

THUYẾT MINH TÍNH TOÁN XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU BẰNG TRỤ ĐẤT XIMĂNG

I. Các căn cứ thiết kế.....	2
II. Danh mục Tiêu chuẩn, tài liệu kỹ thuật áp dụng trong thiết kế.....	2
III. Quy mụ cụng trình.....	3
1. Tiêu chuẩn kỹ thuật của dự án	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
2. Quy mụ mặt cắt ngang	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
IV. Điều kiện địa chất cụng trình.....	4
V. Yêu cầu tính toán.....	5
1. Yêu cầu về cường độ.....	5
2. Yêu cầu độ lún.....	5
VI. Giải pháp xử lý nền.....	5
1. Giải pháp xử lý nền được lựa chọn.	5
2. Cơ sở lý luận của giải pháp xử lý nền được lựa chọn.....	5
VII. Bảng phân chia khu vực xử lý	7
VIII. Tónh toán thiết kế.....	8
1. Tổ hợp tải trọng.....	8
1.1 Tải trọng tónh lún.....	8
1.2. Tải trọng tónh toán sức chịu tải.....	8
2. Tónh sức chịu tải của trụ đất XM và của nền hỗn hợp (Tài liệu [5] và [11])	9
2.1. Kiểm toán sức chịu tải của trụ đơn.....	9
2.2. Kiểm toán sức chịu tải của nhóm trụ (tài liệu [11]).....	9
2.3. Tónh ổn định môi taluy.	10
3. Tính lưới ĐKT (tài liệu [8]).....	10
3.1. Tónh lực kéo trên lưới ĐKT T_{tr}	10
3.2. Tónh lực trượt ngang T_{ds}	Error! Bookmark not defined.
3.3. Lựa chọn loại lưới ĐKT.	Error! Bookmark not defined.
3.4. Tónh chiều dài ngầm của lưới ĐKT.....	Error! Bookmark not defined.
4. Tónh lún.....	10
4.1. Tónh lún cho phần nền được xử lý.	11
4.2. Tính độ lún lệch giữa trụ đất xi măng và đất nền xung quanh trụ đất xi măng.....	Error! Bookmark not defined.
5. Bảng các tham số hõnh học và tải trọng tại các vị trí kiểm toán.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
6. Kết quả tónh toán	12
6.1. Kiểm tra sức chịu tải của trụ đơn.....	Error! Bookmark not defined.
6.2 Kiểm toán sức chịu tải của nhóm trụ.....	Error! Bookmark not defined.
6.4. Kiểm toán ổn định môi taluy.....	12
6.5. Tónh lún trong phạm vi nền được xử lý	16
6.6. Tính độ lún lệch giữa trụ đất và đất nền xung quanh khi trên đỉnh trụ đất chưa gia cường lưới ĐKT chịu lực.....	Error! Bookmark not defined.
6.7. Tính lưới ĐKT chịu lực.....	Error! Bookmark not defined.

THUYẾT MINH TÍNH TOÁN XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU BẰNG TRỤ ĐẤT XIMĂNG CẦU SANG TRẮNG 1 VÀ SANG TRẮNG 2

1. Các căn cứ thiết kế :

Quyết định số 741/QĐ-BGTVT ngày 06/4/2007 của Bộ Giao Thông Vận Tải duyệt đầu tư Dự án phát triển hạ tầng giao thông đồng bằng sông Cửu Long;

Quyết định số 329/QĐ-BGTVT ngày 24/02/2011 của Bộ Giao Thông Vận Tải phê duyệt điều chỉnh Dự án phát triển hạ tầng giao thông đồng bằng sông Cửu Long;

Quyết định số 511/QĐ-TCĐBVN ngày 19/4/2011 và 781/QĐ-TCĐBVN ngày 14/02/2012 của Tổng Cục Đường Bộ Việt Nam phê duyệt thiết kế kỹ thuật Tiểu dự án 1: Nâng cấp cải tạo QL91 đoạn Km7+00 – Km14+00, trong đó có xây dựng 3 cầu Trà Nóc, Sang Trắng 1, Sang trắng 2 thuộc hợp phần A – Dự án WB5 ;

Thực hiện yêu cầu của Ban QLDA1 tại văn bản số 110/PMU.1-KTCN, QLDA3 ngày 15/01/2015 về việc điều chỉnh giải pháp xử lý nền đất yếu đầu cầu Sang Trắng 1, Sang Trắng 2 nhằm rút ngắn thời gian thi công, đảm bảo tiến độ hoàn thành dự án. Tư vấn thiết kế lập các phương án điều chỉnh giải pháp xử lý đất yếu nền đường đầu cầu đối với đơn nguyên 2 (giai đoạn 2) để phục vụ báo cáo xin chủ trương trước khi tiến hành điều chỉnh thiết kế kỹ thuật.

Theo Dự án và Thiết kế kỹ thuật được duyệt cầu Sang Trắng 1, cầu Sang Trắng 2 được xây dựng mới thành 2 đơn nguyên độc lập thay thế cầu hiện hữu. Hiện nay các công trình đã thi công xong đơn nguyên 1, bắt đầu thi công đơn nguyên 2.

2. Danh mục Tiêu chuẩn, tài liệu kỹ thuật áp dụng trong thiết kế

STT	Tiêu chuẩn – Quy trình – Tài liệu tham khảo	Ký hiệu
1	Phương pháp gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng	TCVN 9403:2012
2	Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu – Tiêu chuẩn thiết kế	22 TCN262 - 2000
3	The Deep Mixing method – Principal design and construction	CDIT - Japan (2002)
4	Design Guide Soft Soil Stabilisation	CT97-0351, CEN-2002
5	Technical Manual of AliCC method for soft soil Improvement	PWRI - Japan (2006)
6	Sand and filling materials with reinforcement	BS 8006:1995
7	Excavations and Foundations in Soft Soils	Hans-Georg Kempfert

3. QUY MÔ, TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT DỰ ÁN ĐƯỢC DUYỆT

3.1. Quy mô công trình

Công trình cầu: Vĩnh cửu bằng BTCT và BTCT DƯL.

Công trình tuyến: Cấp II đồng bằng, vận tốc thiết kế 80km/h;

*Quy mô mặt cắt ngang tuyến:

• Mặt đường xe chạy	: B_m	=	2x10.5m	=	21.00 (m)
• Dải an toàn	: B_{dat}	=	4x0.5m	=	2.00 (m)
• Dải phân cách giữa	: B_{dpc}	=	4.00 (m)		
• Vía hè	: B_{vh}	=	2x5.0	=	10.00 (m)
Tổng cộng :				=	37.00 (m)

*Quy mô mặt cắt ngang cầu:

• Bề rộng phần cầu	: 2x15.00	=	30.00 (m)		
◆ Phần xe cơ giới	: 2x3.75	=	7.50 (m)		
◆ Phần xe thô sơ	: 1x3.00	=	3.00 (m)		
◆ Lề bộ hành	: 1x2.70	=	2.70 (m)		
◆ Dải an toàn	: 2x0.50	=	1.00 (m)		
◆ Lan can: 0.50 + 0.30		=	0.80 (m)		
◆ Bề rộng 1 đơn nguyên cầu:		=	15.00 (m)		
• Khoảng cách giữa 2 đơn nguyên cầu		=	3.00 (m)		
Tổng cộng :				=	33.00 (m)

3.2. Tiêu chuẩn kỹ thuật

Khung tiêu chuẩn áp dụng cho Dự án phát triển cơ sở hạ tầng giao thông đồng bằng sông Cửu Long đã duyệt theo Quyết định số 2406/QĐ-BGTVT ngày 09/11/2006 của Bộ GTVT, danh mục bổ sung tiêu chuẩn và danh mục điều chỉnh tiêu chuẩn áp dụng cho dự án phát triển cơ sở hạ tầng giao thông đồng bằng sông Cửu Long (MTIDP) để phục vụ khảo sát thiết kế và thi công công trình nâng cấp cải tạo QL91 đoạn khu vực cảng Cần Thơ – Cái Sắn đã duyệt theo Quyết định số 3386/QĐ-BGTVT ngày 25/11/2010.

