

SỞ GIAO THÔNG VẬN TẢI ĐÀ NẴNG
BAN QUẢN LÝ DỰ ÁN HẠ TẦNG ƯU TIÊN

GÓP Ý CHO CHỦ ĐẦU TƯ
XỬ LÝ ĐẤT YẾU ĐƯỜNG ĐÀU CẦU KHUÊ ĐÔNG



THỰC HIỆN



CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN VÀ ĐẦU TƯ XÂY DỰNG ECC
BK ENGINEERING AND CONSTRUCTION COMPANY

Head Office: Bình trị, Bình Sơn, Quang Ngãi
Tel: 055.3616462 Fax: 055.3616318
Email : inbox@bk-ecc.com.vn

Ref. Office: 286 Nguyen Van Linh, Da Nang
ĐT: 0511.2229752 Fax: 0511.3656691
Website: www.bk-ecc.com.vn

VPĐD: 257 Nguyễn Văn Linh, Quận Hải Châu, TP Đà Nẵng. ĐT: 0511.2229752 Fax: 0511.3656691

Đà Nẵng – Tháng 2 năm 2012

MỤC LỤC

PHẦN THUYẾT MINH

1. Khái quát.....	1
2. Căn cứ lập báo cáo.....	2
3. Tổng hợp số liệu KSDC công trình và phân tích.....	2
4. Phân tích và tính toán lún cố kết.....	5
5. Phân tích ổn định mái dốc nền đắp.....	9
6. Phương pháp gia tăng tốc độ cố kết bằng bác thấm kết hợp gia tải.....	13
7. Phương pháp gia tăng tốc độ cố kết bằng cọc cát đầm.....	16
8. Một số kinh nghiệm về xử lý nền đất yếu một số Dự án ở Đà Nẵng và phía Bắc....	17
9. Tóm tắt các đóng góp ý kiến của ECC cho Chủ đầu tư.....	32

PHẦN PHỤ LỤC

Phụ lục số 1:	Một số hình ảnh về quy trình thi công cọc cát đầm và thiết bị đã có ở Việt Nam
Phụ lục số 2:	Nghiên cứu về hiện tượng lún đường đầu cầu và các biện pháp giảm thiểu rủi ro.

DỰ ÁN: ĐẦU TƯ CƠ SỞ HẠ TẦNG ƯU TIÊN TP. ĐÀ NẴNG

HẠNG MỤC: XỬ LÝ ĐẤT YẾU ĐƯỜNG ĐẦU CẦU KHUÊ ĐÔNG

I KHÁI QUÁT

Đường dẫn 2 đầu cầu thuộc Cầu Khuê Đông (TP) Đà Nẵng đang ở giai đoạn triển khai thi công. Vấn đề địa kỹ thuật cần quan tâm, nguy cơ là mất ổn định công trình là:

- Hiện tượng **lún có kết** của 2 đoạn đường đầu cầu, nơi nền đất có lớp đất yếu dày 8.5m, phát triển đến độ sâu 18.5m. Xen kẹp trên dưới là các lớp cát nhỏ và hạt trung phát triển sâu đến trên 36m.
- Nguy cơ mất **ổn định mái dốc** của đất đắp - cao từ 3m đến 10m - nằm trên đất nền đất yếu nêu trên.

Trong bước Thiết kế Kỹ thuật, Tư vấn Thiết kế đã đề xuất giải pháp “Gia cường đất yếu bằng phương pháp phun vữa áp lực cao (Jetgrouting)” trong phạm vi chiều dài 112m (đầu cầu phải) và 50m (đầu cầu trái), chiều sâu xử lý 35m đến 36m và mạng trụ 3m x 3m.

Đứng trước khó khăn về công nghệ phun vữa xi măng áp lực cao khó thực hiện trong điều kiện thực tế của Dự án ở thời điểm này và giá thành xử lý cao, Nhà thầu đã đề xuất giải pháp xử lý thay thế bằng bắc thấm kết hợp với gia tải và bộ phản áp.

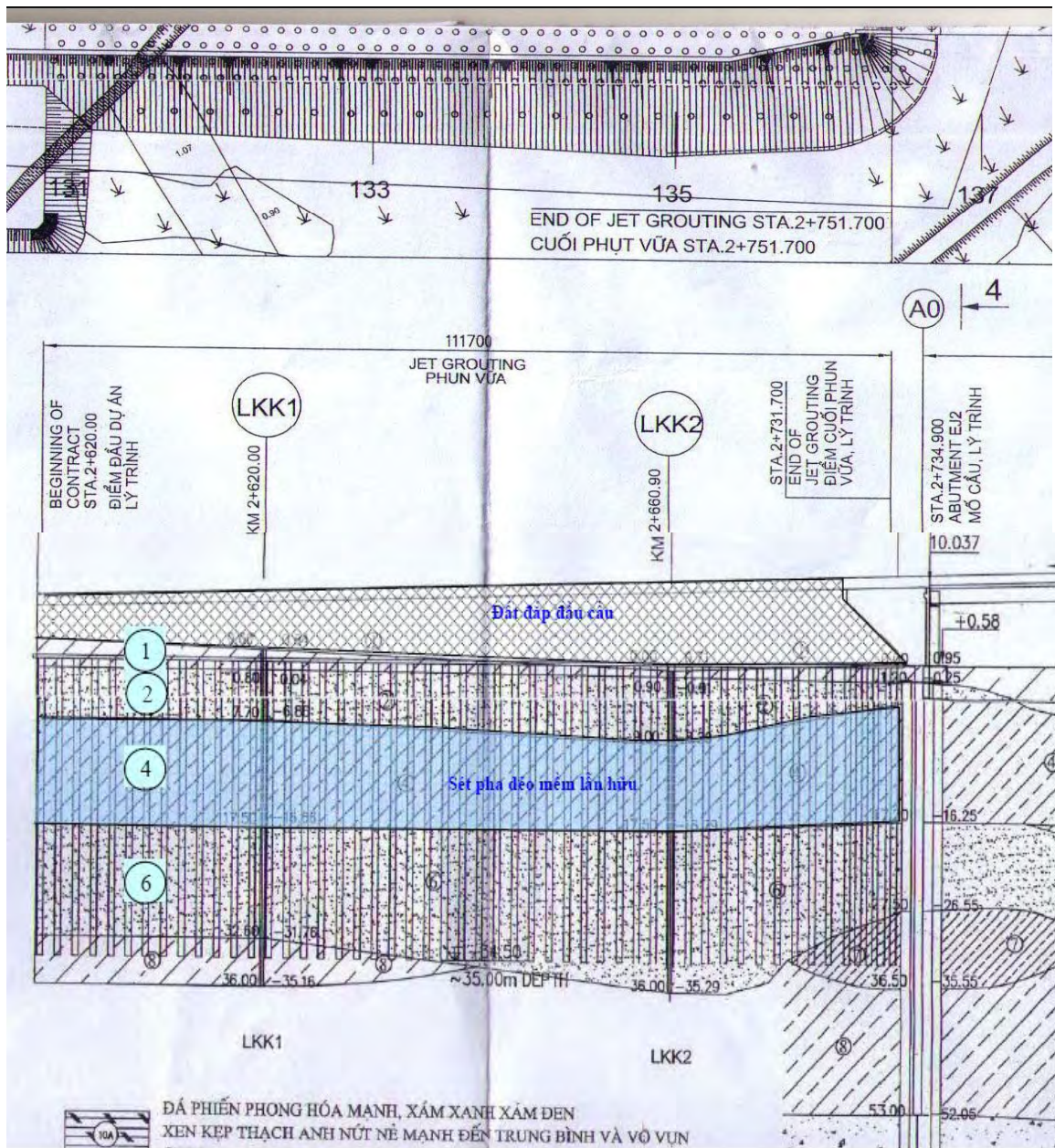
Báo cáo đóng góp ý kiến này phân tích các số liệu địa kỹ thuật và thông tin về các giải pháp nhằm cung cấp cho Chủ đầu tư và các bên liên quan có thể xem xét và lựa chọn giải pháp tối ưu cho Dự án, căn cứ trên kinh nghiệm của chúng tôi khi tham gia xử lý các dự án tương tự.

II CĂN CỨ LẬP BÁO CÁO

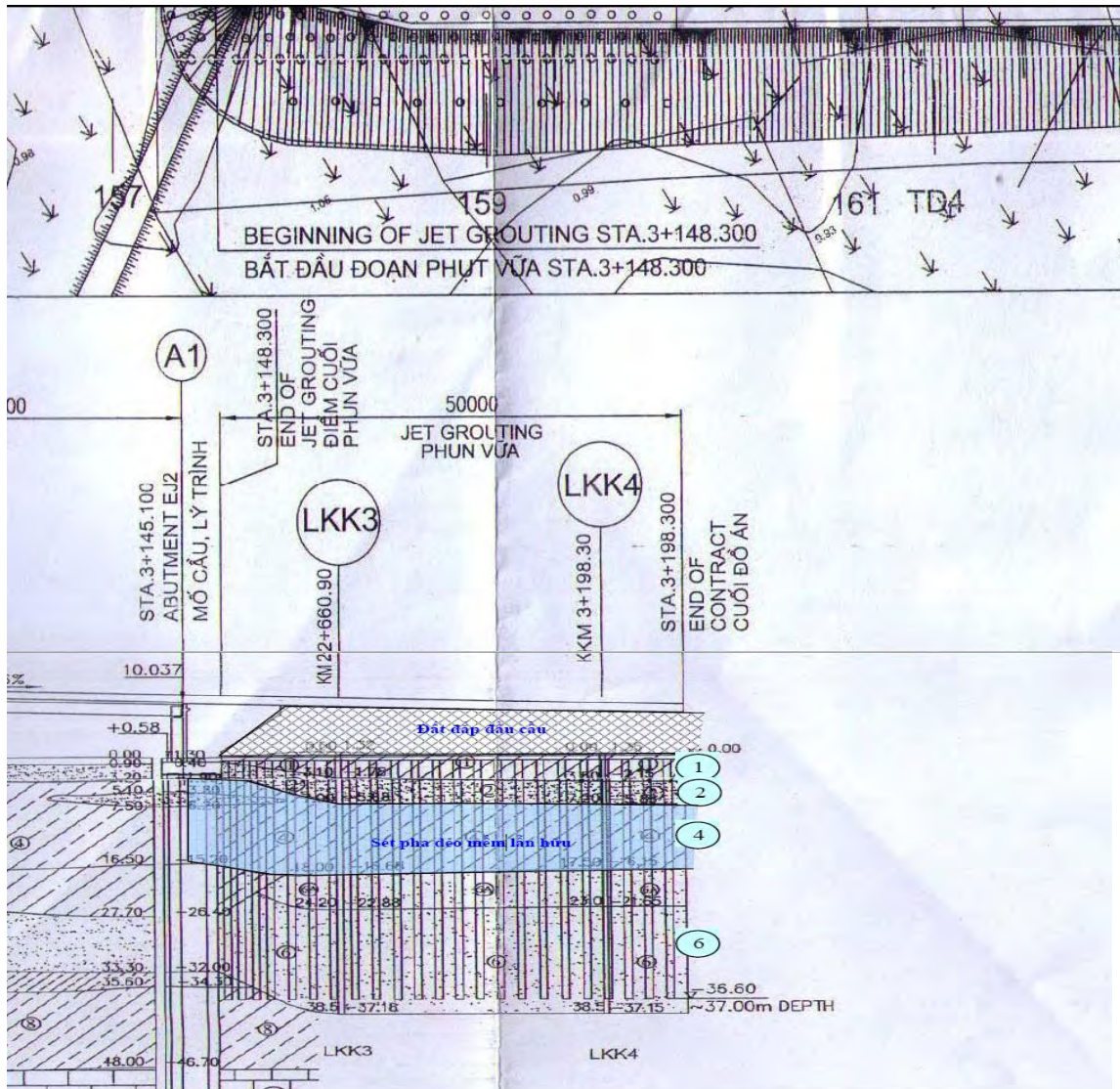
- Hồ sơ thiết kế Kỹ thuật do tư vấn CMD thực hiện.
- Báo cáo khảo sát địa chất công trình đoạn đường hai đầu cầu
- Báo cáo đề xuất thay đổi phương án của Nhà thầu.

III TỔNG HỢP SỐ LIỆU & PHÂN TÍCH

3.1 Địa chất khu vực



Hình 1: Đường đầu cầu Khuê Đông phía trái



Hình 1: Đường đầu cầu Khuê Đông - Phía phải

Bảng 2: Tổng hợp đặc trưng Địa kỹ thuật phục vụ tính toán thiết kế

Lớp đất	Đặc trưng phân loại			Đặc trưng tính bền (Sức kháng cắt)			Bề dày lớp (m)	Đặc trưng biến dạng (Tính nén lún)			Thí nghiệm hiện trường	
	Tính chất vật lý		Hạt %	DST	TCT UU	UCT		OCT			SPT WT	VST
	W %	Ip %	Cát (S) 2-0.075	ϕ độ	ϕ_u độ	q_u kPa		Pc kPa	a_{1-2} mm/MIN	Cc	N_{30}	C_u^{MAX} (kPa)
Lớp 1: Sét pha dẻo mềm	37	12,8	50,6	9°20'	-	-	0,9	-	0,00063	-	6	-
Lớp 2: Cát nhỏ, xốp	-	-	100	26°[*]	-	-	8,1	-	2670	-	8	-
Lớp 4: Sét pha lẫn hữu cơ	41,52	15,2	40,2	8°27'	-	-	8,5	51,5	0,0013	0,403	4	21,9
Lớp 6: Cát trung, chất vừa	17,5	1,163	59,8	9,7	-	-	-	0,307	1310	-	-	4,6
	-	-	0	0 [*]	-	-	18,5	-	-	-	25	-
	Nước dưới đất nằm sâu 0,9m so với mặt đất						Σ 36				-	-

Ghi chú:

- DST: Cắt trực tiếp; TCT: Nền 3 trục; UTC: Nền nở hông; VST: Cắt cảnh; SPT: Xuyên tiêu chuẩn; PT: Thí nghiệm thăm hồ khoan (k); SDH: Đo địa chấn trong hồ khoan; WT: Thí nghiệm Wesstergarrd, xác định modun phân lực nền K^* (theo tương quan Seguin); SCT: Thí nghiệm đầm chặt đất; CRB: thí nghiệm CBR
- [*]: Giá trị tương quan theo Terzaghi & Angnostopoulos's.
- [**]: Giá trị lấy theo ước tính.

3.2 Các thông số đường đắp đầu cầu

Với đường đầu cầu đất đắp đường sẽ có chiều cao đắp tăng dần đến sát móng cầu. Một số thông số về kết cấu đoạn đường phục vụ tính toán thiết kế bao gồm:

- Chiều rộng mặt đường: $B_{md} = 27m$
- Góc mái dốc đường” V : H = 1 : 1,75
- Chiều cao đất đắp (tính từ cốt mặt đường):
 - Cao nhất ở tiếp giáp cầu : $H_{eMAX} = 9.96m$
 - Đại diện ở vị trí trung gian : $H_{eMEAN} = 7.5m$
 - Nhỏ nhất ở cốt mặt đường : $H_{eMIN} = 3.0m$

Theo thiết kế truyền thống kết cấu đất đắp đường sẽ được sử dụng:

- Đất đắp có thể sử dụng loại đất cát hoặc đất tàn tích chứa dăm sạn, được đầm chặt theo quy định sao cho cần đạt độ chặt $K = 0.95-0.98$. Do đó có thể tạm dùng các thông số:

- Dung trọng đất đầm chặt quy ước : $\gamma_e = 1.9 \text{ tấn}/m^3$
- Sức kháng cắt quy ước : $\phi_e = 30^\circ, C_e = 1 \text{ tấn}/m^2$

- Tầng phủ với lớp áo đường bê tông nhựa nằm trên các lớp móng đường (subbase, base) được thiết kế theo quy định.

