựa. Tùy thuộc trạng thái bề mặt (kín hay hở) và tuổi thọ mặt đường cũ mà tưới vật liệu dính bám với lượng tưới phù hợp.

- Có thể sử dụng một trong các loại vật liệu tưới dính bám sau:

- Nhũ tương a xít phân tách chậm CSS-1h (TCVN 8817-1) với lượng tưới từ $(0,3 \div 0,6)L/m^2$. Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp BTNC phải đủ để nhũ tương phân tách hoàn toàn (khi nhũ tương dính bám chuyển sang màu đen) và do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau ít nhất là 4h.

- Nhũ tương axit phân tách nhanh CRS-1 (TCVN 8817-1) với lượng tưới từ $(0,3 \div 0,6)L/m^2$. Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp BTNC phải đủ để nhũ tương phân tách hoàn toàn (khi nhũ tương dính bám chuyển sang màu đen) và do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau ít nhất từ 2h đến 4h.

- Nhựa lỏng đông đặc nhanh RC70 (TCVN 8818-1) với lượng tưới từ $(0,3 \div 0,5)L/m^2$. Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp BTNC phải đủ để nhựa lỏng RC70 đông đặc hoàn toàn và do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau ít nhất là 4h.

- Lưu ý:

- Cũng có thể sử dụng loại vật liệu khác phù hợp để tưới dính bám, do Chủ đầu tư quyết định.

- Trong trường hợp sử dụng RC70, cần thực hiện theo đúng khuyến cáo sử dụng của đơn vị cung ứng RC70 để không gây cháy, nổ. Lượng dầu có trong RC70 nếu chưa được bay hơi hoàn toàn có thể ảnh hưởng không tốt đến chất lượng dính bám giữa hai lớp.

- Đối với BTNC rải trên bản mặt cầu bê tông xi măng, tiến hành thi công lớp vật liệu phòng nước theo quy định trước khi thi công lớp vật liệu dính bám.

- Chỉ được dùng thiết bị chuyên dụng có khả năng kiểm soát được liều lượng và nhiệt độ của vật liệu tưới dính bám hoặc thấm bám. Thiết bị tưới bằng thủ công chỉ được sử dụng để tưới dặm các vị trí bị thiếu và các vị trí nhỏ hẹp mà thiết bị tưới chuyên dụng không thể tưới được.

- Chỉ được tưới dính bảm hoặc thấm bảm khi bề mặt đã được chuẩn bị đầy đủ theo quy định tại 8.4.1, 8.4.2 và 8.4.3 TCVN 13567-1:2022. Không được tưới khi có gió to, trời mưa, có cơn mưa, điều kiện thời tiết phải ngừng tưới thấm bảm hoặc dính bảm sẽ do Tư vấn giám sát xem xét quyết định. Vật liệu tưới dính bảm hoặc thấm bảm phải phủ đều trên bề mặt, chỗ nào thiếu phải tưới bổ sung bằng thiết bị phun cầm tay, chỗ nào thừa phải được gạt bỏ.

- Phải định vị vị trí và cao độ rải ở hai mép mặt đường đúng với thiết kế. Kiểm tra cao độ bằng máy cao đạc. Khi có đá vĩa ở hai bên cần đánh dấu độ cao rải và quét lớp nhựa lỏng (hoặc nhũ tương) vào thành đá vĩa; nếu không có đá vĩa thì cần lắp ván khuôn ở hai bên vệt rải.

- Khi dùng máy rải có bộ phận tự động điều chỉnh cao độ lúc rải, cần chuẩn bị cẩn thận các đường chuẩn (hoặc căng dây chuẩn thật thẳng, thật căng dọc theo mép mặt đường và dải sẽ rải, hoặc đặt thanh dầm làm đường chuẩn, sau khi đã cao đạc chính xác dọc theo theo mặt đường và mép của dải sẽ rải). Kiểm tra cao độ bằng máy cao đạc. Khi lắp đặt hệ thống cao độ chuẩn cho máy rải phải tuân thủ đầy đủ hướng dẫn của nhà sản xuất thiết bị và phải đảm bảo các cảm biến làm việc ổn định với hệ thống cao độ chuẩn này.

e. Vận chuyển hỗn hợp BTNC

- Dùng ô tô tự đổ vận chuyển hỗn hợp BTNC. Chọn ô tô có trọng tải và số lượng phù hợp với công suất của trạm trộn, của máy rải và cự li vận chuyển, bảo đảm sự liên tục, nhịp nhàng ở các khâu. Khi thi công đường cao tốc nên có 5 xe chờ gần máy rải ($100 \div 300$) m mới bắt đầu rải.

- Cần phải có kế hoạch vận chuyển phù hợp sao cho nhiệt độ của hỗn hợp đến nơi rải không thấp hơn quy định trong Bảng 10 TCVN 13567-1:2022.

- Thùng xe vận chuyển hỗn hợp BTNC phải kín, sạch, được phun đều một lớp mỏng dung dịch xà phòng (hoặc các loại dầu chống dính bảm) vào thành và đáy thùng. Không được dùng dầu mazút, dầu diezen hay các dung môi làm hoà tan nhựa đường để quét lên đáy và thành thùng xe. Xe phải có bạt che phủ. Bánh xe nên rửa sạch trước khi vào hiện trường và khi đi lên lớp dính bảm hoặc thấm bảm xe không được phanh gấp.

- Mỗi chuyến ô tô vận chuyển hỗn hợp BTNC khi rời trạm trộn phải có phiếu xuất xưởng ghi rõ loại hỗn hợp BTNC, nhiệt độ hỗn hợp, khối lượng, chất lượng hỗn hợp (đánh giá bằng mắt về độ đồng đều), thời điểm xe rời trạm trộn, nơi xe sẽ đến, tên người lái xe. Trước khi ô tô đi vào phạm vi đã được tưới thấm bảm hoặc dính bảm, các lớp xe cần được làm sạch bằng cách phù hợp để hạn chế làm bẩn bề mặt lớp vật liệu thấm bảm hoặc dính bảm.

- Trước khi đổ hỗn hợp BTNC vào phễu máy rải phải kiểm tra nhiệt độ hỗn hợp bằng nhiệt kế. Nếu nhiệt độ hỗn hợp thấp hơn nhiệt độ nhỏ nhất quy định cho công

đoạn rải (xem Bảng 10 TCVN 13567-1:2022) thì phải loại bỏ. Nếu quan sát thấy hỗn hợp trên thùng xe bị phân ly hoặc bị ướt thì cũng phải loại bỏ.

f. Rải hỗn hợp BTNC

- Hỗn hợp BTNC được rải bằng máy chuyên dùng. Đối với đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực yêu cầu phải sử dụng máy rải có hệ thống điều chỉnh cao độ tự động. Trừ những chỗ hẹp cục bộ không rải được bằng máy thì cho phép rải thủ công và tuân theo quy định tại 8.6.13 TCVN 13567-1:2022.

- Tuỳ theo bề rộng mặt đường, nên dùng 2 hoặc 3 máy rải hoạt động đồng thời trên 2 hoặc 3 vệt rải. Các máy rải phải đi cách nhau $(10 \div 20)$ m. Trường hợp dùng một máy rải, trình tự rải phải được tổ chức sao cho khoảng cách giữa các điểm cuối của các vệt rải trong ngày là ngắn nhất.

- Trước khi rải $(0,5 \div 1,0)$ h phải đốt nóng tấm là, guồng xoắn đến trên 100°C .

- Ô tô chở hỗn hợp đi lùi tới phễu máy rải, bánh xe tiếp xúc đều và nhẹ nhàng với 2 trục lăn của máy rải. Sau đó điều khiển cho thùng ben đổ từ từ hỗn hợp xuống giữa phễu máy rải. Xe để số 0, máy rải sẽ đẩy ô tô từ từ về phía trước cùng máy rải. Khi hỗn hợp đã phân đều dọc theo guồng xoắn của máy rải và ngập tới $2/3$ chiều cao guồng xoắn thì máy rải tiến về phía trước theo vệt quy định. Trong quá trình rải luôn giữ cho hỗn hợp thường xuyên ngập $2/3$ chiều cao guồng xoắn.

- Trong suốt thời gian rải hỗn hợp BTNC bắt buộc phải để thanh đầm (hoặc bộ phận chấn động trên tấm là) của máy rải luôn hoạt động.

- Tuỳ bề dày của lớp rải và năng suất của máy mà chọn tốc độ của máy rải cho thích hợp để không xảy ra hiện tượng bề mặt bị nứt nẻ, bị xé rách hoặc không đều đặn. Tốc độ rải thường trong khoảng $(2 \div 6)$ m/min và phải được Tư vấn giám sát chấp thuận tốc độ rải và phải được giữ đúng và đều trong suốt quá trình rải.

- Phải thường xuyên dùng thuôn sắt đã đánh dấu để kiểm tra bề dày rải. Đối với máy không có bộ phận tự động điều chỉnh thì vận tay nâng (hay hạ) tấm là từ từ để chiều dày lớp không bị thay đổi đột ngột. Nếu phát hiện hỗn hợp rải có hiện tượng phân ly, rạn nứt, làn sóng, vệt hằn thì phải tìm nguyên nhân để khắc phục ngay.

- Khi máy rải làm việc, bố trí công nhân cầm dụng cụ theo máy để làm các việc sau:

+ Lấy hỗn hợp hạt nhỏ từ trong phễu máy rải rải thành lớp mỏng dọc theo mối nối, san đều các chỗ lồi lõm, rỗ của mối nối trước khi lu lèn.

+ Gọt bỏ, bù phụ những chỗ lồi lõm, rỗ mặt cục bộ trên lớp BTNC mới rải.

- Cuối ngày làm việc, máy rải phải chạy không tải ra quá cuối vệt rải khoảng từ $(5 \div 7)$ m mới được ngừng hoạt động.

- Trên đoạn đường có dốc dọc lớn hơn 40‰ phải tiến hành rải hỗn hợp từ chân dốc đi lên. Nên dùng hai hoặc nhiều máy rải đi cánh nhau ($10 \div 20$)m.

- Trường hợp máy rải đang làm việc bị hỏng thì phải báo ngay về trạm trộn tạm ngừng cung cấp hỗn hợp BTNC và cho phép dùng máy san tự hành san nốt lượng hỗn hợp còn lại trong trường hợp không phải là lớp mặt trên cùng của đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực.

- Trường hợp máy đang rải gặp mưa đột ngột thì:

+ Báo ngay về trạm trộn tạm ngừng cung cấp hỗn hợp.

+ Nếu lớp hỗn hợp BTNC đã được lu lên trên 2/3 tổng số lượt lu yêu cầu thì cho phép tiếp tục lu trong mưa cho đến hết số lượt lu lên yêu cầu. Ngược lại thì phải ngừng lu và gạt bỏ hỗn hợp ra ngoài phạm vi mặt đường. Chỉ khi nào mặt đường khô ráo lại mới được tiếp tục rải hỗn hợp.

- Trường hợp phải rải bằng thủ công (ở các chỗ hẹp cục bộ) cần tuân theo quy định sau:

+ Dùng xẻng xúc hỗn hợp BTNC và đổ thấp tay, không được hất từ xa để tránh hỗn hợp bị phân tầng.

+ Dùng cào và bàn trang trải đều hỗn hợp BTNC thành một lớp bằng phẳng đạt dốc ngang yêu cầu, có bề dày dự kiến bằng ($1,35 \div 1,45$) lần bề dày lớp BTNC thiết kế (xác định chính xác qua thử nghiệm lu lên tại hiện trường).

+ Việc rải thủ công cần tiến hành đồng thời với việc rải bằng máy để có thể lu lên đồng thời vệt rải bằng máy và chỗ rải bằng thủ công, bảo đảm mặt đường không có vết nối.

- Mỗi nối ngang:

+ Mỗi nối ngang sau mỗi ngày làm việc phải vuông góc với tim đường; trước khi rải tiếp thì phải dùng máy cắt bỏ phần đầu mỗi nối, vệ sinh sạch vết cắt, sau đó dùng vật liệu tưới dính bám quét lên thành mép cắt để đảm bảo vệt rải mới và cũ dính kết tốt.

+ Các mối nối ngang của lớp trên và lớp dưới cách nhau ít nhất là 1m.

+ Các mối nối ngang của các vệt rải ở cùng một lớp được bố trí so le tối thiểu 25cm.

- Mỗi nối dọc:

+ Mỗi nối dọc sau mỗi ngày làm việc phải được cắt bỏ phần rìa dọc vệt rải cũ, vệ sinh sạch vết cắt, sau đó dùng vật liệu tưới dính bám quét lên thành mép cắt để đảm bảo vệt rải mới và cũ dính kết tốt.

+ Các mối dọc của lớp trên và lớp dưới cách nhau ít nhất là 20cm.

+ Các mối nối dọc của lớp trên và lớp dưới nên được bố trí sao cho các đường nối dọc của lớp trên cùng của mặt đường bê tông nhựa trùng với vị trí các đường phân chia các làn giao thông hoặc trùng với tim đường đối với đường 2 làn xe.

g. Lu lèn lớp BTNC

- Thiết bị lu lèn ít nhất phải có lu bánh thép nhẹ ($6 \div 8$)T, lu bánh thép nặng ($10 \div 12$)T và lu bánh hơi có lớp nhẵn đi theo một máy rải. Khi thi công về mùa lạnh (nhiệt độ không khí từ 15°C đến 20°C) thì nên huy động tối thiểu 5 lu (gồm 3 lu loại trên) để lu kịp trước khi hỗn hợp nguội. Ngoài ra có thể lu lèn bằng cách phối hợp các máy lu sau:

+ Lu bánh hơi phối hợp với lu bánh thép.

+ Lu rung phối hợp với lu bánh thép.

+ Lu rung phối hợp với lu bánh hơi.

- Lu bánh hơi phải có tối thiểu 7 bánh, các lớp nhẵn đồng đều và có khả năng hoạt động với áp lực lớp đến $0,85\text{MPa}$. Mỗi lớp sẽ được bơm tới áp lực quy định và chênh lệch áp lực giữa hai lớp bất kỳ không được vượt quá $0,03\text{daN/cm}^2$. Phải có biện pháp để điều chỉnh tải trọng của lu bánh hơi sao cho tải trọng trên mỗi bánh lớp có thể thay đổi từ $(1,5 \div 2,5)\text{T}$.

- Ngay sau khi hỗn hợp BTNC được rải và làm phẳng sơ bộ, cần phải tiến hành kiểm tra và sửa những chỗ không đều. Nhiệt độ hỗn hợp sau khi rải và nhiệt độ lúc lu phải được giám sát chặt chẽ đảm bảo trong giới hạn đã quy định (Bảng 10 TCVN 13567-1:2022).

- Sơ đồ lu lèn, tốc độ lu lèn, sự phối hợp các loại lu, số lần lu lèn qua một điểm của từng loại lu để đạt được độ chặt yêu cầu được xác định trên đoạn rải thử, có thể tham khảo các chỉ dẫn dưới đây:

+ Lu sơ bộ, phải bám sát máy rải để nhanh chóng lu lèn bề mặt nhằm tránh hỗn hợp bị mất nhiệt; thông thường dùng lu bánh sắt ($6 \div 8$)T hoặc lu bánh lớp nhẵn lu ($1 \div 2$) lần/điểm. Kết thúc lu sơ bộ cần kiểm tra độ dốc mui luyến và độ bằng phẳng của lớp thi công.

+ Giai đoạn lu chặt

- Không được đồng thời dùng các loại lu khác nhau trên cùng một lượt lu trong phạm vi bề rộng của đoạn thi công để tránh gây ra không đồng đều về độ chặt. Chiều dài mỗi đoạn lu chặt không nên quá 60m.

- Trong giai đoạn này nên dùng lu bánh lớp có tổng trọng lượng $\geq 25\text{T}$, áp lực lớp không được dưới $0,6\text{MPa}$ và phải bơm để áp lực hơi giữa các bánh bằng nhau (để tránh tạo ra hiện tượng độ chặt giữa các vệt không đồng đều).

- Nên dùng lu chấn động để lu chặt lớp BTNC, tần suất chấn động khi lu nên bằng $(35 \div 50)\text{Hz}$ với biên độ chấn động bằng $(0,3 \div 0,8)\text{mm}$ (bề dày lớp lu lên càng lớn càng cần chọn tần số và biên độ chấn động lớn). Mỗi khi chuyển hướng phải tắt chấn động.

- Nếu dùng lu bánh thép nhẵn để lu chặt thì phải dùng lu nặng $\geq 12\text{T}$.

+ Giai đoạn lu cuối nên dùng lu bánh thép loại 2 bánh, 3 bánh hoặc lu chấn động tắt chấn động lu ít nhất 2 lượt cho đến khi mặt lớp BTNC không còn vết hằn. Nếu ở cuối giai đoạn lu chặt, bề mặt BTNC không còn vết hằn thì có thể bỏ qua giai đoạn này.

- Bề dày lu lên một lớp BTNC có thể tham khảo ở Bảng 1 TCVN 13567-1:2022.

- Lu lên phải được tiến hành liên tục với tốc độ đều trong thời gian hỗn hợp còn giữ được nhiệt độ lu lên có hiệu quả, không được thấp hơn nhiệt độ kết thúc lu lên (xem Bảng 10 TCVN 13567-1:2022). Vết bánh lu phải chồng lên nhau ít nhất là 20 cm. Những lượt lu đầu tiên dành cho mỗi nối dọc, sau đó tiến hành lu từ mép ngoài song song với tim đường và dịch dần về phía tim đường. Khi lu trong đường cong có bố trí siêu cao việc lu sẽ tiến hành từ bên thấp dịch dần về phía bên cao. Các lượt lu không được dừng tại các điểm nằm trong phạm vi 1m tính từ điểm cuối của các lượt trước. Khi lu khởi động, đổi hướng tiến lùi... phải thao tác nhẹ nhàng, không thay đổi đột ngột để hỗn hợp BTNC không bị dịch chuyển và xé rách.

- Trong quá trình lu, đối với lu bánh sắt phải thường xuyên làm ẩm bánh sắt bằng nước. Đối với lu bánh hơi, dùng dầu chống dính bám bôi mặt lớp vài lượt đầu, khi lớp đã có nhiệt độ xấp xỉ với nhiệt độ của hỗn hợp BTNC thì sẽ không xảy ra tình trạng dính bám nữa. Không được dùng nước để làm ẩm lớp bánh hơi. Không được dùng dầu diesel, dầu cặn hay các dung môi có khả năng hoà tan nhựa đường để bôi vào bánh lu.

- Máy lu và các thiết bị nặng không được đỗ lại trên lớp BTNC chưa được lu lên chặt và chưa nguội hẳn.

- Trong khi lu lên nếu thấy lớp BTNC bị nứt nẻ hoặc bị làn sóng phải tìm nguyên nhân để điều chỉnh (nhiệt độ, tốc độ lu, tải trọng lu...).

- Kết thúc lu lên phải chờ lớp BTNC giảm nhiệt độ bề mặt đến dưới 50°C mới được cho thông xe.

- Việc kiểm soát độ chặt lu lên và bề dày lu lên thực tế đạt được là rất quan trọng đối với chất lượng lớp BTNC về lâu dài và cả ngay thời gian đầu mới đưa đường vào khai thác, phải kiểm soát được độ chặt và bề dày trên thực tế đạt được và cả mức độ đồng đều về độ chặt và bề dày trên mỗi đoạn đường. Cách kiểm soát và đánh giá các chỉ tiêu này có thể tham khảo ở Phụ lục E TCVN 13567-1:2022.

V.3.3.2. Giám sát, kiểm tra và nghiệm thu lớp BTNC

- Công tác giám sát kiểm tra được tiến hành thường xuyên trước khi rải, trong khi rải và sau khi rải lớp BTNC. Các quy định về công tác kiểm tra nêu dưới đây là quy định tối thiểu, căn cứ vào tình hình thực tế tại công trình mà Tư vấn giám sát có thể tăng tần suất kiểm tra cho phù hợp.

- Kiểm tra hiện trường trước khi thi công, bao gồm các nội dung sau:

+ Tình trạng bề mặt trên đó sẽ rải BTNC, độ dốc ngang, độ dốc dọc, cao độ, bề rộng.

+ Tình trạng lớp nhựa tươi thấm bám hoặc dính bám.

+ Hệ thống cao độ chuẩn.

+ Thiết bị rải, lu lèn, thiết bị thông tin liên lạc, lực lượng thi công, hệ thống đảm bảo an toàn giao thông và an toàn lao động.

- Kiểm tra chất lượng vật liệu

+ Kiểm tra chấp thuận vật liệu khi đưa vào công trình:

• Cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, bột khoáng: Kiểm tra các chỉ tiêu quy định tại 5.1, tại 5.2 và tại 5.3 TCVN 13567-1:2022 cho mỗi đợt nhập vật liệu.

• Nhựa đường: Kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng theo quy định trong 5.4 TCVN 13567-1:2022 cho mỗi đợt nhập vật liệu.

• Phụ gia: Kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng theo quy định trong 5.5 TCVN 13567-1:2022 cho mỗi đợt nhập vật liệu.

• Vật liệu tươi thấm bám, dính bám: Kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng cho mỗi đợt nhập vật liệu.

• Lưu ý: Mẫu cốt liệu thô, cốt liệu nhỏ được lấy theo AASHTO T 2, được rút gọn đến khối lượng thử nghiệm theo AASHTO T 248; mẫu nhựa đường, vật liệu thấm bám, vật liệu dính bám được lấy theo TCVN 7494.

+ Kiểm tra vật liệu trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNC: Theo quy định trong Bảng sau:

Bảng 20. Kiểm tra vật liệu trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNC

Loại vật liệu	Chỉ tiêu kiểm tra	Tần suất	Vị trí kiểm tra	Căn cứ
1. Cốt liệu lớn	- Thành phần hạt - Hàm lượng hạt to hơn 0,075 mm - Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075 mm	2 ngày/lần hoặc 200 m ³ /lần	Khu vực tập kết cốt liệu lớn	Bảng 4 (TCVN 13567-1:2022)

2. Cốt liệu nhỏ	- Thành phần hạt - Hệ số đương lượng cát	2 ngày/lần hoặc 200 m ³ /lần	Khu vực tập kết cốt liệu nhỏ	Bảng 5, Bảng 6 và Bảng 7 (TCVN 13567-1:2022)
3. Bột khoáng	- Thành phần hạt - Chỉ số dẻo - Độ ẩm	2 ngày/lần hoặc 50 tấn	Kho chứa bột khoáng	Bảng 8 (TCVN 13567-1:2022)
4. Nhựa đường	- Độ kim lún - Điểm hoá mềm	1 ngày/lần	Thùng nấu nhựa đường sơ bộ	Phụ lục A (TCVN 13567-1:2022)

- Với trạm trộn liên tục thì tần suất kiểm tra tại các mục (1), (2) và (3) là 1 lần/ngày.
- Trong trường hợp sử dụng bột khoáng thu hồi (theo 5.3.5 TCVN 13567-1:2022) thì phải tiến hành lấy mẫu bột khoáng thu hồi trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNC cho đoạn rải thử để thử nghiệm đầy đủ các chỉ tiêu theo quy định tại 5.3 (TCVN 13567-1:2022), nếu bột khoáng thu hồi thỏa mãn các yêu cầu quy định tại 5.3 (TCVN 13567-1:2022) thì mới được sử dụng. Trong quá trình sản xuất đại trà hỗn hợp BTNC, nội dung và tần suất kiểm tra bột khoáng thu hồi theo quy định trong bảng này.
- Mẫu cốt liệu thô, cốt liệu nhỏ được lấy theo AASHTO T 2, được rút gọn đến khối lượng thử nghiệm theo AASHTO T 248; mẫu nhựa đường được lấy theo TCVN 7494.

- Kiểm tra trong các khâu công nghệ tại trạm trộn: Theo quy định trong Bảng sau:

Bảng 21. Kiểm tra tại trạm trộn

Nội dung kiểm tra	Chỉ tiêu/phương pháp	Tần suất	Vị trí kiểm tra	Căn cứ
1. Vật liệu tại các phễu nóng	Thành phần hạt	1 ngày/lần	Lấy mẫu từ các phễu nóng	Thành phần hạt của từng phễu
2. Công thức chế tạo hỗn hợp BTNC	- Thành phần hạt - Hàm lượng nhựa đường - Tỷ trọng lớn nhất (khối lượng riêng) của hỗn hợp (để phục vụ tính toán độ rỗng dư) - Khối lượng thể tích mẫu - Độ rỗng dư - Độ ổn định, độ dẻo Marshall - Độ ổn định Marshall còn lại	1 ngày/lần	Lấy mẫu hỗn hợp BTNC tại trạm trộn hoặc trên xe chở hỗn hợp BTNC.	Các chỉ tiêu của hỗn hợp BTNC đã được phê duyệt

3. Hệ thống cân đong vật liệu	Kiểm tra các chứng chỉ hiệu chuẩn/kiểm định và kiểm tra bằng mắt	1 ngày/lần	Toàn trạm trộn	Theo 7.2 TCVN 13567-1:2022.
4. Hệ thống nhiệt kế	Kiểm tra các chứng chỉ hiệu chuẩn/kiểm định và kiểm tra bằng mắt	1 ngày/lần	Toàn trạm trộn	Theo 7.2 TCVN 13567-1:2022.
5. Nhiệt độ nhựa đường	Thiết bị đo nhiệt độ	1 giờ/lần	Thùng nấu sơ bộ, thùng trộn	Theo 7.3.6. và Bảng 10 TCVN 13567-1:2022
6. Nhiệt độ cốt liệu sau khi sấy	Thiết bị đo nhiệt độ	1 giờ/lần	Tang sấy	Theo 7.3.9 TCVN 13567-1:2022
7. Nhiệt độ trộn	Thiết bị đo nhiệt độ	Mỗi mẻ trộn	Thùng trộn	Bảng 10 TCVN 13567-1:2022
8. Thời gian trộn	Thiết bị đo thời gian	Mỗi mẻ trộn	Phòng điều khiển	Theo 7.3.11 TCVN 13567-1:2022
9. Nhiệt độ hỗn hợp khi ra khỏi thùng trộn	Thiết bị đo nhiệt độ	Mỗi mẻ trộn	Phòng điều khiển	Bảng 10 TCVN 13567-1:2022
Lấy mẫu hỗn hợp BTNC tại trạm trộn hoặc trên xe tải được thực hiện theo AASHTO R 97, mẫu hỗn hợp được rút gọn đến kích cỡ thử nghiệm theo AASHTO R 47.				

- Kiểm tra trong khi thi công: Theo quy định trong Bảng sau:

Bảng 22. Kiểm tra trong khi thi công lớp BTNC

Nội dung kiểm tra	Chỉ tiêu/phương pháp	Mật độ kiểm tra	Vị trí kiểm tra	Căn cứ
1. Nhiệt độ hỗn hợp trên xe tải	Thiết bị đo nhiệt độ	Mỗi xe	Thùng xe	Bảng 10 TCVN 13567-1:2022
2. Nhiệt độ khi rải hỗn hợp	Thiết bị đo nhiệt độ	50 mét/điểm	Ngay sau máy rải	Bảng 10 TCVN 13567-1:2022
3. Nhiệt độ lu lèn hỗn hợp	Thiết bị đo nhiệt độ	50 mét/điểm	Mặt đường	Bảng 10 TCVN 13567-1:2022
4. Chiều dày lớp hỗn hợp	Thuôn sắt	50 mét/điểm	Mặt đường	Hồ sơ thiết kế
5. Công tác lu lèn	Sơ đồ lu, tốc độ lu, số lượt lu, tải trọng lu, các quy định khi lu lèn	Thường xuyên	Mặt đường	Theo 8.3.2 và 8.7 TCVN 13567-1:2022

6. Các mối nối dọc, mối nối ngang	Quan sát bằng mắt	Các mối nối	Mặt đường	Theo 8.6.14 và 8.6.15 TCVN 13567-1:2022
7. Độ bằng phẳng sau khi lu sơ bộ	Thước 3 mét	25 mét/mặt cắt	Mặt đường	Khe hở không quá 5 mm TCVN 13567-1:2022
8. Kiểm tra chất lượng hỗn hợp BTNC lấy tại hiện trường	- Hàm lượng nhựa; - Thành phần cấp phối. - Độ ổn định, độ dẻo Marshall - Độ ổn định Marshall còn lại.	2500 m ² mặt đường / 1 mẫu	Lấy mẫu hỗn hợp BTNC từ xe tải chở hỗn hợp hoặc từ mặt đường ngay khi hỗn hợp BTNC vừa được rải ra (trước khi lu lèn).	Theo 6.3.3 TCVN 13567-1:2022
Lấy mẫu hỗn hợp BTNC trên xe tải hoặc từ mặt đường ngay khi hỗn hợp BTNC vừa được rải ra (trước khi lu lèn) được thực hiện theo AASHTO R 97, mẫu hỗn hợp được rút gọn đến kích cỡ thử nghiệm theo AASHTO R 47.				