Tải trọng thiết kế

Hoạt tải thiết kế HL93 theo 22 TCN 272-05;

Người đi bộ : 3×10^{-3} MPa theo 22 TCN 272-05;

Tải trọng va tàu: tương ứng với cấp sông thông thuyền.

Tần suất lũ thiết kế

Tần suất thiết kế cầu : P = 1%;

Tần suất thiết kế tuyến : P = 2%.

Tĩnh không thông thuyền

Cầu Trà Nóc, sông cấp V có thông thuyền BxH = 25x4 (m);

Cầu Sang Trắng 1: BxH = 10x2 (m);

Cầu Sang Trắng 2, sông cấp VI có thông thuyền BxH = 13x3 (m).

Mặt đường

Mặt đường cấp cao A1 bằng bê tông nhựa có Eyc \geq 160MPa.

IV. Điều kiện địa chất công trình

Căn cứ báo cáo khảo sát địa chất ta có thể tổng hợp được số liệu địa chất như sau :
Khu vực Cầu Sang Tráng 1 : Đặc điểm địa chất được lựa chọn dựa trên số liệu tổng hợp địa chất của hai lỗ khoan (ST1-M1)

- Lớp 1: Sét rất dẻo ở trạng thái chảy , phân bố trên suốt chiều dài tuyến, chiều dày thay đổi từ 12.0m đến 16.0 m.

- Lớp 2: Sét ít dẻo kẹp cát ở trạng thái dẻo chảy , phân bố bên dưới lớp 1, xuất hiện tại tất cả các lỗ khoan, chiều dày thay đổi từ 12.9 m đến 17.0m.

- Lớp 3: sét lẫn cát xen kẹp ở trạng thái dẻo cứng , lớp này nằm dưới lớp 2 xuất hiện tại một số lỗ hố khoan bề dày lớp từ 1.5 m đến 1.8m.

- Lớp 4: Sét ít sêu , dẻo cứng , trạng thái nửa cứng đến cứng, lớp này xuất hiện tại tất cả các hố khoan chiều dày phân bố phổ biến từ 4.3m đến 8.0m.

Các chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được thống kê trong bảng sau:

Bảng 1: Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất (ST1-M1)

TT	Chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4
1	Độ ẩm tự nhiên	W	%	63.9	43.68	42.0	29.0
2	Dung trọng tự nhiên	γ_w	g/cm ³	1.61	1.58	1.75	1.95
3	Khối lượng thể tích khô	γ_c	g/cm ³	0.983	1.193	1.23	1.51
4	Khối lượng riêng	Δ	g/cm ³	2.7	2.71	2.72	2.7
5	Hệ số rỗng	ϵ_0		1.747	1.267	1.207	0.786
6	Độ lỗ rỗng	n	%	64	56	55	44
7	Độ bão hoà	S	%	99	95	45	100
8	Giới hạn chảy	W _l	%	65.97	37.52	44.8	33.8
9	Giới hạn dẻo	W _p	%	25.77	19.6	23.6	17.6
10	Chỉ số dẻo	I _p	%	25.5	15.4	23.6	16.2
11	Độ sệt	I _L		0.95	1.56	0.88	0.7
12	Lực dính kết trung bình	C	kG/cm ²	0.108	0.104	0.121	0.178
13	Góc ma sát trong trung bình	φ	độ	3°53'	6°38'	5°32'	16°19'

Nhận xét:

Căn cứ khảo sát địa chất qua kết quả chỉ tiêu cơ lý đất ở các hố khoan cho thấy lớp 1 và lớp 2 là đất yếu, tính nén lún cao, do đó cần phải có biện pháp xử lý thích hợp.

V. Yêu cầu tính toán

1. Yêu cầu về cường độ

Nền đường đắp trên nền đất yếu phải đảm bảo ổn định, không bị phá hoại do trượt trôi và trượt sâu trong quá trình thi công, khai thác sử dụng.

a) Trong quá trình thi công:

- Hệ số ổn định trượt sâu được tính theo phương pháp phân mảnh cô điển hoặc phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) $K_{\min} > 1.1$, hệ số ổn định trượt sâu được tính theo phương pháp của Bishop $K_{\min} > 1.2$.

- Tốc độ lún trong quá trình thi công $\leq 10\text{mm/ngày đêm}$, tốc độ chuyển vị ngang 2 bên taluy $\leq 5\text{mm/ngày đêm}$.

b) Trong quá trình khai thác sử dụng:

Hệ số ổn định trượt sâu được tính theo phương pháp phân mảnh cô điển hoặc phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) $K_{\min} > 1.2$, hệ số ổn định trượt sâu được tính theo phương pháp của Bishop $K_{\min} > 1.4$.

2. Yêu cầu độ lún

Nền đường đắp trên nền đất yếu phải đảm bảo độ lún sau khi hoàn thành công trình phải trong giới hạn cho phép, được tổng hợp trong bảng sau [trích dẫn tài liệu 2]:

Bảng 2: Giới hạn độ lún

Vị trí đoạn đắp		
Gần móng cầu	Chỗ có cống hoặc đường dân sinh chui dưới	Các đoạn nền đắp thông thường
$\leq 10\text{cm}$	$\leq 20\text{cm}$	$\leq 30\text{cm}$

VI. Giải pháp xử lý nền

1. Giải pháp xử lý nền được lựa chọn.

Xét vào điều kiện thực tế của dự án đồng thời tuân thủ theo quyết định phê duyệt phương án xử lý nền trong bước Lập dự án đầu tư. Lựa chọn phương pháp xử lý nền bằng Trụ đất gia cố xi măng cho dự án.

2. Cơ sở lý luận của giải pháp xử lý nền được lựa chọn.

Giải pháp xử lý gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng, đường kính $D=600\text{mm}$, công nghệ trộn ướt. Khoảng cách và chiều sâu xử lý trụ đất xi măng phụ thuộc vào chiều cao đất đắp và chiều dày tầng đất yếu và các công trình hạ tầng dọc theo tuyến.