3.3 Nhận xét đặc điểm kết cấu – đất nền và các vấn đề về địa kỹ thuật

Qua nghiên cứu đặc điểm đất nền-kết cấu, cho phép rút ra các nhận xét sau:

3.3.1. Đường đầu cầu thuộc loại cao, rộng nằm trên nền đất có lớp đất yếu khá dày (8-10m), xen kẹp giữa 2 lớp cát, nên vấn đề địa kỹ thuật chủ yếu là:

- **Lún có kết đất đắp** trên nền đất yếu → Với hệ quả sẽ gây ra sự lún chìm mặt đường gây ra chênh cốt và lồi lõm theo thời gian, đặc biệt là nơi tiếp giáp giữa phần móng cầu (xem như không lún) với phần đất đắp (chịu lún mạnh).
- **Mất ổn định mái dốc** do đất đắp quá cao nằm trên nền đất yếu.

3.3.2. Kết quả phân tích tài liệu khảo sát địa chất cho thấy:

- Lớp gọi là đất yếu (lớp 4 trên hình 1) thuộc loại đất sét pha bụi cát có trạng thái dẻo mềm-dẻo chảy ($B = 0.76$), độ ẩm không quá lớn ($W = 41.52\%$), chỉ số nén lún không quá cao ($C_c = 0.4, e_o = 1.163$), sức kháng cắt không quá nhỏ ($C_u = 22 \text{ kPa}$), chiều dày lớp khá đồng đều và không quá lớn ($L_s = 8,5m$) → Nên có thể xem là loại đất không quá yếu (như đất yếu vùng Tp Hồ Chí Minh và Đồng bằng SCL với $W > 80\%$, $C_c = 0.8-1.2, e_o = 1.5 - 2.5$).

- Xen kẹp trên dưới lớp đất yếu này lại là 2 lớp cát (lớp 2 và 6) thường có độ lún không lớn, lại là loại “lún tức thời” (kết thúc ngay trong thời gian đắp), lại là các lớp thoát nước tốt, thuận lợi cho quá trình cố kết lớp đất yếu 4.

3.3.3. Vấn đề đặc biệt quan tâm chính là khoảng đường trong vùng tiếp giáp giữa móng cầu và đất đắp, theo quy định là bằng 3 lần chiều cao móng vì nơi đây đất đắp cao gây lún mạnh, và theo thời gian sẽ diễn ra chênh lệch về độ lún của phần đường đắp và phần móng (coi như không lún), gây nảy xe ảnh hưởng đến tốc độ xe và đôi khi nguy hiểm.

3.3.4. Để có cơ sở đề ra giải pháp xử lý đất yếu dưới đất đắp cao, cần thiết trước tiên là phải tính toán để xác định được “độ lún tổng thể” và “lún theo thời gian” của các “mặt cắt tuyến đường-đất nền” đại diện theo thiết kế, qua đó hình dung được bức tranh tổng thể về độ lún của từng đoạn đường, đồng thời cần tính toán để xác định được mức độ “ổn định hay mất ổn định” mái dốc ở các mặt cắt đại diện nêu trên.

3.3.5. Kết quả tính toán trên cho phép nghiên cứu các giải pháp **gia cố-xử lý**, sao cho:

- Phải loại trừ được toàn bộ “**độ lún cố kết**” của đất đắp trên nền đất yếu trước khi tuyến đường được đưa vào sử dụng.
- Phải bảo đảm an toàn chống trượt mái dốc trong thời gian thi công và lâu dài trong thời gian sử dụng của công trình.

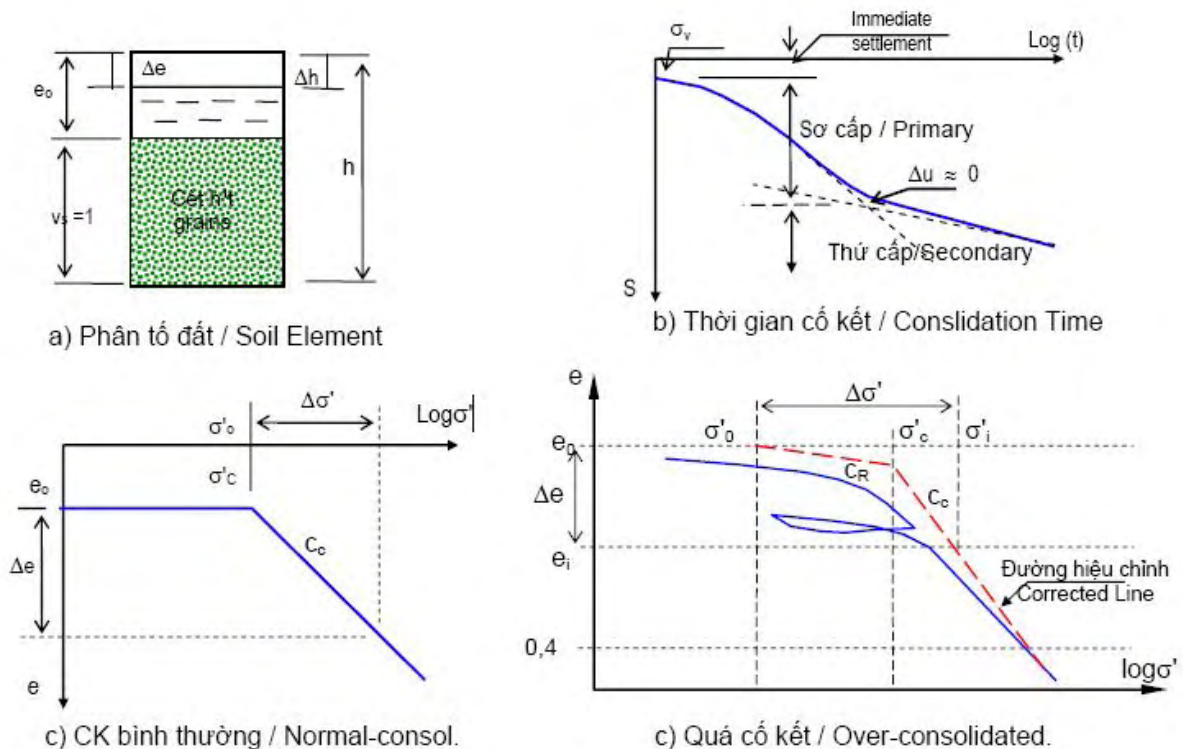
IV PHÂN TÍCH VÀ TÍNH TOÁN LÚN CÓ KẾT

4.1 Phân tích lún cố kết nền đắp trên đất yếu

Khi bắt gặp **đất yếu** dưới **nền đắp** thì việc đầu tiên là tính toán xác định được lún cố kết ở từng mặt cắt đại diện, thể hiện bởi:

- Độ lún tổng thể các lớp đất dưới đất đắp (St), đặc biệt lún cố kết đất yếu (Ss), và
- Thời gian cố kết (t).

Và được tính toán theo lý thuyết **Terzaghi** - được đề cập trong các Quy chuẩn và tài liệu kỹ thuật- với nguyên ký cơ bản như thể hiện trên **hình 3**.



Hình 3: Nguyên lý cơ bản lý thuyết cố kết Terzaghi

Phương pháp chi tiết có thể tham khảo trong các tài liệu kỹ thuật [16] [2] với các công thức cơ bản sau:

$$\text{Độ lún cố kết: } St = \sum \Delta h = \sum h \frac{\Delta e}{1 + e_0} = \sum h \cdot \frac{Cc}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'}{\sigma_c} \quad (1)$$

$$\text{Thời gian cố kết: } t = \frac{T_v \cdot H^2}{c_v} \quad (2)$$

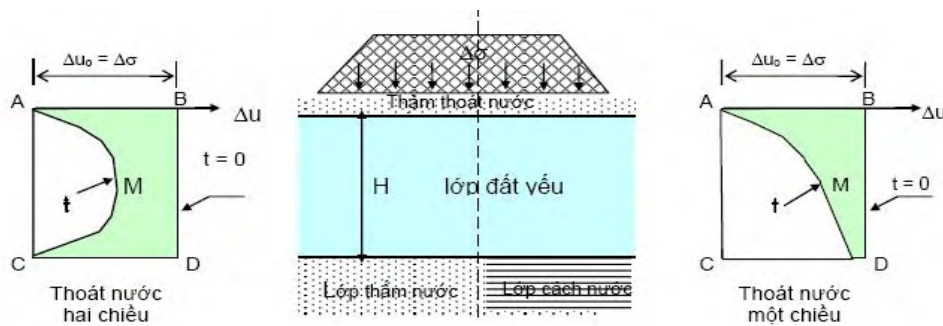
MNguyên lý cố kết theo thời gian của loại đất yếu loại dính – quy ước là đồng nhất, chiều ngang vô hạn, chịu áp tải đồng đều và tức thời trên toàn bề mặt chịu nén - thì áp lực nước lỗ rỗng “u” ở chiều sâu “z” biến đổi theo thời gian “t”, theo lý thuyết Terzaghi, với biểu thức:

$$c_v \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t} \quad (3)$$

Trong đó u : biến đổi áp lực lỗ rỗng (= Δu).

$$c_v : \text{hệ số cố kết (cm}^2/\text{s)} = \frac{k(1 + e)}{\gamma_w \cdot a_v} \quad (4)$$

được xác định theo thí nghiệm nén cố kết.



Hình 4: Biến thiên áp lực nước lỗ rỗng theo thời gian và theo chiều sâu, trong quá trình cố kết.

Lời giải của phương trình, trong các trường hợp đơn giản nhất, với các điều kiện giới hạn sau (hình 4): $u = 0$ là bất kỳ thời điểm t nào, tại vị trí lớp thoát nước. $\frac{\partial u}{\partial z} = 0$ là bất kỳ thời điểm nào, ở vị trí lớp cách nước. $u = \Delta \sigma$ cho trường hợp $t = 0$, ở bất kỳ độ sâu z nào. $u = 0$ cho trường hợp $t = \infty$ ở độ sâu z bất kỳ.

Từ đó dẫn đến: $U = f(T_v)$, trong đó: U là độ cố kết ở thời gian t, theo đó $U = (\text{diện tích ABDCMA}) / (\text{diện tích ABDC})$. Nếu hệ số nén lún a_v là không đổi, trong phạm vi bề dày lớp (phân lớp), thì độ cố kết được thể hiện qua biểu thức:

$$U = \frac{S(t)}{S(t = \infty)} \quad (5)$$

Trong đó: S(t) là độ lún tổng thể ở thời gian 't' và S(t=∞): độ lún ở thời gian vô cùng.

T_v là yếu tố thời gian (không thứ nguyên) liên quan đến thời gian t, đến yếu tố hình dạng (H) và đặc trưng lớp đất C_v , thông qua biểu thức:

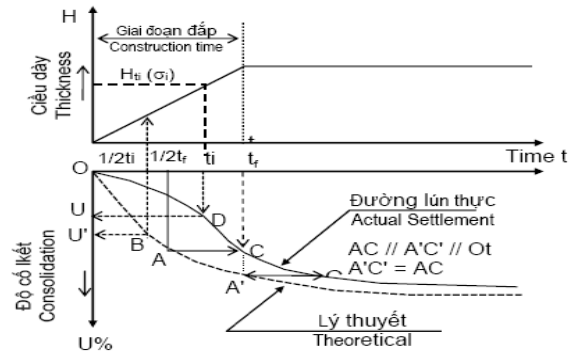
$$T_v = \frac{c_v \cdot t}{H^2} \quad (6)$$

Lưu ý: Công thức trên lấy cả bề dày H cho trường hợp đất nền thoát nước một chiều và 1/2 H cho đất nền thoát nước hai chiều.

4.1.1 Nguyên lý cốt kết theo thời gian trong quá trình đắp đất

Thi công đất đắp tiến hành đầm chặt từng lớp phân (khoảng 30cm), áp lực do đất đắp tăng tiến từ từ trong một khoảng thời gian thi công nhất định t . Trong khi đó, theo lý thuyết thì áp lực phụ thêm được là tác dụng “tức thì” lên đất nền, nên áp dụng trong tính toán với đất đắp có thời hạn thi công sẽ cho kết quả chính xác.

Để khắc phục hiện tượng trên, ta có thể áp dụng “Quy tắc kinh nghiệm Terzaghi” với nguyên lý tính toán thể hiện trên [hình 5](#).



Hình 5: Nguyên tắc cốt kết trong quá trình đắp / Rule of Consolidation during Construction

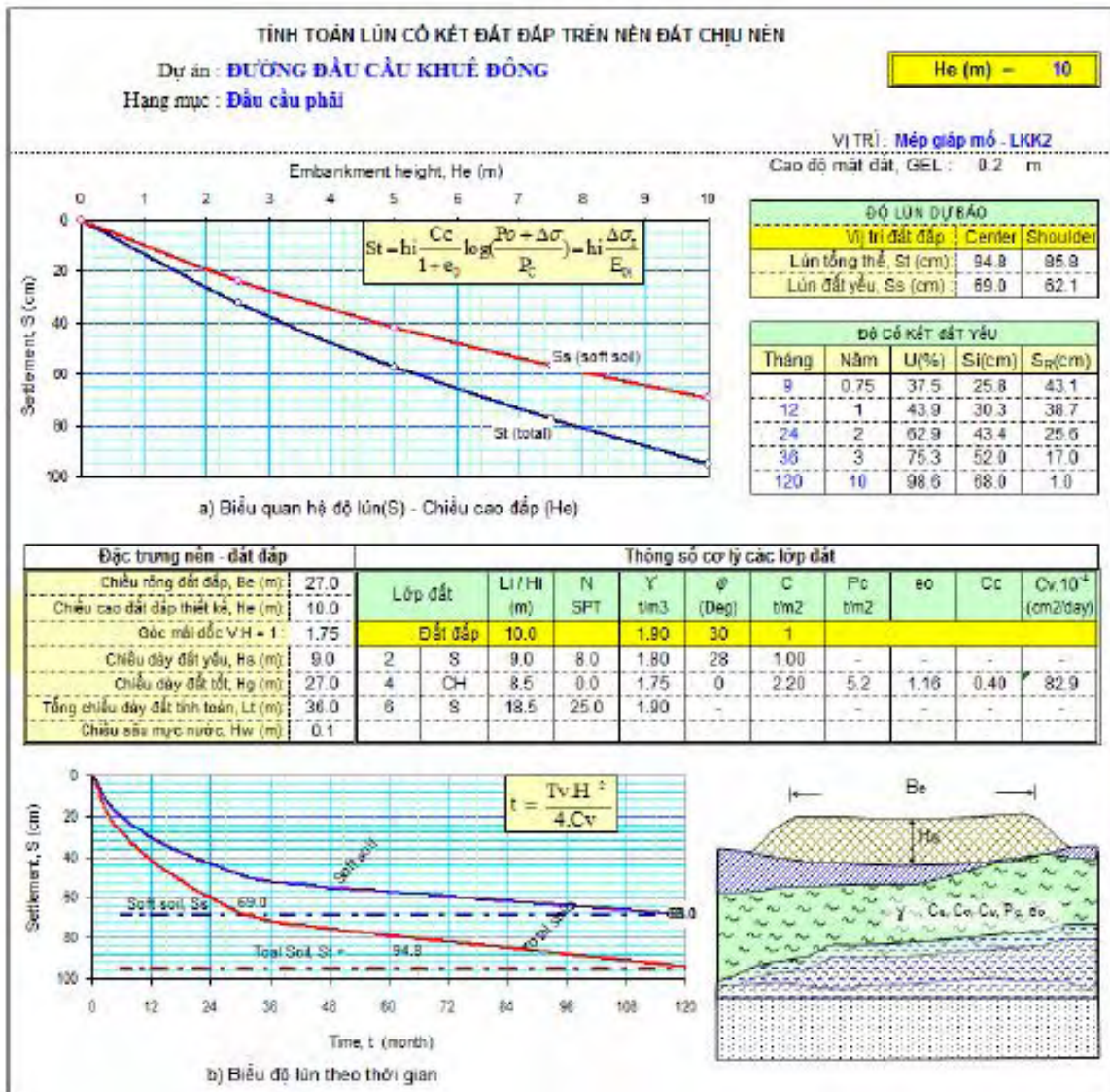
4.1.2 Thông số sử dụng tính toán

- Với **Đất nền, đặc biệt là đất yếu**: Thông số tính toán chính lấy từ thí nghiệm nén cốt kết một trục (OCT) trên mẫu nguyên dạng, bao gồm: P_c , C_c , C_r , C_v , e_o , γ , N (với cát) và/hoặc E_o / m_v , ký hiệu đất, bề dày từng lớp và độ sâu mực nước v.v.... Biểu đồ nén lún và cốt kết theo thời gian cũng cần thiết cho nhà phân tích khi lựa chọn giá trị đại diện, thể hiện trên [bảng 1](#).