- Kiểm tra khi nghiệm thu lớp BTNC

+ Kích thước hình học: Theo quy định tại Bảng sau:

Bảng 23. Sai số cho phép của các đặc trưng hình học

Hạng mục	Phương pháp	Mật độ đo	Sai số cho phép	Quy định về tỷ lệ điểm đo đạt yêu cầu
1. Bề rộng	Thước thép	50m/mặt cắt	- 5cm	Tổng số chỗ hẹp không quá 5%chiều dài đường
2. Độ dốc ngang:	Máy thủy bình	50m/mặt cắt	± 0,5%	≥ 95%tổng số điểm đo
- Lớp dưới			± 0, 25%	
- Lớp trên				
3. Chiều dày	Khoan lõi	2500m ² (hoặc 330m dài đường 2 làn xe)/1 tổ 3 mẫu	± 8% chiều dày	≥ 95% tổng số điểm đo, 5% còn lại không vượt quá 10mm (có thể tham khảo Phụ lục E TCVN 13567-1:2022)
- Lớp dưới			± 5% chiều dày	
- Lớp trên				
4. Cao độ	Máy thủy bình	50m/điểm	- 10mm; + 5 mm	≥ 95% tổng số điểm đo, 5% còn lại sai số không vượt quá ±10 mm
- Lớp dưới			± 5mm	
- Lớp trên				

+ Độ bằng phẳng của bề mặt lớp BTNC:

- Độ bằng phẳng của bề mặt lớp BTNC được kiểm tra, đánh giá theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế (IRI):

- Bắt buộc áp dụng cho lớp trên cùng của tất cả các cấp đường, loại đường; ngoại trừ đường ô tô từ cấp IV trở xuống, đường đô thị cấp nội bộ.

- Khuyến khích áp dụng cho lớp dưới của tất cả các cấp đường, loại đường; lớp trên cùng của đường ô tô từ cấp IV trở xuống, đường đô thị cấp nội bộ.

- Tiêu chuẩn nghiệm thu quy định trong Bảng 15 TCVN 13567-1:2022.

- Độ bằng phẳng của bề mặt lớp BTNC được kiểm tra, đánh giá bằng thước dài 3m:

- Áp dụng cho lớp trên cùng khi chiều dài thi công $\leq 1\text{Km}$ của tất cả các cấp đường, loại đường; lớp dưới của tất cả các cấp đường, loại đường; lớp trên cùng của đường ô tô từ cấp IV trở xuống, đường đô thị cấp nội bộ.

- Tiêu chuẩn nghiệm thu quy định trong Bảng sau:

Bảng 24. Tiêu chuẩn nghiệm thu độ bằng phẳng

Chỉ tiêu	Mật độ kiểm tra	Mức	Phương pháp thử
1. Độ bằng phẳng theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế (IRI)	Toàn bộ chiều dài, các làn xe	Tùy theo cấp đường, theo quy định trong TCVN 8865	TCVN 8865
2. Độ bằng phẳng đo bằng thước 3m	25 m/1 vị trí / làn xe	Tùy theo cấp đường, theo quy định trong TCVN 8864	TCVN 8864

+ Độ nhám, sức kháng trượt của bề mặt lớp BTNC: Được thực hiện đối với lớp BTNC trên cùng.

- Độ nhám xác định bằng phương pháp rắc cát được áp dụng đối với tất cả các cấp đường, loại đường. Tiêu chuẩn nghiệm thu quy định trong Bảng sau:

Bảng 25. Tiêu chuẩn nghiệm thu độ nhám

Chỉ tiêu	Mật độ kiểm tra	Mức	Phương pháp thử
Độ nhám mặt đường xác định bằng phương pháp rắc cát	10 điểm/1 làn xe/1Km	$\geq 0,45\text{mm}$ (Tỷ lệ số điểm đo đạt yêu cầu $\geq 95\%$)	TCVN 8866

- Sức kháng trượt xác định bằng con lắc Anh được áp dụng đối với đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị. Tiêu chuẩn nghiệm

thu quy định trong Bảng sau:

Bảng 26. Tiêu chuẩn nghiệm thu sức kháng trượt

Chỉ tiêu	Mật độ kiểm tra	Mức	Phương pháp thử
Sức kháng trượt xác định bằng con lắc Anh	10 điểm/1 làn xe /1Km	$BPN \geq 50$ (Tỷ lệ số điểm đo đạt yêu cầu $\geq 95\%$)	TCVN 10271

+ Độ chặt lu lèn: Hệ số độ chặt lu lèn (K) của lớp BTNC, xác định theo công thức (1), không được nhỏ hơn 0,98.

$$K = \gamma_{tn} / \gamma_o \quad (1)$$

Trong đó:

- γ_{tn} : Khối lượng thể tích trung bình của BTNC sau khi thi công ở hiện trường, g/cm³ (xác định trên mẫu khoan theo TCVN 8860-5).

- γ_o : Khối lượng thể tích trung bình của BTNC ở trạm trộn tương ứng với lý trình kiểm tra, g/cm³ (xác định trên mẫu đúc Marshall từ hỗn hợp BTNC lấy tại trạm trộn).

- Mật độ kiểm tra: 2500 m² mặt đường/1 tổ 3 mẫu khoan (sử dụng mẫu khoan đã xác định chiều dày theo quy định ở Bảng 14 TCVN 13567-1:2022), có thể tham khảo cách kiểm tra đánh giá độ chặt ở Phụ lục E TCVN 13567-1:2022.

- Lưu ý: Có thể kiểm tra, nghiệm thu độ chặt lu lèn lớp BTNC bằng phương pháp không phá hủy. Phương pháp thực hiện và đánh giá, nghiệm thu thực hiện theo tiêu chuẩn, hướng dẫn tương ứng với loại thiết bị sử dụng.

+ Độ rỗng dư xác định từ mẫu khoan phải nằm trong giới hạn cho phép quy định trong Bảng 3 TCVN 13567-1:2022; trong trường hợp thiết kế hỗn hợp với độ rỗng dư từ 5% đến 6% thì độ rỗng dư xác định trên mẫu khoan có thể cho phép đến 7% nhưng bắt buộc hệ số độ chặt không được nhỏ hơn 0,99.

+ Dính bám giữa lớp BTNC với lớp dưới phải tốt (khoảng trên 95 % diện tích bề mặt dưới của mẫu khoan có dính bám với lớp dưới), được nhận xét đánh giá bằng mắt trên các mẫu khoan.

+ Chất lượng các mối nối được đánh giá bằng mắt. Mối nối phải ngay thẳng, bằng phẳng, không rỗ mặt, không bị khác, không có khe hở.

- Hồ sơ nghiệm thu bao gồm những nội dung sau:

+ Kết quả kiểm tra chấp thuận vật liệu khi đưa vào công trình.

+ Thiết kế sơ bộ.

- + Thiết kế hoàn chỉnh.
- + Biểu đồ quan hệ giữa tốc độ cấp liệu (T/h) và tốc độ băng tải (m/min) cho cốt liệu.
- + Thiết kế được phê duyệt - công thức chế tạo hỗn hợp BTNC.
- + Hồ sơ của công tác rải thử, trong đó có quyết định của Tư vấn về nhiệt độ lu lèn, sơ đồ lu, số lượt lu trên một điểm,...
- + Nhật ký từng chuyến xe chở hỗn hợp BTNC: khối lượng hỗn hợp, nhiệt độ của hỗn hợp khi xả từ thùng trộn vào xe, thời gian rời trạm trộn, thời gian đến công trường, nhiệt độ hỗn hợp khi đổ vào máy rải; thời tiết khi rải, lý trình rải.
- + Hồ sơ kết quả kiểm tra theo các yêu cầu quy định từ Bảng 11 đến Bảng 17 TCVN 13567-1:2022.

V.3.3.3. Thi công lớp bê tông nhựa chặt Polyme (BTNCP)

Thi công lớp bê tông nhựa Polyme cơ bản tương tự lớp bê tông nhựa thông thường (Theo Điều 8 của TCVN 13567-1:2022) và sửa đổi các điều như sau:

- Khoảng cách giữa các trạm trộn và hiện trường thi công phải bảo đảm sao cho hỗn hợp khi được vận chuyển đến hiện trường vẫn ở trong phạm vi nhiệt độ quy định trong bảng sau:

Bảng 27. Nhiệt độ các công đoạn sản xuất, thi công lớp BTNCP yêu cầu đơn vị cung ứng nhựa đường polyme công bố

Các công đoạn sản xuất, thi công lớp BTNC	Khoảng nhiệt độ tham khảo, °C	Nhiệt độ chấp thuận, °C
1. Nhiệt độ đun nóng nhựa đường ở trạm trộn và khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm	160 ÷ 185, thông thường bằng với nhiệt độ trộn hỗn hợp	Dựa trên số liệu công bố của đơn vị cung ứng nhựa đường polyme và được Tư vấn giám sát chấp thuận
2. Nhiệt độ nung nóng cốt liệu ở trạm trộn và khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm (1)	Cao hơn nhiệt độ đun nóng nhựa đường (10 ÷ 20)°C, thông thường khoảng 15°C	
3. Trộn hỗn hợp BTNCP trong thùng trộn tại trạm trộn	160 ÷ 185	Dựa trên số liệu công bố của đơn vị cung ứng nhựa đường polyme và được Tư vấn giám sát chấp thuận
4. Nhiệt độ hỗn hợp khi xả từ thùng trộn vào thùng ô tô tải vận chuyển	155 ÷ 180	
5. Nhiệt độ hỗn hợp trên xe tải vận chuyển ra hiện trường	150 ÷ 175	
6. Nhiệt độ hỗn hợp khi rải	135 ÷ 165	

7. Nhiệt độ hỗn hợp lúc bắt đầu lu	130 ÷ 160 và không nhỏ hơn nhiệt độ rải quá 5°C	
8. Nhiệt độ bề mặt lớp hỗn hợp khi kết thúc lu lên	≥ 95	
9. Nhiệt độ bề mặt lớp hỗn hợp khi xe lưu thông	≤ 50	
10. Nhiệt độ trộn hỗn hợp khi chế tạo mẫu thử trong phòng thử nghiệm	160 ÷ 180	
11. Nhiệt độ đầm nén mẫu thử trong phòng thử nghiệm	150 ÷ 170	

- Tuổi vật liệu dính bám:

+ Trước khi rải lớp BTNCP, tưới dính bám trên mặt các lớp vật liệu phía dưới có sử dụng chất liên kết là nhựa đường (bê tông nhựa, hỗn hợp đá gia cố nhựa, thấm nhập nhựa, láng nhựa,...). Tùy thuộc trạng thái bề mặt (kín hay hở) và tuổi thọ mặt đường cũ mà tưới vật liệu dính bám với lượng tưới phù hợp.

+ Có thể sử dụng một trong các loại vật liệu tưới dính bám sau:

- Nên dùng nhũ tương nhựa đường polyme CRS-1P, CRS-2P (TCVN 8816-1:2011) với lượng tưới từ (0,3 ÷ 0,6)L/m², nhất là với đường có nhiều xe tải nặng, đường sân bay.

- Nhũ tương nhựa đường a xít phân tách chậm CSS-1h (TCVN 8817-1) với lượng tưới từ (0,3÷0,6) L/m². Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp BTNCP phải đủ để nhũ tương phân tách hoàn toàn (khi nhũ tương dính bám chuyển sang màu đen) và do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau ít nhất là 4h;

- Nhũ tương nhựa đường a xít phân tách nhanh CRS-1 (TCVN 8817-1) với lượng tưới từ (0,3÷0,6) L/m². Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp BTNCP phải đủ để nhũ tương phân tách hoàn toàn (khi nhũ tương dính bám chuyển sang màu đen) và do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau ít nhất từ 2h đến 4h;

- Nhựa lỏng đông đặc nhanh RC70 (TCVN 8818-1) với lượng tưới từ (0,3÷0,5) L/m². Thời gian từ lúc tưới dính bám đến khi rải lớp BTNC phải đủ để nhựa lỏng RC70 đông đặc hoàn toàn và do Tư vấn giám sát quyết định, thông thường sau ít nhất là 4h.

+ Lưu ý:

- Cũng có thể sử dụng loại vật liệu khác phù hợp để tưới dính bám, do Chủ đầu tư quyết định;

- Trong trường hợp sử dụng RC70, cần thực hiện theo đúng khuyến cáo sử dụng sản phẩm của nhà sản xuất để không gây cháy, nổ. Lượng dầu có trong RC70

nếu chưa được bay hơi hoàn toàn có thể ảnh hưởng không tốt đến chất lượng dính bám giữa hai lớp.

- Giám sát, kiểm tra và nghiệm thu lớp BTNCP: Theo Điều 9 của TCVN 13567-1:2022 và sửa đổi các điều như sau:

+ Kiểm tra vật liệu trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNCP: Theo quy định trong Bảng sau:

Bảng 28. Kiểm tra vật liệu trong quá trình sản xuất hỗn hợp BTNCP

Loại vật liệu	Chỉ tiêu kiểm tra	Tần suất	Vị trí kiểm tra	Căn cứ
1. Cốt liệu lớn	- Thành phần hạt - Hàm lượng hạt thoi dẹt - Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075 mm xác định bằng phương pháp rửa	2 ngày/lần hoặc 200 m ³ /lần	Khu vực tập kết đá dăm	Bảng 4 TCVN 13567-2:2022
2. Cốt liệu nhỏ	- Thành phần hạt - Hệ số đương lượng cát	2 ngày/lần hoặc 200 m ³ /lần	Khu vực tập kết cát	Bảng 5, Bảng 6 và Bảng 7 TCVN 13567-2:2022
3. Bột khoáng	- Thành phần hạt - Chỉ số dẻo - Độ ẩm	2 ngày/lần hoặc 50 tấn	Kho chứa bột khoáng	Bảng 8 TCVN 13567-2:2022
4. Nhựa đường polyme	- Độ kim lún - Điểm hoá mềm - Độ đàn hồi	1 ngày/lần	Thùng nấu nhựa đường sơ bộ	Mục 5.4 TCVN 13567-2:2022
Mẫu cốt liệu thô, cốt liệu nhỏ được lấy theo AASHTO T2, được rút gọn đến khối lượng thử nghiệm theo AASHTO T248; mẫu nhựa đường được lấy theo TCVN 7494.				

V.4. Các quy định về vật liệu trong thi công đường bãi

Tất cả các chủng loại vật liệu trước khi đưa vào thi công phải có chứng chỉ chất lượng của nhà sản xuất và kết quả thí nghiệm kiểm tra chất lượng của đơn vị kiểm tra có tư cách pháp nhân. Vật liệu phải đạt chất lượng theo các quy định của các tiêu chuẩn hiện hành và các quy định cụ thể sau:

V.4.1. Cốt thép sử dụng trong kết cấu BTCT

- Cốt thép lắp đặt vào kết cấu BTCT của công trình phải đạt các yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 1651-2018: Thép cốt bê tông (phần 1: Thanh thép tròn trơn và phần 2: Thanh thép vằn);

- Thép thanh trong kết cấu BTCT của công trình phải thỏa mãn các chỉ tiêu cơ tính nêu trong bảng sau:

Bảng 29. Các chỉ tiêu cơ tính của cốt thép trong bê tông

Loại thép	Giá trị quy định của giới hạn chảy trên R_{sH} (Mpa)	Giá trị quy định của giới hạn bền kéo R_m (Mpa)	Tính chất dẻo		
			Giá trị quy định R_m/R_{sH}	Giá trị quy định của độ giãn dài tương đối sau khi đứt A_5 (%)	Giá trị quy định của độ giãn dài tương ứng với lực lớn nhất A_{gt} (%)
	Nhỏ nhất	Nhỏ nhất	Nhỏ nhất	Nhỏ nhất	Nhỏ nhất
CB 240-T	240	380	1,46	20	2
CB 400-V	400	570		14	8
CB 400-T	400	500		16	8

Ghi chú: $1 \text{ Mpa} = 10.2 \text{ kg/cm}^2 \approx 10 \text{ kg/cm}^2$

Phương pháp thử các tính chất cơ học tuân thủ theo tiêu chuẩn TCVN 7937-1:2013: Thép làm cốt BT và BT dự ứng lực - Phương pháp thử - Phần 1: Thanh, dảnh và dây dùng làm cốt.

V.4.2. Kết cấu thép tấm, thép hình

- Thép tấm, thép định hình dùng cho công trình phải đáp ứng các yêu cầu của S235 TCVN 9986-2:2013. Các chỉ tiêu cơ lý của thép tấm, thép hình như sau:

+ Giới hạn chảy fy: 235 N/mm².

+ Giới hạn bền fu: 360 ÷ 510 N/mm².

- Nội dung, khối lượng, phương pháp tính, báo cáo kết quả thử kéo và uốn phải tuân thủ theo TCVN 197-1 :2014: Kim loại - Phương pháp thử kéo và TCVN 198-2008: Vật liệu kim loại - Thử uốn.

V.4.3. Liên kết trong kết cấu thép

- Liên kết hàn: que hàn đảm bảo các yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 3223 – 2000: Que hàn điện dùng cho thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp - Ký hiệu, kích thước và yêu cầu kỹ thuật chung.

- Que hàn dùng trong các liên kết hàn đảm bảo:

+ Độ bền kéo : $\geq 430 \text{ N/mm}^2$.

- Bulong đảm bảo theo tiêu chuẩn TCVN 1916: 1995. Bulong, vít, vít cấy và đai ốc. Yêu cầu kỹ thuật.

- Liên kết hàn cần tuân thủ tiêu chuẩn TCVN 1961-1975. Mỗi hàn hồ quang điện bằng tay.

V.4.4. Sơn kết cấu thép

- TCVN 8790:2011: Sơn bảo vệ kết cấu thép - Quy trình thi công và nghiệm thu.
- Sơn bảo vệ kết cấu thép tuân theo TCVN 12705-6: 2019 (ISO 12944-6: 2018) và TCVN 12705-5:2019 (ISO 12944-5: 2018).

V.4.5. Bê tông

- Phân cấp cường độ chịu nén theo TCVN 5574:2018.
- Toàn bộ bê tông sử dụng là loại bê tông có phụ gia đông kết nhanh R7 (phụ gia sử dụng phải có chứng chỉ kỹ thuật của các cơ quan quản lý nhà nước công nhận. Việc sử dụng phụ gia cần tuân thủ theo chỉ dẫn của nơi sản xuất).

V.4.6. Vật liệu sản xuất bê tông

V.4.6.1. Xi măng

Xi măng dùng để chế tạo BT và BTCT cho công trình phải đạt yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 6260-2020: Xi măng poóc-lăng hỗn hợp.

V.4.6.2. Cát (cốt liệu nhỏ)

- Cát dùng chế tạo BT và BTCT cho công trình phải thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 7570-2006: Cốt liệu cho BT và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.
- Không gây phản ứng kiềm - Silic (thử theo TCVN 7575-14:2006).
- Thành phần hạt của cát theo bảng sau:

Bảng 30. Thành phần hạt của cát

Kích thước lỗ sàng	Lượng sót tích lũy trên sàng, % khối lượng	
	Cát thô	Cát mịn
2.5mm	Từ 0 đến 20	0
1.25mm	Từ 15 đến 45	Từ 0 đến 15
630 μ m	Từ 35 đến 70	Từ 0 đến 35
315 μ m	Từ 65 đến 90	Từ 5 đến 65
140 μ m	Từ 90 đến 100	Từ 65 đến 90
Lượng qua sàng 140 μ m, không lớn hơn	10	35

- Hàm lượng clorua tính theo ion Cl⁻ tan trong axit được quy định theo bảng sau:

Bảng 31. Hàm lượng ion CL- trong cát

TT	Loại BT và vữa	Hàm lượng ion Cl ⁻ , % khối lượng cát, không lớn hơn
----	----------------	---

1	BT dùng cho kết cấu BTCT ứng suất trước	0,01
2	BT dùng cho kết cấu BTCT và vữa thông thường	0,05

- Hàm lượng tạp chất khác ở trong cát không được vượt quá trị số theo bảng sau:

Bảng 32. Hàm lượng tạp chất cho phép trong cát

TT	Tên tạp chất	Hàm lượng tạp chất, % khối lượng, không lớn hơn		
		BT B>30	BT B ≤ 30	Vữa
1	Sét cục, các tạp chất khác ở dạng cục	Không có	0,25	không
2	Hàm lượng bùn, bụi, sét	1,50	3,00	3

- Lấy mẫu và tiến hành thử theo tiêu chuẩn từ TCVN 7572-2006 (gồm 15 phần).

V.4.6.3. Đá dăm (cốt liệu lớn)

- Cốt liệu lớn dùng cho BT và BTCT của công trình là dăm nghiền đập từ đá thiên nhiên phải đạt tiêu chuẩn TCVN 7570-2006: Cốt liệu cho BT và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.

- Hàm lượng hạt thoi dẹt trong đá dăm không được vượt quá 15% theo khối lượng đối với BT có B>30 và 35% theo khối lượng đối với BT có B<30.

- Không gây phản ứng kiềm – Silic (thử theo TCVN 7575-14:2006).

- Lượng CL- hòa tan ≤ 0,01% khối lượng cốt liệu lớn.

- Hàm lượng bùn, bụi, sét không vượt quá giá trị quy định theo bảng sau:

Bảng 33. Hàm lượng bùn, bụi, sét cho phép trong cốt liệu lớn

Loại cốt liệu	Hàm lượng bùn, bụi sét, % khối lượng, không lớn hơn
B>300	1,0
15 ≤ B ≤ 30	2,0
B<15	3,0

- Lấy mẫu và tiến hành thử theo tiêu chuẩn từ TCVN 7572-2006 (gồm 15 phần).

V.4.6.4. Nước trộn bê tông

- Nước dùng để trộn và bảo dưỡng BT phải đạt yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 4506-2012: Nước trộn BT và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.

- Độ PH từ 6,5 ÷ 12,5.

- Hàm lượng CL- ≤ 500mg/l.

- Không dùng nước thải của các nhà máy, nước bẩn từ nước sinh hoạt, nước ao hồ có lẫn chất dầu mỡ, dầu thực vật, đường, axit... hay quá đục để trộn và dưỡng hồ BT, vữa.

V.4.7. Vật liệu bê tông nhựa

V.4.7.1. Vật liệu bê tông nhựa chặt thông thường

a. Yêu cầu về cấp phối cốt liệu của BTNC

- Giới hạn về thành phần cấp phối hỗn hợp cốt liệu (thí nghiệm theo AASHTO T 27), chiều dày và phạm vi áp dụng phù hợp của BTNC được quy định trong Bảng sau:

Bảng 34. Cấp phối hỗn hợp cốt liệu, chiều dày hợp lý và phạm vi áp dụng phù hợp của các loại BTNC

Chỉ tiêu	Loại BTNC					
	BTNC 4,75	BTNC 9,5	BTNC 12,5	BTNC 16	BTNC 19	BTNC 25
1. Cỡ hạt lớn nhất danh định, mm	4,75	9,5	12,5	16	19	25
2. Cỡ sàng mắt vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, % khối lượng					
31,5	-	-	-	-	-	100
25	-	-	-	-	100	90÷100
19	-	-	-	100	90÷100	75÷90
16	-	-	100	90÷100	78÷92	65÷83
12,5	-	100	90÷100	76÷92	62÷78	55÷74
9,5	100	90÷100	68÷85	60÷80	50÷72	45÷65
4,75	90÷100	45÷75	38÷68	34÷62	26÷56	24÷52
2,36	55÷75	30÷58	24÷50	20÷48	16÷44	16÷42
1,18	35÷55	20÷44	15÷38	13÷36	12÷33	12÷33
0,600	20÷40	13÷32	10÷28	9÷26	8÷24	8÷24
0,300	12÷28	9÷23	7÷20	7÷18	5÷17	5÷17
0,150	7÷18	6÷16	5÷15	5÷14	4÷13	4÷13
0,075	5÷10	4÷8	4÷8	4÷8	3÷7	3÷7
3. Chiều dày hợp lý (sau khi đầm nén), cm	3÷5	4÷5	5÷7	5÷7	6÷8	8÷12
4. Phạm vi áp	Via hè; làn	Lớp mặt	Lớp mặt	Lớp mặt	Lớp mặt	Lớp mặt

dụng phù hợp	dành cho xe đập, xe thô sơ; làm lớp bù vênh mỏng	trên	trên	trên; lớp mặt giữa của tầng mặt có 3 lớp	dưới của tầng mặt có 2 lớp; lớp mặt giữa của tầng mặt có 3 lớp	dưới cùng của tầng mặt có 3 lớp; lớp móng trên của tầng móng
Trong kết cấu áo đường đường ô tô, các lớp BTNC trong tầng mặt được bố trí theo nguyên tắc cỡ hạt danh định của các lớp tầng dần từ trên xuống dưới.						

- Tùy theo lượng phân trăm lọt qua cỡ sàng không chế chính, mỗi loại BTNC được phân thành loại cấp phối thô và loại cấp phối mịn như trong Bảng sau.

Bảng 35. Phân loại BTNC theo loại cấp phối thô và cấp phối mịn

TT	Loại BTNC	Cỡ sàng (vuông) không chế, mm	Lượng lọt qua cỡ sàng không chế, %	
			Cấp phối thô	Cấp phối mịn
1	BTNC 9,5	2,36	< 45 %	≥ 45 %
2	BTNC 12,5	2,36	< 40 %	≥ 40 %
3	BTNC 16	2,36	< 38 %	≥ 38 %
4	BTNC 19	4,75	< 45 %	≥ 45 %
5	BTNC 25	4,75	< 40 %	≥ 40 %
Để hạn chế phát sinh lún vệt bánh xe (đặc biệt là lún vệt bánh xe sớm), BTNC làm lớp mặt trên cùng nên sử dụng hỗn hợp cấp phối thô, nhất là đối với các tuyến đường cao tốc và đường ô tô từ cấp III (theo TCVN 4054) trở lên.				

Lưu ý : Do đặc thù khai thác tại cảng nên lớp BTNC 19 sử dụng làm lớp mặt dưới sử dụng cấp phối thô.

- Cấp phối hỗn hợp cốt liệu của BTNC khi thiết kế phải nằm trong giới hạn cấp phối quy định trong Bảng 1 TCVN 13567-1:2022. Nếu thiết kế hỗn hợp cấp phối thô thì còn phải thỏa mãn điều kiện không chế trong Bảng 2 TCVN 13567-1:2022.