Nền đất yếu được gia cường bằng trụ đất xi măng. Tính toán thiết kế theo phương pháp nền hỗn hợp:

$$a = \frac{A_c}{A_f}$$

$$\begin{aligned}\gamma_{td} &= a \cdot \gamma_c + (1 - a) \gamma_{nen} \\ S_{utd} &= a \cdot S_{uc} + (1 - a) S_{unen} \quad (S_{uc} = q_u/2) \\ E_{td} &= a \cdot E_c + (1 - a) E_{nen}\end{aligned}$$

Trong đó:

- + a là tỷ diện thay thế của trụ đất gia cố xi măng.
- + $A_c = p \times D^2/4$: Diện tích trụ đất gia cố xi măng.
- + $A_f = S^2$: Diện tích vùng xử lý, S - khoảng cách bố trí trụ đất (hình vuông)
- + γ_{td} , γ_c , γ_{nen} là các giá trị dung trọng của nền tương đương, đất gia cố và nền tự nhiên.
- + S_{utd} , S_{uc} , S_{unen} là các giá trị sức kháng cắt không thoát nước của nền tương đương, đất gia cố và nền tự nhiên.
- + E_{td} , E_{nen} là các giá trị mô đun biến dạng của nền tương đương, và nền tự nhiên.
- + E_c : Mô đun biến dạng của đất được gia cố (được xác định trên cơ sở thí nghiệm nén 1 trục nở hông).

+ q_u là sức kháng nén 1 trục nở hông của trụ đất xi măng thông qua thí nghiệm trong phòng xét tới hệ số tương quan giữa thí nghiệm trong phòng và hiện trường, phụ thuộc vào hàm lượng xi măng, tỉ lệ nước/xi măng (N/XM) và thời gian bảo quản mẫu,...

3. Cơ sở lựa chọn thông số tính toán.

- Các căn cứ để lựa chọn hàm lượng xi măng, tỉ lệ nước/xi măng:

+ Kết quả thí nghiệm nén một trục nở hông các mẫu đất gia cố xi măng trong phòng thí nghiệm các tuổi ngày 7, 14 và ngày 28 với hàm lượng xi măng 220 kg/cm² và 240 kg/cm², tỉ lệ nước/xi măng: N/XM = 0.6, N/XM = 0.7 và N/XM = 0.9.

+ Dung trọng và độ ẩm của đất tự nhiên và đất gia cố.

+ Hàm lượng hữu cơ đất gia cố.

Kết quả thí nghiệm mẫu tại 21 ngày

Xi Măng Tây Đô				Xi Măng Hà Tiên			
XM kg/m ³	N/X	Độ sâu (m)	q_u (kgf/cm ²)	XM kg/m ³	N/X	Độ sâu (m)	q_u (kgf/cm ²)
200	0.7	1.0-6.0	9,00	240	0.7	7.0-14.0	11,2
200	0.7		9,22	240	0.7		10,9
200	0.7		9,06	240	0.7		11,14
220	0.7	1.0-6.0	9,78	240	0.7	7.0-14.0	12,4
220	0.7		10,00	240	0.7		12,24
220	0.7		9,84	240	0.7		12,3
240	0.7	15.0-20.0	11,60	240	0.7	15.0-20.0	13,6
240	0.7		11,41	240	0.7		13,68

240	0,7		12,05	240	0,7		13,52
-----	-----	--	-------	-----	-----	--	-------

- Từ các kết quả trên ta có nhận xét như sau:

+ Cường độ của mẫu đất gia cố thay đổi phụ thuộc vào hàm lượng xi măng, tỉ lệ N/XM, hàm lượng hữu cơ trong đất tự nhiên.

+ Cùng với 1 hàm lượng xi măng, tỉ lệ N/XM nhỏ hơn sẽ cho giá trị q_u lớn hơn.

+ Cùng với 1 tỉ lệ N/XM, hàm lượng xi măng lớn hơn sẽ cho giá trị q_u lớn hơn.

+ Mọi liên hệ giữa q_u và hàm lượng hữu cơ không rõ ràng.

+ Các mẫu đất gia cố có độ ẩm nhỏ hơn sẽ cho giá trị q_u lớn hơn.

- **Kết luận:**

+ Hàm lượng xi măng thích hợp: **240 kg/m³**.

+ Tỉ lệ nước/xi măng thích hợp: **N/XM = 0.7**

+ Hệ số thấm của mẫu đất gia cố bằng 3.38 lần hệ số thấm của đất nguyên thổ (tham khảo các dự án trong khu vực).

+ Cường độ nén 1 trục nở hông q_u của đất gia cố được lựa chọn để đưa vào thiết kế: **$q_u = 6.0 \text{ kg/cm}^2$** (đã được quy đổi từ cường độ mẫu thí nghiệm trong phòng ra hiện trường, hệ số quy đổi q_u (hiện trường) = (0.2 - 0.5) q_u (trong phòng) (tài liệu [2] và [3]).

+ Mô đun biến dạng của mẫu đất gia cố **$E = 80C_u$** .

VII. Bảng phân chia khu vực xử lý

- Trên suốt chiều dài tuyến tùy thuộc vào điều kiện địa chất, tải trọng, công trình hạ tầng dọc tuyến được phân chia thành các đoạn tuyến như sau:

Bảng phân chia đoạn tương ứng với thông số xử lý nền

Lý trình	Chiều dài đoạn m	Đường kính cọc m	Khoảng cách cọc m	Số đồ bố trí cọc m	Chiều dài cọc m	Cao độ			
						Đỉnh	Mũi		
CẦU SANG TRẮNG 1									
MÓ 1									
Km10+676,68 - Km10+706,90	30,22	0,60	1,60	1,6x1,6	18,00	2,08	-15,92		
Km10+706,90 - Km10+744,70	37,80	0,60	1,40	1,4x1,4	20,00	2,08	-17,92		
Km10+744,70 - Km10+764,30	19,60	0,60	1,40	1,4x1,4	24,00	2,08	-21,92		
MÓ 2									
Km10+831,28 - Km10+846,68	15,40	0,60	1,40	1,2x1,2	24,00	2,31	-21,69		
Km10+846,68 - Km10+860,68	14,00	0,60	1,40	1,4x1,4	20,00	2,31	-17,69		
Km10+860,68 - Km10+880,00	19,32	0,60	1,60	1,6x1,6	18,00	2,31	-15,69		
CẦU SANG TRẮNG 2									
MÓ 1									
Km11+879,85 - Km11+900,96	21,11	0,60	1,60	1,6x1,6	18,00	2,27	-15,73		

Km11+900,96		Km11+921,96	21,00	0,60	1,40	1,4x1,4	20,00	2,27	-17,73
Km11+921,96		Km11+937,36	15,40	0,60	1,40	1,4x1,4	24,00	2,27	-21,73
MỐ 2									
Km11+994,48		Km12+013,88	19,40	0,60	1,40	1,4x1,4	24,00	2,31	-21,69
Km12+013,88		Km12+034,88	21,00	0,60	1,40	1,4x1,4	20,00	2,31	-17,69
Km12+034,88		Km12+060,00	25,12	0,60	1,60	1,6x1,6	18,00	2,31	-15,69

VIII. Tính toán thiết kế

Tính toán thiết kế được kiểm tra theo hai trạng thái giới hạn:

- Trạng thái giới hạn I (TTGH cường độ): Kiểm tra các sức chịu tải của trụ đơn, sức chịu tải của nhóm trụ. Kiểm tra ổn định trượt sâu nền hỗn hợp (ổn định mái taluy). Kiểm toán lưới địa kỹ thuật (trong trường hợp dùng lưới địa kỹ thuật gia cường trên đỉnh trụ đất XM).