- Với **Đất đắp**: Bên cạnh các kích thước thiết kế (B_e , H_e , $\beta = V:H$), thông số đặc trưng dung trọng (γ) của vật liệu đắp, sau khi đầm chặt cần thiết cho tính toán. Số liệu tính toán thể hiện trong [mục II.1 & II.2](#).

4.1.3 Kết quả tính toán lún cốt kết

Kết quả tính toán lún cốt kết tại vị trí đất đắp cao nhất ($H_e = 10m$), cột địa tầng LKK2, thể hiện trong bảng tính trang sau ([hình 6](#).)



Hình 6: Ví dụ về kết quả tính toán lún cố kết đất đắp cao 10m

Nhận xét 1:

1. Tổng độ lún các lớp đất cát 2, sét lẫn hữu cơ 4 và lớp cát 6 (nằm trong phạm vi chịu nén) cho kết quả:

a) Dưới độ cao đất đắp **He = 10m** cho:

- Tổng độ lún St = 94.8 cm (ở tâm đường); St = 85.8 cm (ở vai đường), trong khi đó:
- Độ lún cố kết (của lớp sét bụi dẻo mềm 4) diễn ra thời gian dài là: Ss = 69cm (tâm đường) và Ss = 62.1cm (vai đường).
- Độ lún tức thời (các lớp cát) sẽ kết thúc sau khi đắp đất sẽ là: Si = 25.8cm (tâm đường) và Si = 23.7cm (vai đường)

b) Độ lún đường đầu cầu biến đổi theo chiều cao đất đắp (thể hiện trên **biểu đồ 1 hình 6**), theo đó, ở độ cao trung bình **He = 7m** cho kết quả:

- Tổng độ lún St = 73.8 cm (ở tâm đường); St = 63.9cm (ở vai đường), trong khi đó:
- Độ lún cố kết (của lớp sét bụi dẻo mềm 4) diễn ra thời gian dài là:

$S_s = 53.9\text{cm}$ (tim đường) và $S_s = 46.1\text{cm}$ (vai đường).

• Độ lún tức thời (các lớp cát) sẽ kết thúc sau khi đắp đất sẽ là:

$S_i = 19.9\text{cm}$ (tim đường) và $S_i = 17.8\text{cm}$ (vai đường)

2. Thời gian cố kết của lớp đất yếu 4 diễn ra khá dài, theo đó, sau 10 năm độ cố kết mới đạt $U=98.6\%$ của độ lún dự báo. Do đó, việc xử lý lún cố kết bắt buộc phải tiến hành, sao cho trước khi đưa vào khai thác thì độ lún dư phải nằm trong kiểm soát theo quy định:

- Hoặc $S_r \leq 10\text{cm}$ (Quy định chung).
- Hoặc/và $U \geq 80\%$ (Quy định chung).
- Hoặc/và $U \geq 90\%$ (Đặc biệt trong 22 TCN 244-98).
- Hoặc/và Vận tốc lún dư $VSR \leq 2\text{cm/năm}$ (Đặc biệt trong 22 TCN 244-98).

3. Cần lưu ý **xử lý lún cố kết** chỉ tính cho phần lớp 4 - sét dẻo mềm chứa hữu cơ - đến độ sâu chừng **17/18m**. Không cần thiết phải xử lý lớp cát trung chặt vừa 6, đặc biệt lại sử dụng cọc xi măng đất hoặc Jetgrouting

V PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH MÁI DỐC ĐẤT ĐẮP TRÊN NỀN ĐẤT YẾU

5.1 Nguyên lý tính toán ổn định mái dốc đất đắp trên nền đất yếu

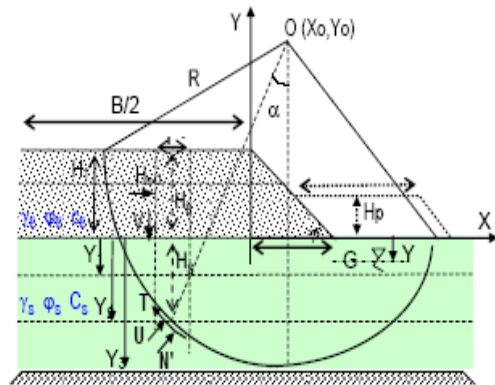
Về cơ bản, phương pháp tính toán ổn định mái dốc đất đắp trên nền đất yếu thường sử dụng phương pháp trượt cung tròn Bishop hoặc Bishop-Fellenius kết hợp, với các công thức sau:

$$\text{Theo Bishop: } F_s = F_s = \frac{\sum_n [c' \cdot b + (W - ub) \cdot \text{tg} \varphi'] \cdot \frac{1}{\cos \alpha (1 + \frac{\text{tg} \alpha \cdot \text{tg} \varphi'}{F_s})}}{\sum_n W \sin \alpha} \quad (11)$$

$$\text{Theo Fellenius: } F_s = \frac{\sum_n [c' \cdot b + (W \cos^2 \alpha - ub) \cdot \text{tg} \varphi'] \cdot \frac{1}{\cos \alpha}}{\sum_n W \sin \alpha} \quad (12)$$

Đất đắp trên nền đất yếu biểu hiện dạng trượt cung tròn sâu với tâm nằm trên trục cắt qua khoảng giữa mái dốc (xem hình 7). Cần lưu ý rằng, công thức nguyên thủy áp dụng cho tính toán ổn định mái dốc cắt qua đất nền tự nhiên ở trạng thái đã cố kết trong quá trình địa chất, ở trạng thái “ứng suất hữu hiệu” với giá trị sức kháng cắt cố kết-thoát nước (φ' , c'). Tuy nhiên, khi xây dựng đất đắp tuyến đường mới, diễn ra khá nhanh chỉ trong một vài tháng, tác dụng lên đất yếu (bùn sét, than bùn) tạo ra sự cố kết diễn ra thời rất rất dài (hàng chục năm), nên trạng thái “ứng suất tổng” phải đưa vào phân tích với sức kháng cắt không cố kết-thoát nước (φ_u , c_u).

Chi tiết phương pháp được đề cập trong các tài liệu và quy chuẩn địa kỹ thuật, đặc biệt có thể tham khảo tài liệu “LCPC, 1971. L'Etude des Remblais sur Sols Compressibles (Paris)^[16]” và cuốn “Cẩm nang dùng cho Kỹ sư Địa kỹ thuật”^[2].



Hình 7: Mái dốc đất đắp trên nền đất yếu

5.2 Thông số sử dụng tính toán

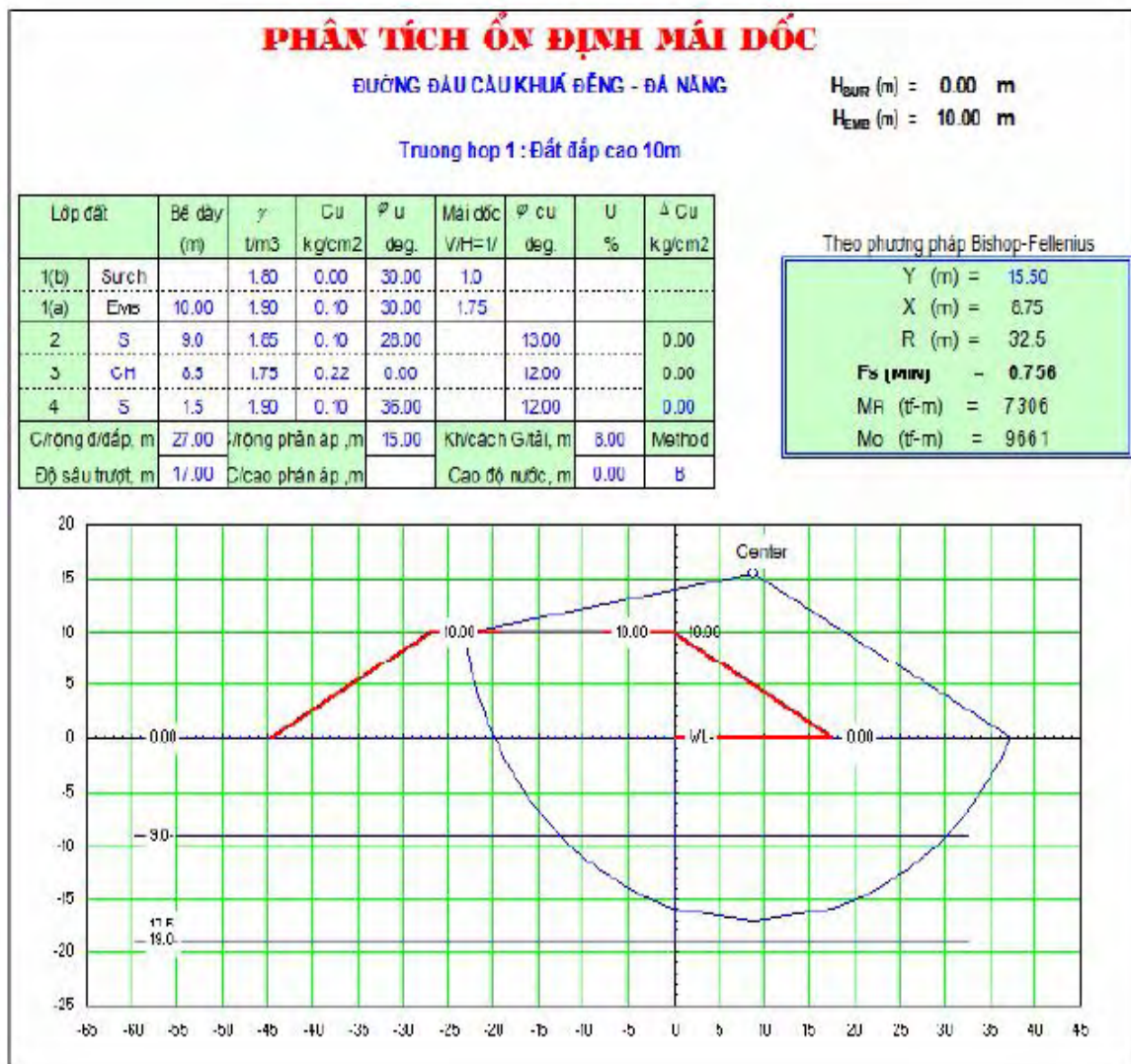
Các dữ liệu cần thiết sử dụng trong tính toán ổn định mái dốc bao gồm:

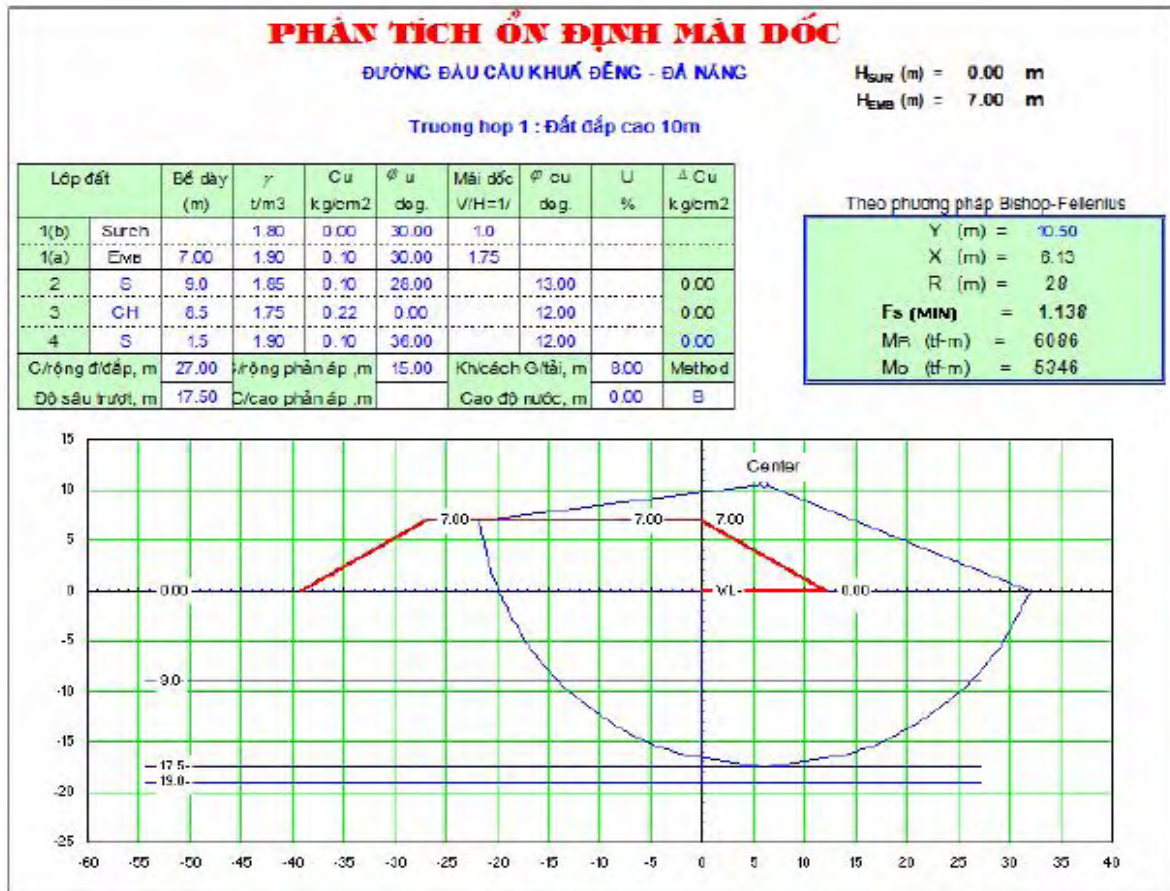
- Với **Nền đất yếu**: Sức kháng cắt không có kết, không thoát nước (C_u) của đất yếu là thông số quan trọng nhất sử dụng tính toán. Với đất bùn yếu, than bùn thì giá trị đáng tin cậy của thông số này được thí nghiệm từ cắt cánh hiện trường (VST), thí nghiệm nén ba trục sơ đồ UU. Thí nghiệm nén 3 trục CU cần tiến hành để xác định C_{cu} , φ_{cu} , sử dụng tính toán ổn định thì công theo giai đoạn). Thông số dung trọng đất (γ) là cần xác định.

- Với **Đất đắp**: Bên cạnh thông số kích thước thiết kế (B_e , H_e , $\beta = V:H$) cần xác định các thông số: Dung trọng (γ), sức kháng cắt (φ , C) theo cắt trực tiếp với mẫu đầm chặt vật liệu đắp - được lựa chọn cho dự án.
 - Các giá trị thông số trên được đề cập trong mục II.2, ngoại trừ thông số φ_{cu} , không thí nghiệm.

5.3 Kết quả tính toán

Kết quả tính toán ổn định mái dốc đất đắp cao 10m trên nền đất hiện tại thể hiện trên hình 8





Hình 8: Kết quả tính toán ổn định mái dốc

Nhận xét 2:

1. Hệ số an toàn chống trượt mái dốc đất đắp cao $H_e = 10m$: $F_s = 0.756$, cho thấy nguy cơ trượt mái dốc là khó tránh. Cần có biện pháp khắc phục.

2. Còn với đất đắp cao $H_e = 7m$: $F_s = 1.138$ cũng dưới mức độ ổn định tạm thời ($F_s = 1.2$) một chút nên cần có biện pháp phòng tránh.

3. Hệ số an toàn chống trượt mái dốc quy ước:

- $F_s \geq 1.2$ áp dụng cho ổn định tạm thời trong quá trình thi công.
- $F_s \geq 1.5$ sử dụng cho ổn định lâu dài khi được đưa vào sử dụng

Từ các kết quả tính toán phân tích trên, có thể xem xét áp dụng phương án xử lý phù hợp. Một số giải pháp thông dụng xử lý lún cổ kết đất yếu dưới đất đắp là:

- Phương pháp “Thay thế đất yếu” (SRM) bằng đất đắp → Là giải pháp chỉ có hiệu quả với đất yếu nằm nông gần mặt đất với bề dày không lớn nằm trong phạm vi khai đào của máy móc. Phương án này không áp dụng được cho Dự án này do lớp đất yếu nằm sâu.