- Để tăng cường độ chống cắt trượt và tính ổn định nhiệt cho BTNC, nên thiết kế đường cong cấp phối hỗn hợp cốt liệu thô thỏa mãn các quy định nói trên là một đường cong liên tục có dạng chữ S với nhánh trên gần sát giới hạn trên và nhánh dưới nằm gần với giới hạn dưới của đường bao cấp phối quy định trong Bảng 1 TCVN 13567-1:2022 nhằm giảm tỷ lệ các cỡ hạt ≤ 0,6 mm, còn nhánh giữa của chữ S được thiết kế có độ dốc lớn nhằm tăng tỷ lệ các cỡ hạt trung gian (từ 4,75 mm đến 9,5 mm và từ 9,5 mm đến 12,5mm).

b. Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu đối với hỗn hợp BTNC

- Hàm lượng nhựa đường tối ưu của BTNC được chọn trên cơ sở thiết kế hỗn hợp theo phương pháp Marshall (theo TCVN 8820), sao cho các chỉ tiêu kỹ thuật của mẫu hỗn hợp thiết kế thoả mãn các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu trong Bảng sau:

Bảng 36. Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu với BTNC

Chỉ tiêu		Mức, ứng với từng loại BTNC						Phương pháp thử
		BTNC 4,75	BTNC 9,5	BTNC 12,5	BTNC 16	BTNC 19	BTNC 25	
1. Số chày đầm, chày		50 x 2	75 x 2				TCVN 8860-1 Mẫu trụ tròn, kích thước (DxH) mm = (101,6x63,5) mm	
2. Độ ổn định Marshall (60 °C, 40 min), kN		≥ 5,5	≥ 8,0				TCVN 8860-1 hoặc ASTM D6927	
3. Độ dẻo Marshall, mm		2 ÷ 4	1,5 ÷ 4					
4. Độ ổn định Marshall còn lại, %		≥ 80	≥ 80				TCVN 8860-12	
5. Độ rỗng dư (Va), %	Lớp mặt trên	3 ÷ 6	4 ÷ 6				TCVN 8860-9	
	Các lớp dưới	3 ÷ 6	3 ÷ 6					
6. Độ rỗng lấp đầy nhựa (VFA), %		70 ÷ 85	65 ÷ 75				TCVN 8860-11	
7. Độ rỗng cốt liệu (VMA) ứng với Va thiết kế, %	Va = 3 %	≥ 16	≥ 14	≥ 13	≥ 12,5	≥ 12	≥ 11	TCVN 8860-10
	Va = 4 %	≥ 17	≥ 15	≥ 14	≥ 13,5	≥ 13	≥ 12	
	Va = 5 %	≥ 18	≥ 16	≥ 15	≥ 14,5	≥ 14	≥ 13	
	Va = 6 %	≥ 19	≥ 17	≥ 16	≥ 15,5	≥ 15	≥ 14	
8. Tỷ lệ P0,075/Pae(1)		0,6 ÷ 1,2	0,8 ÷ 1,6				Tính toán	
9. Chỉ tiêu đánh giá khả năng kháng lún vết bánh xe, có thể sử dụng một trong hai chỉ tiêu sau : ⁽²⁾								

9a. Độ sâu vết hằn bánh xe, sau 20 000 lượt tác dụng tải, mm ⁽³⁾	-	$\leq 12,5$	AASHTO T 324
9b. Độ ổn định động, lần/mm (4)	-	≥ 1000	T 0719
(1) Không bắt buộc đối với : Đường ô tô từ cấp IV (theo TCVN 4054) trở xuống, đường giao thông nông thôn, đường đô thị cấp nội bộ. Pae xác định theo TCVN 8820. (2) Được thực hiện trong quá trình thiết kế hỗn hợp BTNC (giai đoạn thiết kế hoàn thiện, ứng với hàm lượng nhựa thiết kế). Không bắt buộc đối với: Đường ô tô từ cấp IV (theo TCVN 4054) trở xuống, đường giao thông nông thôn, đường đô thị cấp nội bộ; lớp móng trên của tầng móng đối với tất cả các loại đường, cấp đường. (3) Mẫu thử nghiệm dạng tấm được chế tạo bằng phương pháp sử dụng đầm lăn, có độ rỗng dư bằng $(7 \pm 1) \%$; thử nghiệm trong môi trường nước ở 50 °C, áp lực bánh xe thử nghiệm 0,70 MPa. (4) Mẫu thử nghiệm dạng tấm được chế tạo bằng phương pháp sử dụng đầm lăn, có độ rỗng dư bằng độ rỗng dư của hỗn hợp thiết kế; thử nghiệm trong môi trường không khí ở 60 °C.			

c. Yêu cầu đối với vật liệu dùng cho BTNC

- Cốt liệu lớn

+ Cốt liệu lớn (đá dăm) dùng cho BTNC phải là đá dăm được nghiền (xay) từ đá tảng, đá núi. Không được dùng cốt liệu nghiền từ đá mác nơ, đá sa thạch sét, đá diệp thạch sét. Không được sử dụng sỏi nghiền cho lớp mặt trên, lớp mặt dưới của đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực;

+ Cốt liệu lớn phải sạch, khô và phải có các chỉ tiêu cơ lý thỏa mãn các yêu cầu trong Bảng sau:

Bảng 37. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu lớn

Chỉ tiêu	Mức, tương ứng với loại đường, cấp đường và vị trí lớp BTNC				Phương pháp thử
	Đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực			Các cấp đường, loại đường khác	
	Lớp mặt trên	Lớp mặt dưới	Các lớp móng		
1. Cường độ nén của đá gốc, MPa					
- Đá mác ma, biến chất	≥ 100	≥ 80	≥ 80	≥ 80	TCVN 7572-

- Đá trầm tích	≥ 80	≥ 60	≥ 60	≥ 60	10 (căn cứ chứng chỉ thử nghiệm kiểm tra của nơi sản xuất cốt liệu sử dụng cho công trình)
2. Độ hao mòn khi va đập trong máy Los Angeles, %	≤ 28	≤ 30	≤ 35	≤ 35	TCVN 7572-12
3. Tỷ trọng khối	$\geq 2,6$	$\geq 2,5$	$\geq 2,5$	$\geq 2,45$	AASHTO T85
4. Độ hút nước, %	≤ 2	≤ 3	≤ 3	≤ 3	
5. Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075 mm xác định bằng phương pháp rửa, %	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	AASHTO T11
6. Hàm lượng sét cục và hạt mềm yếu, %	≤ 3	≤ 5	≤ 5	≤ 5	AASHTO T112
7. Hàm lượng hạt cuội sỏi bị đập vỡ (ít nhất là 2 mặt vỡ), %	- (1)	- (1)	≥ 80	≥ 80	TCVN 7572-18
8. Hàm lượng hạt thoi dẹt (tỷ lệ 1/3) (2), %					TCVN 7572-13
- Cửa hỗn hợp cốt liệu	≤ 15	≤ 18	≤ 20	≤ 20	
- Cửa phân hạt lớn hơn 9,5 mm	≤ 12	≤ 15	≤ 20	≤ 20	
- Cửa phân hạt nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 mm	≤ 18	≤ 20	≤ 20	≤ 20	
9. Độ góc cạnh, %	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40	TCVN 11807
10. Độ dính bám đá - nhựa đường (3), cấp	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	TCVN 7504
(1) Lớp mặt trên và lớp mặt dưới không được sử dụng sỏi nghiền. (2) Sử dụng sàng mắt vuông loại bỏ các cỡ hạt < 4,75 mm để lấy hỗn hợp cốt liệu thô đem xác định % hàm lượng hạt thoi dẹt cho cả hỗn hợp. Sau đó tách riêng phần > 9,5mm và $\leq 9,5$ mm để xác định % hạt thoi dẹt của các cỡ hạt > 9,5 mm và % hạt thoi dẹt của các cỡ hạt $\leq 9,5$ mm. (3) Thử nghiệm dùng cốt liệu thô và nhựa đường sử dụng cho dự án. Trường hợp độ dính bám đá - nhựa đường nhỏ hơn cấp 3 thì cần xem xét các giải pháp để đảm bảo độ dính bám đá - nhựa đường như sử dụng chất phụ gia tăng dính bám hoặc sử dụng nguồn cốt liệu khác; việc sử dụng giải pháp nào là do Chủ đầu tư quyết định.					

- Cốt liệu nhỏ

+ Cốt liệu nhỏ (cát) có thể là cát tự nhiên, cát nghiền (cát xay) hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền; lượng cát tự nhiên sử dụng không quá 20 % tổng khối lượng hỗn hợp cốt liệu; đối với đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực thì nên sử dụng nhiều cát nghiền.

+ Cát tự nhiên không được lẫn tạp chất hữu cơ (gỗ, than, ...), không được lẫn bùn bẩn. Nếu cát bẩn thì phải rửa sạch mới được dùng.

+ Cát nghiền phải được nghiền từ đá có cường độ nén không nhỏ hơn cường độ nén của đá dùng để sản xuất ra đá dăm.

+ Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu nhỏ phải thỏa mãn các yêu cầu quy định tại Bảng sau:

Bảng 38. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ

Chỉ tiêu	Mức, tương ứng với loại đường, cấp đường		Phương pháp thử
	Đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực	Các cấp đường, loại đường khác; lớp móng của tất cả các cấp đường, loại đường	
1. Mô đun độ lớn	≥ 2	≥ 2	AASHTO T27
2. Độ góc cạnh, %	≥ 45	≥ 40	TCVN 8860-7
3. Tỷ trọng khối	$\geq 2,5$	$\geq 2,45$	AASHTO T84
4. Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075 mm xác định bằng phương pháp rửa, %	≤ 3	≤ 5	AASHTO T11
5. Giá trị đương lượng cát (SE), %	≥ 60	≥ 50	AASHTO T176

+ Cát tự nhiên nên có thành phần cấp phối như trong Bảng sau:

Bảng 39. Thành phần cấp phối cát tự nhiên

Cỡ sàng vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
9,5	100	100
4,75	90 ÷ 100	90 ÷ 100
2,36	65 ÷ 95	75 ÷ 90

1,18	$35 \div 65$	$50 \div 90$
0,6	$15 \div 30$	$30 \div 60$
0,3	$5 \div 20$	$8 \div 30$
0,15	$0 \div 10$	$0 \div 10$
0,075	$0 \div 5$	$0 \div 5$

+ Cát nghiền nên có thành phần cấp phối như trong Bảng sau :

Bảng 40. Thành phần cấp phối cát nghiền

Cỡ sàng vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
9,5	100	-
4,75	$90 \div 100$	100
2,36	$60 \div 90$	$80 \div 100$
1,18	$40 \div 75$	$50 \div 80$
0,6	$20 \div 55$	$25 \div 60$
0,3	$7 \div 40$	$8 \div 45$
0,15	$2 \div 20$	$0 \div 25$
0,075	$0 \div 10$	$0 \div 15$

Lưu ý: Trong trường hợp hỗn hợp BTNC sử dụng đồng thời 2 loại cốt liệu nhỏ là cát nghiền và cát tự nhiên thì từng loại cốt liệu nhỏ này đều phải thỏa mãn các yêu cầu nêu trên và phải được đưa lên trạm trộn từ 2 phễu nguội (Cold Bin) khác nhau. Trong trường hợp hỗn hợp BTNC sử dụng cốt liệu nhỏ là hỗn hợp gồm cát nghiền và cát tự nhiên đã được trộn sẵn với nhau thì hỗn hợp cốt liệu nhỏ này phải thỏa mãn các yêu cầu quy định đối với cát tự nhiên.

- Bột khoáng

+ Bột khoáng là sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát (đá vôi can-xít, đô-lô-mit), có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40MPa, từ xỉ lò cao hoặc là xi măng.

+ Đá các-bô-nát dùng sản xuất bột khoáng phải sạch, không lẫn các tạp chất hữu cơ, hàm lượng chung bụi bùn sét không quá 5%.

+ Bột khoáng phải khô, tươi, không được vón hòn.

+ Các chỉ tiêu cơ lý của bột khoáng phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Bảng sau:

Bảng 41. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với bột khoáng

Chỉ tiêu	Mức, tương ứng với loại đường, cấp đường		Phương pháp thử
	Đường ô tô cao tốc, đường ô tô từ cấp III trở lên, đường đô thị cấp đô thị và cấp khu vực	Các cấp đường, loại đường khác; lớp móng của tất cả các cấp đường, loại đường	
1. Khối lượng riêng, T/m ³	≥ 2,50	≥ 2,45	TCVN 8735
2. Thành phần hạt (lượng lọt sàng qua các cỡ sàng mắt vuông), %			TCVN 12884-2
0,600 mm	100	100	
0,150 mm	90 ÷ 100	90 ÷ 100	
0,075 mm	75 ÷ 100	70 ÷ 100	
3. Độ ẩm, %	≤ 1,0	≤ 1,0	TCVN 12884-2
4. Chỉ số dẻo của bột khoáng nghiền từ đá các bô nát (1), %	≤ 4,0	≤ 4,0	TCVN 4197
5. Hệ số thích nước	≤ 0,8	≤ 1,0	TCVN 12884-2
(1) Sử dụng phần bột khoáng lọt qua sàng lưới mắt vuông kích cỡ 0,425 mm để thử nghiệm giới hạn chảy, giới hạn dẻo; giới hạn chảy thử nghiệm theo phương pháp Casagrande.			

+ Có thể dùng bột khoáng thu hồi từ trạm trộn cho hỗn hợp BTNC làm các lớp mặt của đường ô tô từ cấp IV trở xuống, đường giao thông nông thôn, đường đô thị cấp nội bộ và lớp móng của tất cả các cấp đường, loại đường với lượng dùng không quá 25 % tổng khối lượng bột khoáng yêu cầu khi thiết kế thành phần hỗn hợp BTNC. Việc cho phép sử dụng bột khoáng thu hồi để sản xuất hỗn hợp BTNC do Chủ đầu tư quyết định. Bột khoáng thu hồi phải thỏa mãn các chỉ tiêu quy định trong Bảng 8 TCVN 13567-1:2022.

- Nhựa đường

+ Nhựa đường dùng cho BTNC là loại nhựa đường gốc dầu mỏ thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật quy định tại Phụ lục A TCVN 13567-1:2022.

+ Có thể tham khảo lựa chọn loại, cấp nhựa đường tại Phụ lục B. Dùng loại, cấp nhựa đường nào do Chủ đầu tư quy định.

- Phụ gia

+ Có thể sử dụng phụ gia cho hỗn hợp BTNC trong một số trường hợp sau: Muốn cải thiện một hoặc một số tính chất của nhựa đường (ví dụ độ dính bám đá - nhựa, độ nhớt của nhựa, ...), và/hoặc muốn cải thiện một hoặc một số chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp BTNC, và/hoặc tính năng khai thác, tuổi thọ của lớp mặt đường BTNC.

+ Tùy theo mục đích sử dụng và thực tế dự án để lựa chọn loại phụ gia cho phù hợp; sử dụng loại phụ gia nào do Chủ đầu tư quyết định; liều lượng sử dụng xác định trong quá trình thiết kế hỗn hợp BTNC (có thử nghiệm so sánh với trường hợp không sử dụng phụ gia).

+ Phụ gia dùng cho hỗn hợp BTNC có thể ở dạng lỏng, dạng bột, dạng hạt, dạng mảnh, dạng sợi. Tùy theo từng loại mà có thể được trộn với hỗn hợp BTNC theo một trong hai phương pháp sau:

- Phương pháp trộn ướt (Wet Process): Phụ gia được định lượng sau đó trộn với nhựa đường ngay ở trạm trộn BTNC ở nhiệt độ và tốc độ khuấy trộn nhất định. Sau đó nhựa đường đã trộn phụ gia được bơm lên thùng trộn, để trộn với hỗn hợp cốt liệu.

- Phương pháp trộn khô (Dry Process): Phụ gia được định lượng sau đó được đưa lên thùng trộn, trộn với hỗn hợp cốt liệu đã được sấy nóng, sau đó hỗn hợp cốt liệu đã trộn phụ gia tiếp tục được trộn với nhựa đường để tạo thành hỗn hợp BTNC.

+ Nguyên tắc sử dụng phụ gia

- Hỗn hợp BTNC sử dụng phụ gia được thiết kế, sản xuất, thi công, kiểm tra, nghiệm thu theo quy định trong tiêu chuẩn này và hướng dẫn của đơn vị cung ứng phụ gia.

- Việc sử dụng phụ gia phải đảm bảo mục tiêu như quy định tại 5.5.1 TCVN 13567-1:2022. Phụ gia phải đảm bảo an toàn cho môi trường, an toàn lao động. Đơn vị cung ứng phụ gia phải chịu trách nhiệm pháp lý về chất lượng phụ gia theo quy định hiện hành.

V.4.7.2. Vật liệu bê tông nhựa chặt polyme

a. Yêu cầu về cấp phối cốt liệu của BTNCP

- Giới hạn về thành phần cấp phối hỗn hợp cốt liệu (thí nghiệm theo AASHTO T27), chiều dày và phạm vi sử dụng của BTNCP được quy định trong Bảng sau:

Bảng 42. Cấp phối hỗn hợp cốt liệu, chiều dày và phạm vi áp dụng của các loại BTNCP

Chỉ tiêu	Loại BTNCP				
	BTNCP 9,5	BTNCP 12,5	BTNCP 16	BTNCP 19	BTNCP 25
1. Cỡ hạt lớn nhất danh định, mm	9,5	12,5	16	19	25
2. Cỡ sàng mắt vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, % khối lượng				
31,5					100
25	-	-	-	100	90÷100
19	-	-	100	90÷100	75÷90
16	-	100	90÷100	78÷92	65÷83
12,5	100	90÷100	76÷92	62÷78	55÷74
9,5	90÷100	68÷85	60÷80	50÷72	45÷65
4,75	45÷75	38÷68	34÷62	26÷56	24÷52
2,36	30÷58	24÷50	20÷48	16÷44	16÷42
1,18	20÷44	15÷38	13÷36	12÷33	12÷33
0,600	13÷32	10÷28	9÷26	8÷24	8÷24
0,300	9÷23	7÷20	7÷18	5÷17	5÷17
0,150	6÷16	5÷15	5÷14	4÷13	4÷13
0,075	4÷8	4÷8	4÷8	3÷7	3÷7
3. Chiều dày hợp lý (sau khi đầm nén), cm	4÷5	5÷7	5÷7	6÷8	8÷12
4. Phạm vi áp dụng phù hợp	Lớp mặt trên	Lớp mặt trên	Lớp mặt trên; lớp mặt giữa của tầng mặt có 3 lớp	Lớp mặt dưới của tầng mặt có 2 lớp; lớp mặt giữa của tầng mặt có 3 lớp	Lớp mặt dưới cùng của tầng mặt có 3 lớp.

- Tùy theo lượng phần trăm lọt qua cỡ sàng không chế, mỗi loại BTNCP được phân thành loại cấp phối thô và loại cấp phối mịn như trong Bảng sau:

Bảng 43. Phân loại BTNCP theo loại cấp phối thô và cấp phối mịn

TT	Loại BTNCP	Cỡ sàng (vuông) không chế, mm	Lượng lọt qua cỡ sàng không chế, %	
			Cấp phối thô	Cấp phối mịn
1	BTNCP 9,5	2,36	< 45 %	≥ 45 %
2	BTNCP 12,5	2,36	< 40 %	≥ 40 %
3	BTNCP 16	2,36	< 38 %	≥ 38 %
4	BTNCP 19	4,75	< 45 %	≥ 45 %
5	BTNCP 25	4,75	< 40 %	≥ 40 %

Đề hạn chế phát sinh lún vệt bánh xe (đặc biệt là lún vệt bánh xe sớm), BTNCP làm lớp mặt trên cùng nên sử dụng hỗn hợp cấp phối thô, nhất là đối với các tuyến đường cao tốc và đường ô tô từ cấp III (theo TCVN 4054) trở lên.

Lưu ý : Lớp BTNCP 12.5 sử dụng làm lớp mặt trên sử dụng cấp phối thô.

- Cấp phối hỗn hợp cốt liệu của BTNCP khi thiết kế phải nằm trong giới hạn cấp phối quy định trong Bảng 1 TCVN 13567-2:2022. Nếu thiết kế hỗn hợp cấp phối thô thì còn phải thỏa mãn điều kiện không chế trong Bảng 2 TCVN 13567-2:2022.

- Lưu ý: Để tăng cường độ chống cắt trượt và tính ổn định nhiệt cho BTNCP, nên thiết kế đường cong cấp phối hỗn hợp cốt liệu thô thỏa mãn các quy định nói trên là một đường cong liên tục có dạng chữ S với nhánh trên gần nằm sát giới hạn trên và nhánh dưới nằm gần với giới hạn dưới của đường bao cấp phối quy định trong Bảng 1 TCVN 13567-2:2022 nhằm giảm tỷ lệ các cỡ hạt $\leq 0,6$ mm, còn nhánh giữa của chữ S được thiết kế có độ dốc lớn nhằm tăng tỷ lệ các cỡ hạt trung gian (từ 4,75 mm đến 9,5 mm và từ 9,5 mm đến 12,5mm).

b. Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu đối với hỗn hợp BTNCP

- Hàm lượng nhựa đường tối ưu của BTNCP được chọn trên cơ sở thiết kế hỗn hợp theo phương pháp Marshall (theo TCVN 8820), sao cho các chỉ tiêu kỹ thuật của mẫu hỗn hợp thiết kế thỏa mãn các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu trong Bảng sau:

Bảng 44. Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu với BTNCP

Chỉ tiêu	Mức, ứng với từng loại BTNCP					Phương pháp thử
	BTNCP 9,5	BTNCP 12,5	BTNCP 16	BTNCP 19	BTNCP 25	
1. Số chày đầm, chày	75 x 2					TCVN 8860-1 Mẫu trụ tròn, kích thước (DxH) mm =

							(101,6x63,5) mm
2. Độ ổn định Marshall (60 °C, 40 min), kN							TCVN 8860-1 hoặc ASTM D6927
- Lớp mặt trên							
- Lớp mặt dưới				≥ 10			
3. Độ dẻo Marshall, mm				$3 \div 6$			
4. Độ ổn Marshall định còn lại, %				≥ 85			TCVN 8860-12
5. Độ rỗng dư (Va), %	Lớp mặt trên			$4 \div 6$			TCVN 8860-9
	Các lớp dưới			$3 \div 6$			
6. Độ rỗng lấp đầy nhựa (VFA), %		70 ÷ 80		$65 \div 75$			TCVN 8860-11
7. Độ rỗng cốt liệu (VMA) ứng với Va thiết kế, %	Va = 3 %	≥ 14	≥ 13	$\geq 12,5$	≥ 12	≥ 11	TCVN 8860-10
	Va = 4 %	≥ 15	≥ 14	$\geq 13,5$	≥ 13	≥ 12	
	Va = 5 %	≥ 16	≥ 15	$\geq 14,5$	≥ 14	≥ 13	
	Va = 6 %	≥ 17	≥ 16	$\geq 15,5$	≥ 15	≥ 14	
8. Tỷ lệ P0,075 /Pae (1)				$0,8 \div 1,6$			Tính toán
9. Chỉ tiêu đánh giá khả năng kháng lún vệt bánh xe, có thể sử dụng một trong hai chỉ tiêu sau : ⁽²⁾							
9a. Độ sâu vệt hằn bánh xe, sau 40 000 lượt tác dụng tải, mm ⁽³⁾				≤ 10			AASHTO T 324
9b. Độ ổn định động, lần/mm ⁽⁴⁾				≥ 2800			T 0719
(1) Không bắt buộc đối với : Đường ô tô từ cấp IV (theo TCVN 4054) trở xuống. Pae xác định theo TCVN 8820. (2) Được thực hiện trong quá trình thiết kế hỗn hợp BTNCP (giai đoạn thiết kế hoàn thiện, ứng với hàm lượng nhựa thiết kế). Không bắt buộc đối với đường ô tô từ cấp IV (theo TCVN 4054) trở xuống. (3) Mẫu thử nghiệm dạng tấm được chế tạo bằng phương pháp sử dụng đầm lăn, có độ rỗng dư bằng $(7 \pm 1) \%$; thử nghiệm trong môi trường nước ở 60 °C, áp lực bánh xe thử nghiệm 0,70 MPa.							

(4) Mẫu thử nghiệm dạng tấm được chế tạo bằng phương pháp sử dụng đầm lăn, có độ rỗng dư bằng độ rỗng dư của hỗn hợp thiết kế; thử nghiệm trong môi trường không khí ở 60 °C.

c. Yêu cầu đối với vật liệu dùng cho BTNCP

- Cốt liệu lớn (đá dăm)

+ Cốt liệu lớn dùng cho BTNCP phải là đá dăm được nghiền (xay) từ đá tảng, đá núi. Không được dùng cốt liệu nghiền từ đá mác nơ, đá sa thạch sét, đá diệp thạch sét.

+ Cốt liệu lớn phải sạch, khô và phải có các chỉ tiêu cơ lý thỏa mãn các yêu cầu trong Bảng sau:

Bảng 45. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu lớn

Chỉ tiêu	Mức, tương ứng với vị trí lớp BTNCP trong kết cấu áo đường		Phương pháp thử
	Lớp mặt trên	Các lớp mặt dưới	
1. Cường độ nén của đá gốc, MPa			TCVN 7572-10 (căn cứ chứng chỉ thí nghiệm kiểm tra của nơi sản xuất đá dăm sử dụng cho công trình)
- Đá mác ma, biến chất	≥ 100	≥ 80	
- Đá trầm tích	≥ 80	≥ 60	
2. Độ hao mòn khi va đập trong máy Los Angeles, %	≤ 28	≤ 30	TCVN 7572-12
3. Tỷ trọng khối	$\geq 2,6$	$\geq 2,5$	AASHTO T85
4. Độ hút nước, %	≤ 2	≤ 3	
5. Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075 mm xác định bằng phương pháp rửa, %	≤ 2	≤ 2	AASHTO T11
6. Hàm lượng sét cục và hạt mềm yếu, %	≤ 3	≤ 5	AASHTO T112
7. Hàm lượng hạt thoi dẹt (tỷ lệ 1/3) (1), %			TCVN 7572-13
- Cửa hỗn hợp cốt liệu	≤ 15	≤ 18	
- Cửa phân hạt lớn hơn 9,5 mm	≤ 12	≤ 15	
- Cửa phân hạt nhỏ hơn 9,5 mm	≤ 18	≤ 20	
8. Độ góc cạnh, %	≥ 40	≥ 40	TCVN 11807

10. Độ dính bám đá - nhựa đường polyme (2), cấp	≥ 4	≥ 4	TCVN 7504
(1) Sử dụng sàng mắt vuông loại bỏ các cỡ hạt $< 4,75$ mm để lấy hỗn hợp cốt liệu thô đem xác định % hàm lượng hạt toai dẹt cho cả hỗn hợp. Sau đó tách riêng phần $> 9,5$mm và $\leq 9,5$ mm để xác định % hạt toai dẹt của các cỡ hạt $> 9,5$ mm và % hạt toai dẹt của các cỡ hạt $\leq 9,5$ mm. (2) Thử nghiệm dùng cốt liệu thô và nhựa đường polyme sử dụng cho dự án. Trường hợp độ dính bám đá - nhựa nhỏ hơn cấp 4 thì cần xem xét các giải pháp để đảm bảo độ dính bám đá - nhựa như sử dụng chất phụ gia tăng dính bám hoặc sử dụng nguồn cốt liệu khác; việc sử dụng giải pháp nào là do Chủ đầu tư quyết định.			

- Cốt liệu nhỏ (cát)

+ Cốt liệu nhỏ có thể là cát tự nhiên, cát nghiền (cát xay) hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền; lượng cát tự nhiên sử dụng không nên quá 10 % tổng khối lượng hỗn hợp cốt liệu.

+ Cát tự nhiên không được lẫn tạp chất hữu cơ (gỗ, than, ...), không được lẫn bùn bả. Nếu cát bả thì phải phải rửa sạch mới được dùng.

+ Cát nghiền phải được nghiền từ đá có cường độ nén không nhỏ hơn cường độ nén của đá dùng để sản xuất ra đá dăm.

+ Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu nhỏ phải thỏa mãn các yêu cầu quy định tại Bảng sau:

Bảng 46. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ

Chỉ tiêu	Mức	Phương pháp thử
1. Mô đun độ lớn	≥ 2	AASHTO T27
2. Độ góc cạnh, %	≥ 45	TCVN 8860-7
3. Tỷ trọng khối	$\geq 2,5$	AASHTO T84
4. Hàm lượng vật liệu nhỏ hơn 0,075 mm xác định bằng phương pháp rửa, %	≤ 3	AASHTO T11
5. Giá trị đương lượng cát (SE), %	≥ 60	AASHTO T176

+ Cát tự nhiên nên có thành phần cấp phối như trong Bảng sau:

Bảng 47. Thành phần cấp phối cát tự nhiên

Cỡ sàng vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
9,5	100	100
4,75	90 ÷ 100	90 ÷ 100
2,36	65 ÷ 95	75 ÷ 90

1,18	35 ÷ 65	50 ÷ 90
0,6	15 ÷ 30	30 ÷ 60
0,3	5 ÷ 20	8 ÷ 30
0,15	0 ÷ 10	0 ÷ 10
0,075	0 ÷ 5	0 ÷ 5

+ Cát nghiền nên có thành phần cấp phối như trong Bảng sau:

Bảng 48. Thành phần cấp phối cát nghiền

Cỡ sàng vuông, mm	Lượng lọt qua sàng, %	
	Cát hạt lớn	Cát hạt vừa
9,5	100	-
4,75	90 ÷ 100	100
2,36	60 ÷ 90	80 ÷ 100
1,18	40 ÷ 75	50 ÷ 80
0,6	20 ÷ 55	25 ÷ 60
0,3	7 ÷ 40	8 ÷ 45
0,15	2 ÷ 20	0 ÷ 25
0,075	0 ÷ 10	0 ÷ 15

Lưu ý: Trong trường hợp hỗn hợp BTNCP sử dụng đồng thời 2 loại cốt liệu nhỏ là cát nghiền và cát tự nhiên thì từng loại cốt liệu nhỏ này đều phải thỏa mãn các yêu cầu nêu trên và phải được đưa lên trạm trộn từ 2 bể nguội (Cold Bin) khác nhau.

- Bột khoáng

+ Bột khoáng là sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát (đá vôi can-xít, đô-lô-mit), có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xi lò cao hoặc là xi măng.

+ Đá các-bô-nát dùng sản xuất bột khoáng phải sạch, không lẫn các tạp chất hữu cơ, hàm lượng chung bụi bùn sét không quá 5 %.

+ Bột khoáng phải khô, to, không được vón hòn.

+ Các chỉ tiêu cơ lý của bột khoáng phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Bảng sau:

Bảng 49. Các chỉ tiêu yêu cầu đối với bột khoáng

Chỉ tiêu	Mức	Phương pháp thử
1. Khối lượng riêng, T/m ³	≥ 2,50	TCVN 8735
2. Thành phần hạt (lượng lọt sàng qua các cỡ sàng mắt vuông), %		TCVN 12884-2

0,600 mm	100	
0,150 mm	$90 \div 100$	
0,075 mm	$75 \div 100$	
3. Độ ẩm, %	$\leq 1,0$	TCVN 12884-2
4. Chỉ số dẻo của bột khoáng nghiền từ đá các-bô-nát (1), %	$\leq 4,0$	TCVN 4197
5. Hệ số thích nước	$\leq 0,8$	TCVN 12884-2
(1) Xác định giới hạn chảy theo phương pháp Casagrande. Sử dụng phần bột khoáng lọt qua sàng lưới mắt vuông kích cỡ 0,425 mm để thử nghiệm giới hạn chảy, giới hạn dẻo.		

+ Không được dùng bột khoáng thu hồi từ trạm trộn để sản xuất hỗn hợp BTNCP.

- Nhựa đường polyme

+ Nhựa đường polyme sử dụng cho BTNCP thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật quy định tại TCVN 11193:2021.

+ Có thể tham khảo lựa chọn mức nhựa đường polyme theo Phụ lục B của TCVN 13567-1:2022; dùng cấp nhựa nào do Chủ đầu tư quy định.

+ Trường hợp sử dụng BTNCP cho kết cấu mặt đường sân bay tại các vị trí có yêu cầu kháng dầu, thì phải sử dụng nhựa đường polyme kháng dầu có chỉ tiêu kỹ thuật thỏa mãn yêu cầu kháng dầu theo quy định.