- Trạng thái giới hạn II (TTGH sử dụng): Kiểm tra điều kiện biến dạng của nền hỗn hợp.

1. Tổ hợp tải trọng

1.1 Tải trọng tính lún.

Gồm lớp đất đắp thiết kế tính tới đỉnh trụ đất (h_{tk}), lớp đất đắp bù lún (h_l), kết cấu áo đường (h_{ad}):

$$P_{gl} = h_{ad} * \gamma_{ad} + (h_{tk} + h_l) * \gamma_{dd}$$

Trường hợp có bản bê tông trên đỉnh trụ đất:

$$P_{gl} = h_{ad} * \gamma_{ad} + (h_{tk} + h_l) * \gamma_{dd} + h_{bt} * \gamma_{bt}$$

Trong đó:

P_{gl} – ứng suất do tải trọng gây lún tác dụng lên mặt phẳng đỉnh trụ đất.

h_{ad} , h_{tk} , h_l , h_{bt} – Chiều dày lớp áo đường, chiều cao đất đắp từ đỉnh trụ đất tới đáy kết cấu áo đường, chiều dày lớp đất đắp bù lún và chiều dày bản bê tông.

γ_{ad} , γ_{dd} , γ_{bt} – Dung trọng của kết cấu áo đường, của đất đắp và của bê tông;

$$\gamma_{ad} = 22 \text{ KN/m}^3, \gamma_{dd} = 18 \text{ KN/m}^3$$

1.2. Tải trọng tính toán sức chịu tải.

Tải trọng kiểm toán sức chịu tải gồm tải trọng thường xuyên và hoạt tải khai thác.

- Tải trọng thường xuyên: Tải trọng tính lún.

- Hoạt tải tính toán : Hoạt tải tiêu chuẩn HL93, trọng lượng 1 xe $P = 35.0 \text{ T}$, chiều dài xe theo phương dọc $L = 8.6\text{m}$.

$$P_{ht} = \gamma_n G / B.L$$

Trong đó:

P_{ht} – ứng suất do hoạt tải tác dụng lên mặt phẳng đỉnh trụ đất.

B_{nen} – Chiều rộng nền dưới mặt phẳng đỉnh trụ đất XM.

L – Phạm vi phân bố xe theo hướng dọc.

γ - hệ số tải trọng =1,5

n –Số làn xe

2. Tính sức chịu tải của trụ đất XM và của nền hỗn hợp (Tài liệu [5] và [11]).

2.1. Kiểm toán sức chịu tải theo vật liệu trụ.

a) Kiểm toán theo vật liệu trụ .

Cường độ chịu tải giới hạn của trụ đất gia cố:

$$F_s = \frac{q_u A_{col}}{q S^2} =$$

Trong đó:

q_u – cường độ chịu tải trọng dài hạn của trụ đất gia cố.

A_{col} – diện tích của trụ đất gia cố.

q_u – Tải trọng tính toán.

S – Khoảng cách các trụ đất

b) Kiểm toán theo đất nền.

$$F_s = \frac{Q_{ult}}{\sigma A_{col}} \geq 2$$

Trong đó:

Q_{ult} : Khả năng chịu lực của cọc theo đất nền

Ứng suất trong cọc : $\sigma = q / [r + (1-r)(E_{soil}/E_{col})]$

2.2. Kiểm toán sức chịu tải của nhóm trụ (tài liệu [11]).

Kiểm toán theo điều kiện đất nền được thực hiện theo phương pháp hệ số tải trọng.

Điều kiện:

$$F_s = Q_{group}/P_{group} \geq 2.0$$

Sức chịu tải của nhóm trụ được tính theo công thức của Brom - 2001:

$$Q_{group} = 2 * S_u * L_c * (B+L) + n_b * S_u * B * L$$

Tải trọng tính toán:

$$P_{group} = (P_{gl} + P_{ht}) * B * h$$

Trong đó:

Q_{group} – Sức chịu tải danh định của nhóm trụ.

P_{group} – tải trọng tính toán của nhóm trụ.

B - Bề rộng nhóm trụ.

L - Chiều dài nhóm trụ trên mặt bằng,

$L = 30m$ ứng với đoạn chia nhỏ nhất.

L_c - Chiều dài trụ.

S_u - Sức kháng cắt không thoát nước của đất nền.

n_b - Hệ số liên quan tới hình dạng móng,

$n_b = 6$ -;- 9. Trường hợp móng băng, $n_b = 6$.

P_{gl}, P_{ht} - Các trị số ứng suất do tải trọng gây lún và hoạt tải tác dụng trên mặt phẳng đỉnh trụ đất.

2.3. Tính ổn định mái taluy.

- Tính ổn định theo phương pháp của Bishop. Mô hình nền đường đắp, phân chia mảnh trượt, tìm vị trí tâm và mặt trượt nguy hiểm nhất, khi hệ số ổn định không thỏa mãn quy trình tiến hành gia cường nền đắp bằng lưới địa kỹ thuật (hoặc vải địa kỹ thuật) và tính toán hệ số ổn định nền đường đắp sử dụng chương trình phân tích ổn định mái dốc GEO-Slope Version6. Bề rộng mỗi mảnh chia nhỏ hơn 2m.

- Kiểm toán ổn định tổng thể, chỉ kiểm toán khi nền đường đã đắp tới cao độ thiết kế. Tính hoạt tải tương đương trong phạm vi mặt đường xe chạy.

- Tải trọng tương đương trên mặt đường do hoạt tải:

$$p = \frac{n * G}{B_m * l}$$

p - Tải trọng tương đương do hoạt tải phân bố trên mặt đường.

n - Số xe tối đa xếp trên bề rộng nền đường, $n = 6$ xe.

G - Trọng lượng 1 xe, $G = 30$ Tấn (xe H30)

l - Phạm vi phân bố tải trọng xe theo hướng dọc, $l = 6.6$ m.

B_m - bề rộng mặt đường, $B_m = 24$ m.

3. Tính lớp đệm xi măng-cát đầu cọc:

3.1. Kiểm tra cường độ lớp đệm XM+cát.

$$F_s = \frac{0,21f_r}{\sigma_t} =$$

Trong đó:

F_r : Cường độ kháng uốn của lớp đệm XM-Cát . $f_r=0,63\text{SQRT}(100f_c)$

$f_c = 100t/m^2$ cường độ lớp đệm XM+cát

$\sigma_t=M/t^2/6$ Ứng suất trong cọc :

$M=0,65q(S-d)^2/8$, Mô men uốn trong lớp đệm

3.2. Kiểm tra cường độ chống cắt lớp đệm XM+cát.

$$F_s = \frac{T_c}{T} =$$

$T_c= 0,79 \text{ SQRT}(f_c)$ cường độ chống cắt của lớp đệm XM+cát

$T=(S^2-d^2)(3,14 q/4)/3,14td$

4. Tính lún

Tính lún cho nền hỗn hợp và tính độ lún lệch giữa trụ đất xi măng và đất xung quanh trụ đất xi măng.