- Các phương pháp gia tăng vận tốc cố kết, bao gồm:

- Phương pháp Gia tải kết hợp Đường thoát nước đứng (PVD+TSR) → Đây là phương pháp thông dụng, sử dụng hiệu quả với đất yếu dày và độ lún cố kết lớn. Đường thoát đứng (PVD) có thể sử dụng bấc thấm, cọc cát hoặc cọc cát đầm chặt.
- Phương pháp gia tải tạm (TSM) → Đây là phương pháp thông dụng, sử dụng hiệu quả với đất yếu mỏng, có độ lún không quá lớn.
- Phương pháp nỏ mìn (EPM) → Đây là phương pháp ít sử dụng với nền đường do tính phức tạp của chúng.
- Phương pháp điện nhiệt (ELM) → Đây là phương pháp ít sử dụng với nền đường do tính phức tạp của chúng.
- Phương pháp gia cường đất yếu bằng cọc vôi-đất (SLM) → Phương pháp đôi khi áp dụng và thường xử lý cho diện tích giới hạn.
- Phương pháp gia cường đất yếu bằng cọc Xi măng-Đất (JGT) → Phương pháp áp dụng hiệu quả với dự án đặc biệt có diện tích giới hạn, do giá thành cao.

Theo ý kiến của chúng tôi, phương án Jetgrouting đề xuất trong bước Thiết kế kỹ thuật là giải pháp giải quyết triệt để độ lún lệch cho trường hợp địa chất cụ thể như đã phân tích trên. Tuy nhiên nhược điểm là giá thành rất cao và hiện nay đang khó khả thi về công nghệ. Do vậy trong Báo cáo này chúng tôi sẽ tập trung phân tích hai giải pháp so sánh là xử lý bằng bấc thấm và cọc cát đầm chặt, đều là phương pháp xử lý đẩy nhanh cố kết bằng đường thoát nước đứng..

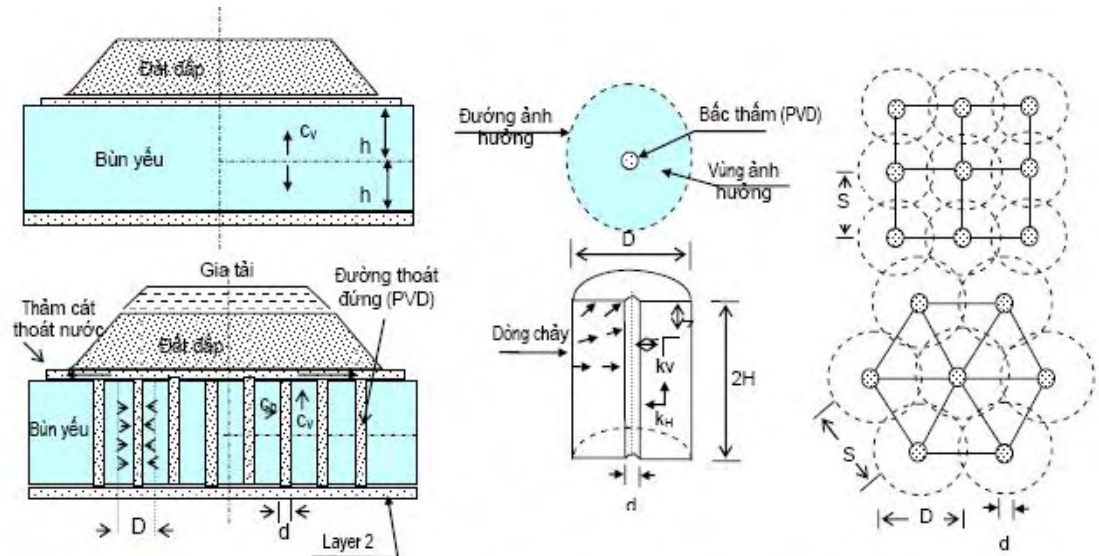
VI PHƯƠNG PHÁP GIA TĂNG VẬN TỐC CỐ KẾT BẰNG BẮC THẨM + GIA TẢI TẠM (PVD+TSR)

6.1 Nguyên lý giải pháp

Bản chất hiện tượng “cố kết” là dưới áp lực nén (của đất đắp) làm cho các hạt đất dịch chuyển xít lại với nhau (giảm thể thích) và đẩy nước chứa ở khe rỗng giữa các hạt ra ngoài. Do đó, lún cố kết diễn ra thời gian dài là do đường thoát nước giữa các hạt vừa nhỏ, dài và độ dài này lại phụ thuộc vào bề dày lớp đất yếu và lớp thoát ở 2 đầu.

Nguyên lý phương pháp PVD+TSR, để gia tăng vận tốc cố kết, chính là làm giảm khoảng cách thoát nước (bằng cách cắm qua đất yếu một mạng “đường thoát nước” (sử dụng cọc cát hay bắc thẩm với khoảng cách “d” theo tính toán thiết kế) đồng thời gia tăng áp lực nén bằng gia tải (sử dụng cả đất đắp đường và gia tải tạm, hình 5).

Phương pháp tính toán mạng bắc thẩm dựa theo lời giải của Barron’s (1947) kết hợp với phát triển bởi Hasbor (1981), dựa theo nền tảng của lý thuyết cố kết trong điều kiện có các đường thoát đứng. Chi tiết phương pháp mô tả trong Quy chuẩn thiết kế (kể cả 22 TCN 244-98), các tài liệu địa kỹ thuật (như “Etude des Remblais sur Sols Compressibles”, LPC-1968 [16] và “Cẩm nang dùng cho Kỹ sư Địa kỹ thuật” [2]) với các công thức cơ bản sau:



Hình 11: Nguyên lý xử lý đất yếu bằng bắc thẩm + gia tải (PVD+SR)

$$U_r = 1 - e^{\frac{-8.T_r}{F(n)+0.8.L}} \quad (13)$$

$$T_r = \frac{C_r \cdot t}{D^2} \quad (14)$$

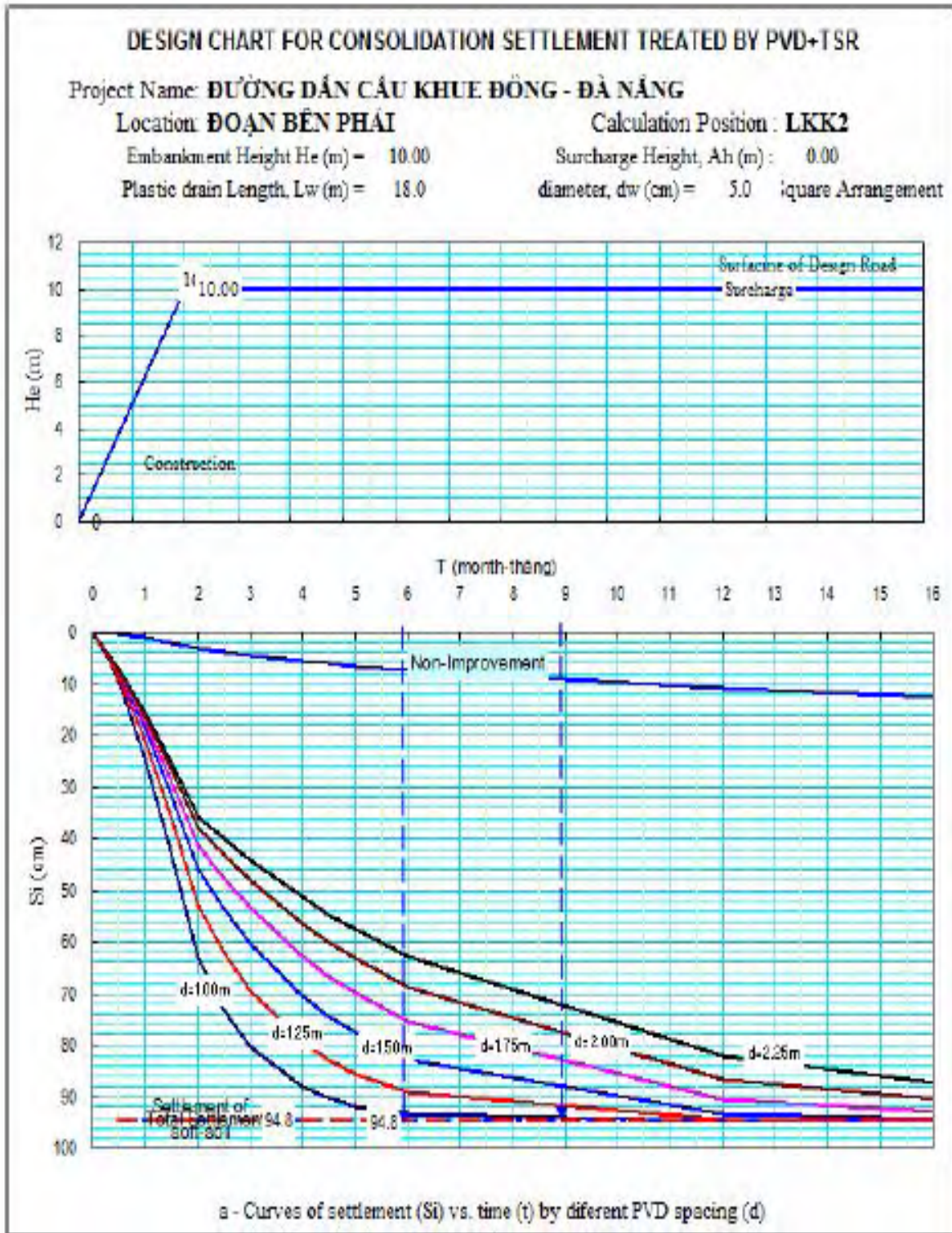
$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln(n) - \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \quad \text{with } n = D/d \quad (15)$$

Tính toán thiết kế là xác định mạng lưới đường thoát có khoảng cách thiết kế “d”, dưới một áp lực đất đắp và gia tải quy định “ΔPe”, với một thời gian chờ lún ấn định “t”, sao cho độ lún dư (Sr) đạt được giá trị quy định.

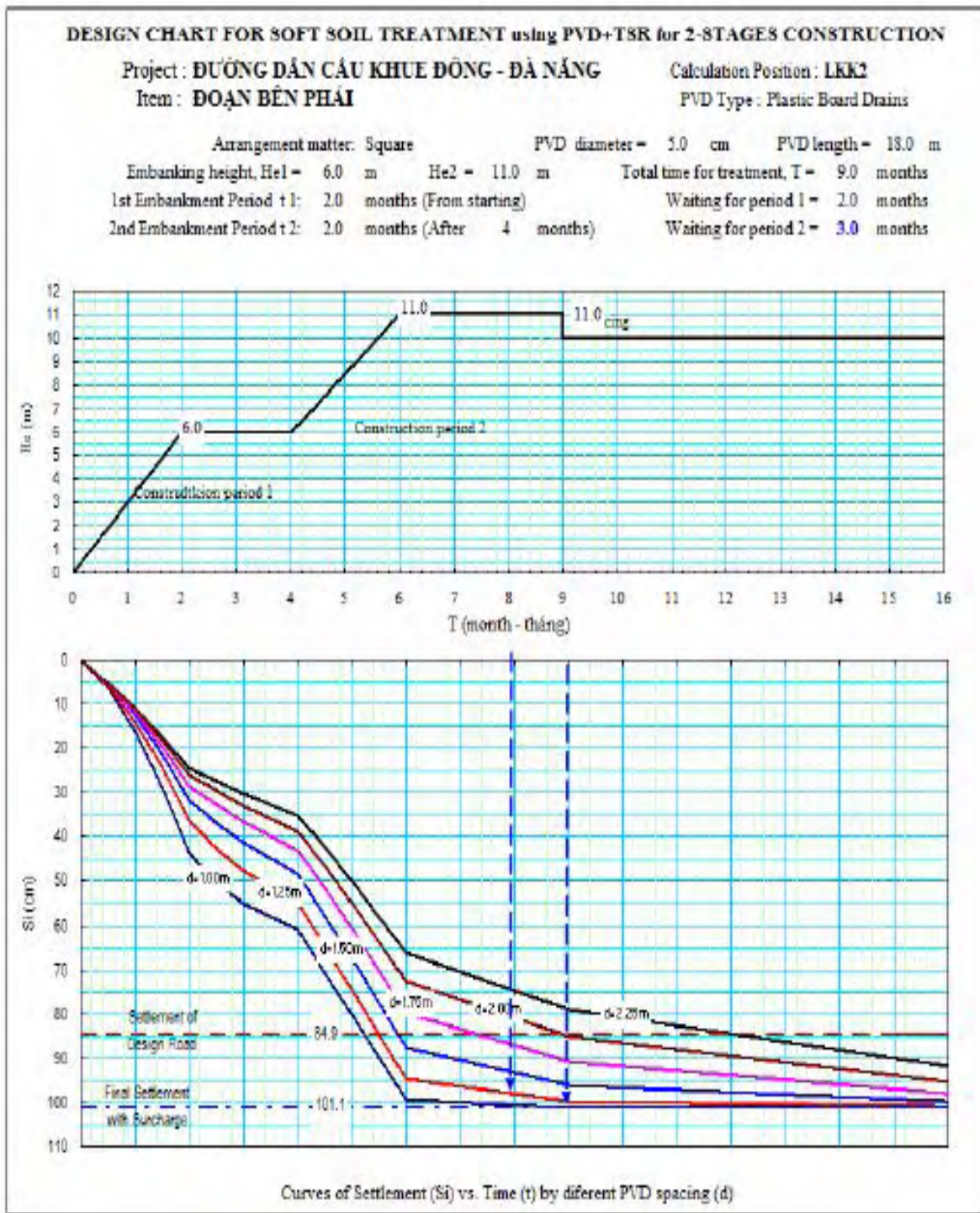
Thông số sử dụng từ thí nghiệm nén cố kết với các thông số cố kết hướng tâm(Cr) hay hệ số cố kết phương ngang (Ch). Trong áp dụng thực tiễn, người ta có thể sử dụng hệ số cố kết đứng Cv (có giá trị thường nhỏ hơn Ch hoặc Cr) là thiên về an toàn.

Phương pháp gia tăng vận tốc cố kết bằng bắc thẩm+gia tải (PVD+TSR) là thông dụng để đối phó với lún cố kết đất yếu dưới đất đắp nền đường giao thông, bởi tính đơn giản và hiệu quả của nó.

6.2 Kết quả tính toán



Hình 12: "Toán đồ thiết kế" xử lý lún cố kết bằng PVD+TSR cho thi công đắp "một giai đoạn".

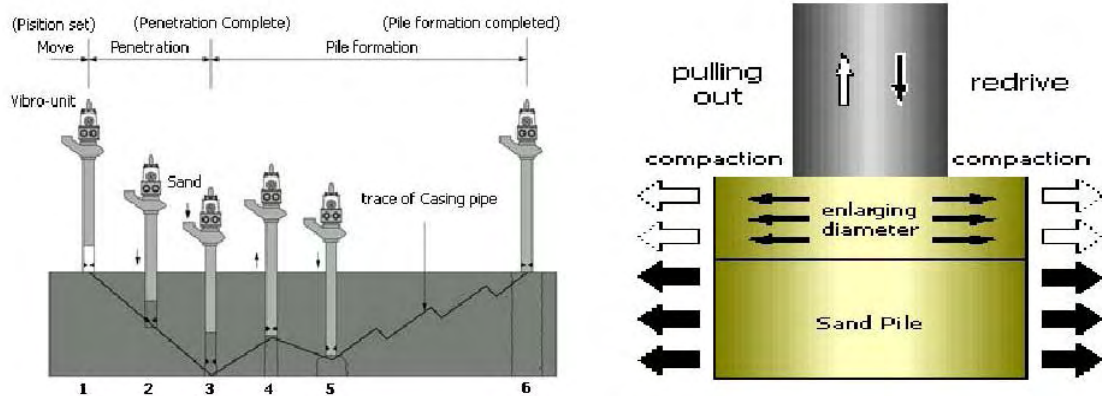


Hình 13: “Toán đồ thiết kế” xử lý lún cổ kết bằng PVD+TSR cho thi công đắp “hai giai đoạn”.