- Phụ gia: Theo 5.5 của TCVN 13567-1:2022.

V.4.8. Vật liệu sơn

- Vật liệu kẻ đường nhiệt dẻo phải là tổ hợp đồng đều từ bột màu, chất độn, nhựa và các hạt bi thủy tinh phản quang. Khi đun nóng đến nhiệt độ gia công, vật liệu không được nhả ra khói độc hay có hại tới người và tài sản. Các hạt màu và chất độn cần phân tán đều trong nhựa. Vật liệu không được chứa bụi và các vật thể lạ.

- Vạch kẻ đường nhiệt dẻo phản quang được thi công tại các bề mặt đường bộ dưới trạng thái nóng chảy thông qua các phương tiện máy móc có ứng dụng rắc hạt thủy tinh bề mặt theo tỉ lệ quy định của người mua hoặc của nhà sản xuất. Khi nguội đến nhiệt độ trên bề mặt đường, vật liệu kẻ đường nhiệt dẻo sẽ tạo ra vạch kẻ phản quang có màu sắc, độ dày và bề rộng như quy định, có khả năng chống biến dạng dưới tác động của lưu lượng giao thông.

- Vật liệu kẻ đường nhiệt dẻo thường có hai màu trắng và vàng.

- Nhựa phải là nhựa gốc akyl hoặc hydrocarbon hoặc gốc polyme nhiệt dẻo theo yêu cầu của người mua.

- Nhà cung cấp phải đưa ra lựa chọn trong việc tạo công thức pha chế cho vật liệu tuân thủ theo bảng thông số kỹ thuật của mình sao cho phù hợp với quy định về thành phần vật liệu theo tiêu chuẩn BS (Loại B-TCVN 8791:2018) hoặc tiêu chuẩn AASHTO (Loại A-TCVN 8791:2018) đưa ra tại mục 4.2 của TCVN 8791:2018. Tuy nhiên, các đặc tính lý hóa nêu trong bảng thông số kỹ thuật đưa ra tại mục 4.3 của TCVN 8791:2018 phải được tuân thủ bất kể công thức nào được sử dụng.

- Bi thủy tinh (Trộn lẫn trong sơn) - Các bi này phải không có lớp phủ bên ngoài và tuân thủ tiêu chuẩn quy định cho hạt bi thủy tinh phản quang thông thường và hạt phản quang trong điều kiện ẩm ướt Element đưa ra tại mục 4.2 của TCVN 8791:2018.

- Bột màu vàng không được chứa chì hoặc hỗn hợp crôm -chì.

- Sơn định vị gờ kê tuân thủ theo tiêu chuẩn TCVN 8787 :2011 Sơn tính hiệu giao thông vạch đường hệ dung môi - yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.

V.4.9. Các vật liệu khác

Ngoài các vật liệu được qui định như trên, trong công trình có sử dụng các loại vật liệu khác... Bất kỳ loại vật liệu nào mà Nhà thầu đưa vào sử dụng do thiết kế chưa qui định hoặc vật liệu không tuân thủ theo quy định đã nêu phải được sự chấp thuận của Chủ đầu tư và đơn vị Thiết kế.

VI. CÁC QUY ĐỊNH VỀ KHAI THÁC VÀ QUY ĐỊNH BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH

VI.1. Quy định về khai thác

- Loại đường thiết kế: Đường nội bộ trong cảng.
- Phạm vi bãi nâng cấp được thiết kế theo tải trọng khai thác như sau:
 - + Xe chở container 40 feet có hàng di chuyển.
 - + Cầu bánh lốp RTG 6+1 có hàng di chuyển.
 - + Container có hàng xếp 06 chồng tương đương tải phân bố đều 7T/m².
- Tốc độ xe lưu thông trong đường bãi không lớn hơn 20km/giờ.
- Phạm vi xếp container phải tuân thủ theo quy hoạch.
- Các khu vực bãi phải gắn bảng hiệu chuyên ngành hướng dẫn lưu thông trong bãi và các bảng hiệu hạn chế tốc độ.

VI.2. Quy định về bảo trì công trình

Trong quá trình khai thác công trình phải tiến hành công tác bảo trì công trình theo các qui định sau:

- Thông tư số 37/2018/TT-BGTVT ngày 07/06/2018 của Bộ Giao Thông Vận Tải về việc Quy định quản lý, vận hành khai thác và bảo trì công trình đường bộ.
- Kết cấu BT và BTCT - Hướng dẫn công tác bảo trì - TCVN 9343:2012.

- Tiêu chuẩn kỹ thuật bảo dưỡng thường xuyên đường bộ TCCS 07:2013/TCĐBVN.

VI.2.1. Công tác quản lý đường bãi

- Lập hồ sơ quản lý bao gồm các tài liệu trích dẫn từ hồ sơ hoàn công như bình đồ khu vực, mặt cắt ngang, mặt cắt địa chất, hồ sơ đền bù giải phóng mặt bằng, hồ sơ cấp phép thi công; Cập nhật số liệu về đếm xe (lưu lượng, tải trọng xe); Cập nhật kết quả các đợt kiểm tra, các dự án sửa chữa định kỳ, sửa chữa đột xuất.

- Thực hiện quản lý tải trọng, khổ giới hạn xe; kiểm tra tải trọng xe và xử lý theo quy định; phân tích đánh giá tác động do hoạt động của xe quá khổ, quá tải đến sự bền vững công trình.

VI.2.2. Nội dung bảo trì đường bãi

- Sau khi xây dựng xong công trình, cần tiến hành ngay việc kiểm tra ban đầu để phát hiện các dấu hiệu khuyết tật làm ảnh hưởng xấu đến khả năng khai thác của công trình. Các khuyết tật (nếu có) được khắc phục ngay trước khi đưa công trình vào sử dụng.

- Việc kiểm tra, xác định cơ chế xuống cấp, đánh giá mức độ hư hỏng và đề ra giải pháp sửa chữa công trình phải do các đơn vị Tư vấn chuyên ngành có năng lực phù hợp thực hiện. Các giải pháp sửa chữa cần được xác định trên cơ sở các số liệu kiểm tra trước đó và có sử dụng bản vẽ thiết kế, bản vẽ hoàn công, các kết quả kiểm tra chất lượng, vật liệu đã sử dụng, các biên bản và sổ nhật ký thi công công trình.

- Mọi diễn biến của công tác bảo trì cần được ghi chép và lưu giữ để sử dụng lâu dài. Cơ quan quản lý và khai thác công trình sẽ lưu giữ hồ sơ bảo trì bao gồm: các biên bản kiểm tra, các ghi chép cùng các bản vẽ và các tài liệu kỹ thuật khác liên quan đến việc bảo trì.

- Trong suốt thời gian khai thác công trình, công tác bảo trì cần được duy trì theo các nội dung sau: Bảo dưỡng thường xuyên; Sửa chữa đột xuất và sửa chữa định kỳ.

VI.2.2.1. Bảo trì thường xuyên

Bảo dưỡng thường xuyên là công việc hàng ngày, hàng tháng, hàng quý nhằm theo dõi tình trạng công trình, đưa ra giải pháp ngăn chặn hư hỏng, sửa chữa kịp thời những hư hỏng nhỏ ảnh hưởng đến chất lượng công trình, duy trì tình trạng làm việc bình thường của công trình để bảo đảm an toàn và thuận tiện trong khai thác.

VI.2.2.2. Sửa chữa đột xuất

Công tác sửa chữa đột xuất là sửa chữa các sự cố hư hỏng công trình không định trước do thiên tai lụt, bão hoặc các sự cố bất thường khác gây ra. Đơn vị khai thác trực tiếp phải chủ động lập phương án, khẩn trương huy động mọi lực lượng về nhân lực, thiết bị, vật tư để tổ chức sửa chữa, đảm bảo khai thác.

Sửa chữa đột xuất được chia làm hai bước như sau:

- Bước 1: Thực hiện sửa chữa khôi phục công trình khẩn cấp, đảm bảo khai thác nhanh nhất và hạn chế thiệt hại công trình.

- Bước 2: Xử lý tiếp theo Bước 1, nhằm khôi phục công trình theo quy mô, tiêu chuẩn kỹ thuật như trước khi xảy ra sự cố.

VI.2.2.3. Bảo trì định kỳ

Công tác sửa chữa định kỳ là công tác sửa chữa hư hỏng của công trình theo thời hạn qui định, kết hợp khắc phục một số khuyết tật của đường bãi xuất hiện trong quá trình khai thác, nhằm khôi phục tình trạng kỹ thuật ban đầu và cải thiện điều kiện khai thác của đường bãi (nếu cần thiết). Công tác sửa chữa định kỳ bao gồm sửa chữa vừa và sửa chữa lớn; trong thời hạn sửa chữa lớn có ít nhất một lần sửa chữa vừa. Thời hạn sửa chữa vừa là 3 năm và sửa chữa lớn là 5 năm hoặc ngắn hơn nếu tốc độ lún của đường bãi lớn ảnh hưởng đến khai thác.

a. Nền đường bãi

- Hàng năm cần nạo vét bùn trong cống, mương thường xuyên để đảm bảo hệ thống thoát nước luôn hoạt động đúng công suất thiết kế. Phạm vi mương không được để đọng nước làm yếu nền đường bãi.

- Các hố ga cần nạo vét bùn để đảm bảo cao độ thiết kế. Nắp hố ga thép cần kiểm tra và sơn sửa kịp thời khi có hư hỏng.

- Các nắp ga bị hư hỏng cần được sửa chữa hoặc thay thế để đảm bảo an toàn trong khai thác cảng.

b. Mặt đường bãi

- Vệ sinh mặt đường: Tùy theo mức độ bẩn của mặt đường, để bố trí số lần vệ sinh mặt đường bãi trong tháng, thông thường $4 \div 8$ lần/tháng.

- Tại những phạm vi gạch bị vỡ không khai thác được cần thay thế gạch để đảm bảo khai thác.

- Khi phát hiện mặt đường bãi bị lún không đều, có hiện tượng võng cần có biện pháp khắc phục để đảm bảo nước mặt dốc và thu về các tuyến mương và hố ga trên mặt đường bãi.

- Ngoài ra còn sửa chữa mặt đường nhựa bị bong tróc; Bị bạc đầu; Bị cao su, sinh lún cục bộ theo đúng yêu cầu kỹ thuật trong Tiêu chuẩn kỹ thuật bảo dưỡng thường xuyên đường bộ TCCS 07:2013/TCĐBVN.

- Hệ thống báo hiệu giao thông phải đảm bảo đúng yêu cầu thiết kế ban đầu:

+ Sơn kẻ mặt đường bãi hoặc các phạm vi báo hiệu giao thông phải rõ ràng, nếu mờ phải kẻ lại, thời gian sơn kẻ là 1 năm/2 lần. Nếu dùng sơn nóng phản quang (sơn dẻo nhiệt) $3 \div 5$ năm/lần.

+ Ngoài ra nếu bố trí các gờ giảm tốc, giải phân cách giữa đường cần sơn lại bằng sơn nóng phản quang 3 ÷ 5 năm/lần.

VII. ĐẢM BẢO VỆ SINH MÔI TRƯỜNG VÀ AN TOÀN PHÒNG CHÁY CHỮA CHÁY

VII.1. Các yếu tố tác động môi trường

Trong hồ sơ thiết kế chỉ nêu tổng quát về các tác động của dự án đến môi trường và các biện pháp giảm thiểu trong quá trình đầu tư xây dựng và khai thác, cụ thể như sau.

VII.1.1. Tác động đến môi trường không khí

- Trong giai đoạn xây dựng công trình, vì đặc điểm các công trình được phân đợt xây dựng và phát sinh thêm một số tác nhân gây ô nhiễm không khí nữa như: Quá trình chuyên chở vật liệu, quá trình lắp đặt, chạy thử máy móc,... nên mức độ ô nhiễm cục bộ môi trường không khí cao hơn giai đoạn trước và còn ảnh hưởng cả đến công nhân cảng tham gia sản xuất tại các khu vực đã xây dựng xong. Trong phạm vi cảng không có các nhà máy, xí nghiệp nên hầu như không phát sinh lượng khói bụi công nghiệp;

- Do có sự tăng mạnh về nhu cầu nhiên liệu (điện, than, xăng dầu ...) làm gia tăng tải lượng phát thải các chất ô nhiễm vào khí quyển và ảnh hưởng đến chất lượng môi trường khu vực;

- Tuy nhiên, do mặt bằng quy hoạch bố trí những dải cây xanh sinh thái, cây xanh công viên bao quanh phạm vi cảng góp phần làm giảm ô nhiễm không khí, làm giảm lượng bụi;

- Đánh giá về các tác nhân ô nhiễm bụi và khí được sơ lược như sau:

- Bụi: Việc san ủi mặt bằng không những đòi hỏi một số lượng lớn xe, máy thi công hoạt động trong khu công nghiệp mà còn cần số lượng lớn xe chở nguyên liệu, nhiên liệu từ ngoài vào do đó nguồn bụi phát sinh từ:

- + San ủi chuẩn bị mặt bằng;
- + Từ các xe máy;
- + Vật liệu rơi vãi từ các xe vận chuyển.

- Khí: Các động cơ trong khi vận hành thải ra không khí CO, CO₂, NO_x, SO₄ và bụi. Lượng khí thải và bụi phụ thuộc vào các xe, các máy sử dụng trên công trường;

- Tiếng ồn: Tiếng ồn từ các xe máy hoạt động có ảnh hưởng tới hệ thần kinh của công nhân vận hành máy móc và nhân dân xung quanh. Độ ồn phụ thuộc vào loại xe máy và tình trạng kỹ thuật của chúng. Trong khuôn khổ của thuyết minh này cụ thể mức ồn của từng loại máy móc không nêu ra nhưng thông thường độ ồn của các xe máy hạng nặng khoảng 100dB.

VII.1.2. Tác động đến môi trường nước

- Trong giai đoạn xây dựng đường giao thông cũng như các công trình hạ tầng kỹ thuật khác, nước thải tràn trên mặt đất gây ra những ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước, đặc biệt là nước mặt. Khi san nền một số hồ, sông bị san lấp, nắn dòng làm thay đổi chế độ thủy văn và chế độ dòng chảy mặt;

- Sau khi đồ án đi vào triển khai, mặt phủ khu vực sẽ thay đổi làm cho khả năng thấm của đất giảm đi, hơn nữa, bụi bẩn, rác bẩn phát sinh trong các hoạt động sản xuất có thể bị cuốn theo dòng nước mưa gây ô nhiễm nguồn nước mặt;

- Nước thải từ khu vực gồm nước mưa và sinh hoạt có thể có những tác động tiêu cực đến môi trường khu vực xung quanh như sau:

- Nước mưa: Nước mưa chảy từ khu vực đang san ủi ra ngoài có mang theo khối lượng bùn đất lớn, ngoài ra còn có lẫn dầu mỡ do rơi vãi từ các xe máy thi công;

- Nước thải sinh hoạt: Từ các hoạt động của công nhân, nhân viên trong cảng. Trong nước thải sinh hoạt có chứa một số vi khuẩn như coliform, Gaecal colom... Do đó nước thải sinh hoạt sẽ được thu gom và xử lý qua các bể tự hoại đảm bảo chất lượng trước khi thải ra môi trường.

VII.1.3. Tác động đến chất lượng đất

- Việc san ủi làm thay đổi chế độ chảy của nước mặt do đó sẽ ảnh hưởng tới lớp đất trồng trọt khu vực xung quanh nếu như các giải pháp về thoát nước không được tính toán kỹ càng. Do ảnh hưởng của mưa và gió, đất màu vốn đã rất mỏng trên mặt có thể bị xói mòn. Nước thải từ khu vực có lẫn dầu mỡ chảy theo nước mưa ra xung quanh làm giảm chất lượng của đất như giảm hoạt động của vi sinh vật trong đất. Tuy nhiên với giải pháp thoát nước như đề xuất thì việc tác động tiêu cực đến chất lượng đất sẽ giảm đến mức tối đa;

- Trong quá trình dự án đi vào hoạt động, tác nhân chủ yếu gây ảnh hưởng đến môi trường đất chính là chất thải rắn và một phần các nguyên vật liệu rơi vãi trong quá trình vận chuyển và sản xuất. Tuy nhiên với hệ thống cống thu gom nước mưa, nước thải được thiết kế trong đồ án là đảm bảo góp phần giảm mức độ ô nhiễm lên môi trường đất.

VII.1.4. Tác động đến hệ sinh thái

Trong quá trình quy hoạch xây dựng các cảng bốc xếp hàng hóa thì sẽ ảnh hưởng đến hệ sinh thái khu vực. Ngoài ra, khi hệ thống cảng đi vào hoạt động một cách hoàn chỉnh thì nguy cơ ô nhiễm nước mặt tăng lên do hoạt động rửa tàu hay sự cố tràn dầu. Nó gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới sinh vật nổi và sinh vật đáy tại khu vực. Nghiêm trọng hơn nó có thể thay đổi hệ sinh thái tại đây. Vì vậy, khi thực hiện quy hoạch cần có các biện pháp hợp lý giảm thiểu tối đa tác động tới hệ sinh thái khu vực.

VII.1.5. Tác động đến kinh tế xã hội

- Cùng với việc cải thiện đời sống người dân thông qua tạo lập công ăn việc làm từ hệ thống cảng sẽ làm cho nhu cầu văn hóa, giáo dục của người dân được nâng cao;

- Trong quá trình thực hiện quy hoạch, sẽ có một bộ phận dân cư bị ảnh hưởng do các tác động của việc di dời, giải tỏa hoặc những bất ổn tạm thời trong đời sống sinh hoạt. Khi hệ thống cảng đi vào hoạt động, sẽ tạo sức hút lớn về mặt lao động nên sẽ ảnh hưởng đến tập quán, văn hóa của người dân bản địa, làm tăng dân số cơ học. Nhưng nói chung các tác động này là không nhiều và có thể giảm thiểu;

- Dự án có các tác động tích cực đến kinh tế xã hội như sau:

+ Thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội tỉnh và khu vực nói chung;

+ Phù hợp với định hướng quy hoạch phát triển kinh tế của địa phương, của khu vực và của cả nước;

+ Tận dụng tài nguyên và sức lao động của địa phương, tạo công ăn việc làm cho người lao động;

+ Tăng nguồn đóng góp cho ngân sách Nhà nước.

VII.2. Các giải pháp bảo vệ môi trường

VII.2.1. Bảo vệ môi trường không khí

- Thực hiện nghiêm túc công tác kiểm tra, kiểm soát, kiểm kê và quan trắc môi trường không khí;

- Có các biện pháp ngăn ồn cục bộ như vùng đệm cây xanh cách ly;

- Giảm lượng bụi, khí và tiếng ồn trong khi san ủi mặt bằng khu kho bãi có thể thực hiện bằng các giải pháp sau:

+ Sử dụng xe máy thi công có lượng thải khí, bụi và độ ồn thấp hơn giới hạn cho phép;

+ Có biện pháp che chắn giữa khu vực san ủi và xung quanh mặt bằng rào che chắn hoặc trồng các giải cây xanh để hạn chế sự lan tỏa của bụi, tiếng ồn và khí thải;

+ Làm ẩm bề mặt của lớp đất san ủi bằng cách phun nước giảm lượng bụi bị cuốn theo gió.

VII.2.2. Bảo vệ môi trường nước

Xây dựng hệ thống tiêu thoát nước và xử lý nước thải để đảm bảo chất lượng nước thải ra ngoài. Các biện pháp giảm chất ô nhiễm tới nguồn nước có thể thực hiện như sau:

- Hệ thống thoát nước mặt khu vực đảm bảo không ảnh hưởng tới chế độ chảy cho khu vực xung quanh;

- Nước mưa ở khu vực san ủi trong 15 phút đầu của trận mưa cần được thu lại để xử lý tách dầu và bùn đất trước khi thải ra ngoài;

- Xử lý nước thải sinh hoạt của công nhân và nước thải sản xuất (nước thải nhiễm dầu) được thu gom về Trạm xử lý nước thải và được xử lý đạt chuẩn trước khi thải vào mạng thải chung.

VII.2.3. Bảo vệ đất

Đảm bảo nước mưa ở trong khu kho bãi đặc biệt ở các khu vực sản xuất có nhiều loại hoá chất không chảy ra đất xung quanh làm hỏng đất.

VII.2.4. Xử lý chất thải

- Chất thải rắn nghiệp, chất thải rắn nguy hại và sinh hoạt được thu gom và phân loại đúng quy định sau đó hợp đồng với đơn vị thu gom có chức năng thu gom xử lý;

- Trong quá trình chuẩn bị công trường, san ủi mặt bằng, thi công công trình và vận hành kho bãi, việc quan trắc, kiểm tra, đo đạc và đánh giá tác động môi trường phải được tiến hành liên tục theo đúng quy định để đảm bảo kiểm soát các tác động đối với thực hiện dự án và đề ra các giải pháp bảo vệ và thực hiện để ngăn ngừa sự suy thoái cũng như bảo vệ môi trường xung quanh.

VII.2.5. Giải pháp đảm bảo cảnh quan môi trường

Trong quá trình đầu tư xây dựng, cần thực hiện đào đất làm cảng và mái taluy đúng trong phạm vi quy hoạch, có biện pháp gia cố mái taluy bằng đá xây, bê tông kết hợp trồng cỏ, cây xanh để tránh gây sạt lở, tạo cảnh quan tự nhiên xanh tươi của khu cảng.

VII.2.6. Nhận xét, đánh giá

Qua đánh giá sơ bộ tác động môi trường do việc thực hiện đầu tư dự án có những nhận xét sau:

a. Đối với khí thải

- Áp dụng một số biện pháp ngăn ngừa bụi và khí thải từ xe, máy thi công đã nêu ở trên có thể giảm được tối đa lượng bụi và khí thải trong quá trình thi công;

b. Đối với nước thải

- Biện pháp xử lý nước thải cho nhà máy có thể thực hiện theo giải pháp sau:

+ Thoát nước cho khu tách ra hai hệ thống: Hệ thống thoát nước mưa và hệ thống thoát nước thải;

+ Xử lý nước thải sinh hoạt của công nhân và nước thải sản xuất (nước thải nhiễm dầu) được thu gom về Trạm xử lý nước thải của Cảng và được xử lý đạt chuẩn trước khi thải vào mạng thải chung;

VII.3. An toàn phòng cháy chữa cháy

- Hệ thống chữa cháy bao gồm các họng cấp nước cứu hỏa, bình chữa cháy CO2 và bình bọt chữa cháy được Chủ đầu tư đầu tư ở các giai đoạn tiếp theo, đảm bảo theo các quy định hiện hành.

- Ngoài ra Chủ đầu tư cần có phương án phòng chống cháy nổ cụ thể như sau:

+ Huấn luyện đội ngũ công nhân PCCC;

+ Phối hợp với phòng cảnh sát PCCC khu vực để được kiểm tra, trang bị và đề ra kế hoạch hành động chung khi có sự cố xảy ra.

- Giai đoạn thi công dự án cần tuân thủ các quy định hiện hành về sử dụng điện, hàn ...

GIÁM ĐỐC

Vũ Bách Tuấn

PHỤ LỤC TÍNH TOÁN

**TÍNH TOÁN KẾT CẤU DẦM ĐƯỜNG CHẠY CẦU
RTG 6+1, DẦM KÊ CON TAINER**

THUYẾT MINH TÍNH TOÁN**TÍNH TOÁN KẾT CẤU DẦM ĐƯỜNG CHẠY CẤU RTG 6+1, DẦM KÊ CONTAINER****1. Sơ đồ tính toán kết cấu**

Dầm đường chạy cấu RTG 6+1 được tính toán theo mô hình dầm trên nền biến dạng đàn hồi, dầm kê container được tính toán theo mô hình bản trên nền đàn hồi:

⇔ Hệ số nền:

$$\text{Hệ số nền theo công thức Vesic: } C = \frac{E_s}{B(1 - \mu^2)} \text{ T/m}^3$$

Trong đó:

E_s : Mô đun đàn hồi của lớp kết cấu áo, nền dưới đáy móng;

B : Bề rộng móng;

μ : Hệ số poisson của nền đất;

Nếu kết cấu áo dưới đáy móng gồm nhiều lớp, mô đun đàn hồi của đất nền được tính toán theo công thức:

$$E_s = \frac{\sum E_{si} h_i}{H}$$

Trong đó:

H : Chiều dày lớp kết cấu áo + lớp cát san nền;

E_{si}, h_i : Mô đun đàn hồi và chiều dày của lớp vật liệu i trong phạm vi H .

Kích thước các cấu kiện

Cấu kiện	Chiều dài	Chiều rộng	Chiều dày	Chiều sâu tính toán
	L (m)	B (m)	h (m)	H (m)
Dầm đường chạy	11.8	1.5	0.25	2.00
Dầm kê loại 1	17.5	2.0	0.30	2.00
Dầm kê loại 2	17.5	3.0	0.30	2.00

Thông số của các lớp kết cấu áo + lớp cát san nền hiện hữu:

(Nền đường trong phạm vi 80-100cm, kể từ lớp đáy móng chịu tác dụng của tải trọng truyền xuống)

STT	Lớp kết cấu nền	Chiều dày (m)	μ	E_s (MPa)
1	Đá dăm gia cố xi măng	0.4	0.25	600
2	Cấp phối đá dăm	0.6	0.25	200
3	Cát san lấp đầm chặt	1	0.25	40

Kết quả tính toán hệ số nền:

Cấu kiện	E_s (MPa)	μ	k_s (T/m ³)
Dầm đường chạy	200.00	0.25	12,500
Dầm kê loại 1	200.00	0.25	9,375
Dầm kê loại 2	200.00	0.25	6,250

3. Tính toán dầm đường chạy cầu RTG 6+1

<> Dầm tính toán có kích thước:

Chiều dài $L = 11.80 \text{ m}$

Chiều cao $h = 0.25 \text{ m}$

Chiều rộng $b = 1.50 \text{ m}$

Dưới đáy dầm là kết cấu nền hiện hữu (đá gia cố xi măng) có hệ số nền như sau:

$$C = 12,500 \text{ T/m}^3$$

<> Độ cứng của gối lò xo quy đổi:

Độ cứng gối lò xo được xác định theo công thức:

$$K=C.B.I$$

Trong đó: B: Bề rộng dầm (hoặc bề rộng bản chia)

I: Chiều đoạn dầm chia (hoặc chiều dài bản chia)

3.1. Sơ đồ tính toán kết cấu

- Phương pháp tính: Tính toán nội lực cấu kiện dầm kê container bằng phương pháp phần tử hữu hạn, sử dụng chương trình phân tích kết cấu SAP2000 trên máy tính điện tử.

- Sơ đồ tính: chi tiết xem phụ lục tính toán SAP2000.

- Sơ đồ hóa kết cấu: Dầm kê container được sơ đồ hóa theo 2 mô hình nhằm xác định nội lực xuất hiện trong kết cấu theo 2 phương (phương dọc và phương ngang) một cách chính xác.

+ Theo phương dọc: Dầm kê đường chạy được mô hình hóa thành các phần tử thanh *frame* và được chia thành 39 đoạn có chiều dài từ $0.3\text{m} \div 0.4\text{m}$.

+ Theo phương ngang: Dầm kê đường chạy được mô hình hóa thành các phần tử thanh *frame* và được chia thành 6 đoạn có chiều dài 0.25m .

+ Nền được mô hình thành các gối đàn hồi có độ cứng bằng độ cứng gối lò xo quy đổi.

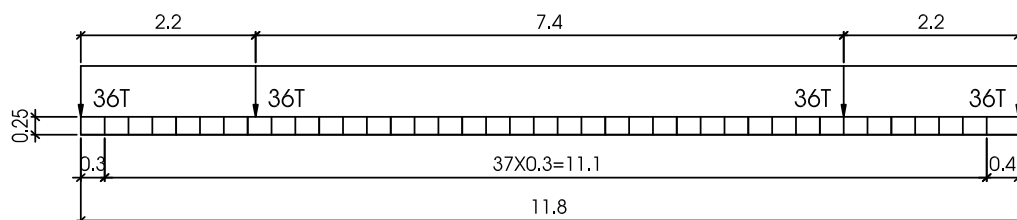
3.2. Tải trọng tác dụng lên kết cấu**3.2.1. Tải trọng bản thân kết cấu**

Tải trọng bản thân của kết cấu dầm kê container do chương trình SAP2000 tự tính toán.

3.2.2 Tính toán tải trọng theo phương dọc**a. Tải trọng tính toán**

Tải trọng di động do cầu RTG 6+1 khai thác tác dụng lên đường chạy.