4.1. Tính lún cho phần nền được xử lý.

- Độ lún tổng (S) của nền đất yếu được xử lý bằng trụ đất xi măng được xác định như sau:

$$S = S_1 + S_2$$

Trong đó:

S_1 - độ lún của khối đất được gia cố

S_2 - độ lún của đất nền tự nhiên dưới mũi trụ đất gia cố

a) Độ lún của khối gia cố.

$$S_1 = qH/E_{td}$$

Trong đó: q – Tải trọng công trình truyền lên khối gia cố

H – Chiều dày lớp đất gia cố.

E_{td} – Mô đun đàn hồi của nền tương đương.

$$E_{td} = aE_{col} + (1-a)E_{soil}$$

b) Độ lún của đất nền dưới khối gia cố.

Độ lún S_2 được tính theo nguyên lý cộng lún từng lớp (xem phụ lục 3 TCXD 45-78). áp lực đất phụ thêm trong đất có thể tính theo lời giải cho bán không gian biến dạng tuyến tính (tra bảng) hoặc phân bố giảm dần theo chiều sâu với độ dốc (2:1). Phạm vi vùng ảnh hưởng lún đến chiều sâu mà tại đó áp lực gây lún không vượt quá 15% áp lực đất tự nhiên.

c) Tính độ lún theo thời gian và kiểm tra độ lún dư.

$$S(t) = S_2(t)$$

Trong đó: $S_2(t)$ - Độ lún sau thời gian (t) của đất chưa gia cố, dưới mũi cọc

Tính lún độ lún theo thời gian được thực hiện tại các vị trí tính toán có $S > 20cm$.

*) Tính toán độ cố kết của đất nằm dưới mũi trụ đất xi măng (áp dụng cho đất dính).

Tính toán tương tự như phần nền đường chưa xử lý.

*) Kiểm tra giới hạn độ lún

Độ lún còn lại sau thời gian thi công:

$$dS = S - S(t) \leq [\Delta S_L]$$

Trong đó: $[\Delta S_L]$: Giới hạn độ lún dư cho phép.

dS : Độ lún dư thiết kế (của nền đã được gia cường).

5. Kết quả tính toán

5.1. Kiểm toán khả năng chịu lực

**Bảng tổng hợp kết quả kiểm toán khả năng chịu lực của cọc đơn
và lớp đệm XM+Cát**

Lý trình	Chiều dài đoạn m	Đường kính cọc m	Khoảng cách cọc m	Chiều dài cọc m	Kết quả kiểm toán				
					FS1	FS2	FS3	FS4	
CẦU SANG TRẮNG 1									
MỐ 1									
Km10+676,68 - Km10+706,90	30,22	0,60	1,60	18,00	1,47	5,81	1,5	3,02	
Km10+706,90 - Km10+744,70	37,80	0,60	1,40	20,00	1,45	5,58	1,78	3,15	
Km10+744,70 - Km10+764,30	19,60	0,60	1,40	24,00	1,3	5,91	1,59	2,81	
MỐ 2									
Km10+831,28 - Km10+846,68	15,40	0,60	1,40	24,00	1,45	6,63	1,78	3,15	
Km10+846,68 - Km10+860,68	14,00	0,60	1,40	20,00	1,55	5,94	1,9	3,35	
Km10+860,68 - Km10+880,00	19,32	0,60	1,60	18,00	1,45	6,63	1,78	3,15	
CẦU SANG TRẮNG 2									
MỐ 1									
Km11+879,85 - Km11+900,96	21,11	0,60	1,60	18,00	1,1	4,4	1,14	2,29	
Km11+900,96 - Km11+921,96	21,00	0,60	1,40	20,00	1,23	4,72	1,51	2,67	
Km11+921,96 - Km11+937,36	15,40	0,60	1,40	24,00	1,09	4,97	1,34	2,36	
MỐ 2									
Km11+994,48 - Km12+013,88	19,40	0,60	1,40	24,00	1,39	5,59	2,23	3,28	
Km12+013,88 - Km12+034,88	21,00	0,60	1,40	20,00	1,15	4,41	1,41	2,49	
Km12+034,88 - Km12+060,00	25,12	0,60	1,60	18,00	1,08	4,27	1,11	2,22	

Trong đó :

FS1 : Là hệ số kiểm tra cường độ vật liệu

FS2 : Là hệ số kiểm tra khả năng chịu tải của cọc theo đất nền

FS3 : Là hệ số kiểm tra cường độ lớp đệm XM+Cát

FS4 : Là hệ số kiểm tra khả năng chịu cắt của lớp đệm XM+cát

Tổng hợp kết quả tính ổn định cho từng đoạn Từ bảng trên => Thỏa mãn điều kiện về chịu lực

5.2. Kiểm toán ổn định mái taluy

Phân tích ổn định theo phương pháp của Bishop. Mô hình nền đường đắp, phân chia mảnh trượt, tìm vị trí tâm và mặt trượt nguy hiểm nhất theo các giai đoạn, khi hệ số ổn định không thỏa mãn quy trình thì đắp bệ phản áp và tính toán hệ số ổn định nền

đường đắp sử dụng chương trình phân tích ổn định mái dốc GEO-Slope Version5. Bề rộng mỗi mảnh chia nhỏ hơn 2m.

Trong giai đoạn hoàn thiện hệ số ổn định tính theo phương pháp của Bishop phải thỏa mãn $FS \geq 1.4$ (theo 22TCN262-2000).

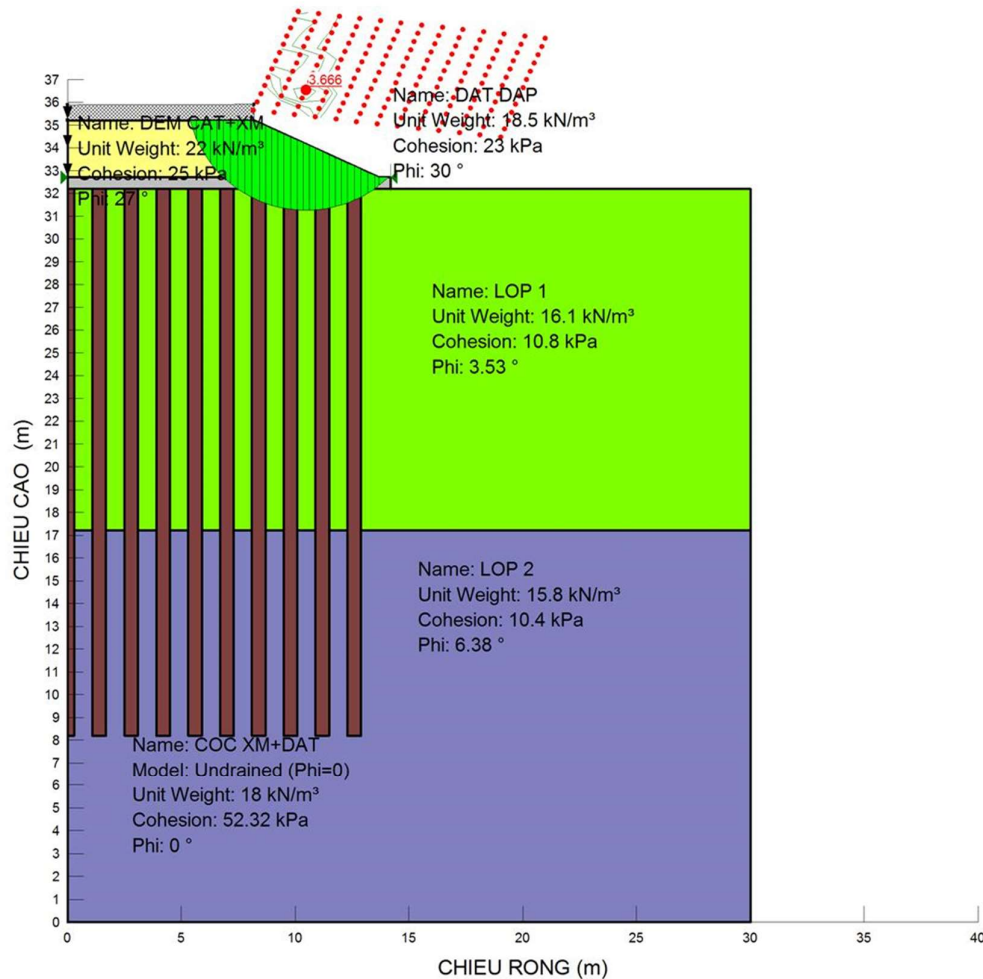
Thông số tính toán của đất nền thể hiện chi tiết trong từng bảng tính