Qua “giản đồ thiết kế” cho phép ta lựa chọn khoảng cách cắm bấc thẩm hợp lý “d”, tương ứng với thời gian thi công và chờ lún “t” phù hợp và độ lún dư “ S_r ” nằm trong phạm vi cho phép cho từng đoạn cụ thể. Lưu ý về quy trình độ lún cho phép khác nhau trên đường và đường đầu cầu theo quy trình 22 TCN 262-2000.

VII PHƯƠNG PHÁP GIA TĂNG TỐC ĐỘ CỐ KẾT BẰNG CỌC CÁT ĐÀM

7.1 Nguyên lý giải pháp



Cọc cát đầm được tạo bằng cách xuyên các ống thép đường kính 40cm chứa đầy cát xuống lớp đất yếu. Đầu ống thép được cấu tạo sao cho có thể đóng lại khi ấn xuống và mở ra khi rút lên. Ống thép sẽ được xuyên xuống và rút lên lặp lại nhiều lần để đầm chặt cát trong lỗ và tăng kích thước (đường kính) của cọc cát so với đường kính của lỗ (dự kiến trung bình 70cm). Song song với quá trình này sẽ tạo áp lực xung quanh thành lỗ có tác dụng nén chặt đất yếu xung quanh và rút nước trong các lớp đất lân cận cọc vào cát của cọc. Quá trình này sẽ làm chặt đất và tăng nhanh độ cố kết của đất yếu mà không cần phải gia tải và chờ cố kết lâu như các phương pháp thông thường. Một phần đất yếu cũng sẽ được thay bằng cát là vật liệu tốt sẽ cải thiện tính năng chung của nền đường.



Sơ đồ nguyên lý và trình tự thi công thể hiện ở phần phụ lục của Báo cáo này.

7.2 Kết quả tính toán tóm tắt

Consolidation Settlement Calculations - Sand Compaction Pile method

Embankment	Layer Thickness Soft Clay	Soil Type	Wet Density	Initial void ratio	Coefficient of compression	Effective stress (middle of sublayer)	Compensation Fill	Stress Increment	Spacing	Settlement reduction factor	Consolidation settlement(N.C)	Settlement
H(m)	(m)		$\gamma_s(t/m^3)$	(e_0)	C_c	$P_0(t/m^2)$	(m)	ΔP		β	(cm)	(cm)
9.36	10.0	CL	1.750	1.223	0.403	6.56	0.95	17.53	2.00	0.90	102.4	92.5

* Consolidated settlement (Fill Height Embankment and Compensation) $S_c = 92.5$ cm

* Target consolidation = 90% → T ~ 5 months

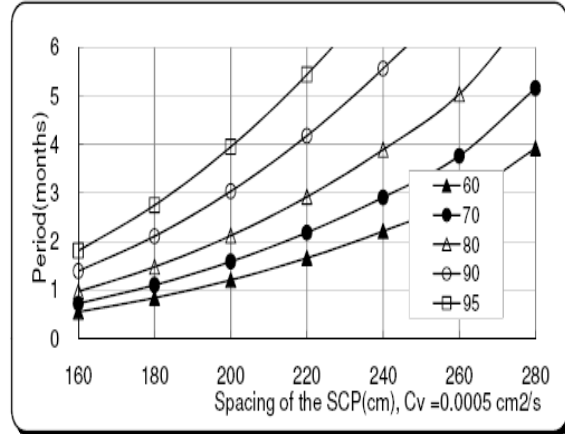
* Remaining Settlement $S_r = 92.5 - 92.5 * 0.9 = 9.25$ cm < 10 cm O.K

* SCP Spacing 2.0m, Consolidation: 3.0 months

* SCP Install Length : 17 m

* Period Construction (install Sand Compaction Pile and embankment): 3 months

* Consolidation time: 3.0 months



Với địa chất cụ thể đường hai đầu cầu Khuê Đông, chúng tôi đã sơ bộ tính toán theo phương án xử lý bằng cọc cát đầm đường kính 70cm, chiều sâu 17m bố trí cách khoảng 2m là đảm bảo yêu cầu về độ cố kết và độ ổn định tạm thời và lâu dài, không cần xử lý bề phản áp. Giá thành xử lý theo phương án này khoảng 10 tỷ VND. Hiện nay thiết bị thi công đã sẵn có ở Tp HCM, có thể huy động ngay cho Dự án nếu phương án này được Chủ đầu tư xem xét.

VIII MỘT SỐ KINH NGHIỆM CHIA SẺ TỪ VIỆC XỬ LÝ ĐẤT YẾU Ở MỘT SỐ DỰ ÁN KHÁC Ở ĐÀ NẴNG VÀ PHÍA BẮC

8.1 Tóm tắt kết quả theo dõi Dự án Phú Lộc (Hợp phần 4)

Kết quả tính toán độ lún cố kết bước BVTC:

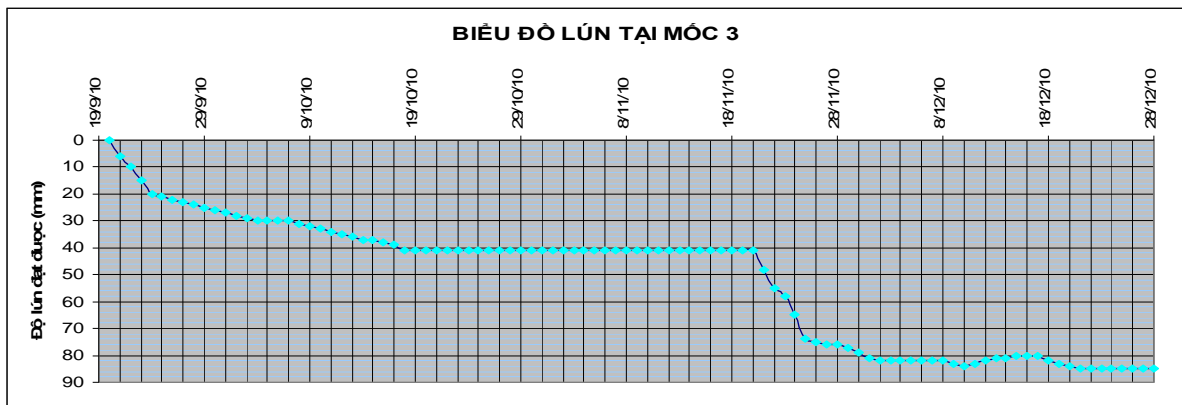
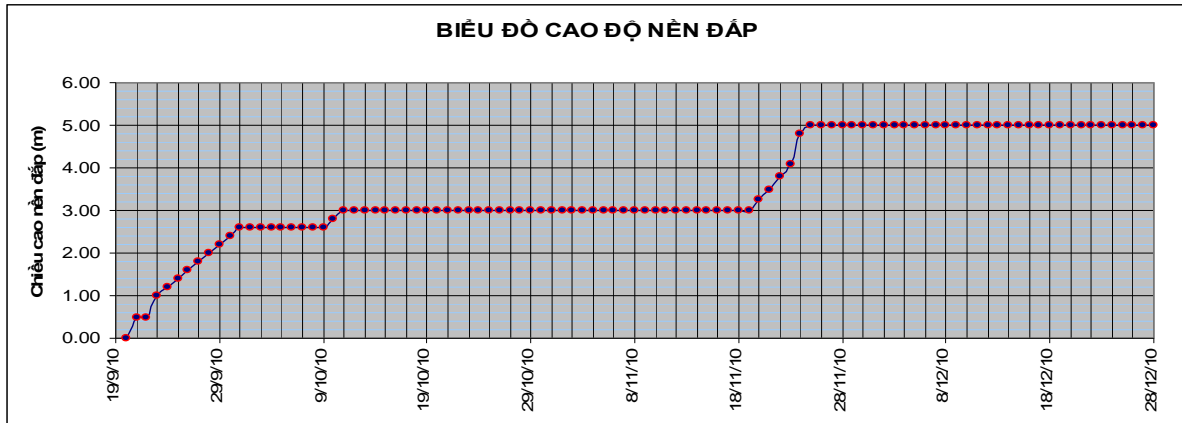
Kết quả tính toán lún cho nhánh phải theo hồ sơ BVTC của Tư vấn Lavalin như sau:

Lý trình	Tên cọc	Độ lún (cm)		Biện pháp xử lý đề xuất
		Không gia tải	Có gia tải	
Km0+469P	CDK	30,7	40,9	Đắp gia tải

Các kết quả tính toán độ lún tại cọc 28, dựa theo phân lớp địa chất theo kết quả khoan bổ sung:

Lý trình	Tên cọc	Độ lún (cm)		Độ cố kết sau 30 ngày theo tính toán
		Không gia tải	Có gia tải	
Km0+544 (tim)	28	2,6	4,4	
Km0+544 (vai)	28	2,1	3,6	24%

So sánh với kết quả quan trắc tại cọc 28:



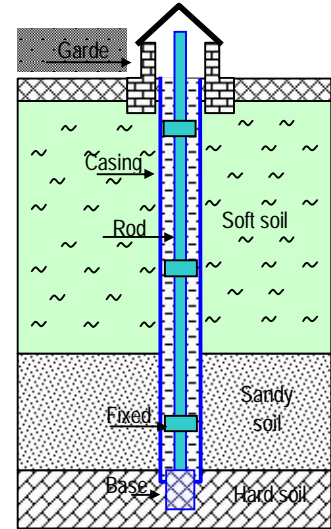
Kết quả tính toán ở bảng trên (tại vai đường) tương đối phù hợp với kết quả quan trắc tại các mốc 1 và 3 về tổng độ lún cố kết. Riêng thời gian cố kết nhanh hơn so với dự báo: Theo

CHIA SẺ KINH NGHIỆM CHO CÔNG TÁC THI CÔNG ĐẮP VÀ QUAN TRẮC KIỂM TRA TRONG QUÁ TRÌNH XỬ LÝ ĐẤT YẾU – VÍ DỤ CHO PHƯƠNG ÁN XỬ LÝ BẮC THẨM

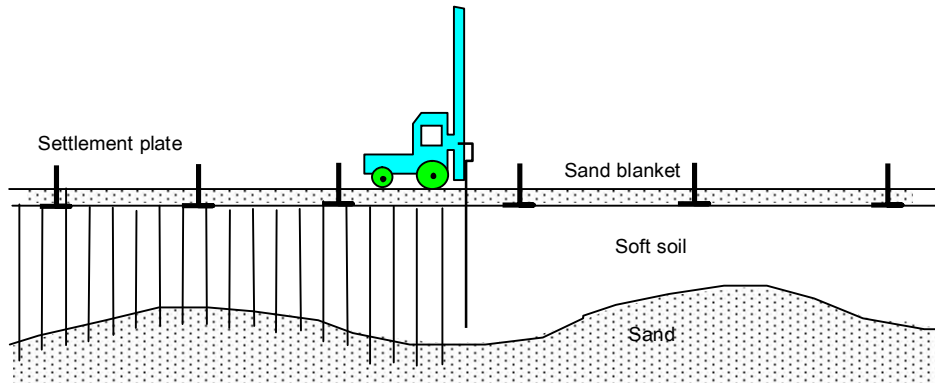
1 ‘ĐOẠN THỬ NGHIỆM’ CHO CÔNG TÁC ĐẮP VÀ QUAN TRẮC

Với một dự án lớn, điều đầu tiên là cần tiến hành chuẩn bị một “đoạn thử nghiệm”. Nó được xem như là “đoạn đại diện” cung cấp thông tin cho việc lập “Phương án tổ chức và biện pháp thi công”, phục vụ cho công tác thi công đắp đất và quan trắc kiểm tra tổng thể sau này, bao gồm.

- Lắp đặt “hệ mốc” chuẩn, làm cơ sở chuẩn hóa cho việc xác định và kiểm tra “tọa độ” và “cao độ” cho công tác thi công và quan trắc kiểm tra. Về nguyên tắc các “mốc chuẩn” cần cố định, mà trên bề mặt đất đắp trên nền đất yếu thường có “chuyển vị” nên đôi khi cần ngầm để mốc chuẩn xuống tầng sâu để bảo đảm cố định (hình 9).
- Nạo vét lớp phủ với bề dày khoảng từ 0.2m đến 0.5m. Đối với đất bùn yếu nằm ngay trên mặt, cần sử dụng “vải địa kỹ thuật” ngăn giữa đất yếu và đất đắp.
- Thi công lớp “đệm cát thoát nước” phủ trên đất yếu và chiều dày thường bằng chiều dày lớp phủ đào vét bỏ.
- Lắp đặt mạng PVD’s với khoảng cách và chiều sâu được tính toán thiết kế (hình 10).

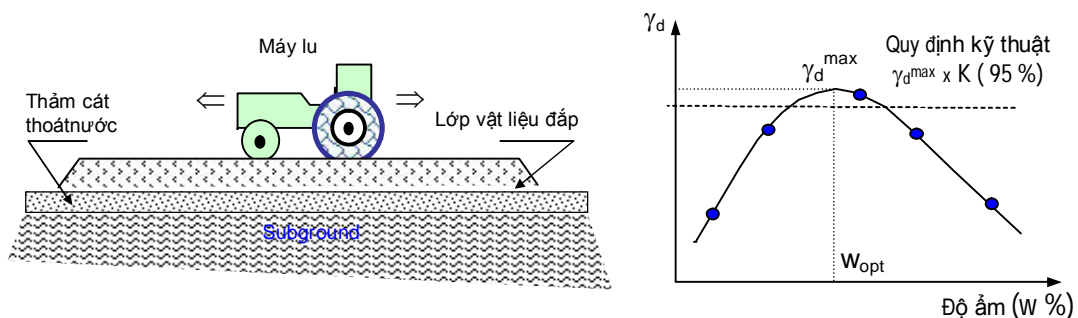


Hình 9



Hình 10: Thi công PVD

- Lắp đặt các thiết bị đo đạc để quan trắc kiểm tra.
- Tiến hành thi công đắp kết hợp đầm chặt xen kẽ nhau từng lớp, với bề dày từng phân lớp khoảng 0.3m (hình 11).



Hình 11: Quá trình đắp đất và yêu cầu kiểm tra

- Việc kiểm tra chất lượng đầm chặt bằng cách so sánh giữa số liệu thí nghiệm đầm chặt từ thí nghiệm trong phòng và đầm chặt tại hiện trường, trên cơ sở “yêu cầu kỹ thuật”, theo đó:

- K = 95% với đường cao tốc thông thường
- K = 98% với đường cao tốc đặc biệt
- K = 90% với đường địa phương thông thường

- Ngoài ra, các phương pháp kiểm tra độ chặt đất đắp tại hiện trường cần áp dụng như nêu ra trong Tiêu chuẩn Kỹ thuật của Dự án.