Tải trọng tác dụng lên 1 bánh: $P = 36.00 \text{ T}$



b. Xác định độ cứng gối lò xo

Hệ số nền: $C = 12,500 \text{ T/m}^3$

Vị trí gối No	Diện tích $S (\text{m}^2)$	Độ cứng $K (\text{T/m}^3)$	Vị trí gối No	Diện tích $S (\text{m}^2)$	Độ cứng $K (\text{T/m}^3)$	Vị trí gối No	Diện tích $S (\text{m}^2)$	Độ cứng $K (\text{T/m}^3)$
1	0.225	2,813	15	0.45	5,625	29	0.45	5,625
2	0.45	5,625	16	0.45	5,625	30	0.45	5,625
3	0.45	5,625	17	0.45	5,625	31	0.45	5,625
4	0.45	5,625	18	0.45	5,625	32	0.45	5,625
5	0.45	5,625	19	0.45	5,625	33	0.45	5,625
6	0.45	5,625	20	0.45	5,625	34	0.45	5,625
7	0.45	5,625	21	0.45	5,625	35	0.45	5,625
8	0.45	5,625	22	0.45	5,625	36	0.45	5,625
9	0.45	5,625	23	0.45	5,625	37	0.45	5,625
10	0.45	5,625	24	0.45	5,625	38	0.45	5,625
11	0.45	5,625	25	0.45	5,625	39	0.525	3,261
12	0.45	5,625	26	0.45	5,625	40	0.3	1,864
13	0.45	5,625	27	0.45	5,625	Tổng	17.7	216,063
14	0.45	5,625	28	0.45	5,625			

c. Tổ hợp tải trọng

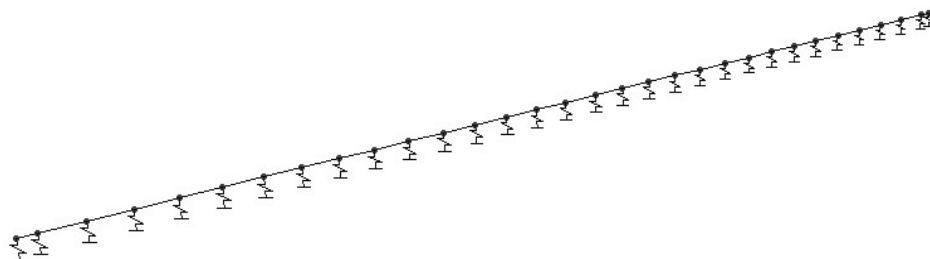
Các tổ hợp tải trọng được tổng hợp theo bảng dưới đây:

Tải trọng	Bản thân	RTG	Ghi chú
COM1	x		
COM2	x	x	

Trong đó:

BT: Tải trọng bản thân kết cấu;

RTG: Tải trọng do cầu RTG 6+1 gây ra.

d. Mô hình tính toán kết cấu trong Sap2000

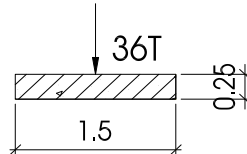
3.2.3. Tính toán tải trọng theo phương ngang

Cắt dầm theo phương ngang với bề rộng dải tính toán $b = 1.00 \text{ m}$

a. Tải trọng tính toán

Tải trọng di động do cầu RTG 6+1 khai thác tác dụng lên đường chạy.

Tải trọng tác dụng lên 1 bánh: $P = 36.00 \text{ T}$

**b. Xác định hệ số nền đàn hồi**

Hệ số nền: $C = 12,500 \text{ T/m}^3$

Chia dầm thành các đoạn nhỏ có chiều dài $l = 0.25 \text{ m}$

→ Độ cứng lò xo ở 2 đầu dầm $K_1 = 1,563 \text{ (T/m}^3\text{)}$

→ Độ cứng lò xo ở giữa dầm $K_2 = 3,125 \text{ (T/m}^3\text{)}$

c. Tổ hợp tải trọng

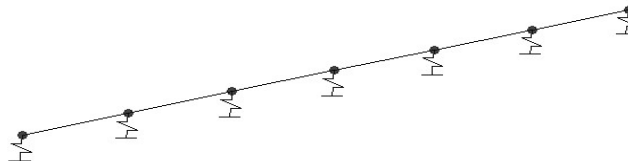
Các tổ hợp tải trọng được tổng hợp theo bảng dưới đây:

Tải trọng	Bản thân	RTG	Ghi chú
COM1	x		
COM2	x	x	

Trong đó:

BT: Tải trọng bản thân kết cấu;

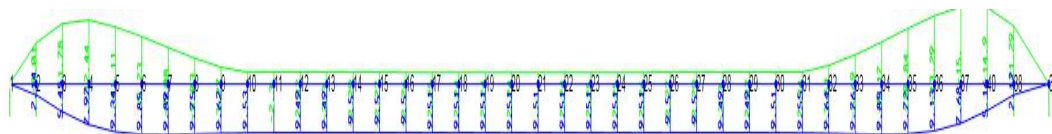
RTG: Tải trọng do cầu RTG 6+1 gây ra.

d. Mô hình tính toán kết cấu trong Sap2000**3.3. Kết quả tính toán nội lực kết cấu**

Kết quả tính toán được tổ hợp theo hình bao nội lực, căn cứ vào kết quả tính toán được từ chương trình phân tích kết cấu SAP2000.

3.3.1. Kết quả tính toán nội lực theo phương dọc

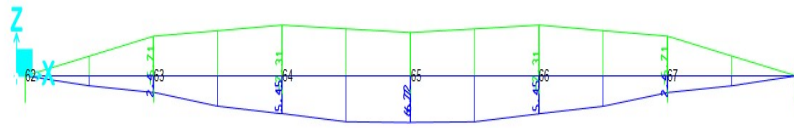
Biểu đồ bao nội lực



Nội lực	Lực dọc	Lực cắt		Mô men	
	P (T)	V2 (T)	V3 (T)	M2 (T.m)	M3 (T.m)
Max	0.00	29.62	0.00	0.00	9.89
Min	0.00	-28.42	0.00	0.00	-15.00

3.3.2. Kết quả tính toán nội lực theo phương ngang

Biểu đồ bao nội lực



Nội lực	Lực dọc	Lực cắt		Mô men	
	P (T)	V2 (T)	V3 (T)	M2 (T.m)	M3 (T.m)
Max	0.00	26.52	0.00	0.00	6.72
Min	0.00	-24.78	0.00	0.00	-7.31

3.4. Tính toán cốt thép theo trạng thái giới hạn I

3.4.1. Tổng hợp nội lực tính toán

Nội lực	Phương dọc		Phương ngang	
	M ⁺ (T.m)	M ⁻ (T.m)	M ⁺ (T.m)	M ⁻ (T.m)
Tiêu chuẩn	9.89	15.00	6.72	7.31
Tính toán	11.87	18.00	8.06	8.77

Ghi chú: Tải trọng tính toán bằng tải trong tiêu chuẩn nhân với hệ số động $\gamma = 1.2$

a. Các giá trị điều kiện

+ R_b - Cường độ chịu nén của bê tông, với bê tông B30 có:

$$R_b = 170 \text{ kG/cm}^2$$

+ R_s - Cường độ chịu kéo của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$R_s = 3,500 \text{ kG/cm}^2$$

+ R_{sc} - Cường độ chịu nén của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$R_{sc} = 3,500 \text{ kG/cm}^2$$

+ E_s - Mô đun đàn hồi của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$E_s = 2,000,000 \text{ kG/cm}^2$$

+ Xác định hệ số ξ_R :

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_o} = \frac{0.8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}} = 0.533$$

Trong đó:

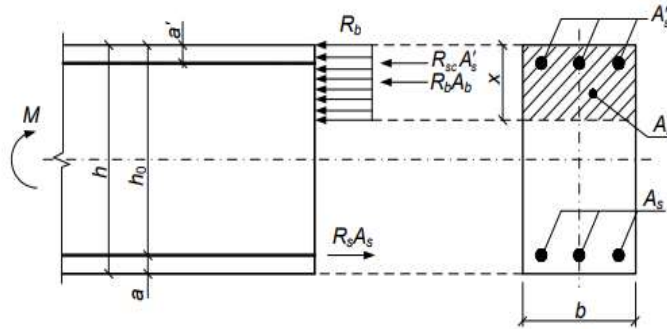
x_R là chiều cao giới hạn của vùng bê tông chịu nén

$\varepsilon_{s,el}$ là biến dạng tương đối của cốt thép chịu kéo khi ứng suất bằng R_s

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s} = 0.00175$$

Chú ý: Đối với bê tông có cấp độ bền chịu nén từ B60 trở xuống lấy $\varepsilon_{b2} = 0.0035$

b. Kiểm tra khả năng cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn theo nội lực giới hạn



Hình 5 – Sơ đồ nội lực và biểu đồ ứng suất trong tiết diện thẳng góc với trục dọc cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn khi tính toán theo độ bền

- Tính toán độ bền tiết diện của cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn được tiến hành theo điều kiện:

Trong đó: $M \leq M_u$

- M mô men do ngoại lực

- M_u là mô men giới hạn mà tiết diện cấu kiện có thể chịu được

- Giới hạn chiều cao vùng chịu nén $x \leq \xi_R \cdot h_0$.

- Tính toán chiều cao vùng chịu nén:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b}$$

+ Trường hợp $2a' \leq x < \xi_R h_0$:

Giá trị M_u tính toán như sau:

$$M_u = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0.5x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$$

+ Trường hợp $x \leq 2a'$:

Giá trị M_u tính toán như sau:

$$M_u = R_s \cdot A_s \cdot Z$$

$$Z = \max(Z_a; Z_b)$$

$$Z_a = h_0 - a'$$

$$Z_b = h_0 - 0.5x; \text{ với } x = R_s A_s / (R_b b)$$

+ Trường hợp $x=0$ (đặt cốt thép đối xứng):

$$M_u = R_s A_s (h_0 - a')$$

3.4.2. Tính toán cốt thép theo phương dọc

Tính cốt thép dầm với tiết diện $b \times h =$

150 x 25cm

+ Lớp bê tông bảo vệ phía dưới (M^+):

4.0cm

+ Lớp bê tông bảo vệ phía trên (M^-):

4.0cm

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^+ :

11 Ø20

→ $A_s =$

34.56 (cm²)

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^- :

11 Ø20

→ $A_s =$

34.56 (cm²)

a. Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^+ :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
34.56	25	3500	170	5.00	20.0	0.00	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M^+ (T.m)	Kiểm tra
34.56	150	3500	0.00	5.00	20.00	18.14	11.87	Thỏa mãn

b. Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^- :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
34.56	25	3500	170	5.00	20.00	0.00	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M^- (T.m)	Kiểm tra
34.56	150	3500	0.00	5.00	20.00	18.14	18.00	Thỏa mãn

c. Kiểm tra điều kiện về hàm lượng cốt thép:

	A_s (cm ²)	μ_{min} (%)	μ (%)	μ_{max} (%)	Kiểm tra
M^+	34.56	0.10	1.15	2.59	Thỏa mãn
M^-	34.56	0.10	1.15	2.59	Thỏa mãn

3.4.3. Tính toán cốt thép theo phương ngang

Tính cốt thép dầm với tiết diện b x h =	100 x 25cm	
+ Lớp bê tông bảo vệ phía dưới (M^+):	a = 6.0cm	
+ Lớp bê tông bảo vệ phía trên (M^-):	a = 6.0cm	
+ Chiều cao làm việc của cầu kiện:	$h_0 = h - a =$ 19cm	
+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^+ :	5 Ø20	$\rightarrow A_s = 15.71$ (cm ²)
+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^- :	5 Ø20	$\rightarrow A_s = 15.71$ (cm ²)

a. Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^+ :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
15.71	25	3500	170	7.00	18.0	0.00	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M^+ (T.m)	Kiểm tra
15.71	100	3500	0.00	7.00	18.00	9.01	8.06	Thỏa mãn

b. Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^- :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
15.71	25	3500	170	7.00	18.00	0.00	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M^- (T.m)	Kiểm tra
15.71	100	3500	0.00	7.00	18.00	9.01	8.77	Thỏa mãn

c. Kiểm tra điều kiện về hàm lượng cốt thép:

	A_s (cm ²)	μ_{min} (%)	μ (%)	μ_{max} (%)	Kiểm tra
M^+	15.71	0.10	0.87	2.59	Thỏa mãn
M^-	15.71	0.10	0.87	2.59	Thỏa mãn

3.5. Tính toán cốt thép theo trạng thái giới hạn II

Tính toán theo TCVN 5574-2018

Bề rộng khe nứt tính toán theo (166):

$$a_{crc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} L_s$$

- Các hệ số φ_i :

Hệ số kể đến thời hạn tác dụng của tải trọng:

+ Khi tính toán với tải ngắn hạn:

$$\varphi_1 = 1$$

+ Khi tính toán với tải dài hạn:

$$\varphi_1 = 1.4$$

Hệ số kể đến loại hình dạng bề mặt cốt thép dọc:

+ Với cốt thép có gân và cáp:

$$\varphi_2 = 0.5$$

+ Với cốt thép trơn:

$$\varphi_2 = 0.8$$

Hệ số kể đến đặc điểm chịu lực:

+ Với cấu kiện chịu uốn và nén lệch tâm:

$$\varphi_3 = 1$$

+ Với cấu kiện chịu kéo:

$$\varphi_3 = 1.2$$

- Hệ số ψ_s :

Với cấu kiện chịu uốn xác định theo (176):

$$\psi_s = 1 - 0.8M_{crc}/M$$

M_{crc} là mô men hình thành vết nứt, xác định theo (158):

$$M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl}$$

$$W_{pl} = \gamma W_{red}$$

$$\gamma = 1.3$$

W_{red} xác định theo (160):

$$W_{red} = I_{red}/y_t$$

$$I_{red} = I + I_s + I'_s$$

- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo σ_s :

$$\sigma_s = M/(z_s A_s) \leq R_{bt,ser}$$

Với tiết diện chữ nhật:

$$z_s = 0.8h_o$$

- Khoảng cách cơ sở giữa các vết nứt L_s tính toán theo (174):

$$\text{Max}(10d_s; 100) \leq L_s = 0.5(A_{bt}/A_s)d_s \leq \text{Min}(40d_s; 400)$$

Với:

$$A_{bt} = b x_t$$

$$2a \leq x_t \leq 0.5h$$

Cấu kiện chịu uốn:

$$x_t = y_t = S_{t,red}/A_{red}$$

$$A_{red} = A + \alpha A_s + \alpha A'_s$$

$$\alpha = E_s/E_b$$

$S_{t,red}$ là mô men tĩnh của tiết diện quy đổi lấy đối với mép biên chịu kéo của tiết diện:

$$S_{t,red} = 0.5hA + aA_s + (h-a')A'_s$$

- d_s là đường kính danh nghĩa của cốt thép:

$$d_s = \frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots}{n_1 d_1 + n_2 d_2 + \dots}$$

$n_1, n_2 \dots$ là số lượng cốt thép đường kính $d_1, d_2 \dots$

3.5.1. Tính toán cốt thép theo phương dọc

<> Với M^+ :

CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

Bê tông B	Thép CB	b (mm)	h (mm)	α
30	400-V	1500	250	6.15
E_b (Mpa)	E_s (Mpa)	$R_{s,ser}$ (Mpa)	$R_{b,ser}$ (Mpa)	$R_{bt,ser}$ (Mpa)
32,500	200,000	400	22	1.75

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
98.93	Ngan han	1.00	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
11	0	20	0	50.00	90.00	50.00
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
11	20	34.56	34.56	50.00	200.00	20.00

BỀ RỘNG KHE NỨT

A_{red} (cm ²)	$S_{t,red}$ (cm ³)	$y_t = x_t$ (mm)	L_s (mm)	I_{s1} (cm ⁴)	I_{s2} (cm ⁴)	I'_s (cm ⁴)
4175.32	47,738.94	114.34	400.00	1,439.01	-	2,544.59
I_{red} (cm ⁴)	W_{red} (cm ³)	γ	W_{pl} (cm ³)	M_{crc} (kNm)	ψ_s	
199,296.10	17,430.75	1.3	22,659.98	39.65	0.68	
z_s (mm)	σ_s (Mpa)	a_{crc} (mm)				
160.00	178.92	0.122				

$$a_{crc} = 0.122$$

<

$$a_{crc,u} = 0.400$$

Kết luận: **Đảm bảo**

<> Với M^- :

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
149.99	Ngan han	1.00	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
11	0	20	0	50.00	90.00	50.00
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
11	20	34.56	34.56	50.00	200.00	20.00

BỀ RỘNG KHE NÚT

$A_{red} (cm^2)$	$S_{t,red} (cm^3)$	$y_t = x_t (mm)$	$L_s (mm)$	$I_{s1} (cm^4)$	$I_{s2} (cm^4)$	$I'_s (cm^4)$
4175.32	47,738.94	114.34	400.00	1,439.01	-	2,544.59
$I_{red} (cm^4)$	$W_{red} (cm^3)$	γ	$W_{pl} (cm^3)$	$M_{crc} (kNm)$	ψ_s	
199,296.10	17,430.75	1.3	22,659.98	39.65	0.79	
$z_s (mm)$	$\sigma_s (Mpa)$	$a_{crc} (mm)$				
160.00	271.27	0.214				

$$a_{crc} = 0.214$$

<

$$a_{crc,u} = 0.400$$

Kết luận: Đảm bảo

3.5.2. Tính toán cốt thép theo phương ngang

<> Với M^+ :

CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

Bê tông B	Thép CB	b (mm)	h (mm)	α
30	400-V	1000	250	6.15
$E_b (Mpa)$	$E_s (Mpa)$	$R_{s,ser} (Mpa)$	$R_{b,ser} (Mpa)$	$R_{bt,ser} (Mpa)$
32,500	200,000	400	22	1.75

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
67.19	Ngan han	1.00	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	$d_1 (mm)$	$d_2 (mm)$	$a_1 (mm)$	$a_2 (mm)$	a (mm)
5	0	20	0	70.00	110.00	70.00
n'	$d' (mm)$	$A_s (cm^2)$	$A'_s (cm^2)$	$a' (mm)$	$h_o (mm)$	$d_s (mm)$
5	20	15.71	15.71	70.00	180.00	20.00

BỀ RỘNG KHE NÚT

$A_{red} (cm^2)$	$S_{t,red} (cm^3)$	$y_t = x_t (mm)$	$L_s (mm)$	$I_{s1} (cm^4)$	$I_{s2} (cm^4)$	$I'_s (cm^4)$
3943.33	47,267.70	140.00	400.00	773.62	-	255.25
$I_{red} (cm^4)$	$W_{red} (cm^3)$	γ	$W_{pl} (cm^3)$	$M_{crc} (kNm)$	ψ_s	
196,341.37	14,024.38	1.3	18,231.70	31.91	0.62	
$z_s (mm)$	$\sigma_s (Mpa)$	$a_{crc} (mm)$				
144.00	297.03	0.184				

$$a_{crc} = 0.184$$

<

$$a_{crc,u} = 0.400$$

Kết luận: Đảm bảo

<> Với M^- :

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
73.09	Ngan han	1.00	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
5	0	20	0	70.00	110.00	70.00
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
5	20	15.71	15.71	70.00	180.00	20.00

BỀ RỘNG KHE NÚT

A_{red} (cm ²)	$S_{t,red}$ (cm ³)	$y_t = x_t$ (mm)	L_s (mm)	I_{s1} (cm ⁴)	I_{s2} (cm ⁴)	I'_s (cm ⁴)
3943.33	47,267.70	140.00	400.00	773.62	-	255.25
I_{red} (cm ⁴)	W_{red} (cm ³)	γ	W_{pl} (cm ³)	M_{crc} (kNm)	ψ_s	
196,341.37	14,024.38	1.3	18,231.70	31.91	0.65	
z_s (mm)	σ_s (Mpa)	a_{crc} (mm)				
144.00	323.12	0.210				

$$a_{crc} = \mathbf{0.210}$$

<

$$a_{crc,u} = \mathbf{0.400}$$

Kết luận: **Đảm bảo**

4. Tính toán dầm kê container rộng 2m

4.1. Phương pháp tính toán

Dầm kê container được tính toán theo mô hình nền biến dạng đàn hồi cục bộ (Winker).

◇ Dầm tính toán có kích thước:

Chiều dài $L = 17.50$ m

Chiều cao $h = 0.30$ m

Chiều rộng $b = 2.00$ m

◇ Hệ số nền:

$C = 9,375$ T/m³

◇ Độ cứng của gối lò xo quy đổi:

Độ cứng gối lò xo được xác định theo công thức:

$$K = C.B.l$$

Trong đó: B: Bề rộng dầm (hoặc bề rộng bản chia)

l: Chiều đoạn dầm chia (hoặc chiều dài bản chia)

4.2. Sơ đồ tính toán kết cấu

- Phương pháp tính: Tính toán nội lực cấu kiện dầm kê container bằng phương pháp phần tử hữu hạn, sử dụng chương trình phân tích kết cấu SAP2000 trên máy tính điện tử.

- Sơ đồ tính: chi tiết xem phụ lục tính toán SAP2000.

- Sơ đồ hóa kết cấu: Dầm kê container được sơ đồ hóa theo 2 mô hình nhằm xác định nội lực xuất hiện trong kết cấu theo 2 phương (phương dọc và phương ngang) một cách chính xác.

+ Theo phương dọc: Dầm kê container được mô hình hóa thành các phần tử thanh *frame*. Dầm kê container loại 1 được chia thành 31 đoạn có chiều dài từ 0.25m ÷ 0.605m.

+ Theo phương ngang: Dầm kê container được tính toán với dải kích thước 2mx2m và được mô hình hóa thành các phần tử bản *shell*. Phần dầm kê này được chia thành các tấm *shell*.

+ Nền được mô hình thành các gối đàn hồi có độ cứng bằng độ cứng gối lò xo quy đổi.

4.3. Tải trọng tác dụng lên kết cấu

4.3.1. Tải trọng bản thân kết cấu

Tải trọng bản thân của kết cấu dầm kê container do chương trình SAP2000 tự tính toán.

4.3.2. Tính toán tải trọng theo phương dọc

a. Tải trọng tính toán

Tải trọng 1 container tiêu chuẩn:

$P = 30.4$ T

Tải trọng tác dụng lên 1 chân container

$P_1 = P/4 = 7.60$ T

Số chồng container tính toán:

$n = 6$ Chồng

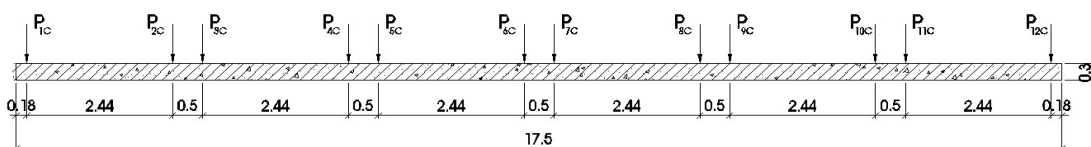
Tải trọng tác dụng lên 1 vị trí kê container:

$P_2 = n.P_1 = 45.6$ T

Tải trọng tác dụng lên 1 vị trí trong sơ đồ tính:

$P_c = 2.P_2 = 91.2$ T

◇ Sơ đồ vị trí kê container:



b. Xác định độ cứng gối lò xo

Hệ số nền: $C = 9,375$ T/m³

Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)	Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)	Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)
1	0.18	1,687.5	12	1.11	10,406.3	23	1.22	11,437.5
2	0.79	7,406.3	13	1.22	11,437.5	24	1.22	11,437.5
3	1.22	11,437.5	14	1.22	11,437.5	25	1.22	11,437.5
4	1.22	11,437.5	15	1.22	11,437.5	26	1.11	10,406.3
5	1.22	11,437.5	16	1.11	10,406.3	27	1.11	10,406.3
6	1.11	10,406.3	17	1.11	10,406.3	28	1.22	11,437.5
7	1.11	10,406.3	18	1.22	11,437.5	29	1.22	11,437.5
8	1.22	11,437.5	19	1.22	11,437.5	30	1.22	11,437.5
9	1.22	11,437.5	20	1.22	11,437.5	31	0.79	7,406.3
10	1.22	11,437.5	21	1.11	10,406.3	32	0.18	1,687.5
11	1.11	10,406.3	22	1.11	10,406.3	Tổng	35	328,125

c. Tổ hợp tải trọng

Các tổ hợp tải trọng được tổng hợp theo bảng dưới đây:

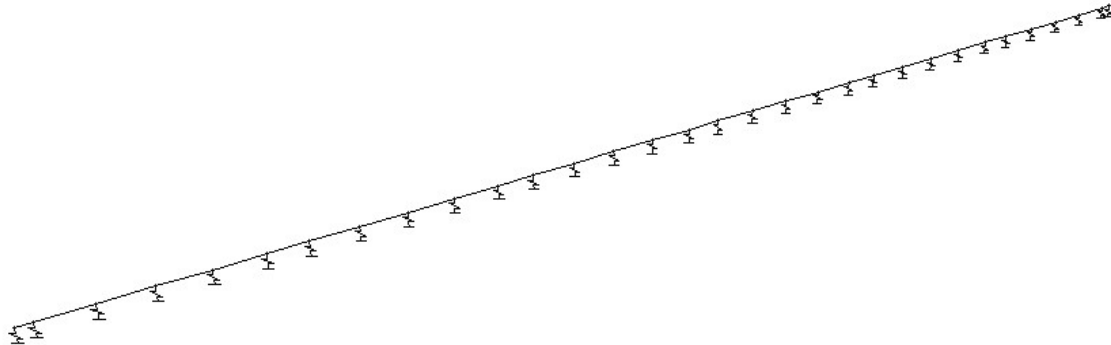
Tải trọng	Bản thân	P _{1C} &P _{2C}	P _{3C} &P _{4C}	P _{5C} &P _{6C}	P _{7C} &P _{8C}	P _{9C} &P _{10C}	P _{11C} &P _{12C}	Ghi chú
COM1	x	x						
COM2	x		x					
COM3	x			x				
COM4	x	x	x					
COM5	x	x		x				
COM6	x	x			x			
COM7	x	x				x		
COM8	x	x					x	
COM9	x		x	x				
COM10	x		x		x			
COM11	x		x			x		
COM12	x		x				x	
COM13	x			x	x			
COM14	x	x	x	x				
COM15	x	x	x		x			
COM16	x	x	x			x		
Tải trọng	Bản thân	P _{1C} &P _{2C}	P _{3C} &P _{4C}	P _{5C} &P _{6C}	P _{7C} &P _{8C}	P _{9C} &P _{10C}	P _{11C} &P _{12C}	Ghi chú
COM17	x	x	x				x	
COM18	x	x		x	x			
COM19	x	x			x	x		
COM20	x	x				x	x	
COM21	x	x	x		x	x		
COM22	x	x		x	x		x	
COM23	x		x	x			x	
COM24	x	x	x			x	x	
COM25	x	x	x		x	x		
COM26	x	x	x	x	x	x	x	

Trong đó:

BT: Tải trọng bản thân kết cấu;

$P_{1C}-P_{12C}$: Tải trọng do xếp container;

d. Mô hình tính toán kết cấu trong Sap2000



4.3.3. Tính toán tải trọng theo phương ngang

a. Tải trọng tính toán

Tải trọng 1 container tiêu chuẩn:

$$P = 30.4 \text{ T}$$

Tải trọng tác dụng lên 1 chân container

$$P_1 = P/4 = 7.60 \text{ T}$$

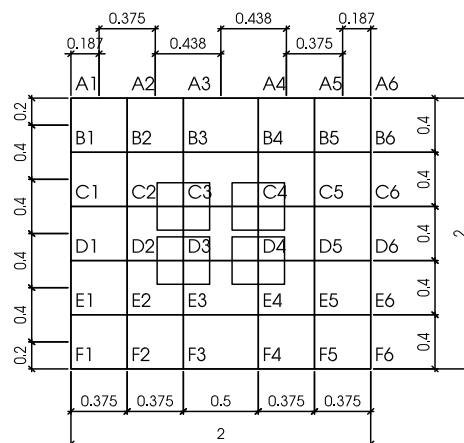
Số chồng container tính toán:

$$n = 6 \text{ Chồng}$$

Tải trọng tác dụng lên 1 vị trí kê container:

$$P_2 = n.P_1 = 45.6 \text{ T}$$

◇ Sơ đồ vị trí kê container:



b. Xác định hệ số nền đàn hồi

$$\text{Hệ số nền: } C = 9,375 \text{ T/m}^3$$

Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)	Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)	Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)
A1	0.038	351.6	C1	0.075	703.1	E1	0.075	703.1
A2	0.075	703.1	C2	0.150	1,406.3	E2	0.150	1,406.3
A3	0.088	820.3	C3	0.175	1,640.6	E3	0.175	1,640.6
A4	0.088	820.3	C4	0.175	1,640.6	E4	0.175	1,640.6
A5	0.075	703.1	C5	0.150	1,406.3	E5	0.150	1,406.3
A6	0.038	351.6	C6	0.075	703.1	E6	0.075	703.1

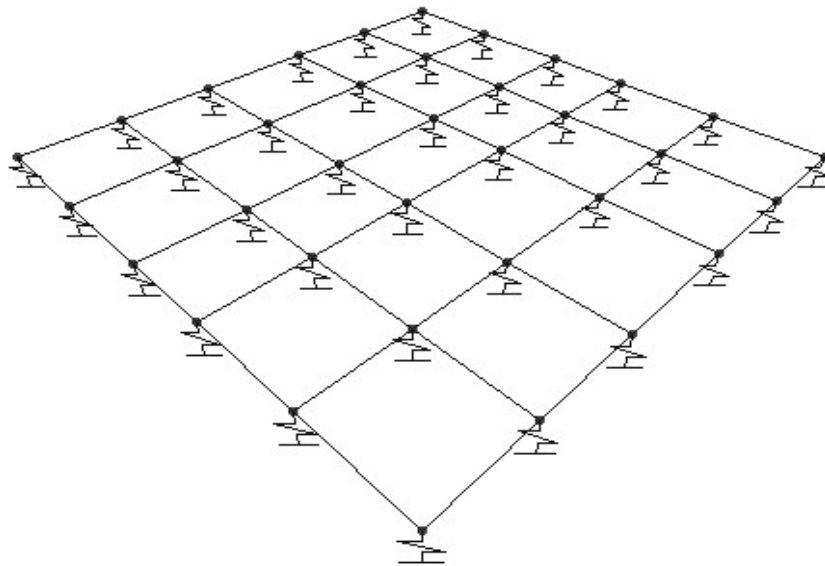
B1	0.075	703.1	D1	0.075	703.1	F1	0.038	351.6
B2	0.150	1,406.3	D2	0.150	1,406.3	F2	0.075	703.1
B3	0.175	1,640.6	D3	0.175	1,640.6	F3	0.088	820.3
B4	0.175	1,640.6	D4	0.175	1,640.6	F4	0.088	820.3
B5	0.150	1,406.3	D5	0.150	1,406.3	F5	0.075	703.1
B6	0.075	703.1	D6	0.075	703.1	F6	0.038	351.6

c. Tổ hợp tải trọng

Các tổ hợp tải trọng được tổng hợp theo bảng dưới đây:

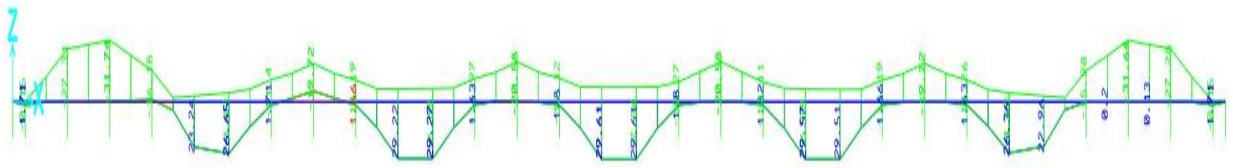
Tải trọng	Bản thân	P _{C3}	P _{C4}	P _{D3}	P _{D4}	Ghi chú
COM1	x	x				
COM2	x	x	x			
COM3	x	x			x	
COM4	x	x	x	x		
COM5	x	x	x	x	x	

d. Mô hình tính toán kết cấu trong Sap2000

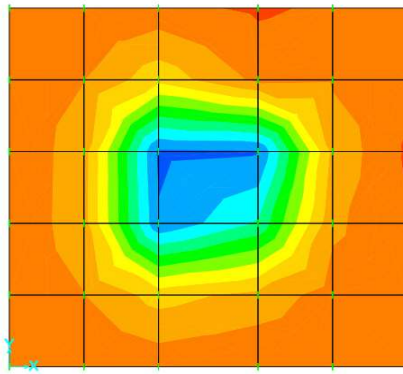
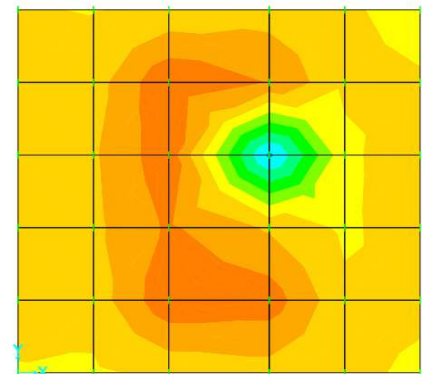


4.4. Kết quả tính toán nội lực kết cấu

Kết quả tính toán được tổ hợp theo hình bao nội lực, căn cứ vào kết quả tính toán được từ chương trình phân tích kết cấu SAP2000.