- Hoạt tải do ô tô phân bố đều trên mặt đường xe chạy, $q = 12.5 \text{ KN/m}^2$

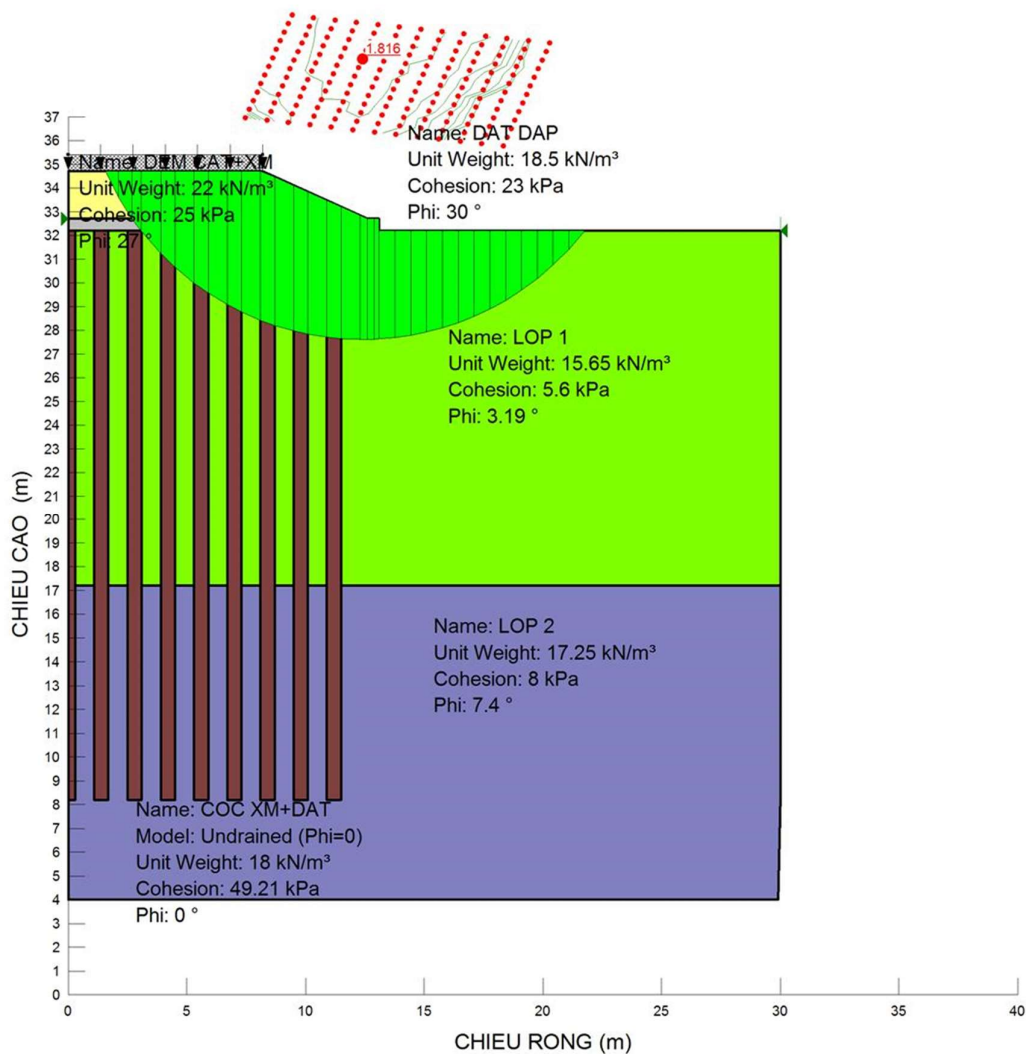
Tổng hợp kết quả tính ổn định cho từng đoạn

Từ bảng trên: $FS > 1.4 \Rightarrow$ Thỏa mãn điều kiện về ổn định tổng thể .

CẦU SANG TRẮNG 1 : VỚI CHIỀU CAO ĐẮP LỚN NHẤT TÍNH TOÁN LÀ $H_{\text{đắp}} = 3,0$ (m) ĐỘ DỐC TA LUY 1:2 , CHIỀU SÂU ĐẤT YẾU $H = 33.2$ (m) BÓC HỮU CƠ 1,0(m) , TÍNH THEO ĐỊA CHẤT LỖ KHOAN TẠI VỊ TRÍ MỔ 1 (ST1-M1) HỆ SỐ ỔN ĐỊNH =3,666 (ĐẠT YÊU CẦU). CỌC DCM $L=24$ (m). KHOẢNG CÁCH $S = 1,4$ (m).