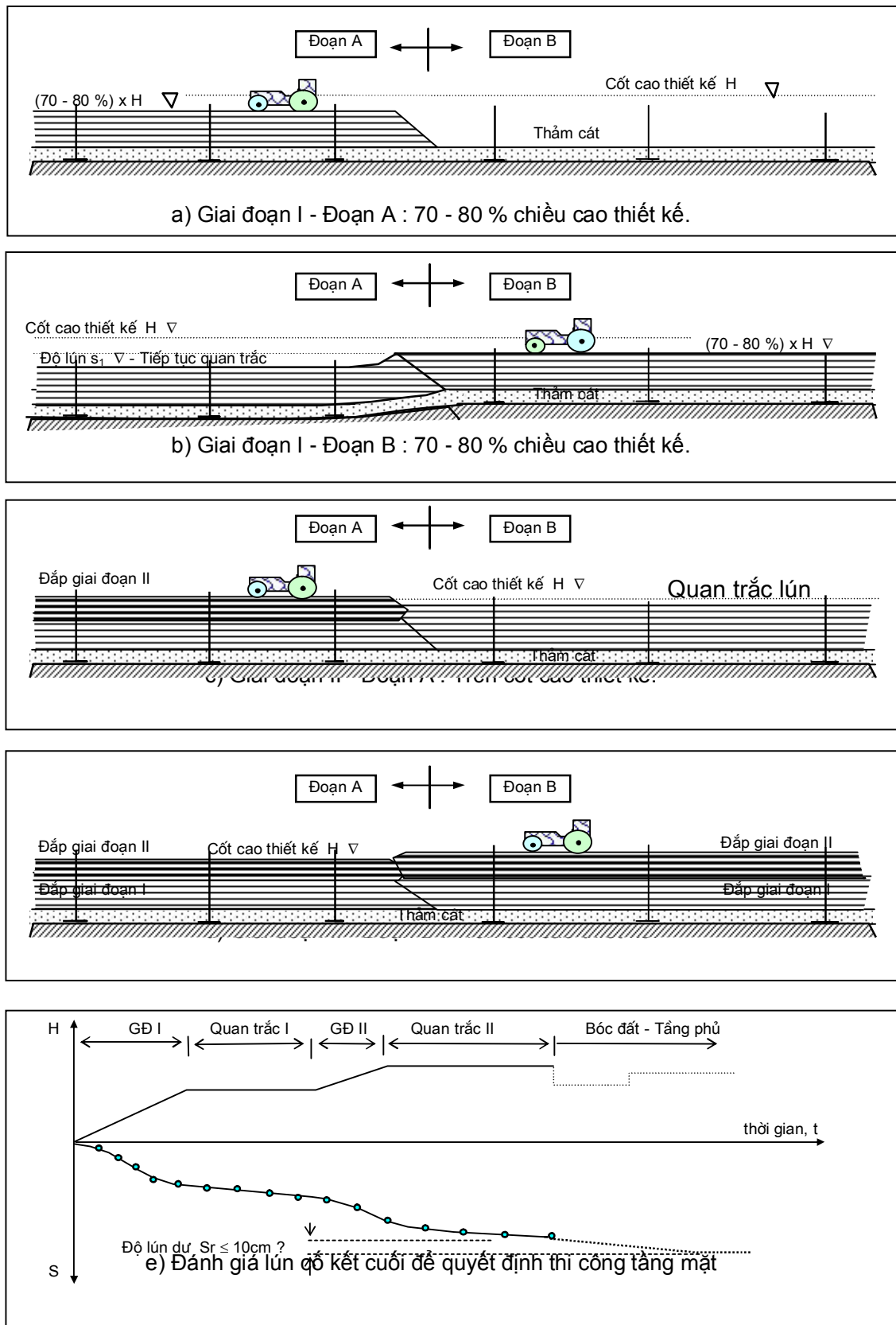


Hình 12: Hình ảnh hiện trường thi công PVD

2 “CHIA ĐOẠN THI CÔNG” VỚI THI CÔNG ĐÁT ĐẤP TRÊN NỀN ĐẤT YẾU

Trong “phương án thi công” đất đắp đường trên nền đất yếu, trong đó lại kết hợp với giải pháp xử lý đất yếu, cần phải “chia đoạn” trong thi công. Vấn đề đặt ra là sự “liên kết đồng bộ” giữa các đoạn khác nhau trong quá trình thi công cần phải tuân thủ những quy trình nhất định để bảo đảm sự liên tục về chất lượng thi công và xử lý. Độ dài của từng đoạn thi công được chia tùy thuộc vào tốc độ thi công.

Ví dụ quy trình thi công đắp và quan trắc xử lý giữa 2 đoạn A và B liên nhau, được tiến hành theo các bước như sau:



Hình 13: Quy trình thi công đắp đường và quan trắc kiểm tra

3 QUAN TRẮC-KIỂM TRA VỚI XỬ LÝ ĐẤT YẾU BẰNG BẮC THẨM+GIA TÀI (PVD+TSR)

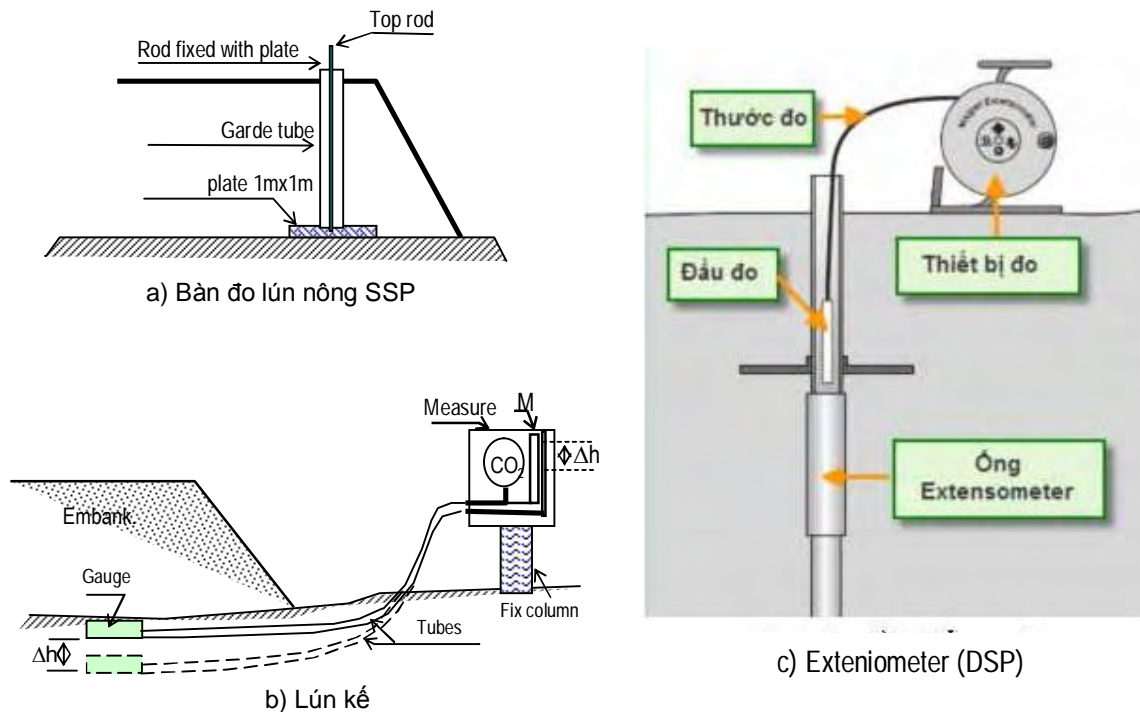
Việc tính toán biện pháp xử lý đất yếu dưới đất đắp dựa thuần túy trên cơ sở lý thuyết, trong khi đó, điều kiện thực tế nền đất yếu thường không đồng nhất, dị hướng. Mặt khác, các thông số tính chất nền, đất sử dụng tính toán, thường được thí nghiệm trong phòng với số lượng hạn chế mẫu nguyên dạng, dẫn đến kết quả tính toán lý thuyết thường có khoảng cách nhất định so với thực tế. Do đó, công tác quan trắc kiểm tra đối với giải pháp xử lý đất yếu dưới nền đắp là rất cần thiết với mục đích:

- Quan trắc và kiểm tra quá trình chuyển vị thực sự của đất đắp trên nền đất yếu trong quá trình thi công và xử lý.
- Tiến hành phân tích số liệu quan trắc làm cơ sở so sánh với kết quả tính toán lý thuyết giải pháp xử lý đất yếu, qua đó khẳng định hiệu quả giải pháp. Trường hợp nhận thấy hiệu quả xử lý chưa thỏa mãn, sẽ đưa ra biện pháp khắc phục thích hợp.
- Hiệu chỉnh “thông số tính toán” sử dụng cho “bài toán phân tích ngược” (back-analysis).

3.1 Thiết bị quan trắc

- 1) **Thiết bị đo lún** được sử dụng để trực tiếp đo sự chuyển vị đất nền dưới đất đắp. Có 2 loại thiết bị được sử dụng đo lún, đó là:

- **Bàn đo lún nông** (SSL) được lắp đặt trực tiếp dưới đáy đất đắp, cho phép đo chuyển vị nền đất yếu dưới áp lực đất đắp. Sơ đồ thiết bị thể hiện trên hình 14a. Như một sự lựa chọn khác, một loại thiết bị gọi là “lún kế” cũng được lắp đặt dưới đáy đất đắp như thể hiện trên hình 14b.



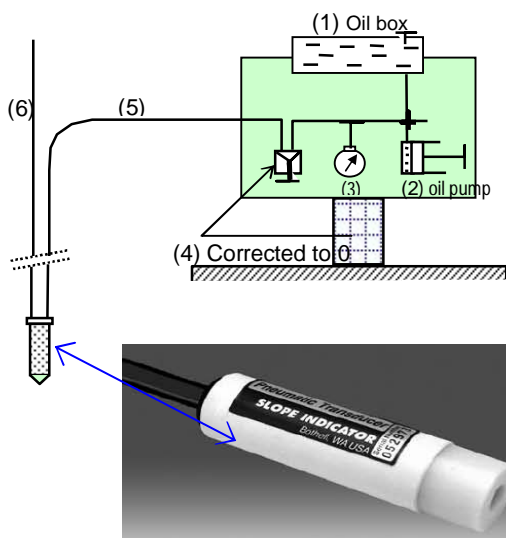
Hình 14: Thiết bị đo lún

- **Thiết bị đo lún sâu hay “Extensometer”** cũng là loại bàn đo lún được sử dụng đo chuyển vị các lớp đất nằm sâu, với mục đích phối hợp kiểm tra độ chính xác quá trình chuyển vị của bàn đo lún nông (hình 14c).

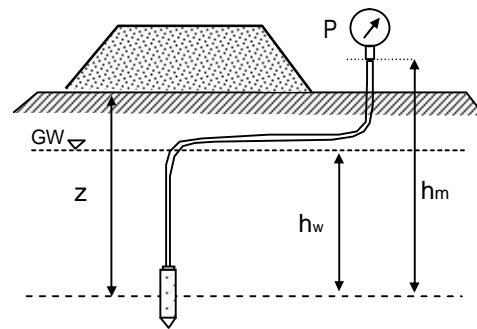
2) Thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng (Piesometer) được sử dụng để quan trắc-kiểm tra quá trình cố kết của nền đất yếu, bằng cách đo sự biến đổi của áp lực nước lỗ rỗng trong khối đất chịu cố kết dưới áp lực đất đắp làm nước bị thoát ra trong quá trình. Mặt khác, piesometers còn được sử dụng để kiểm tra quá trình phân tích ngược xem có phù hợp với kết quả quan trắc áp lực nước lỗ rỗng hay không.

Quan trắc áp lực nước lỗ rỗng phải kết hợp với đo mực nước tĩnh trong giếng quan trắc (hình 15c) để xác định “áp lực nước lỗ rỗng dư” - EPWP. Loại EPWP này sẽ từ từ tăng lên theo chiều cao đất đắp và sẽ từ từ giảm xuống theo độ cố kết và tiến tới trở về “0”.

Có một số loại piesometers thông dụng như thể hiện trên hình 15, trong đó phải kể đến: piesometer trực tiếp; piesometer thủy lực, piesometer dây rung và piesometer điện.



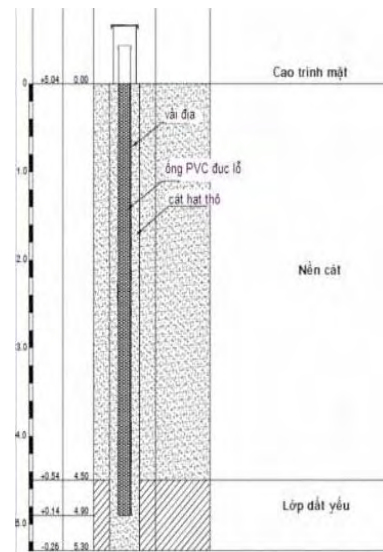
a) Piesometer thủy lực



b) Piesometer trực tiếp



d) Piesometer dây rung



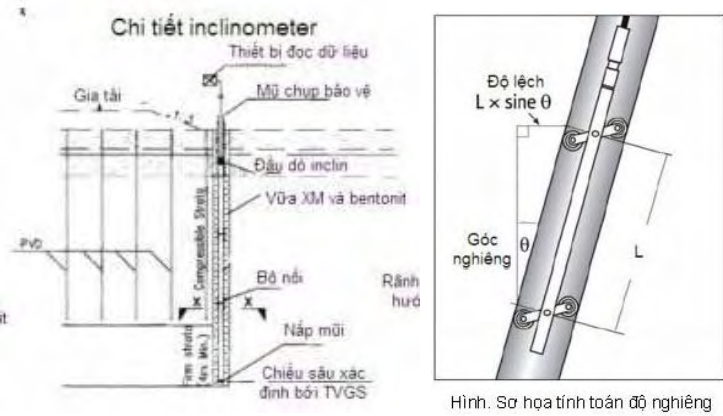
c) Piesometer đo nước

Hình 15: Một số loại Piesometers

c) Thiết bị đo nghiêng - Inclinometer & stakes:

Đây là các thiết bị đo “chuyển vị ngang”, mà chuyển vị này có thể là nguyên nhân từ chuyển vị đứng và ngang của nền đất yếu.

Thiết bị quan trắc kiểm tra này liên quan trực tiếp đến việc đánh giá ổn định mái dốc.



Hình. Sơ họa tính toán độ nghiêng

Hình 16: Thiết bị đo nghiêng

d) Thiết bị đo áp lực đất (EPC): là loại thiết bị quan trắc-kiểm tra nhằm xác định áp lực thực tế tác dụng lên đất nền dưới đất đắp. Áp lực đứng được đo bởi EPC thuộc loại ứng suất tổng.

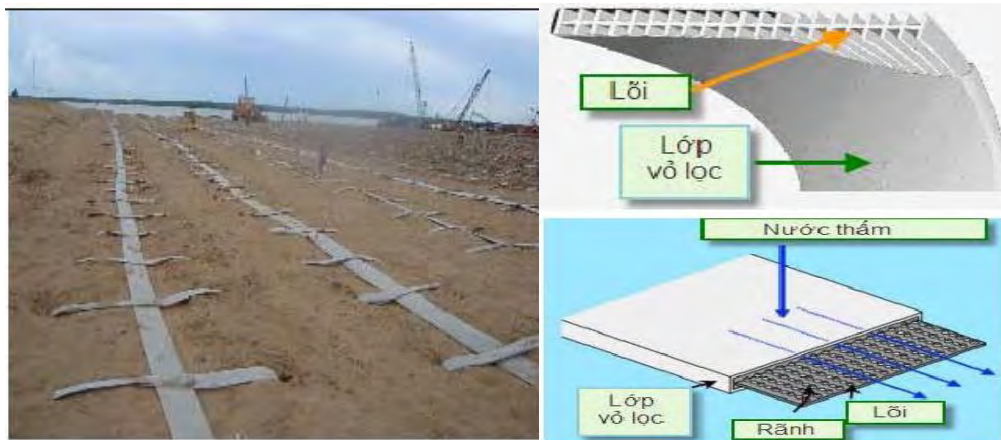
Loại thiết bị quan trắc này đặc biệt hiệu dụng khi áp dụng phương pháp cố kết bằng hút chân không (air vacuum-consolidation method), nó cho phép đo đạc chính xác áp lực đất truyền đến nền đất.

Về cơ bản, thiết bị đo áp lực đất có cấu tạo và hoạt động tương tự như piezometer khí hay dây rung (hình 16). Nó được lắp đặt trên mặt đất nơi nhậ cảm nhất dưới đất đắp và áp lực do đất đắp tác dụng vào EPC sẽ được truyền về máy đo.



Hình 16: Thiết bị đo áp lực đất SPC

e) Bấc thấm (Wk): Bấc thấm là dải plastic có chức năng thoát nước dùng để gia tăng vận tốc cố kết trong xử lý đất yếu. Có thể phân biệt 2 loại bấc thấm là bấc thấm dọc (gọi là PVD) và bấc thấm ngang (gọi là PHD). Về cấu tạo và sắp đặt bấc thấm trong xử lý thể hiện trên hình Hình 17.



Hình 17: Các loại bấc thấm dọc (PVD) và ngang (PHD)

f) Vải địa kỹ thuật (GXT):

Vải địa kỹ thuật được sử dụng nhằm 2 mục đích: gia tăng sức kháng nền đất yếu chống trượt mái dốc và lớp lót giữa mặt nền yếu và đất đắp (chủ yếu thấm thoát nước) để làm mặt bằng thi công.