4.4.1. Kết quả tính toán nội lực theo phương dọc*Biểu đồ bao nội lực*

Nội lực	Lực cắt		Mô men	
	V2 (T)	V3 (T)	M2 (T.m)	M3 (T.m)
Max	62.36	0.00	0.00	29.61
Min	-62.49	0.00	0.00	-31.74

4.4.2. Kết quả tính toán nội lực theo phương ngang*Biểu đồ bao Max**Biểu đồ bao Min*

Nội lực	Lực cắt		Mô men (T.m)	
	V13 (T)	V23 (T)	M11(T.m)	M22(T.m)
Max	42.24	59.53	17.82	15.69
Min	-40.21	-61.38	-0.76	-8.38

4.5. Tính toán cốt thép theo trạng thái giới hạn I**4.5.1. Tổng hợp nội lực tính toán**

Nội lực	Phương dọc		Phương ngang	
	M ⁺ (T.m)	M ⁻ (T.m)	M ⁺ (T.m)	M ⁻ (T.m)
Tiêu chuẩn	29.61	31.74	17.82	0.76
Tính toán	35.53	38.09	21.38	0.92

Ghi chú: Tải trọng tính toán bằng tải trọng tiêu chuẩn nhân với các hệ số động $\gamma = 1.2$

4.5.2. Tính toán cốt thép theo phương dọc*a. Các giá trị điều kiện*

+ R_b - Cường độ chịu nén của bê tông, với bê tông B30 có:

$$R_b = 170 \text{ kg/cm}^2$$

+ R_s - Cường độ chịu kéo của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$R_s = 3,500 \text{ kg/cm}^2$$

+ R_{sc} - Cường độ chịu nén của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$R_{sc} = 3,500 \text{ kG/cm}^2$$

+ E_s - Mô đun đàn hồi của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$E_s = 2,000,000 \text{ kG/cm}^2$$

+ Xác định hệ số ξ_R :

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0.8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}} = 0.533$$

Trong đó:

x_R là chiều cao giới hạn của vùng bê tông chịu nén

$\varepsilon_{s,el}$ là biến dạng tương đối của cốt thép chịu kéo khi ứng suất bằng R_s

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s} = 0.00175$$

Chú ý: Đối với bê tông có cấp độ bền chịu nén từ B60 trở xuống lấy $\varepsilon_{b2} = 0.0035$

b. Kiểm tra khả năng cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn theo nội lực giới hạn

Tính cốt thép dầm với tiết diện $b \times h = 200 \times 30\text{cm}$

+ Lớp bê tông bảo vệ phía dưới (M^+): 4.0cm

+ Lớp bê tông bảo vệ phía trên (M^-): 4.0cm

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^+ : 13 Ø25 $\rightarrow A_s = 63.81 \text{ (cm}^2\text{)}$

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^- : 13 Ø25 $\rightarrow A_s = 63.81 \text{ (cm}^2\text{)}$

<> Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^+ :

$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$h \text{ (cm)}$	$R_s \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$R_b \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$a \text{ (cm)}$	$h_0 \text{ (cm)}$	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
63.81	30	3500	170	5.25	24.8	0.00	0.53	Yes
$A'_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$b \text{ (cm)}$	$R_{sc} \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$x \text{ (cm)}$	$a' \text{ (cm)}$	$h'_0 \text{ (cm)}$	$M_u \text{ (T.m)}$	$M^+ \text{ (T.m)}$	Kiểm tra
63.81	200	3500	0.00	5.25	24.75	43.55	35.53	Thỏa mãn

<> Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^- :

$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$h \text{ (cm)}$	$R_s \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$R_b \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$a \text{ (cm)}$	$h_0 \text{ (cm)}$	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
63.81	30	3500	170	5.25	24.75	0.00	0.53	Yes
$A'_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$b \text{ (cm)}$	$R_{sc} \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$x \text{ (cm)}$	$a' \text{ (cm)}$	$h'_0 \text{ (cm)}$	$M_u \text{ (T.m)}$	$M^- \text{ (T.m)}$	Kiểm tra
63.81	200	3500	0.00	5.25	24.75	43.55	38.09	Thỏa mãn

<> Kiểm tra điều kiện về hàm lượng cốt thép:

	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$\mu_{\min} \text{ (%)}$	$\mu \text{ (%)}$	$\mu_{\max} \text{ (%)}$	Kiểm tra
M^+	63.81	0.10	1.29	2.59	Thỏa mãn
M^-	63.81	0.10	1.29	2.59	Thỏa mãn

4.5.3. Tính toán cốt thép theo phương ngang

Tính cốt thép dầm với tiết diện $b \times h = 100 \times 30\text{cm}$

+ Lớp bê tông bảo vệ phía dưới (M^+): 6.5cm

+ Lớp bê tông bảo vệ phía trên (M^-): 6.5cm

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^+ : 7 Ø25 $\rightarrow A_s = 34.36 \text{ (cm}^2\text{)}$

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^- : 5 Ø20 $\rightarrow A_s = 15.71 \text{ (cm}^2\text{)}$

a. Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^+ :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
34.36	30	3500	170	7.75	22.3	0.17	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M^+ (T.m)	Kiểm tra
15.71	100	3500	3.84	7.50	22.50	22.50	21.38	Thỏa mãn

b. Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^- :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
15.71	30	3500	170	7.50	22.50	-0.17	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M^- (T.m)	Kiểm tra
34.36	100	3500	-3.84	7.75	22.25	11.48	0.92	Thỏa mãn

c. Kiểm tra điều kiện về hàm lượng cốt thép:

	A_s (cm ²)	μ_{min} (%)	μ (%)	μ_{max} (%)	Kiểm tra
M^+	34.36	0.10	1.54	2.59	Thỏa mãn
M^-	15.71	0.10	0.70	2.59	Thỏa mãn

4.6. Tính toán cốt thép theo trạng thái giới hạn II

Tính toán theo TCVN 5574-2018

Bề rộng khe nứt tính toán theo (166):

$$a_{crc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} L_s$$

- Các hệ số φ_i :

Hệ số kể đến thời hạn tác dụng của tải trọng:

+ Khi tính toán với tải ngắn hạn:

$$\varphi_1 = 1$$

+ Khi tính toán với tải dài hạn:

$$\varphi_1 = 1.4$$

Hệ số kể đến loại hình dạng bề mặt cốt thép dọc:

+ Với cốt thép có gân và cáp:

$$\varphi_2 = 0.5$$

+ Với cốt thép trơn:

$$\varphi_2 = 0.8$$

Hệ số kể đến đặc điểm chịu lực:

+ Với cấu kiện chịu uốn và nén lệch tâm:

$$\varphi_3 = 1$$

+ Với cấu kiện chịu kéo:

$$\varphi_3 = 1.2$$

- Hệ số ψ_s :

Với cấu kiện chịu uốn xác định theo (176):

$$\psi_s = 1 - 0.8 M_{crc} / M$$

M_{crc} là mô men hình thành vết nứt, xác định theo (158):

$$M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl}$$

$$W_{pl} = \gamma W_{red}$$

$$\gamma = 1.3$$

W_{red} xác định theo (160):

$$W_{red} = I_{red} / y_t$$

$$I_{red} = I + I_s + I'_s$$

- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo σ_s :

$$\sigma_s = M / (z_s A_s) \leq R_{bt,ser}$$

Với tiết diện chữ nhật:

$$z_s = 0.8 h_0$$

- Khoảng cách cơ sở giữa các vết nứt L_s tính toán theo (174):

$$\text{Max}(10d_s; 100) \leq L_s = 0.5 (A_{bt} / A_s) d_s \leq \text{Min}(40d_s; 400)$$

Với:

$$A_{bt} = b x_t$$

$$2a \leq x_t \leq 0.5h$$

Cấu kiện chịu uốn:

$$x_t = y_t = S_{t,red} / A_{red}$$

$$A_{red} = A + \alpha A_s + \alpha A'_s$$

$$\alpha = E_s / E_b$$

$S_{t,red}$ là mô men tĩnh của tiết diện quy đổi lấy đối với mép biên chịu kéo của tiết diện:

$$S_{t,red} = 0.5hA + aA_s + (h-a')A'_s$$

- d_s là đường kính danh nghĩa của cốt thép:

$$d_s = \frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots}{n_1 d_1 + n_2 d_2 + \dots}$$

$n_1, n_2 \dots$ là số lượng cốt thép đường kính $d_1, d_2 \dots$

4.6.1. Tính toán cốt thép theo phương dọc

<> Với M^+ :

CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

Bê tông B	Thép CB	b (mm)	h (mm)	α
30	400-V	2000	300	6.15
E_b (Mpa)	E_s (Mpa)	$R_{s,ser}$ (Mpa)	$R_{b,ser}$ (Mpa)	$R_{bt,ser}$ (Mpa)
32,500	200,000	400	22	1.75

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
296.12	Đại han	1.40	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
13	0	25	0	52.50	95.00	52.50
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
13	25	63.81	63.81	52.50	247.50	25.00

BỀ RỘNG KHE NÚT

A_{red} (cm ²)	$S_{t,red}$ (cm ³)	$y_t = x_t$ (mm)	L_s (mm)	I_{s1} (cm ⁴)	I_{s2} (cm ⁴)	I'_s (cm ⁴)
6785.40	91,914.41	135.46	400.00	4,416.72	-	8,035.55
I_{red} (cm ⁴)	W_{red} (cm ³)	γ	W_{pl} (cm ³)	M_{crc} (kNm)	ψ_s	
462,452.3	34,139.62	1.3	44,381.50	77.67	0.79	
z_s (mm)	σ_s (Mpa)	a_{crc} (mm)				
198.00	234.36	0.259				

$$a_{crc} = 0.259 < a_{crc,u} = 0.300$$

Kết luận: **Đảm bảo**

<> Với M^- :

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
317.39	Đại han	1.40	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
13	0	25	0	52.50	95.00	52.50
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
13	25	63.81	63.81	52.50	247.50	25.00

BỀ RỘNG KHE NÚT

A_{red} (cm ²)	$S_{t,red}$ (cm ³)	$y_t = x_t$ (mm)	L_s (mm)	I_{s1} (cm ⁴)	I_{s2} (cm ⁴)	I'_s (cm ⁴)
6785.40	91,914.41	135.46	400.00	4,416.72	-	8,035.55
I_{red} (cm ⁴)	W_{red} (cm ³)	γ	W_{pl} (cm ³)	M_{crc} (kNm)	ψ_s	
462,452.3	34,139.62	1.3	44,381.50	77.67	0.80	
z_s (mm)	σ_s (Mpa)	a_{crc} (mm)				
198.00	251.19	0.283				

$$a_{crc} = \mathbf{0.283} < a_{crc,u} = \mathbf{0.300}$$

Kết luận: **Đảm bảo**

4.6.2. Tính toán cốt thép theo phương ngang

<> Với M^+ :

CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

Bê tông B	Thép CB	b (mm)	h (mm)	α
30	400-V	1000	300	6.15
E_b (Mpa)	E_s (Mpa)	$R_{s,ser}$ (Mpa)	$R_{b,ser}$ (Mpa)	$R_{bt,ser}$ (Mpa)
32,500	200,000	400	22	1.75

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
156.91	Dai han	1.40	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
7	0	25	0	77.50	120.00	77.50
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
5	20	34.36	15.71	75.00	222.50	25.00

BỀ RỘNG KHE NÚT

A_{red} (cm ²)	$S_{t,red}$ (cm ³)	$y_t = x_t$ (mm)	L_s (mm)	I_{s1} (cm ⁴)	I_{s2} (cm ⁴)	I'_s (cm ⁴)
6308.12	90,619.73	155.00	400.00	2,077.24	-	773.62
I_{red} (cm ⁴)	W_{red} (cm ³)	γ	W_{pl} (cm ³)	M_{crc} (kNm)	ψ_s	
452,850.9	29,216.18	1.3	37,981.04	66.47	0.66	
z_s (mm)	σ_s (Mpa)	a_{crc} (mm)				
178.00	256.54	0.237				

$$a_{crc} = \mathbf{0.237} < a_{crc,u} = \mathbf{0.300}$$

Kết luận: **Đảm bảo**

<> Với M^- :

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
83.81	Dai han	1.40	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
5	0	20	0	75.00	115.00	75.00
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
7	25	15.71	34.36	77.50	225.00	20.00

BỀ RỘNG KHE NÚT

A_{red} (cm ²)	$S_{t,red}$ (cm ³)	$y_t = x_t$ (mm)	L_s (mm)	I_{s1} (cm ⁴)	I_{s2} (cm ⁴)	I'_s (cm ⁴)
6308.12	90,882.35	150.00	400.00	887.50	-	1,819.53
I_{red} (cm ⁴)	W_{red} (cm ³)	γ	W_{pl} (cm ³)	M_{crc} (kNm)	ψ_s	
452,707.0	30,180.47	1.3	39,234.61	68.66	0.34	
z_s (mm)	σ_s (Mpa)	a_{crc} (mm)				
180.00	296.42	0.143				

$$a_{crc} = 0.143$$

<

$$a_{crc,u} = 0.300$$

Kết luận: **Đảm bảo**

5. Tính toán dầm kê container rộng 3m

5.1. Phương pháp tính toán

Dầm kê container được tính toán theo mô hình nền biến dạng đàn hồi cục bộ (Winker).

◇ Dầm tính toán có kích thước:

Chiều dài $L = 17.50$ m

Chiều cao $h = 0.30$ m

Chiều rộng $b = 3.00$ m

◇ Hệ số nền:

Dưới đáy dầm là kết cấu nền hiện hữu (đá gia cố xi măng) có hệ số nền như sau:

$$C = 6,250 \text{ T/m}^3$$

◇ Độ cứng của gối lò xo quy đổi:

Độ cứng gối lò xo được xác định theo công thức:

$$K = C.B.I$$

Trong đó: B: Bề rộng dầm (hoặc bề rộng bản chia)

I: Chiều đoạn dầm chia (hoặc chiều dài bản chia)

5.2. Sơ đồ tính toán kết cấu

- Phương pháp tính: Tính toán nội lực cấu kiện dầm kê container bằng phương pháp phần tử hữu hạn, sử dụng chương trình phân tích kết cấu SAP2000 trên máy tính điện tử.

- Sơ đồ tính: chi tiết xem phụ lục tính toán SAP2000.

- Sơ đồ hóa kết cấu: Dầm kê container được sơ đồ hóa theo 2 mô hình nhằm xác định nội lực xuất hiện trong kết cấu theo 2 phương (phương dọc và phương ngang) một cách chính xác.

+ Theo phương dọc: Dầm kê container được mô hình hóa thành các phần tử thanh *frame*.

Dầm kê container loại 1 được chia thành 31 đoạn có chiều dài từ 0.25m ÷ 0.605m.

+ Theo phương ngang: Dầm kê container được tính toán với dải kích thước 1.5mx1.5m và được mô hình hóa thành các phần tử bản *shell*. Phần dầm kê này được chia thành các tấm *shell*.

+ Nền được mô hình thành các gối đàn hồi có độ cứng bằng độ cứng gối lò xo quy đổi.

5.3. Tải trọng tác dụng lên kết cấu

5.3.1. Tải trọng bản thân kết cấu

Tải trọng bản thân của kết cấu dầm kê container do chương trình SAP2000 tự tính toán.

5.3.2. Tính toán tải trọng theo phương dọc

a. Tải trọng tính toán

Tải trọng 1 container tiêu chuẩn:

$$P = 30.4 \text{ T}$$

Tải trọng tác dụng lên 1 chân container

$$P_1 = P/4 = 7.60 \text{ T}$$

Số chồng container tính toán:

$$n = 6 \text{ Chồng}$$

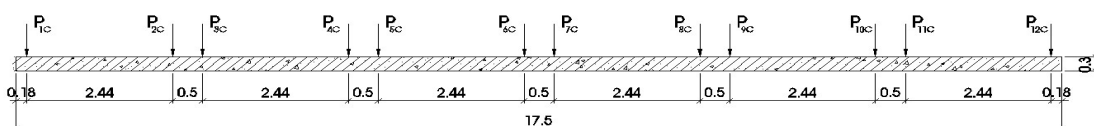
Tải trọng tác dụng lên 1 vị trí kê container:

$$P_2 = n.P_1 = 45.6 \text{ T}$$

Tải trọng tác dụng lên 1 vị trí trong sơ đồ tính:

$$P_c = P_2 = 45.6 \text{ T}$$

◇ Sơ đồ vị trí kê container:



b. Xác định hệ số nền đàn hồi

Hệ số nền: $C = 6,250 \text{ T/m}^3$

Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)	Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)	Vị trí gối No	Diện tích S (m ²)	Độ cứng K (T/m ³)
1	0.135	843.8	12	0.8325	5,203.1	23	0.915	5,718.8
2	0.5925	3,703.1	13	0.915	5,718.8	24	0.915	5,718.8
3	0.915	5,718.8	14	0.915	5,718.8	25	0.915	5,718.8
4	0.915	5,718.8	15	0.915	5,718.8	26	0.8325	5,203.1
5	0.915	5,718.8	16	0.8325	5,203.1	27	0.8325	5,203.1
6	0.8325	5,203.1	17	0.8325	5,203.1	28	0.915	5,718.8
7	0.8325	5,203.1	18	0.915	5,718.8	29	0.915	5,718.8
8	0.915	5,718.8	19	0.915	5,718.8	30	0.915	5,718.8
9	0.915	5,718.8	20	0.915	5,718.8	31	0.5925	3,703.1
10	0.915	5,718.8	21	0.8325	5,203.1	32	0.135	843.8
11	0.8325	5,203.1	22	0.8325	5,203.1	Tổng	26.25	164,063

c. Tổ hợp tải trọng

Các tổ hợp tải trọng được tổng hợp theo bảng dưới đây:

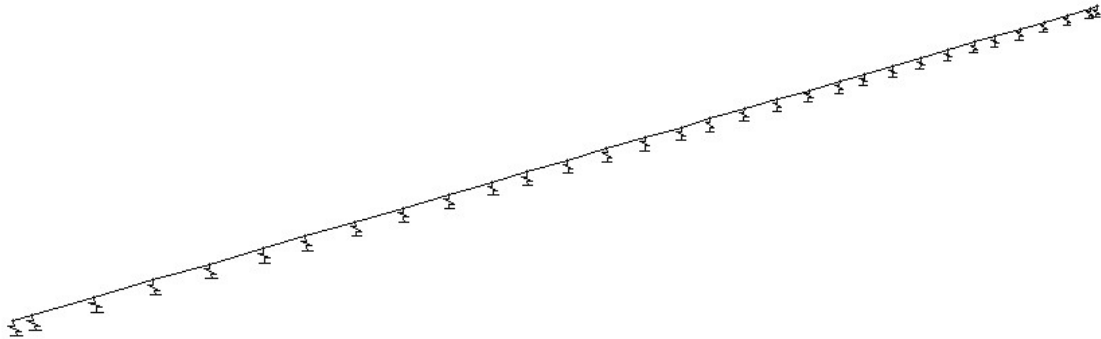
Tải trọng	Bản thân	P _{1C} &P _{2C}	P _{3C} &P _{4C}	P _{5C} &P _{6C}	P _{7C} &P _{8C}	P _{9C} &P _{10C}	P _{11C} &P _{12C}	Ghi chú
COM1	x	x						
COM2	x		x					
COM3	x			x				
COM4	x	x	x					
COM5	x	x		x				
COM6	x	x			x			
COM7	x	x				x		
COM8	x	x					x	
COM9	x		x	x				
COM10	x		x		x			
COM11	x		x			x		
COM12	x		x				x	
COM13	x			x	x			
COM14	x	x	x	x				
COM15	x	x	x		x			
COM16	x	x	x			x		
Tải trọng	Bản thân	P _{1C} &P _{2C}	P _{3C} &P _{4C}	P _{5C} &P _{6C}	P _{7C} &P _{8C}	P _{9C} &P _{10C}	P _{11C} &P _{12C}	Ghi chú
COM17	x	x	x				x	
COM18	x	x		x	x			
COM19	x	x			x	x		
COM20	x	x				x	x	
COM21	x	x	x		x	x		
COM22	x	x		x	x		x	
COM23	x		x	x			x	
COM24	x	x	x			x	x	
COM25	x	x	x		x	x		
COM26	x	x	x	x	x	x	x	

Trong đó:

BT: Tải trọng bản thân kết cấu;

$P_{1C} - P_{12C}$: Tải trọng do xếp container;

d. Mô hình tính toán kết cấu trong Sap2000



5.3.3. Tính toán tải trọng theo phương ngang

a. Tải trọng tính toán

Tải trọng 1 container tiêu chuẩn:

$$P = 30.4 \text{ T}$$

Tải trọng tác dụng lên 1 chân container

$$P_1 = P/4 = 7.60 \text{ T}$$

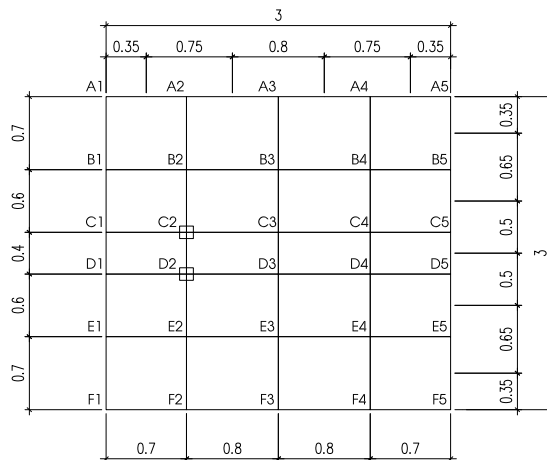
Số chồng container tính toán:

$$n = 6 \text{ Chồng}$$

Tải trọng tác dụng lên 1 vị trí kê container:

$$P_2 = n.P_1 = 45.6 \text{ T}$$

◇ Sơ đồ vị trí kê container:



b. Xác định hệ số nền đàn hồi

$$\text{Hệ số nền: } C = 6,250 \text{ T/m}^3$$

Vị trí gối No	Diện tích $S \text{ (m}^2\text{)}$	Độ cứng $K \text{ (T/m}^3\text{)}$	Vị trí gối No	Diện tích $S \text{ (m}^2\text{)}$	Độ cứng $K \text{ (T/m}^3\text{)}$	Vị trí gối No	Diện tích $S \text{ (m}^2\text{)}$	Độ cứng $K \text{ (T/m}^3\text{)}$
A1	0.12	765.63	C1	0.18	1093.75	E1	0.23	1421.88
A2	0.26	1640.63	C2	0.38	2343.75	E2	0.49	3046.88
A3	0.28	1750.00	C3	0.40	2500.00	E3	0.52	3250.00
A4	0.26	1640.63	C4	0.38	2343.75	E4	0.49	3046.88
A5	0.12	765.63	C5	0.18	1093.75	E5	0.23	1421.88
B1	0.23	1421.88	D1	0.18	1093.75	F1	0.12	765.63
B2	0.49	3046.88	D2	0.38	2343.75	F2	0.26	1640.63

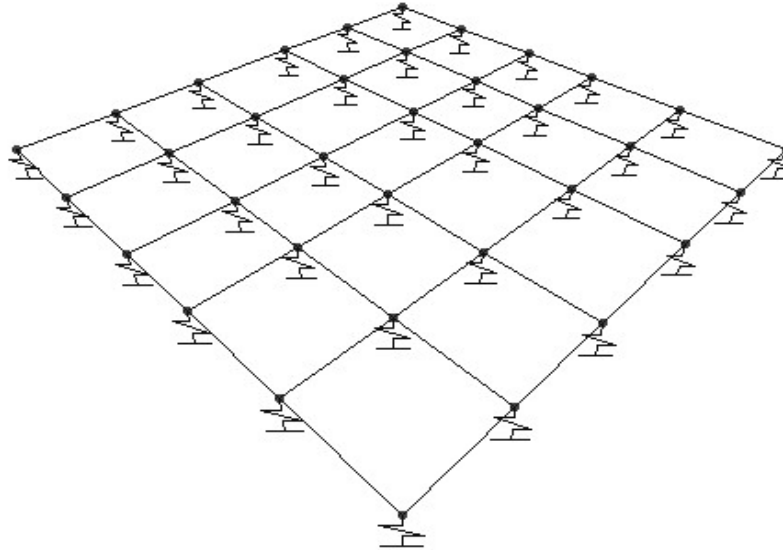
B3	0.52	3250.00	D3	0.40	2500.00	F3	0.28	1750.00
B4	0.49	3046.88	D4	0.38	2343.75	F4	0.26	1640.63
B5	0.23	1421.88	D5	0.18	1093.75	F5	0.12	765.63

c. Tổ hợp tải trọng

Các tổ hợp tải trọng được tổng hợp theo bảng dưới đây:

Tải trọng	Bản thân	P _{D3}	P _{D4}	Ghi chú
COM1	x	x		
COM2	x	x	x	

d. Mô hình tính toán kết cấu trong Sap2000

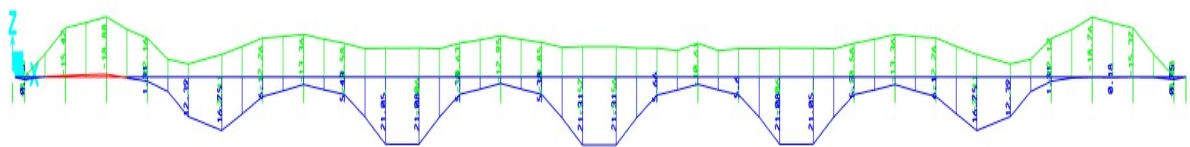


5.4. Kết quả tính toán nội lực kết cấu

Kết quả tính toán được tổ hợp theo hình bao nội lực, căn cứ vào kết quả tính toán được từ chương trình phân tích kết cấu SAP2000.