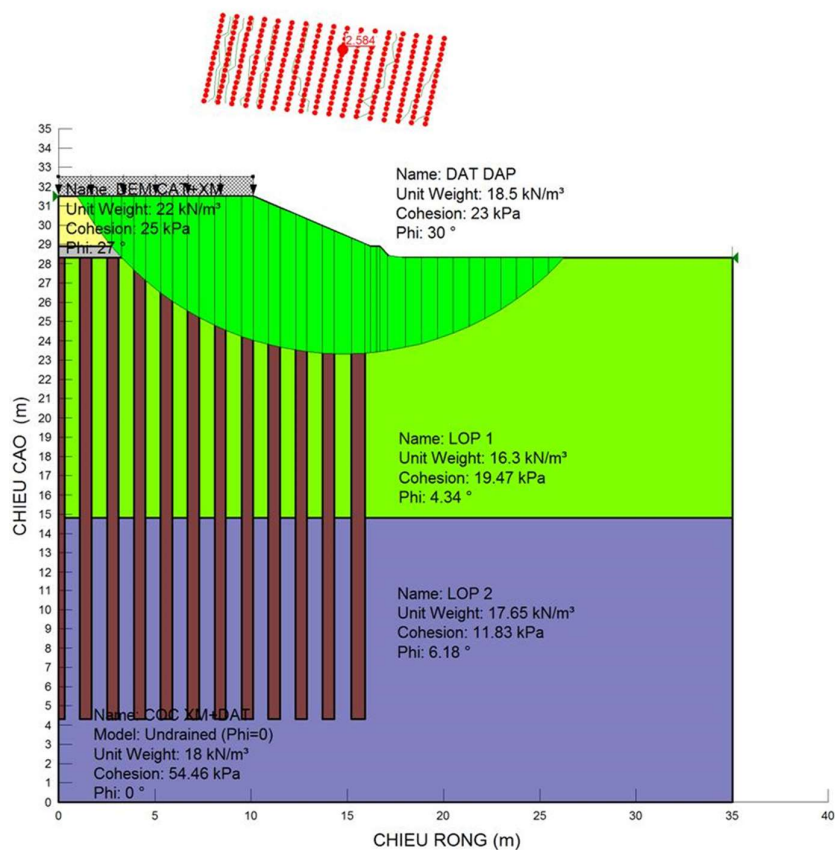


CẦU SANG TRẮNG 1: VỚI CHIỀU CAO ĐẬP LỚN NHẤT TÍNH TOÁN LÀ H_{đập} = 2.5 (m) ĐỘ DỐC TA LUY 1:2 , CHIỀU SÂU ĐẤT YẾU H = 28.0(m) BÓC HỮU CƠ 1,0(m) , TÍNH THEO ĐỊA CHẤT LỖ KHOAN TẠI VỊ TRÍ MỔ 2 (ST1-M2) HỆ SỐ ỔN ĐỊNH 1.816 (ĐẠT YÊU CẦU) . CỌC DCM L=24 (m). KHOẢNG CÁCH S = 1,4 (m).

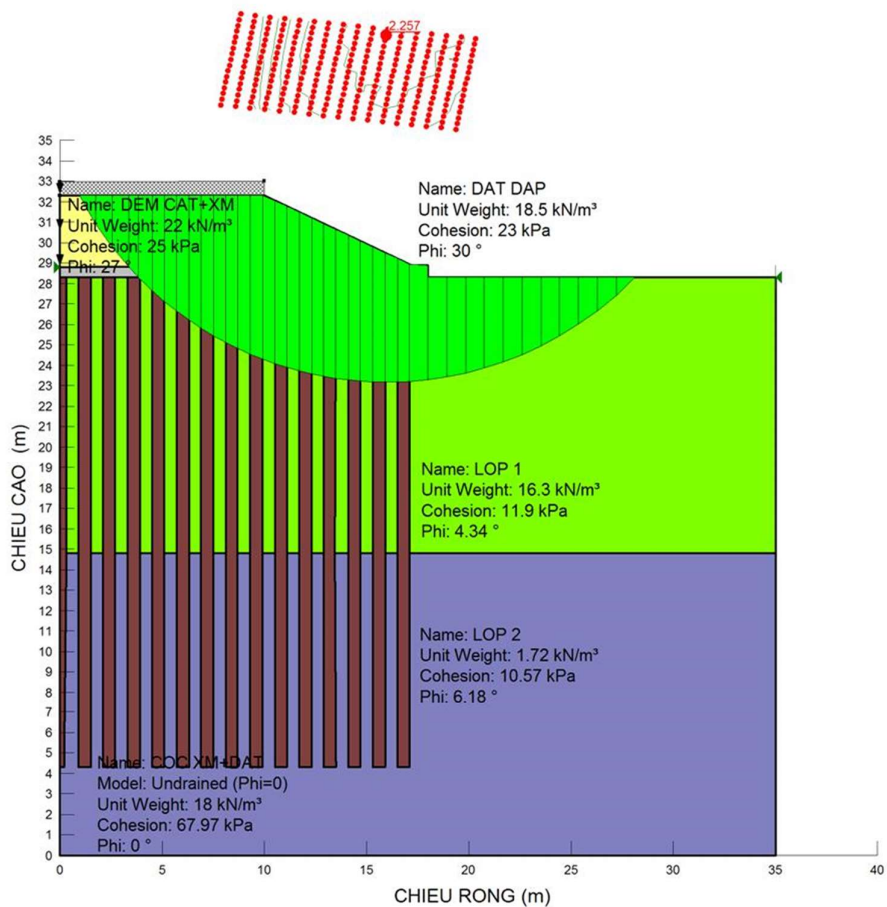


TÍNH ỔN ĐỊNH VỚI CẦU SANG TRẮNG 2 :

VỚI CHIỀU CAO ĐẬP CAO NHẤT LÀ H_{đập} = 3.5 (m) , ĐỘ DỐC TA LUY 1: 2 ,CHIỀU SÂU ĐẤT YẾU H = 29,8(m) BÓC HỮU CƠ 1,5(m) , TÍNH THEO ĐỊA CHẤT LỖ KHOAN TẠI VỊ TRÍ MỐ 1 (ST2-M1) HỆ SỐ ỔN ĐỊNH 2.584 (ĐẠT YÊU CẦU) CỌC DCM L=24 (m). KHOẢNG CÁCH S = 1,4 (m).



CẦU SANG TRẮNG 2 : VỚI CHIỀU CAO ĐẤP TÍNH TOÁN LÀ Hđấp = 4,0 (m) , ĐỘ ĐOC TA LUY 1: 2 ,CHIỀU SÂU ĐẤT YẾU H = 29,8(m) BÓC HỮU CƠ 1,5(m) , TÍNH THEO ĐỊA CHẤT LỖ KHOAN TẠI VỊ TRÍ MỐ 2 (ST2-M2) HỆ SỐ ỔN ĐỊNH 2.257 (ĐẠT YÊU CẦU) CỌC DCM L=24 (m). KHOẢNG CÁCH S = 1,2 (m).



Tổng hợp kết quả tính ổn định :

1. CẦU SANG TRẮNG 1

Vị Trí	Hđấp (m)	Lcoc (m)	S (m)	FS
Mố 1	2,8	24	1,4	3,667
Mố 2	2,4	24	1,4	1,816

2. CẦU SANG TRẮNG 2

Vị Trí	Hđấp (m)	Lcoc (m)	S (m)	FS
Mố 1	3,5	24	1,4	2,584
Mố 2	3,8	24	1,2	2,257

5.3. Tính lún trong phạm vi nền được xử lý

Tính lún trong khối đất gia cố

Thiên về an toàn: Tính lún cho các hàng TĐXM biên, kết quả tính lún trong các hàng biên sẽ là cơ sở để dự báo lún cho toàn nền đường.