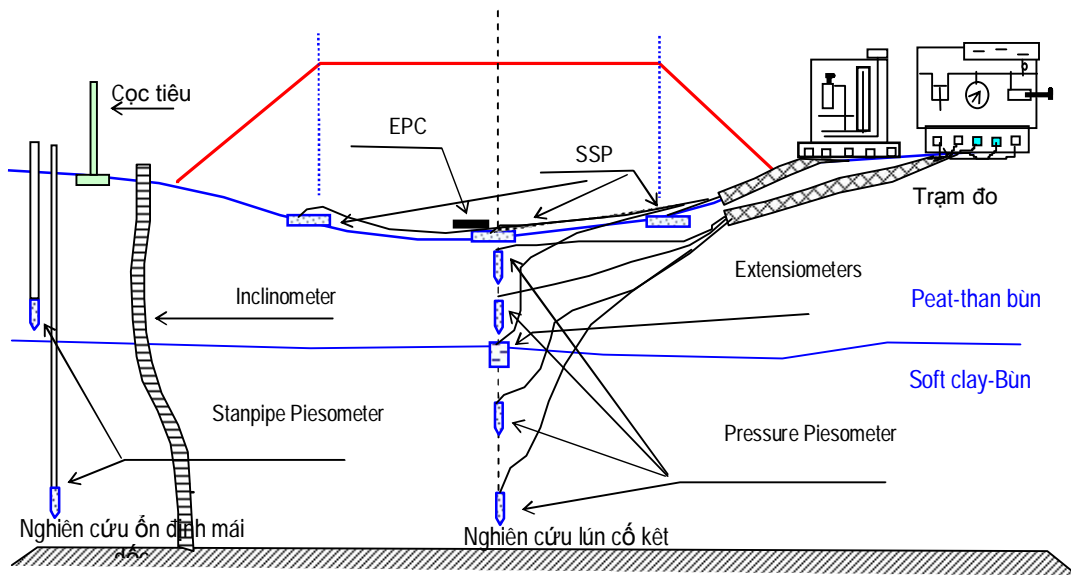
Có 2 loại vải địa kỹ thuật, đó là loại dệt (bao gồm mã ký hiệu GSI, KM, MAC) và loại không dệt với 100% polypropylene hoặc polyester) có các mã ký hiệu ART, HD.



Hình 18: Rải vải địa kỹ thuật

3.2 Bố trí điển hình các thiết bị quan trắc-kiểm tra ở một mặt cắt đất đắp đường

Bố trí chi tiết các loại thiết bị quan trắc-kiểm tra cần mô tả trong “Phương án thi công và Quan trắc trong Xử lý đất yếu”. Bố trí điển hình các thiết bị quan trắc kiểm tra xử lý đất đắp trên nền đất yếu ở một mặt cắt đắp đường thể hiện trên hình 19. Các loại thiết bị quan trắc sau cần được bố trí:



Hình 19: Bố trí điển hình các thiết bị quan trắc

3.3 Yêu cầu với công tác Quan trắc và diễn dịch kết quả

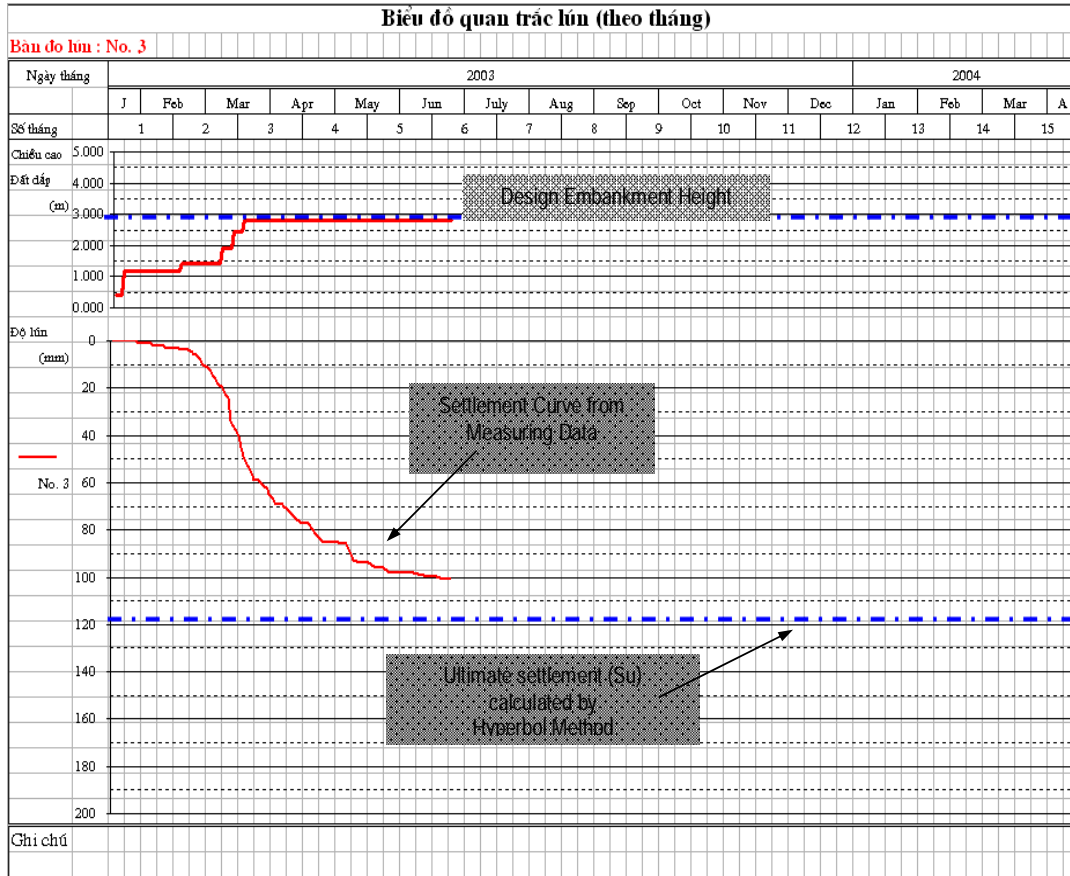
Quan trắc lún cố kết được tiến hành ngay sau khi chuẩn bị xong mặt bằng, khi đó các thiết bị đo đã chỉnh về “0”, và bắt đầu đo từ khi đắp đất. Về quan trắc số đo thường sử dụng thiết bị trắc địa hoặc đo-ghi trực tiếp trên “hộp đo” hoặc đo ghi tự động và lập biểu đồ. Phương pháp quan trắc và quy trình đo cần tuân thủ theo “Đề cương Quan trắc” được Nhà thầu lập và được chấp thuận bởi Tư vấn Giám sát và phê duyệt bởi Chủ đầu tư. Một số yêu cầu phục vụ việc phân tích số liệu quan trắc kiểm tra như sau:

1) Đo ghi số liệu quan trắc

Chi tiết đo ghi kết quả cần trình bày trong “Phương án Thi công và Quan trắc”, được lập tùy thuộc vào kiến thức, kinh nghiệm, truyền thống và phương pháp mà Nhà thầu sử dụng. Tuy nhiên một số yêu cầu sau cần được thực hiện:

- Trước tiên, cho về ‘zero’ các thiết bị quan trắc- kiểm tra.
- Sau đó, tiến hành quan trắc, đo-ghi định kỳ các loại thiết bị quan trắc kiểm tra được lắp đặt, tương ứng với quá trình đắp, quá trình đợi lún và đến khi kết thúc quan trắc.
- Các số liệu quan trắc cần được ghi chép vào “Số quan trắc” cho từng loại hình kiểm tra, có biểu diễn dưới dạng “Biểu đồ” theo thời gian.

Ví dụ một biểu đồ quan trắc lún cố kết của một bàn đo lún nông (SSP) được thể hiện trên hình 20.



Hình 20: Ví dụ biểu đồ quan trắc lún cố kết ở một bàn đo lún nông

2) Diễn dịch và đánh giá số liệu quan trắc lún theo phương pháp Hyperbole

Nền tảng cho giải pháp xử lý đất yếu dựa theo kết quả tính toán lý thuyết, với giả thiết xem môi trường nền là đồng nhất - đẳng hướng. Tuy nhiên, thực tế đất nền vốn bất đồng nhất và dị hướng và số liệu sử dụng tính toán lấy theo giá trị đại diện, được thí nghiệm từ một số lượng hạn chế các mẫu đất nguyên dạng. Để giải pháp xử lý đất yếu bảo đảm yêu cầu, tránh sự cố có thể xảy ra sau khi đưa vào sử dụng, công tác quan trắc-kiểm tra thực tế là rất cần thiết và qua các phương pháp phân tích và diễn dịch kết quả, cho phép đánh giá hiệu quả giải pháp xử lý.

Có một số phương pháp diễn dịch kết quả quan trắc lún cố kết, dựa theo số liệu quan trắc như: phương pháp Hyberbol, Asoka hay Moden. Trình bày sau đây là phương pháp thông dụng Hyperbole với nguyên lý chính thể hiện trên hình 21 và các biểu thức sau [2]:

$$S - S_0 = \frac{t - t_0}{s - s_0} \Rightarrow \frac{t - t_0}{s - s_0} = \beta \cdot (t - t_0) + \alpha \quad (12)$$

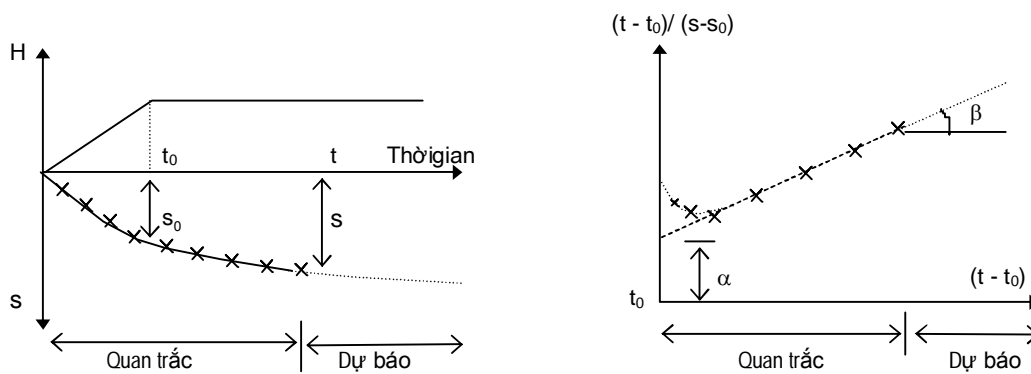
$$S_u = S_0 + 1/\beta \quad (13)$$

Trong đó: S, t : Độ lún và thời gian ở thời điểm nhất định trong tiến trình quan trắc.

S₀, t₀ : Độ lún và thời gian ở thời điểm kết thúc đắp đất.

α, β : Hệ số lấy theo hình 21.

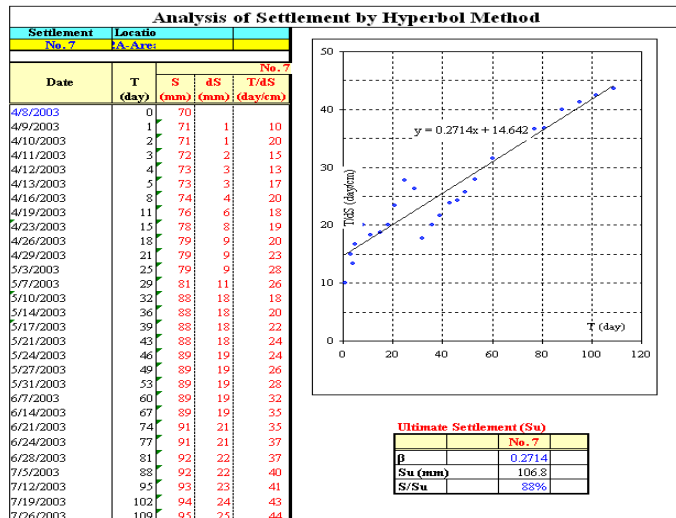
S_u : Độ lún tới hạn.



Hình 21: Sơ đồ nguyên lý phương pháp Hyperbole's

Dựa theo số liệu quan trắc lún ban đầu đến khi thi công xong đắp đất, có thể xác định được các hệ số α, β thông qua biểu diễn số liệu theo biểu đồ hình 22.

- Áp dụng công thức (12) cho phép ta xác định được độ lún dự kiến (Si) ở các thời điểm quan trắc (ti).
- Áp dụng công thức (13) cho phép ta xác định được độ lún tới hạn (tối đa ở thời gian t = ∞) có thể xảy ra với vận tốc lún như đang quan trắc.
- Trên cơ sở phân tích số liệu quan trắc, cho phép “hiệu chỉnh” giá trị thông số thí nghiệm đất nền (Cc, Cs, Cv...) như là kết quả “phân tích hậu kỳ”.



Hình 22: Chương trình phân tích quan trắc lún theo phương pháp Hyperbol

Một số hình ảnh đo đạc và quan trắc ở hiện trường xử lý đất yếu được thể hiện trên hình 23.



Hình 23: Một số hình ảnh đo đạc và quan trắc ở hiện trường xử lý đất yếu

3.4 TIẾN TRÌNH CÔNG VIỆC TRONG XỬ LÝ ĐẤT YẾU DƯỚI ĐẤT ĐÁP ĐƯỜNG

Tiến trình công việc đề cập sau đây đề cập với dạng công việc theo Hợp đồng đấu thầu Quốc tế, nghĩa là trong bước trước của Dự án đã hoàn thiện bản “Thiết kế kỹ thuật”. Toàn bộ công việc còn lại, từ thiết kế Bản vẽ thi công đến thiết kế tổ chức thi công, cung ứng vật liệu vật tư và tiến hành xây lắp đến hoàn thiện thuộc trách nhiệm của Nhà thầu sau khi thắng hợp đồng. Giám sát công việc thi công thuộc về trách nhiệm của Tư vấn giám sát, là tổ chức được Chủ đầu tư chỉ định thay mặt Chủ đầu tư trong các vấn đề về quản lý hoạt động của Nhà thầu.

Do đó, khi tiến hành công tác xử lý đất yếu dưới đất đắp đường cho một dự án cần thực hiện theo tiến trình sau:

3.4.1 Công tác khảo sát địa kỹ thuật

Khảo sát địa kỹ thuật là công tác đầu tiên mà Nhà thầu phải tiến hành dưới sự giám sát của Tư vấn GS. Tiến trình của công tác khảo sát địa kỹ thuật cho đường đắp trên nền đất yếu cần thực hiện như sau:

1) Đề cương khảo sát địa kỹ thuật

Dựa theo bản vẽ “Thiết kế Kỹ thuật”, “Chỉ dẫn kỹ thuật” và “Hợp đồng”, Nhà thầu cần lập “Đề cương khảo sát địa kỹ thuật” và đối với đất đắp trên nền đất yếu cần thể hiện các nội dung sau:

- a) **Khoan-Lấy mẫu** cần sử dụng để lấy đất phục vụ cho mô tả, phân loại đất-đá, phân chia lớp và lấy các loại mẫu đất-đá phục vụ thí nghiệm trong phòng.
- b) **Thí nghiệm hiện trường** cần tiến hành, theo đó một số hoặc toàn bộ phương pháp thí nghiệm sau đây có thể được sử dụng:
 - Xuyên Tiêu Chuẩn (SPT) có thể tiến hành nhằm xác định sức kháng động (N) các lớp đất-đá dọc theo chiều sâu hố khoan và lấy mẫu xem để mô tả-phân loại đất-đá.
 - Thí nghiệm Cắt cánh hiện trường (VST) là rất tin cậy để xác định sức kháng cắt không thoát nước (Cu) của đất yếu bùn, than bùn.
 - Thí nghiệm Xuyên Tĩnh (CPT) là phương pháp cho phép thi công nhanh, rẻ tiền mà rất hữu dụng để xác định địa tầng, bề dày đất yếu và sức kháng mũi côn (fc) và ma sát thành (fs) của đất.
- a) **Thí nghiệm trong phòng** được tiến hành trên các mẫu nguyên dạng hoặc xáo động của các loại đất đá và vật liệu đắp, với các thông số sau cần thực hiện:
 - Các thông số phân loại đất (Thành phần hạt, độ ẩm, dung trọng, tỷ trọng, giới hạn Atterberg, lượng hữu cơ...) là các thông số thường được yêu cầu phục vụ việc phân loại đất, áp dụng cho cả nền đắp và nền đất bên dưới.
 - Thí nghiệm nén cố kết phải tiến hành với các lớp đất dính, đặc biệt là đất yếu (bùn, than bùn) và các thông số sau cần tiến hành: Pc, Cc, Cr, Cv, eo (tương ứng: av, mv hoặc Eo).
 - Thí nghiệm Nén ba trục cần thiết tiến hành với các loại đất dính để xác định: theo sơ đồ không cố kết, không thoát nước (UU) xác định thông số (φ_{cu} , C_{cu}), sơ đồ cố kết-không thoát nước (CU) xác định các thông số (φ_{cu} , C_{cu}) và chỉ tiến hành cho đất yếu cần xử lý.
 - Thí nghiệm đầm chặt (SCT) cần thiết tiến hành với vật liệu đắp (Borrow Material) được lựa chọn, nhằm xác định W_{opt} & \square_d^{MAX} . Với đất đắp đã đầm chặt cần tiến hành thí nghiệm cắt trực tiếp (DST) để xác định thông số (φ , C).