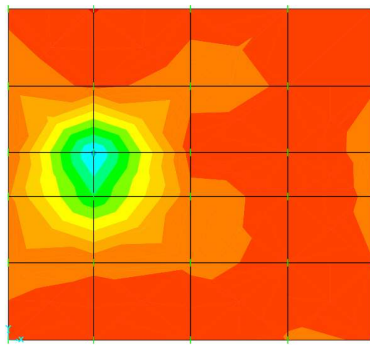
5.4.1. Kết quả tính toán nội lực theo phương dọc

Biểu đồ bao nội lực

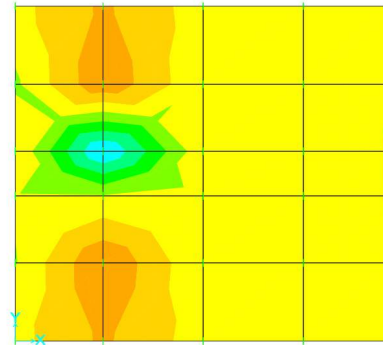


Nội lực	Lực cắt		Mô men	
	V2 (T)	V3 (T)	M2 (T.m)	M3 (T.m)
Max	34.54	0.00	0.00	21.31
Min	-34.54	0.00	0.00	-18.88

5.4.2. Kết quả tính toán nội lực theo phương ngang



Biểu đồ bao Max



Biểu đồ bao Min

Nội lực	Lực cắt		Mô men (T.m)	
	V13 (T)	V23 (T)	M11(T.m)	M22(T.m)
Max	19.11	41.70	12.50	14.25
Min	-17.97	-41.88	-2.95	-10.18

5.5. Tính toán cốt thép theo trạng thái giới hạn I

5.5.1. Tổng hợp nội lực tính toán

Nội lực	Phương dọc		Phương ngang	
	M ⁺ (T.m)	M ⁻ (T.m)	M ⁺ (T.m)	M ⁻ (T.m)
Tiêu chuẩn	21.31	18.88	14.25	10.18
Tính toán	25.58	22.65	17.10	12.21

Ghi chú: Tải trọng tính toán bằng tải trọng tiêu chuẩn nhân với các hệ số động $\gamma = 1.2$

3.4.2. Tính toán cốt thép theo phương dọc

a. Các giá trị điều kiện

+ R_b - Cường độ chịu nén của bê tông, với bê tông B30 có:

$$R_b = 170 \text{ kG/cm}^2$$

+ R_s - Cường độ chịu kéo của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$R_s = 3,500 \text{ kG/cm}^2$$

+ R_{sc} - Cường độ chịu nén của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$R_{sc} = 3,500 \text{ kG/cm}^2$$

+ E_s - Mô đun đàn hồi của cốt thép, với thép CB400-V có:

$$E_s = 2,000,000 \text{ kG/cm}^2$$

+ Xác định hệ số ξ_R :

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_o} = \frac{0.8}{1 + \frac{\epsilon_{s,el}}{\epsilon_{b2}}} = 0.533$$

Trong đó:

x_R là chiều cao giới hạn của vùng bê tông chịu nén

$\epsilon_{s,el}$ là biến dạng tương đối của cốt thép chịu kéo khi ứng suất bằng R_s

$$\epsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s} = 0.00175$$

Chú ý: Đối với bê tông có cấp độ bền chịu nén từ B60 trở xuống lấy $\epsilon_{b2} = 0.0035$

b. Kiểm tra khả năng cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn theo nội lực giới hạn

Tính cốt thép dầm với tiết diện $b \times h =$

300 x 30cm

+ Lớp bê tông bảo vệ phía dưới (M^+):

4cm

+ Lớp bê tông bảo vệ phía trên (M^-):

4cm

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^+ :

15 Ø22

→ $A_s = 57.02 \text{ (cm}^2\text{)}$

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^- :

15 Ø22

→ $A_s = 57.02 \text{ (cm}^2\text{)}$

<> Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^+ :

$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$h \text{ (cm)}$	$R_s \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$R_b \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$a \text{ (cm)}$	$h_0 \text{ (cm)}$	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
57.02	30	3500	170	5.10	24.9	0.00	0.53	Yes
$A'_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$b \text{ (cm)}$	$R_{sc} \text{ (kG/cm}^2\text{)}$	$x \text{ (cm)}$	$a' \text{ (cm)}$	$h'_0 \text{ (cm)}$	$M_u \text{ (T.m)}$	$M^+ \text{ (T.m)}$	Kiểm tra
57.02	300	3500	0.00	5.10	24.90	39.51	25.58	Thỏa mãn

<> Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^- :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
57.02	30	3500	170	5.10	24.90	0.00	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M' (T.m)	Kiểm tra
57.02	300	3500	0.00	5.10	24.90	39.51	22.65	Thỏa mãn

<> Kiểm tra điều kiện về hàm lượng cốt thép:

	A_s (cm ²)	$\mu_{\min}$ (%)	μ (%)	$\mu_{\max}$ (%)	Kiểm tra
M^+	57.02	0.10	0.76	2.59	Thỏa mãn
M^-	57.02	0.10	0.76	2.59	Thỏa mãn

3.4.3. Tính toán cốt thép theo phương ngang

Tính cốt thép dầm với tiết diện b x h =

100 x 30cm

+ Lớp bê tông bảo vệ phía dưới (M^+):

6.2cm

+ Lớp bê tông bảo vệ phía trên (M^-):

6.2cm

+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^+ :

5 Ø25

→ $A_s = 24.54$ (cm²)+ Lựa chọn cốt thép bố trí M^- :

5 Ø22

→ $A_s = 19.01$ (cm²)a. Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^+ :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
24.54	30	3500	170	7.45	22.6	0.05	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M^+ (T.m)	Kiểm tra
19.01	100	3500	1.14	7.30	22.70	17.20	17.10	Thỏa mãn

b. Kiểm tra mô men giới hạn đối với M^- :

A_s (cm ²)	h (cm)	R_s (kG/cm ²)	R_b (kG/cm ²)	a (cm)	h_0 (cm)	x/h_0	ξ_R	$x/h_0 \leq \xi_R$
19.01	30	3500	170	7.30	22.70	-0.05	0.53	Yes
A'_s (cm ²)	b (cm)	R_{sc} (kG/cm ²)	x (cm)	a' (cm)	h'_0 (cm)	M_u (T.m)	M^- (T.m)	Kiểm tra
24.54	100	3500	-1.14	7.45	22.55	13.80	12.21	Thỏa mãn

c. Kiểm tra điều kiện về hàm lượng cốt thép:

	A_s (cm ²)	$\mu_{\min}$ (%)	μ (%)	$\mu_{\max}$ (%)	Kiểm tra
M^+	24.54	0.10	1.09	2.59	Thỏa mãn
M^-	19.01	0.10	0.84	2.59	Thỏa mãn

5.6. Tính toán cốt thép theo trạng thái giới hạn II

Tính toán theo TCVN 5574-2018

Bề rộng khe nứt tính toán theo (166):

$$a_{crc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} L_s$$

- Các hệ số φ_i :

Hệ số kể đến thời hạn tác dụng của tải trọng:

+ Khi tính toán với tải ngắn hạn:

$$\varphi_1 = 1$$

+ Khi tính toán với tải dài hạn:

$$\varphi_1 = 1.4$$

Hệ số kể đến loại hình dạng bề mặt cốt thép dọc:

+ Với cốt thép có gân và cáp:

$$\varphi_2 = 0.5$$

+ Với cốt thép trơn:

$$\varphi_2 = 0.8$$

Hệ số kể đến đặc điểm chịu lực:

+ Với cấu kiện chịu uốn và nén lệch tâm:

$$\varphi_3 = 1$$

+ Với cấu kiện chịu kéo:

$$\varphi_3 = 1.2$$

- Hệ số ψ_s :

Với cấu kiện chịu uốn xác định theo (176):

$$\psi_s = 1 - 0.8M_{crc}/M$$

M_{crc} là mô men hình thành vết nứt, xác định theo (158):

$$M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl}$$

$$W_{pl} = \gamma W_{red}$$

$$\gamma = 1.3$$

W_{red} xác định theo (160):

$$W_{red} = I_{red}/y_t$$

$$I_{red} = I + I_s + I'_s$$

- Ứng suất trong cốt thép chịu kéo σ_s :

$$\sigma_s = M/(z_s A_s) \leq R_{bt,ser}$$

Với tiết diện chữ nhật:

$$z_s = 0.8h_o$$

- Khoảng cách cơ sở giữa các vết nứt L_s tính toán theo (174):

$$\text{Max}(10d_s; 100) \leq L_s = 0.5(A_{bt}/A_s)d_s \leq \text{Min}(40d_s; 400)$$

Với:

$$A_{bt} = b x_t$$

$$2a \leq x_t \leq 0.5h$$

Cấu kiện chịu uốn:

$$x_t = y_t = S_{t,red}/A_{red}$$

$$A_{red} = A + \alpha A_s + \alpha A'_s$$

$$\alpha = E_s/E_b$$

$S_{t,red}$ là mô men tĩnh của tiết diện quy đổi lấy đối với mép biên chịu kéo của tiết diện:

$$S_{t,red} = 0.5hA + aA_s + (h-a')A'_s$$

- d_s là đường kính danh nghĩa của cốt thép:

$$d_s = \frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots}{n_1 d_1 + n_2 d_2 + \dots}$$

$n_1, n_2 \dots$ là số lượng cốt thép đường kính $d_1, d_2 \dots$

5.6.1. Tính toán cốt thép theo phương dọc

<> Với M^+ :

CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

Bê tông B	Thép CB	b (mm)	h (mm)	α
25	400-V	3000	300	6.67
E_b (Mpa)	E_s (Mpa)	$R_{s,ser}$ (Mpa)	$R_{b,ser}$ (Mpa)	$R_{bt,ser}$ (Mpa)
30,000	200,000	400	18.5	1.55

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
213.14	Dai han	1.40	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
15	0	22	0	51.00	92.00	51.00
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
15	22	57.02	57.02	51.00	249.00	22.00

BỀ RỘNG KHE NỨT

A_{red} (cm ²)	$S_{t,red}$ (cm ³)	$y_t = x_t$ (mm)	L_s (mm)	I_{s1} (cm ⁴)	I_{s2} (cm ⁴)	I'_s (cm ⁴)
9760.27	136,710.60	140.07	400.00	4,540.75	-	6,783.27
I_{red} (cm ⁴)	W_{red} (cm ³)	γ	W_{pl} (cm ³)	M_{crc} (kNm)	ψ_s	
686,324.02	48,999.16	1.3	63,698.91	98.73	0.63	
z_s (mm)	σ_s (Mpa)	a_{crc} (mm)				
199.20	187.65	0.165				

$$a_{crc} = \mathbf{0.165} < a_{crc,u} = \mathbf{0.300}$$

Kết luận: **Đảm bảo**

<> Với M^- :

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
188.79	Dai han	1.40	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
15	0	22	0	51.00	92.00	51.00
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
15	22	57.02	57.02	51.00	249.00	22.00

BỀ RỘNG KHE NỨT

$A_{red} (cm^2)$	$S_{t,red} (cm^3)$	$y_t = x_t (mm)$	$L_s (mm)$	$I_{s1} (cm^4)$	$I_{s2} (cm^4)$	$I'_s (cm^4)$
9760.27	136,710.60	140.07	400.00	4,540.75	-	6,783.27
$I_{red} (cm^4)$	$W_{red} (cm^3)$	γ	$W_{pl} (cm^3)$	$M_{crc} (kNm)$	ψ_s	
686,324.02	48,999.16	1.3	63,698.91	98.73	0.58	
$z_s (mm)$	$\sigma_s (Mpa)$	$a_{crc} (mm)$				
199.20	166.21	0.135				

$$a_{crc} = \mathbf{0.135}$$

<

$$a_{crc,u} = \mathbf{0.300}$$

Kết luận: Đảm bảo

5.6.2. Tính toán cốt thép theo phương ngang

<> Với M^+ :

CÁC THÔNG SỐ ĐẦU VÀO

Bê tông B	Thép CB	b (mm)	h (mm)	α
30	400-V	1000	300	6.15
$E_b (Mpa)$	$E_s (Mpa)$	$R_{s,ser} (Mpa)$	$R_{b,ser} (Mpa)$	$R_{bt,ser} (Mpa)$
32,500	200,000	400	22	1.75

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
142.53	Dai han	1.40	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	$d_1 (mm)$	$d_2 (mm)$	$a_1 (mm)$	$a_2 (mm)$	a (mm)
5	0	25	0	74.50	117.00	74.50
n'	$d' (mm)$	$A_s (cm^2)$	$A'_s (cm^2)$	$a' (mm)$	$h_o (mm)$	$d_s (mm)$
5	22	24.54	19.01	73.00	225.50	25.00

BỀ RỘNG KHE NỨT

$A_{red} (cm^2)$	$S_{t,red} (cm^3)$	$y_t = x_t (mm)$	$L_s (mm)$	$I_{s1} (cm^4)$	$I_{s2} (cm^4)$	$I'_s (cm^4)$
9290.34	135,614.30	149.00	400.00	1,371.82	-	1,162.11
$I_{red} (cm^4)$	$W_{red} (cm^3)$	γ	$W_{pl} (cm^3)$	$M_{crc} (kNm)$	ψ_s	
677,533.94	45,472.08	1.3	59,113.70	91.63	0.49	
$z_s (mm)$	$\sigma_s (Mpa)$	$a_{crc} (mm)$				
180.40	321.91	0.219				

$$a_{crc} = \mathbf{0.219}$$

<

$$a_{crc,u} = \mathbf{0.300}$$

Kết luận: Đảm bảo<> Với M^- :

TẢI TRỌNG

M (kNm)	Tải trọng	φ_1	Chịu lực	φ_3	φ_2
101.77	Dai han	1.40	Uon	1.00	0.50

BỐ TRÍ CỐT THÉP

n_1	n_2	d_1 (mm)	d_2 (mm)	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a (mm)
5	0	22	0	73.00	114.00	73.00
n'	d' (mm)	A_s (cm ²)	A'_s (cm ²)	a' (mm)	h_o (mm)	d_s (mm)
5	25	19.01	24.54	74.50	227.00	22.00

BỀ RỘNG KHE NÚT

A_{red} (cm ²)	$S_{t,red}$ (cm ³)	$y_t = x_t$ (mm)	L_s (mm)	I_{s1} (cm ⁴)	I_{s2} (cm ⁴)	I'_s (cm ⁴)
9290.34	135,692.21	146.06	400.00	1,020.21	-	1,558.57
I_{red} (cm ⁴)	W_{red} (cm ³)	γ	W_{pl} (cm ³)	M_{crc} (kNm)	ψ_s	
677,578.78	46,391.27	1.3	60,308.65	93.48	0.27	
z_s (mm)	σ_s (Mpa)	a_{crc} (mm)				
181.60	294.85	0.109				

 $a_{crc} =$ **0.109**

<

 $a_{crc,u} =$ **0.300****Kết luận:** **Đảm bảo**

TÍNH TOÁN KIỂM TRA ỨNG SUẤT NỀN DẦM KÊ CONTAINER

KIỂM TRA NỀN DẦM KÊ CONTAINER

Dầm kê container có tải trọng ngoài lớn hơn rất nhiều so với dầm đường chạy cầu RTG 6+1 nên chỉ kiểm tra ứng suất cho dầm kê.

1. Số liệu đầu vào**1.1. Dầm kê container**

- Bề rộng dầm kê:	$B = 2.00$	m
- Chiều dài dầm kê:	$L = 17.50$	m
- Chiều cao dầm kê:	$H = 0.30$	m
- Dung trọng tự nhiên dầm kê container:	$\gamma = 2.50$	T/m ³

1.2. Tài liệu địa chất

Lớp A: nền gạch hỗn hợp san lấp (lớp KCA)

- Dung trọng tự nhiên lớp kết cấu áo:	$\gamma = 2.50$	T/m ³
- Lực dính:	$c = 10.00$	T/m ²
- Góc ma sát trong:	$\varphi = 45.00$	độ
- Chiều dày kết cấu áo hiện hữu:	$h_{1(kca)} = 1.10$	m

Lớp 1: á cát, màu xám đen, trạng thái nhão

- Dung trọng tự nhiên lớp cát san lấp:	$\gamma = 1.87$	T/m ³
- Lực dính:	$c = 0.26$	T/m ²
- Góc ma sát trong:	$\varphi = 20.42$	độ
- Chiều dày lớp cát san lấp hiện hữu:	$h_{2(lớp 1)} = 1.90$	m

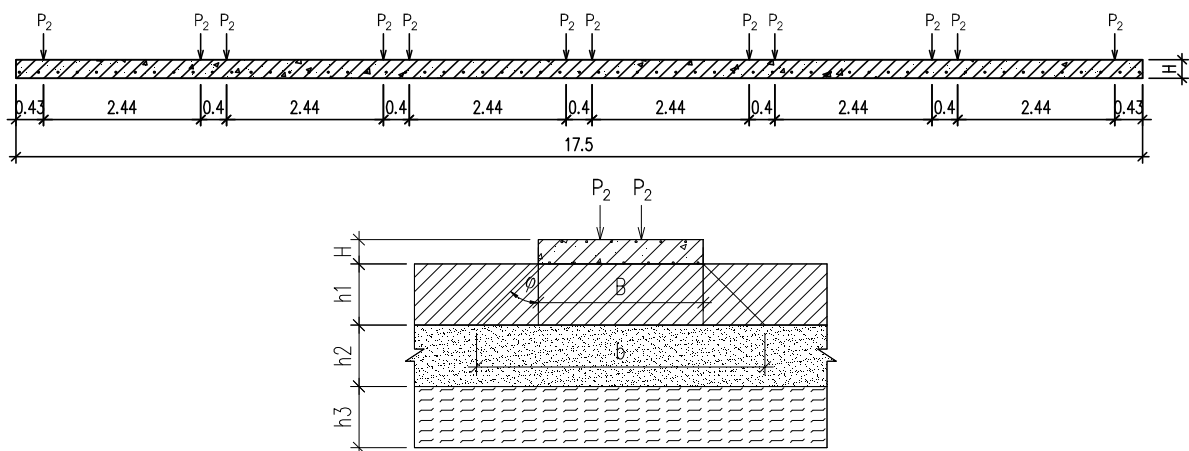
Lớp 2: bùn sét, màu xám xanh, xám đen, trạng thái nhão

- Dung trọng tự nhiên lớp 2:	$\gamma = 1.43$	T/m ³
- Lực dính:	$c = 0.46$	T/m ²
- Góc ma sát trong:	$\varphi = 3.83$	độ
- Độ sệt	$B = 1.50$	
- Chiều dày lớp hiện hữu:	$h_{3(lớp 2)} = 2.00$	m

1.3. Tải trọng tính toán

Tải trọng max 1 container tiêu chuẩn:	$P = 30.4$	T
Tải trọng tác dụng lên 1 chân container	$P1 = P/4 = 7.60$	T
Số chồng container tính toán:	$n = 6$	Chồng
Hệ số không đều hàng:	$m = 0.80$	(Theo thực tế)
Tải trọng tác dụng lên 1 vị trí kê container:	$P2 = n.m.P1 = 36.5$	T
Tải trọng tác dụng lên 1 vị trí trong sơ đồ tính:	$Pc = 2.P2 = 73.0$	T

◇ Sơ đồ vị trí kê container:

**2. Kiểm tra điều kiện ứng suất nền****2.1. Kiểm tra điều kiện ứng suất đáy dầm (mặt kết cấu áo hiện hữu)**

<> Điều kiện kiểm tra:

$$\sigma_{\max}^{tc} < 1.2 \cdot R_M$$

$$\sigma_{tb}^{tc} < R_M$$

Tải trọng tác dụng lên diện tích đáy đầm:

- Tải trọng bản thân: $N_{bt} = 26.25 \quad T$

- Tải trọng do container gây ra: $N_c = 12 \cdot P_c = 875.52 \quad T$

→ Tổng tải trọng thẳng đứng tác dụng lên đáy móng được xác định theo công thức:

$$N_{tc} = (N_{bt} + N_c) = 901.77 \quad T$$

→ Mômen đối với trọng tâm móng: $M^{tc} = 0.00 \quad T.m$

<> ứng suất dưới đáy móng:

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{\sigma_{\max}^{tc} + \sigma_{\min}^{tc}}{2}$$

$$\sigma_{\max(\min)}^{tc} = \frac{\sum_{i=1}^n N^{tc}}{F} \pm \frac{\sum_{i=1}^n M^{tc}}{W}$$

Trong đó:

F - diện tích đáy móng:

$$F = 35.00 \quad m^2$$

W - mômen kháng uốn của tiết diện đáy móng:

$$W = 102.08 \quad m^3$$

$$R_M - \text{Cường độ tính toán mặt lớp kết cấu áo, } R_M = 217.40 \quad T/m^2$$

$$\sigma_{\max}^{tc} = 25.76 < 1.2 \cdot R_M = 260.88 \quad T/m^2$$

$$\sigma_{\min}^{tc} = 25.76 > 0.00$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = 25.76 < R_M = 217 \quad T/m^2$$

Kết luận: Thỏa mãn điều kiện ứng suất nền

$$R_M = m_1 m_2 (AB_M \gamma_{II} + BH_M \gamma_{II}' + DC_{II}) / k_{tc}$$

$$R_M = 217.40 \quad T/m^2$$

Trong đó:

$$B_M - \text{là bề rộng móng: } B_M = 2.00 \quad m$$

$$L_M - \text{là chiều dài móng: } L_M = 17.50 \quad m$$

$$H_M - \text{là chiều sâu chôn móng: } H_M = 0.00 \quad m$$

 k_{tc} - là hệ số, với các chỉ tiêu cơ lý được lấy theo số liệu thí nghiệm trực tiếp đối với đất.

$$k_{tc} = 1.00$$

 m_1, m_2 - các hệ số phụ thuộc điều kiện địa chất, kết cấu công trình.

$$m_1 = 1.20$$

$$m_2 = 1.10$$

A, B và D - các hệ số phụ thuộc φ_{II}

$$\text{Với } \varphi_{II} = 45.00 \quad \text{độ}$$

$$A = 3.660$$

$$B = 15.640$$

$$D = 14.640$$

γ_{II} - dung trọng tự nhiên của lớp đất dưới đáy móng

$$\gamma_{II} = 2.50 \text{ T/m}^3$$

C_{II} - lực dính của lớp đất tại đáy móng

$$C_{II} = 10.00 \text{ T/m}^2$$

2.2. Kiểm tra điều kiện ứng suất mặt lớp cát san lấp

<> Điều kiện kiểm tra:

$$\sigma_{\max}^{tc} < 1.2 \cdot R_M$$

$$\sigma_{tb}^{tc} < R_M$$

Tải trọng tác dụng lên diện tích mặt lớp cát:

- Tải trọng bản thân: $N_{bt} = 253.79 \text{ T}$

- Tải trọng do container gây ra: $N_c = 12 \cdot P_c = 875.52 \text{ T}$

→ Tổng tải trọng thẳng đứng tác dụng lên đáy móng được xác định theo công thức:

$$N_{tc} = (N_{bt} + N_c) = 1129.31 \text{ T}$$

→ Mômen đối với trọng tâm móng: $M^{tc} = 0.00 \text{ T.m}$

<> ứng suất dưới đáy móng:

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{\sigma_{\max}^{tc} + \sigma_{\min}^{tc}}{2}$$

$$\sigma_{\max(\min)}^{tc} = \frac{\sum_{i=1}^n N^{tc}}{F} \pm \frac{\sum_{i=1}^n M^{tc}}{W}$$

Trong đó:

F - diện tích đáy móng:

$$F = 82.74 \text{ m}^2$$

W - mômen kháng uốn của tiết diện đáy móng:

$$W = 271.66 \text{ m}^3$$

R_M - Cường độ tính toán mặt lớp kết cấu áo, $R_M = 81.85 \text{ T/m}^2$

$$\sigma_{\max}^{tc} = 13.65 < 1.2 \cdot R_M = 98.22 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\min}^{tc} = 13.65 > 0.00$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = 13.65 < R_M = 82 \text{ T/m}^2$$

Kết luận: *Thỏa mãn điều kiện ứng suất nền*

$$R_M = m_1 m_2 (AB\gamma_{II} + BH\gamma_{II}' + DC_{II}) / k_{tc}$$

$$R_M = 81.85 \text{ T/m}^2$$

Trong đó:

B - bề rộng móng quy ước: $B_M = B + H \cdot 2 \cdot \tan \varphi = 4.20 \text{ m}$

L - chiều dài móng quy ước: $L_M = L + H \cdot 2 \cdot \tan \varphi = 19.70 \text{ m}$

H - chiều sâu chôn móng quy ước: $H_M = 1.10 \text{ m}$

k_{tc} - là hệ số, với các chỉ tiêu cơ lý được lấy theo số liệu thí nghiệm trực tiếp đối với

$$k_{tc} = 1.00$$

m_1, m_2 - các hệ số phụ thuộc điều kiện địa chất, kết cấu công trình.

$$m_1 = 1.10$$

$$m_2 = 1.00$$

A, B và D - các hệ số phụ thuộc φ_{II}

$$\begin{aligned}\text{Với } \varphi_{II} &= 20.42^\circ \\ A &= 3.660 \\ B &= 15.640 \\ D &= 14.640\end{aligned}$$

γ_{II} - dung trọng tự nhiên của lớp đất dưới đáy móng

$$\gamma_{II} = 2.50 \text{ T/m}^3$$

γ_{II}' - dung trọng tự nhiên của lớp đất từ đáy móng trở lên

$$\gamma_{II}' = \frac{h_1 \cdot \gamma_1 + h_2 \cdot \gamma_2 + \dots + h_n \cdot \gamma_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

$$\gamma_{II}' = 1.87 \text{ T/m}^3$$

C_{II} - lực dính của lớp đất tại đáy móng

$$C_{II} = 0.26 \text{ T/m}^2$$

2.3. Kiểm tra điều kiện ứng suất mặt lớp 2

<> Điều kiện kiểm tra ứng suất mặt lớp đất yếu (lớp 2):

$$\sigma_1 + \sigma_2 \leq R_{dy}$$

Trong đó:

σ_1 : ứng suất do trọng lượng lớp cát san lấp tác dụng lên trên mặt lớp 2:

$$\sigma_1 = \gamma_{kca} \cdot h_{kca} + \gamma_1 \cdot h_1 = 6.30 \text{ T/m}^2$$

σ_2 : ứng suất do tải trọng ngoài tác dụng lên trên mặt lớp đất yếu:

$$\sigma_2 = K_0 \sigma^{tc} = 2.72 \text{ T/m}^2$$

K_0 : Hệ số phụ thuộc vào $m=2z/b$ và $n=l/b$ tra bảng

L/B	Độ sâu z (m)	$\frac{2z}{B}$	k_0
3.761	3.000	3.00	0.369

$$R_{dy} = \frac{m_1 m_2}{K_{tc}} (AB_{y1} \gamma_{II} + BH_m \gamma_{II}' + DC_{II}) = 10.9 \text{ T/m}^2$$

Trong đó:

$$B - \text{bề rộng móng quy ước: } B_M = B + Hl \cdot 2 \cdot \tan \varphi = 5.61 \text{ m}$$

$$L - \text{chiều dài móng quy ước: } L_M = L + Hl \cdot 2 \cdot \tan \varphi = 21.11 \text{ m}$$

$$H_m - \text{chiều sâu chôn móng: } H_m = h_{lkca} + h_2 = 3.00 \text{ m}$$

k_{tc} - hệ số, với các chỉ tiêu cơ lý được lấy theo số liệu thí nghiệm trực tiếp đối với đất

$$k_{tc} = 1.00$$

m_1, m_2 - các hệ số phụ thuộc điều kiện địa chất, kết cấu công trình.

$$m_1 = 1.10$$

$$m_2 = 1.00$$

A, B và D - các hệ số phụ thuộc φ_{II}

$$\begin{aligned}\text{Với } \varphi_{II} &= 3.83^\circ \\ A &= 0.057 \\ B &= 1.239 \\ D &= 3.494\end{aligned}$$

γ_{II} - dung trọng tự nhiên của lớp đất dưới đáy móng

$$\gamma_{II} = 1.50 \text{ T/m}^3$$

γ_{II}' - dung trọng tự nhiên của lớp đất từ đáy móng trở lên

$$\gamma_{II}' = \frac{h_1 \cdot \gamma_1 + h_2 \cdot \gamma_2 + \dots + h_n \cdot \gamma_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

$$\gamma_{II}' = 2.10 \text{ T/m}^3$$

C_{II} - lực dính của lớp đất tại đáy móng

$$C_{II} = 0.46 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 \leq R_{dy}$$

$$9.03 \leq 10.89$$

Kết luận: Đảm bảo điều kiện ứng suất nền

3. Kiểm tra điều kiện biến dạng

(Do lớp KCA và lớp 1 hệ số nén lún nhỏ nên chỉ tính lún trong lớp đất yếu lớp 2)

◇ Ứng suất gây lún ở đáy lớp kết cấu áo:

$$\sigma_z = \sigma_1 + \sigma_2 = 9.03 \text{ T/m}^2$$

◇ Tính với kích thước móng quy ước

$$B_y = 5.61 \text{ m}$$

$$L_y = 21.11 \text{ m}$$

◇ Chia nền đất dưới đế móng thành các lớp phân tố có $h_i = B/20 = 0.28 \text{ m}$

- Chọn chiều dày các lớp phân tố: $h_i = 0.28 \text{ m}$

- Xét tỷ số: $L/B = 3.76$

Bảng số 5: Bảng tính toán độ lún nền đất dưới đáy móng (tạm tính mực nước ngầm bằng mực nước thấp thiết kế $= +0.85\text{m}$, cao độ mặt lớp 2 tương đương -0.05m)

Điểm	Độ sâu	$\frac{2z}{B}$	k_0	γ	σ_{zi}^{gl}	σ^{bt}	$\sigma_{zi}^{gl}/\sigma^{bt}$
	$z \text{ (m)}$	B		(T/m^3)	(T/m^2)	(T/m^2)	
0	0.000	0.00	1.000	0.49	9.03	6.30	1.43
1	0.281	0.10	0.994	0.49	8.97	6.44	1.39
2	0.561	0.20	0.989	0.49	8.92	6.58	1.36
3	0.842	0.30	0.983	0.49	8.87	6.72	1.32
4	1.123	0.40	0.977	0.49	8.82	6.85	1.29
5	1.404	0.50	0.953	0.49	8.60	6.99	1.23
6	1.684	0.60	0.928	0.49	8.38	7.13	1.18
7	1.965	0.70	0.904	0.49	8.16	7.27	1.12
8	2.246	0.80	0.880	0.94	7.94	7.53	1.05
9	2.527	0.90	0.848	0.94	7.65	7.79	0.98
10	2.807	1.00	0.816	0.94	7.36	8.06	0.91
11	3.088	1.10	0.784	0.94	7.07	8.32	0.85
12	3.369	1.20	0.752	0.94	6.79	8.59	0.79
13	3.650	1.30	0.722	0.94	6.52	8.85	0.74
14	3.930	1.40	0.693	0.94	6.25	9.11	0.69

15	4.211	1.50	0.664	0.94	5.99	9.38	0.64
16	4.492	1.60	0.634	0.94	5.72	9.64	0.59
17	4.773	1.70	0.609	0.94	5.50	9.90	0.56
18	5.053	1.80	0.584	0.94	5.27	10.17	0.52
19	5.334	1.90	0.559	1.00	5.05	10.45	0.48
20	5.615	2.00	0.534	1.00	4.82	10.73	0.45
21	5.895	2.10	0.515	1.00	4.65	11.01	0.42
22	6.176	2.20	0.496	1.00	4.48	11.29	0.40
23	6.457	2.30	0.477	1.00	4.31	11.57	0.37
24	6.738	2.40	0.458	1.00	4.13	11.85	0.35
25	7.018	2.50	0.442	1.00	3.99	12.13	0.33
26	7.299	2.60	0.427	1.00	3.85	12.41	0.31
27	7.580	2.70	0.411	1.03	3.71	12.70	0.29
28	7.861	2.80	0.395	1.03	3.56	12.99	0.27
29	8.141	2.90	0.382	1.03	3.45	13.28	0.26
30	8.422	3.00	0.369	1.03	3.33	13.57	0.25
31	8.703	3.10	0.355	1.03	3.21	13.86	0.23
32	8.984	3.20	0.342	1.03	3.09	14.15	0.22
33	9.264	3.30	0.331	1.03	2.99	14.44	0.21
34	9.545	3.40	0.321	1.03	2.89	14.73	0.20

- Tại độ sâu 9.55m kể từ đáy lớp 1 $\sigma_z^{gl} = 0.2 \cdot \sigma_{tb}$ nên chỉ tính đến độ sâu này.

$$\sigma_z^{gl} = 2.894 \quad \text{T/m}^2 \approx 0.2 \cdot \sigma_{bt} = 2.946 \quad \text{T/m}^2$$

Do vậy lấy giới hạn nền đến độ sâu 9.55m kể từ đáy móng.