- Tổng hợp kết quả tính lún:

Bảng tổng hợp kết quả tính lún

Lý trình	Chiều dài đoạn m	Đường kính cọc m	Khoảng cách cọc m	Chiều dài cọc m	Kết quả kiểm toán				
					S1	S2	S	S15	
CẦU SANG TRẮNG 1									
MỐ 1									
Km10+676,68 - Km10+706,90	30,22	0,60	1,60	18,00	16,7	21,2	37,9	7,3	
Km10+706,90 - Km10+744,70	37,80	0,60	1,40	20,00	21,3	18,3	39,6	8,4	
Km10+744,70 - Km10+764,30	19,60	0,60	1,40	24,00	28,6	12,1	40,7	8,3	
MỐ 2									
Km10+831,28 - Km10+846,68	15,40	0,60	1,40	24,00	26,3	5,1	31,4	5,1	
Km10+846,68 - Km10+860,68	14,00	0,60	1,40	20,00	20	14	34	10,3	
Km10+860,68 - Km10+880,00	19,32	0,60	1,60	18,00	19,3	18,5	37,8	10,5	
CẦU SANG TRẮNG 2									
MỐ 1									
Km11+879,85 - Km11+900,96	21,11	0,60	1,60	18,00	22	18,1	40,1	9,1	
Km11+900,96 - Km11+921,96	21,00	0,60	1,40	20,00	25,1	17,6	42,7	10,9	
Km11+921,96 - Km11+937,36	15,40	0,60	1,40	24,00	34	7,5	41,5	7,4	
MỐ 2									
Km11+994,48 - Km12+013,88	19,40	0,60	1,40	24,00	30,3	10,3	40,6	9,8	
Km12+013,88 - Km12+034,88	21,00	0,60	1,40	20,00	26,9	26,3	53,2	12,0	
Km12+034,88 - Km12+060,00	25,12	0,60	1,60	18,00	22,6	24,8	47,4	9,7	

Trong các bảng trên:

S1 – Độ lún của trụ DCM

S2 – Độ lún của đất dưới mũi cọc.

S- Tổng độ lún

S15- Độ lún sau 15 năm

Tổng hợp kết quả tính lún cho từng đoạn

Từ bảng trên => Thỏa mãn điều kiện về lún.

5.4. Kiểm toán khả năng chịu lực của nhóm cọc

Lý trình	Cu soil (ton)	H (m)	B (m)	L (m)	q (ton)	Qult group (ton)	Qp group (ton)	FS= Qult/Qp (ton)	Kết luận
CẦU SANG TRẮNG 1									
MỔ 1									
Km10+676,68 - Km10+706,90	1,00	18,00	20,20	20,20	4,51	3902,64	1840,26	2,12	Đạt
Km10+706,90 - Km10+744,70	1,00	20,00	21,80	21,80	5,95	4595,44	2827,68	1,63	Đạt
Km10+744,70 - Km10+764,30	1,00	24,00	22,60	22,60	6,67	5234,16	3406,77	1,54	Đạt
MỔ 2									
Km10+831,28 - Km10+846,68	1,00	24,00	22,00	22,00	6,13	5016	2966,92	1,69	Đạt
Km10+846,68 - Km10+860,68	1,00	20,00	21,40	21,40	5,59	4459,76	2560	1,74	Đạt
Km10+860,68 - Km10+880,00	1,00	18,00	21,00	21,00	5,23	4158	2306,43	1,80	Đạt
CẦU SANG TRẮNG 2									
MỔ 1									
Km11+879,85 - Km11+900,96	1,00	18,00	21,80	21,80	5,95	4421,04	2827,68	1,56	Đạt
Km11+900,96 - Km11+921,96	1,00	20,00	23,00	23,00	7,03	5014	3718,87	1,35	Đạt
Km11+921,96 - Km11+937,36	1,00	24,00	24,00	24,00	7,93	5760	4567,68	1,26	Đạt
MỔ 2									
Km11+994,48 - Km12+013,88	1,00	24,00	24,60	24,60	8,47	5992,56	5125,71	1,17	Đạt
Km12+013,88 - Km12+034,88	1,00	20,00	23,56	23,56	7,54	5215,242	4185,25	1,25	Đạt
Km12+034,88 - Km12+060,00	1,00	18,00	22,00	22,00	6,13	4488	2966,92	1,51	Đạt

5.5. Kết luận

Xử lý nền bằng cọc xi măng đất bằng phương pháp trộn ướt cho cầu sang Trắng 1 và Sang Trắng 2 đảm bảo các yêu cầu về chịu lực và độ lún với các chỉ tiêu chính như sau :

- Cường độ và mô đun đàn hồi của đất gia cố:

$$q_u = 60.0 \text{ T/m}^2 ; E_{col} = 2400.0 \text{ T/m}^2$$

- Hàm lượng xi măng PCB 40: **240kg/m³** đất trộn;

- Tỷ lệ N/XM = **0.7**;

- Đường kính cọc, bố trí cọc và chiều dài xem bảng bố trí cọc trên từng đoạn.

- Sau khi gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng theo công nghệ trộn ướt, sau 1 tháng trụ đất đạt cường độ yêu cầu, tiến hành thi công các hạng mục tiếp theo.

- Làm lớp đệm xi măng cát dày $\geq 50\text{cm}$, với cường độ đạt $\geq 10 \text{ kg/cm}^2$

6. Thi công và nghiệm thu:

Kích thước của cọc Xi măng đất :đường kính là 60cm,chiều dài lớn nhất là 24m.Cường độ kháng nén của mẫu khoan lấy lõi khi 28 ngày tuổi của cọc phải lớn hơn 60T/m² .Các thí nghiệm kiểm định yêu cầu sau khi thi công cọc xong gồm : Khoan lấy lõi xác định cường độ chịu nén,thí nghiệm nén tĩnh và kiểm tra kích thước của cọc bằng lấy cọc đã thi công lên kiểm tra trực tiếp.

6.1. Kiểm tra hàm lượng vữa xi măng trong quá trình thi công

Trong suốt quá trình thi công phải có nhật ký ghi lại hàm lượng vữa trộn bơm phụt vào trong quá trình trộn. Một vài cọc sẽ được thi công thử trước để đảm bảo nhà thầu và thiết bị có thể thi công cọc xi măng đất đạt yêu cầu.

6.2. Khoan lấy lõi và kiểm tra cường độ của cọc

Công việc khoan lấy lõi được tiến hành khi cọc đã thi công được 14 và 28 ngày. Mục đích của việc khoan lấy lõi là kiểm tra cường độ của cọc. Lõi lấy lên phải được đặt trong ống có đường kính 7-10cm. Vị trí khoan lấy lõi không được ở tâm cọc mà khoan ở xung quanh trên vòng tròn bán kính 15cm tính từ tâm. Việc bảo quản mẫu thử phải cẩn thận đảm bảo mẫu còn nguyên dạng. Cường độ kháng nén của mẫu thử phải $\geq 60\text{T/m}^2$.

Số lượng cọc khoan lấy lõi kiểm tra là 1% số lượng cọc thi công.

6.3. Thí nghiệm nén tĩnh cọc.

Thí nghiệm nén tĩnh trụ đơn để xác định sức chịu tải của trụ thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 9393: 2012. Kết quả thí nghiệm cho biết sức chịu tải cực hạn của trụ đơn ứng với độ lún bằng 10% đường kính trụ.

Số lượng cọc thí nghiệm nén tĩnh là 1% số lượng cọc thi công

6.4. Thí nghiệm bàn nén tại hiện trường.

Thí nghiệm bàn nén tại hiện trường thực hiện theo TCVN 9354:2012 để xác định môduyn biến dạng của nền sau xử lý. Kích thước bàn nén có thể mở rộng đến 2 lần đường kính trụ.

Số lượng thí nghiệm bàn nén là 3 vị trí.

6.4. Lấy cọc lên để kiểm tra kích thước cọc

Cọc được lấy lên kiểm tra kích thước hình học : Đường kính cọc, chiều dài và cắt kiểm tra mức độ đồng nhất của cọc.

Số lượng cọc thí nghiệm nén tĩnh là 2 cọc