- Độ lún cực hạn của nền xác định theo công thức:

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{\beta}{E_i} \sigma_{zi}^{gl} \cdot h_i = 0.8 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zi}^{gl}}{E_i} \cdot h_i = 0.251 \text{ m}$$

Trong đó:

+ E_i : môđun biến dạng của lớp đất thứ i

$$E = 182.1 \quad \text{T/m}^2$$

+ β_{oi} : hệ số phụ thuộc vào hệ số nở hông μ của đất

$$\beta = 0.80$$

+ h_i : chiều dày chia các lớp đất

$$h_i = 0.28 \quad \text{m}$$

ĐỘ CỐ KẾT THEO THỜI GIAN PHẠM VI DÀM KÊ CONTAINER LINE G16, G17

Số tháng (tháng)	Số ngày t (ngày)	Nhân tố thời gian T _v	Độ cố kết U _v	Độ lún S (m)	Độ lún còn lại S _c (m)	Độ lún còn lại D _S (m)
	1	2	3	4		
0	0				0.238	
3	90	0.02885	0.192	0.05	0.192	0.05
6	180	0.05770	0.270	0.06	0.174	0.02
9	270	0.08655	0.331	0.08	0.159	0.01
12	360	0.11540	0.383	0.09	0.147	0.01
24	720	0.23079	0.540	0.13	0.110	0.04
36	1080	0.34619	0.649	0.15	0.084	0.03
48	1440	0.46158	0.739	0.18	0.062	0.02
60	1800	0.57698	0.804	0.19	0.047	0.02
180	5400	1.73094	0.977	0.23	0.005	0.04
300	9000	2.88490	0.994	0.24	0.001	0.00
420	12600	4.03885	0.994	0.24	0.001	0.00
540	16200	5.19281	0.994	0.24	0.001	0.00
660	19800	6.34677	0.994	0.24	0.001	0.00
780	23400	7.50073	0.994	0.24	0.001	0.00
900	27000	8.65469	0.994	0.24	0.001	0.00
1020	30600	9.80865	0.994	0.24	0.001	0.00
1140	34200	10.96260	0.994	0.24	0.001	0.00
1260	37800	12.11656	0.994	0.24	0.001	0.00
1380	41400	13.27052	0.994	0.24	0.001	0.00
1500	45000	14.42448	0.994	0.24	0.001	0.00
1620	48600	15.57844	0.994	0.24	0.001	0.00
1740	52200	16.73240	0.994	0.24	0.001	0.00
1860	55800	17.88636	0.994	0.24	0.001	0.00
2460	73800	23.65615	0.994	0.24	0.001	0.00
3060	91800	29.42594	0.994	0.24	0.001	0.00
						0.24

TÍNH TOÁN MÔ ĐUN ĐÀN HỒI YÊU CẦU KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

TÍNH TOÁN MÔ ĐUN ĐÀN HỒI YÊU CẦU KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG (KC3, KC3A)

CÔNG TRÌNH: SỬA CHỮA LINE G16, G17 TERMINAL CÁT LÁI C

ĐỊA ĐIỂM: PHƯỜNG PHÚ HỮU - TP. THỦ ĐỨC - TP.HỒ CHÍ MINH

I: CĂN CỨ PHÁP LÝ:

- Căn cứ theo Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế TCCS 38 : 2022/TCĐBVN;
- Căn cứ theo tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô 4054-2005 của bộ giao thông.

II: TẢI TRỌNG XE TIÊU CHUẨN:

- Tải trọng trục: $Q = 100 \text{ KN}$
- áp lực hơi trong bánh: $P = 0.6 \text{ MPa}$
- Đường kính vết bánh xe: $D_{ch} = 33 \text{ cm}$

III: KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG BÃI VÀ MÔ ĐUN CỦA VẬT LIỆU:

- Kết cấu áo bãi đã chọn như sau:

Nền đường BTN hiện hữu		$E = 200 \text{ MPa}$
BTNC 19	dày: 7 cm	$E = 350 \text{ MPa}$
BTNCP 12.5	dày: 5 cm	$E = 420 \text{ MPa}$

IV: TÍNH TOÁN KIỂM TRA MÔ ĐUN ĐÀN HỒI KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG BÃI:

- Từ kết cấu áo đường bãi được chọn xác định được các đặc trưng tính toán của mỗi lớp kết cấu như sau:

Lớp kết cấu bãi	Bề dày lớp (cm)	E(MPa)			R_{ku} (MPa)	C (MPa)	φ (độ)
		Tính về độ võng	Tính về độ trượt	Tính về kéo uốn			
Nền đường BTN hiện hữu							
BTNC 19	7	350					
BTNCP 12.5	5	420					

Tính toán mô đun đàn hồi yêu cầu của từng lớp kết cấu áo đường bãi:

- Để tính toán mô đun đàn hồi trên lớp mặt của kết cấu áo đường, tiến hành chuyển hệ nhiều lớp về hệ hai lớp bằng cách đổi các lớp kết cấu áo đường lần lượt hai lớp một từ dưới lên trên theo công thức sau:

$$E_{tb} = E_1 * \left[\frac{1 + K * t^{1/3}}{1 + K} \right]^3 \quad \text{trong đó: } k = \frac{h_2}{h_1}, \quad t = \frac{E_2}{E_1}$$

- Kết quả tính toán được lập thành bảng sau:

Kết cấu áo bãi		E_i (Mpa)	$t=E_2/E_1$	h_i (cm)	$k = h_2/h_1$	H_{tbi} (cm)	E_{tb} (MPa)
BTNC 19		350		7		7	350.00
BTNCP 12.5		420	1.200	5	0.714	12	378.14

◇ Mô đun mặt lớp BTNC 19 dày: 7 cm

Mô đun đàn hồi lớp BTN

$$E_{tb} = 350.00 \text{ MPa}$$

Xét tỷ số: $H/D = 0.212$; $E_0/E_{tb} = 0.571$

Từ tỷ số trên tra toán đồ hình 3-1 được $E_{ch}/E_{tb} = 0.615$ Vậy $E_{ch} = 215.18$ MPa

◇ Mô đun mặt lớp BTNCP 12.5 dày: 5 cm

Xét hệ số điều chỉnh với $H/D = 0.364 \Rightarrow \beta = 1.033$

Vậy trị số mô đun đàn hồi trung bình

$$E_{tb} = \beta * E_{tb} = 390.61 \text{ MPa}$$

Xét tỷ số: $H/D = 0.364$; $E_0/E_{tb} = 0.512$

Từ tỷ số trên tra toán đồ hình 3-1 được $E_{ch}/E_{tb} = 0.606$ Vậy $E_{ch} = 236.89$ MPa

TÍNH TOÁN MÔ ĐUN ĐÀN HỒI YÊU CẦU KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG (KC4)

CÔNG TRÌNH: SỬA CHỮA LINE G16, G17 TERMINAL CÁT LÁI C

ĐỊA ĐIỂM: PHƯỜNG PHÚ HỮU - TP. THỦ ĐỨC - TP.HỒ CHÍ MINH

I: CĂN CỨ PHÁP LÝ:

- Căn cứ theo Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế TCCS 38 : 2022/TCĐBVN;
- Căn cứ theo tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô 4054-2005 của bộ giao thông.

II: TẢI TRỌNG XE TIÊU CHUẨN:

- Tải trọng trục: $Q = 100 \text{ KN}$
- áp lực hơi trong bánh: $P = 0.6 \text{ MPa}$
- Đường kính vệt bánh xe: $D_{ch} = 33 \text{ cm}$

III: KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG BÃI VÀ MÔ ĐUN CỦA VẬT LIỆU:

- Kết cấu áo bãi đã chọn như sau:

Nền đường BTN hiện hữu		$E = 200 \text{ MPa}$
Cấp phối đá dăm loại I	dày: 12 cm	$E = 300 \text{ MPa}$
BTNC 19	dày: 7 cm	$E = 350 \text{ MPa}$

IV: TÍNH TOÁN KIỂM TRA MÔ ĐUN ĐÀN HỒI KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG BÃI:

- Từ kết cấu áo đường bãi được chọn xác định được các đặc trưng tính toán của mỗi lớp kết cấu như sau:

Lớp kết cấu bãi	Bề dày lớp (cm)	E(MPa)			R_{ku} (MPa)	C (MPa)	φ (độ)
		Tính về độ võng	Tính về độ trượt	Tính về kéo uốn			
Nền đường BTN hiện hữu							
Cấp phối đá dăm loại I	12	300					
BTNC 19	7	350					

Tính toán mô đun đàn hồi yêu cầu của từng lớp kết cấu áo đường bãi:

- Để tính toán mô đun đàn hồi trên lớp mặt của kết cấu áo đường, tiến hành chuyển hệ nhiều lớp về hệ hai lớp bằng cách đổi các lớp kết cấu áo đường lần lượt hai lớp một từ dưới lên trên theo công thức sau:

$$E_{tb} = E_1 * \left[\frac{1 + K * t^{1/3}}{1 + K} \right]^3 \quad \text{trong đó: } k = \frac{h_2}{h_1}, \quad t = \frac{E_2}{E_1}$$

- Kết quả tính toán được lập thành bảng sau:

Kết cấu áo bãi	E_i (Mpa)	$t=E_2/E_1$	h_i (cm)	$k = h_2/h_1$	H_{tbi} (cm)	E_{tb} (MPa)
Cấp phối đá dăm loại I	300		12		12	300.00
BTNC 19	350	1.167	7	0.583	19	317.82

◇ Mô đun mặt lớp Cấp phối đá dăm loại I dày: 12 cm

Mô đun đàn hồi lớp BTN

$$E_{tb} = 300.00 \text{ MPa}$$

Xét tỷ số: $H/D = 0.364$; $E_0/E_{tb} = 0.667$

Từ tỷ số trên tra toán đồ hình 3-1 được $E_{ch}/E_{tb} = 0.734$ Vậy $E_{ch} = 220.20$ MPa

◇ Mô đun mặt lớp BTNC 19 dày: 7 cm

Xét hệ số điều chỉnh với $H/D = 0.576 \Rightarrow \beta = 1.044$

Vậy trị số mô đun đàn hồi trung bình

$$E_{tb} = \beta * E_{tb} = 331.78 \text{ MPa}$$

Xét tỷ số: $H/D = 0.576$; $E_0/E_{tb} = 0.603$

Từ tỷ số trên tra toán đồ hình 3-1 được $E_{ch}/E_{tb} = 0.736$ Vậy $E_{ch} = 244.10$ MPa

TÍNH TOÁN MÓNG CỘT ĐÈN PHA DI DỜI CS.07

THUYẾT MINH TÍNH TOÁN

MÓNG CỘT ĐỀN PHA DI DỜI CS.07

Các quy chuẩn, tiêu chuẩn áp dụng trong Hồ sơ thiết kế:

- Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia số về liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng QCVN 02:2022/BXD.
- Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia số về phân cấp công trình phục vụ thiết kế xây dựng QCVN 03:2022/BXD.
- Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 2737:2023.
- Nền nhà và công trình. Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 9362:2012.
- Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 10304:2014.
- Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 5574:2018

1. Tính toán sức chịu tải của cọc theo đất nền

Tính toán SCT cọc theo lỗ khoan HK06:

<> Sử dụng cọc vuông BTCT

30 x 30 x 1600 cm

- Lớp 1: Bùn sét.

- Lớp 3: Sét màu xám xanh, nâu đỏ, dẻo cứng.

Chiều dày: 12 m (phần cọc ngập đất)

<> Tính toán sức chịu tải của cọc theo đất nền:

+ Cọc chịu nén:

$$R_{c,u} = \gamma_c(\gamma_{cq}q_bA_b + u\Sigma\gamma_{cf}f_i l_i)$$

$$R_{c,u} = 1360.83 \quad \text{KN}$$

+ Cọc chịu nhổ:

$$R_{t,u} = \gamma_c u \Sigma \gamma_{cf} f_i l_i$$

$$R_{t,u} = 722.44 \quad \text{KN}$$

Trong đó:

γ_c - hệ số điều kiện của cọc làm việc trong đất:

+ Đối với cọc chịu nén:

$$\gamma_c = 1$$

+ Đối với cọc chịu nhổ, khi chiều dài cọc ngập trong đất > 4m:

$$\gamma_c = 0.8$$

γ_{cq}, γ_{cf} - hệ số điều kiện làm việc của đất, có kể đến ảnh hưởng của phương pháp thi công cọc đối với cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc và xung quanh cọc, phụ thuộc vào loại cọc.

$$\gamma_{cq} = 0.88 \quad \gamma_{cf} = 0.96$$

A_b - diện tích tiết diện ngang tại mũi cọc:

$$A_b = 0.09 \quad \text{m}^2$$

q_b - cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc:

$$q_b = 5780 \quad \text{KN/m}^2$$

u - chu vi tiết diện ngang của cọc:

$$u = 1.20 \quad \text{m}$$

f_i - cường độ tính toán của lớp đất thứ i xung quanh cọc.

l_i - chiều dày lớp đất thứ i tiếp xúc với cọc (các lớp đất được chia nhỏ với chiều dày l_i)

Lớp đất	f_i (kPa)	l_i (m)	$u\gamma_{cf}f_i l_i$	$u\Sigma\gamma_{cf}f_i l_i$
3	57.00	2.000	131.33	903.05
	61.00	2.000	140.54	
	64.25	2.000	148.03	
	67.10	2.000	154.60	
	69.90	2.000	161.05	
	72.70	2.000	167.50	

TỔNG HỢP SỨC CHỊU TẢI CỌC

Lỗ khoan	SCT cực hạn (KN)		γ_k	SCT cho phép (KN)	
	$R_{c,u}$	$R_{t,u}$		$R_{c,d}$	$R_{t,d}$
HK06	1360.83	722.44	1.75	777.62	412.82

2. Tính toán móng

2.1. Tính toán TH tải trọng gió theo phương 90° :

a. Tải trọng

Kích thước đài móng:

$$L = 2.0 \quad \text{m}$$

$$B = 2.0 \quad \text{m}$$

$$H_1 = 0.95 \quad \text{m}$$

$$H_2 = 1.80 \quad \text{m}$$

$$H_M = 1.60 \quad \text{m}$$

- Tải trọng từ chân cột truyền xuống móng:

$$M_o = 683.10 \quad \text{KNm}$$

$$N_o = 73.58 \quad \text{KN}$$

$$Q_o = 40.17 \quad \text{KN}$$

- Trọng lượng bản thân móng và đất lấp:

$$P_M = 194.03 \quad \text{T}$$

Tải trọng tác dụng tại trọng tâm đáy đài:

$$M_o = 755.41 \quad \text{KNm}$$

$$N_o = 267.61 \quad \text{KN}$$

b. Kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc

Lực truyền xuống các cọc dẫy biên:

$$P_{\max}^{\text{tt}} = \frac{N^{\text{tt}}}{n_c} \pm \frac{M_y^{\text{tt}} \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \pm \frac{M_x^{\text{tt}} \cdot y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

Trong đó:

P_m^{tt} - tải trọng tính toán tác dụng lên mỗi cọc theo phương thẳng đứng

n_c - số lượng cọc bố trí trong móng:

$$n_c = 4 \quad \text{cọc}$$

N_{tt} - tổng tải trọng tính toán tác dụng lên đài cọc theo phương thẳng đứng

$$N_{\text{tt}} = 267.61 \quad \text{KN}$$

$M_x^{\text{tt}}, M_y^{\text{tt}}$ - momen tính toán đối với các trục chính của mặt qua các cọc ở mức đáy đài

x_i, y_i - khoảng cách từ trục chính tới trục của mỗi cọc

$x_{\max}, y_{\max}$ - khoảng cách từ trục chính tới trục của cọc biên.

$$P_{\max}^{\text{tt}} = 336.69 \quad \text{KN}$$

$$P_{\min}^{\text{tt}} = -202.89 \quad \text{KN} \quad (\text{Cọc chịu nhỏ})$$

Điều kiện kiểm tra (có kể tới trọng lượng cọc q_c):

- Cọc chịu nén lớn nhất:

$$P_{\max}^{\text{tt}} + q_c = 372.46 < \gamma_o/\gamma_n R_{c,d} = 777.62 \quad \text{KN}$$

- Cọc chịu nhỏ:

$$P_{\min}^{\text{tt}} + q_c = -167.11 < \gamma_o/\gamma_n R_{t,d} = 412.82 \quad \text{KN}$$

Với:

$$\gamma_o = 1.15 \quad (\text{Hệ số điều kiện làm việc})$$

$$\gamma_n = 1.15 \quad (\text{Hệ số tầm quan trọng - Cấp II})$$

$$q_c = 35.78 \quad \text{KN}$$

Kết luận: Đảm bảo

2.2. Tính toán TH tải trọng gió theo phương 45° :

a. Tải trọng:

- Tải trọng từ chân cột truyền xuống móng:

$$M_o = 683.10 \quad \text{KNm}$$

$$N_o = 73.58 \quad \text{KN}$$

$$Q_o = 40.17 \quad \text{KN}$$

- Trọng lượng bản thân móng và đất lấp:

$$P_M = 194.03 \quad \text{T}$$

Tải trọng tác dụng tại trọng tâm đáy đài:

$$M_o = 755.41 \quad \text{KNm}$$

$$N_o = 267.61 \quad \text{KN}$$

b. Kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc:

Lực truyền xuống các cọc dầy biên:

$$p_{\frac{\max}{\min}}^{\text{tt}} = \frac{N_c^{\text{tt}}}{n_c} \pm \frac{M_y^{\text{tt}} \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \pm \frac{M_x^{\text{tt}} \cdot y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

Trong đó:

P_m^{tt} - tải trọng tính toán tác dụng lên mỗi cọc theo phương thẳng đứng

n_c - số lượng cọc bố trí trong móng:

$$n_c = 4 \quad \text{cọc}$$

N_{tt} - tổng tải trọng tính toán tác dụng lên đài cọc theo phương thẳng đứng

$$N_{\text{tt}} = 267.61 \quad \text{KN}$$

$M_x^{\text{tt}}, M_y^{\text{tt}}$ - momen tính toán đối với các trục chính của mặt qua các cọc ở mức đáy đài

x_i, y_i - khoảng cách từ trục chính tới trục của mỗi cọc

$x_{\max}, y_{\max}$ - khoảng cách từ trục chính tới trục của cọc biên.

$$P_{\max}^{\text{tt}} = 448.42 \quad \text{KN}$$

$$P_{\min}^{\text{tt}} = -314.62 \quad \text{KN} \quad (\text{Cọc chịu nhỏ})$$

Điều kiện kiểm tra (có kể tới trọng lượng cọc q_c):

- Cọc chịu nén lớn nhất:

$$P_{\max}^{\text{tt}} + q_c = 484.19 < \gamma_o/\gamma_n R_{c,d} = 777.62 \quad \text{KN}$$

- Cọc chịu nhỏ:

$$P_{\min}^{\text{tt}} + q_c = -278.84 < \gamma_o/\gamma_n R_{t,d} = 412.82 \quad \text{KN}$$

(Dấu "-" thể hiện cọc chịu nhỏ)

Với:

$$\gamma_o = 1.15 \quad (\text{Hệ số điều kiện làm việc})$$

$$\gamma_n = 1.15 \quad (\text{Hệ số tầm quan trọng - Cấp II})$$

$$q_c = 35.78 \quad \text{KN}$$

Kết luận: Đảm bảo

c. Tính toán cốt thép đài cọc

- Tính toán độ bền và cấu tạo móng:

Dùng bê tông M300, thép nhóm CB-300V (AII).

- Các hệ số α_m, γ :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$$

$$\gamma = 0.5(1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m})$$

- Diện tích cốt thép yêu cầu:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \gamma \cdot h_0}$$

BẢNG TÍNH TOÁN CỐT THÉP

	M (KNm)	α_m	γ	a (cm)	h_0 (cm)	A_s (cm ²)
M1	627.79	0.0341	0.9827	10.8	84.20	21.68
M2	93.66	0.0053	0.9974	12.4	82.60	3.25

Trong đó:

M - momen uốn tại tiết diện tính toán.

R_b - cường độ chịu nén của bê tông:

$$R_b = 13 \text{ Mpa}$$

R_s - cường độ chịu kéo của cốt thép:

$$R_s = 350 \text{ Mpa}$$

a - chiều dày lớp bê tông bảo vệ đáy đài móng.

h_0 - chiều cao làm việc của đài cọc:

Chọn cốt thép bố trí đáy đài móng:

- Theo phương M1:

Chọn: 14 Φ 16 Bước a = 150
 $A_s = 28.15 \text{ cm}^2$

- Theo phương M2:

Chọn: 14 Φ 16 Bước a = 150
 $A_s = 28.15 \text{ cm}^2$

3. Tính toán vật liệu cọc

3.1. Sơ đồ tính toán kết cấu

Khi tính toán cọc theo độ bền của vật liệu, cọc được xem là thanh ngàm cứng trong đất tại tiết diện nằm cách đáy đài một khoảng l_1 xác định theo công thức:

$$l_1 = l_0 + 2/\alpha_{bd}$$

$$l_1 = \mathbf{2.91} \text{ m}$$

Trong đó:

Với móng đài thấp:

$$l_0 = 0$$

α_{bd} - Hệ số biến dạng.

$$\alpha_{bd} = \sqrt[5]{\frac{Kb_p}{\gamma_c E_b I}}$$

$$\alpha_{bd} = 0.688$$

E_b - Mô đun đàn hồi vật liệu cọc:

$$E_b = 28,750,000 \text{ kPa}$$

Mác BT: M300 ▼

I - Mô men quán tính tiết diện ngang của cọc:

$$I = 0.00068 \text{ m}^4$$

Loại cọc: Cọc vuông ▼

b_p - Chiều rộng qui ước của cọc:

$$b_p = 1.5D + 0.5 = 0.95 \text{ m}$$

$$b = 0.3 \text{ m}$$

$$h = 0.3 \text{ m}$$

γ_c là hệ số điều kiện làm việc, đối với cọc đơn:

$$\gamma_c = 3$$

D - Đường kính ngoài của cọc, m.

K - Hệ số tỷ lệ lấy tùy thuộc loại đất xung quanh cọc:

Trường hợp cọc đi qua nhiều lớp đất thì K sẽ là hệ số tỷ lệ chung xác định như sau:

+ Khi có 2 lớp đất: $K_{ch} = [K_1 h_1 (h_1 + 2h_2) + K_2 h_2^2] / \Sigma h_i^2$

+ Khi có 3 lớp đất: $K_{ch} = [K_1 h_1 (h_1 + 2h_2 + 2h_3) + K_2 h_2 (h_2 + 2h_3) + K_3 h_3^2] / \Sigma h_i^2$

+ Khi có lớn hơn 3 lớp: Tính đổi từ trên xuống theo hệ 2 lớp hoặc 3 lớp.

h_i - Chiều dài cọc ngập trong lớp đất thứ i .

Kết quả tính hệ số tỷ lệ K - Theo lỗ khoan:

HK06

Lớp đất	h (m)	Đất nền	K (KN/m ⁴)
Lớp 1	h_1	Sét, Is =	K
	3.40	1.59	0
Lớp 3	h_2	Sét, Is =	K
	12.00	0.2	15,600.0
Lớp chung	h_{ch}		K_{ch}
	15.40		9,472.1

3.2. Kiểm tra khả năng chịu lực của vật liệu cọc

<> Kiểm tra tiết diện cọc:

- Tiết diện:

b (cm)	h (cm)	i (cm)	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$		
30	30	8.66	4	18	10.18

- Chiều cao tính toán:

$$H = l_1 + h_m$$

Với h_m là khoảng cách từ đáy đài móng đến mặt cổ móng.

$$h_m = 1.91 \quad \text{m}$$

$$H = 4.82 \quad \text{m}$$

$$l_o = \psi H$$

$$l_o = 3.37 \quad \text{m}$$

$$\psi = 0.70$$

- Độ mảnh:

$$\lambda = l_o/i$$

$$\lambda = 38.92 < \lambda_{gh} = 100$$

Kết luận: Đảm bảo.

- Vật liệu:

Bê tông: M **300**

$$R_b = 13 \quad \text{MPa}$$

Hệ số điều kiện làm việc:

$$\gamma_b = 1$$

Cốt thép:

CB **400-V**

$$R_s = 350 \quad \text{MPa}$$

<> Kiểm tra khả năng chịu lực của vật liệu cọc:

- Điều kiện chịu nén:

$$N_{c,d} \leq N_{gh}^n$$

$$\mathbf{484.19 \leq 1395.15 \text{ KN}}$$

Kết luận: Đảm bảo.

Trong đó:

+ Tải trọng cọc chịu nén lớn nhất:

$$N_{c,d} = 484.19 \quad \text{KN}$$

+ Khả năng chịu lực nén của vật liệu cọc:

$$N_{gh}^n = \varphi(R_b A_b + R_{sc} A_{st})$$

$$N_{gh}^n = 1395.15 \quad \text{KN}$$

φ là hệ số do ảnh hưởng của uốn dọc:

$$\varphi = 1.028 - 0.0000288\lambda^2 - 0.0016\lambda$$

$$\varphi = 0.92$$

A_b là diện tích tiết diện bê tông:

$$A_b = bh - A_{st}$$

- Điều kiện chịu kéo:

$$N_{t,d} \leq N_{gh}^k$$

$$\mathbf{314.62 \leq 356.257 \text{ KN}}$$

Kết luận: Đảm bảo.

Trong đó:

+ Tải trọng cọc chịu kéo lớn nhất:

$$N_{t,d} = 314.62 \quad \text{KN}$$

+ Khả năng chịu lực kéo của vật liệu cọc:

$$N_{gh}^k = R_s A_s$$

$$N_{gh}^k = 356.257 \quad \text{KN}$$