Trong “Đề cương khảo sát” cần trình bày “mục đích và khối lượng”, “phương pháp tiến hành”, “Thiết bị, vật tư sử dụng”, “Nhân lực và tổ chức thực hiện” và cuối cùng là tổng hợp “Bảng khối lượng” cần tiến hành và “Tiến độ thực hiện”. Tất cả các đề mục cần dựa trên nền tảng tài liệu “Bản vẽ Dự án”, “Chỉ dẫn kỹ thuật” và “Hợp đồng đã ký”.

“Đề cương khảo sát” cần được TVGS kiểm tra và chấp thuận trước khi đệ trình lên Chủ đầu tư phê duyệt.

2) Điều hành công tác khảo sát địa kỹ thuật và lập báo cáo kết quả

a) Sau khi Đề cương được phê duyệt, Nhà thầu cần điều động thiết bị, vật tư, nhân lực cần thiết và tiến hành công việc công hiện trường và thí nghiệm trong phòng.

b) Nhà thầu cần tiến hành lập các báo cáo thi công hiện trường hàng ngày và tổ chức tổng hợp báo cáo kết quả khảo sát cuối cùng.

c) Tư vấn giám sát cần giám sát các loại công việc được tiến hành ở hiện trường và thí nghiệm trong phòng, tuân theo “Đề cương Khảo sát” đã được phê duyệt kết hợp với các yêu cầu trong “Bản vẽ thiết kế”, “Quy định kỹ thuật” và “Hợp đồng”.

d) Cuối cùng, “Báo cáo kết quả khảo sát Địa kỹ thuật” phải được TVGS kiểm tra, chấp thuận trước khi đệ trình lên Chủ đầu tư phê duyệt.

3.4.2 Công tác xử lý đất yếu dưới đất đắp nền đường

1) Tài liệu đề xuất giải pháp xử lý đất yếu

a) Dựa vào kết quả khảo sát địa kỹ thuật” kết hợp với các tài liệu yêu cầu trong “Bản vẽ thiết kế”, “Chỉ dẫn kỹ thuật”, “Hợp đồng” cũng như “Hướng dẫn” này, Nhà thầu cần nghiên cứu và lập bản “Đề xuất xử lý đất yếu” cho từng đoạn mặt cắt cần xử lý, với nội dung khái quát cần có:

- Mô tả khái quát đặc điểm đất nền và bản vẽ thiết kế và kết cấu tuyến đường cần xử lý.
- Phân tích một số giải pháp xử lý có phân tích và so sánh kinh tế-kỹ thuật giữa các giải pháp, làm cơ sở cho việc lựa chọn “giải pháp chính thức tối ưu”.
- Bản “Đề xuất xử lý đất yếu” cần phân thành 2 phần chính như sau:

b) **Phần I** là “**Đề xuất giải pháp xử lý đất yếu**”, bao gồm:

- **Phần thuyết minh** là mô tả phương pháp, lý thuyết, công thức và kỹ thuật sử dụng. Tổng hợp kết quả tính toán các biện pháp xử lý và các nhận xét và đánh giá hiệu quả về kinh tế-kỹ thuật của giải pháp xử lý.
- **Phần phụ lục:** trình bày các bảng tính, bản vẽ, biểu đồ là minh chứng cho thuyết minh.

c) **Phần II** là “**Biện pháp thi công và công tác quan trắc-kiểm tra**” với đất đắp và đất yếu trong phạm vi xử lý. Dựa trên “Đề xuất giải pháp xử lý đất yếu” kết hợp với các yêu cầu trong “Bản vẽ thiết kế dự án”, “Chỉ dẫn kỹ thuật” và “Hợp đồng”, Nhà thầu cần lập một “đề cương” trình bày công việc cần tiến hành cho công tác thi công và xử lý đất yếu.

- Về tổng quát, tiến trình công tác xử lý đất yếu dưới đất đắp bao gồm các hạng mục công việc như sau:

- Chuẩn bị mặt bằng công tác, bao gồm cả công việc bóc lớp phủ, rải vải địa kỹ thuật và rải thảm cát thoát nước.
- Thi công cắm bấc thăm dò, ngang.
- Thi công hào thoát ngang và bơm hút hạ thấp mực nước.
- Lắp đặt bán đo lún nông (SSP)
- Lắp đặt các thiết bị quan trắc khác: Extensometers, Piesometers, Standpipe, EFC và Inclometers..., nếu có.
- Tiến hành đắp đất theo tiến trình thi công và xử lý đã tính toán và đợi lún.
- Tiến hành quan trắc lún và các thiết bị quan trắc khác theo thời gian. Tiến hành lập báo cáo quan trắc định kỳ và báo cáo cuối cùng có phân tích, diễn dịch, tổng hợp các loại kết quả quan trắc và đánh giá hiệu quả giải pháp.
- Tiến hành các loại thí nghiệm kiểm tra trước khi dỡ tải.

- Về cơ bản, “Đề cương” cần xác định và mô tả các nội dung sau cho từng loại hình và hạng mục công việc:

- “Mục đích và khối lượng” tường loại hình công việc.
- Phương pháp, quy trình, thiết bị dụng cụ cần áp dụng.
- Nhân lực và tổ chức thực hiện từng hạng mục công việc.
- Cuối cùng là “Bảng tổng hợp khối lượng” và “Bảng tiến độ thực hiện”.

d) Bản “**Đề xuất xử lý đất yếu**” cần được TVGS kiểm tra và chấp thuận trước khi đệ trình Chủ đầu tư phê duyệt.

2) Tiến hành thi công hiện trường

a) Sau khi bản “**Đề xuất xử lý đất yếu**” được Chủ đầu tư phê duyệt, Nhà thầu cần huy động vật tư, thiết bị, nhân công và phòng thí nghiệm... đến hiện trường. Sau đó tổ chức thi công, lắp đặt, quan trắc ... theo trình tự nêu trong “Đề xuất” và “Phương án”.

b) Tư vấn giám sát cần kiểm tra các loại máy móc, vật tư, thiết bị, dụng cụ, nhân lực... đúng theo đề xuất của Nhà thầu. Tiếp theo cần giám sát mọi hoạt động thi công, lắp đặt thiết bị quan trắc tại hiện trường, quan trắc và đo ghi kết quả. Cơ sở giám sát cần tuân theo bản Đề xuất, Đề cương và các yêu cầu trong “Bản vẽ thiết kế”, “Chỉ dẫn kỹ thuật” và “Hợp đồng”.

3) Báo cáo kết quả xử lý và Quan trắc xử lý đất yếu

Nhà thầu cần lập “Báo cáo xử lý đất yếu”, dựa trên cơ sở kết quả quan trắc-kiểm tra lún cố kết trong quá trình thi công đắp và đợi lún. Nội dung cần thể hiện:

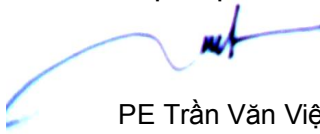
- Mô tả khái quát đặc điểm đoạn xử lý của dự án, đặc điểm đất yếu và phương pháp xử lý đã áp dụng.
- Mô tả khái quát quá trình xử lý, từ chuẩn bị mặt bằng đến lắp đặt thiết bị, thi công đắp đất và quá trình quan trắc, đo ghi kết quả hàng ngày v.v..
- Trình bày kết quả phân tích và diễn dịch số liệu quan trắc, tổng hợp kết quả xử lý và đánh giá kết quả “xử lý đất yếu” và hiệu quả của giải pháp.

IX Tóm tắt các góp ý của ECC

- 9.1 Với địa chất khảo sát cập nhật ở cầu Khuê Đông và các kinh nghiệm rút ra từ dự án lân cận, cần thiết phải làm nghiên cứu điều chỉnh giải pháp xử lý, tránh lãng phí thời gian và tiền bạc của Dự án
- 9.2 Phương án Jetgrouting là phương án có độ tin cậy lớn nhất, có thể giải quyết được triệt để độ lún. Tuy nhiên với địa chất như báo cáo, chỉ cần xử lý xuống đến hết lớp 4 chứ không cần phải kéo dài thêm quá sâu.
- 9.3 Mặt cắt địa chất 2 đầu cầu cho thấy trên và dưới lớp đất yếu đều có lớp cát, do vậy điều kiện cố kết tốt. Do đó, các giải pháp xử lý phải thử từ giải pháp đơn giản và rẻ nhất là chèn lún và gia tải nếu cần thiết, sau đó mới đến các giải pháp tạo đường thấm đứng.
- 9.4 Nên kiểm tra yêu cầu về độ lún còn dư cho phép, nếu áp dụng 10cm cho cả đoạn dài thì lãng phí vì theo 22TCN 262-2000 thì chỉ xét cho đoạn dài bằng 3 lần chiều dài móng mố. Đoạn còn lại nếu độ lún dư cho phép nếu là 30cm chẳng hạn (đồng thời H đắp thấp hơn) thì thậm chí có thể xử lý bằng đắp gia tải và chèn lún. Khi đã rút gọn phạm vi xử lý lại thì có thể xem xét xử lý phạm vi sát mố bằng bắc thấm (tại vị trí sát mố, các lớp đất bên trên đều mỏng nên có thể cắm được) hoặc cọc cát. Chiều sâu xử lý chỉ khoảng 3/4 chiều dày lớp số 4 là tốt rồi (quá lắm là hết lớp số 4, nhưng không cần vì bên dưới lớp 4 đã là lớp cát thấm nước rất tốt).
- 9.5 Giải pháp tạo đường thấm thẳng đứng có thể xem xét hiệu quả ở đây là bắc thấm hoặc cọc cát. Với đặc điểm lớp đất yếu số 4 nằm ở dưới sâu, nếu áp dụng phương án cọc cát đầm cho lớp này và cọc cát thường/giếng cát cho phần trên sẽ rất hiệu quả, tăng mức độ an toàn và thời gian cố kết, góp phần cải thiện nền đường, có độ tin cậy lớn hơn nhiều so với bắc thấm. Hiện nay với công nghệ hiện đại hoàn toàn có thể làm được việc áp dụng cọc cát đầm cho phần dưới và giếng cát cho phần trên đúng theo ý đồ thiết kế, với cùng một loại thiết bị có kiểm soát tự động lượng cát đưa vào xử lý nền, không như thiết bị thi công giếng cát thông thường.

- 9.6 Chọn giải pháp nào thì cũng nên có tính toán cụ thể theo giai đoạn, làm đoạn thử nghiệm, đề cương quan trắc chi tiết và cụ thể, theo dõi để có thể phân tích ngược và điều chỉnh kịp thời, hiệu quả, vì các giả thuyết tính toán dự báo trong xử lý đất yếu thường sẽ khác khá xa với thực tế.
- 9.7 Với đường đầu cầu, việc xảy ra lún lệch gây nảy xe khi khai thác không những chỉ phụ thuộc vào xử lý đất yếu phía dưới, nhưng còn phụ thuộc vào cả các yếu tố của nền đường đắp phía trên, như lựa chọn vật liệu đắp đoạn đầu cầu, quy trình thi công nghiệm thu và kiểm soát chất lượng đắp, thiết kế thoát nước sau mố, bảo vệ mái dốc phần đường đầu cầu...Do vậy nên có giải pháp kiểm soát đồng bộ ngay từ đầu (Xin xem bài viết trong phụ lục số 2)

Thực hiện



PE Trần Văn Việt
Chuyên gia Địa Kỹ thuật và
Nền móng công trình

Công ty Cổ phần Tư vấn & ĐTXD ECC

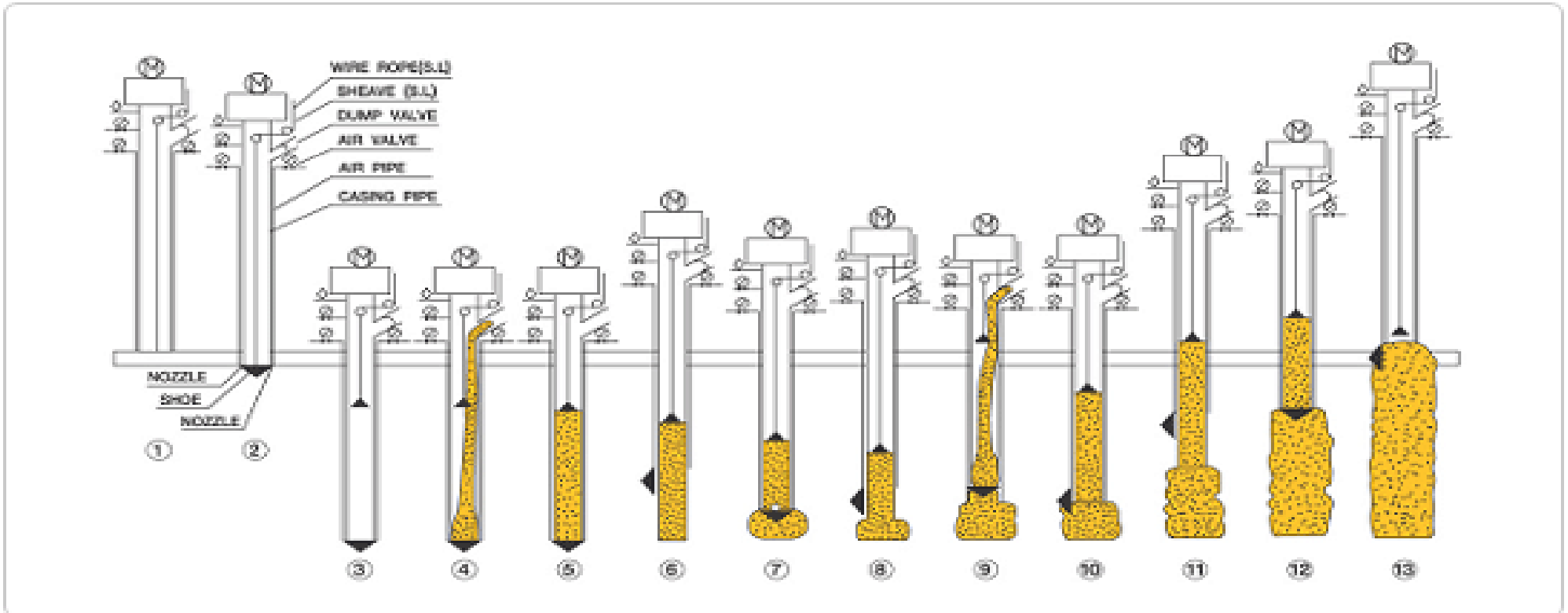


Giám đốc
Mai Triệu Quang

PHỤ LỤC 1

MỘT SỐ HÌNH ẢNH MINH HỌA CÔNG NGHỆ CỌC CÁT ĐẦM CHẶT

SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ VÀ TRÌNH TỰ THI CÔNG CỌC CÁT ĐÀM



1. Đặt ống vách đúng vị trí thi công cọc cát
2. Bắt đầu đóng ống vách xuống nền đất bằng búa rung hoặc búa đóng
3. Vừa đóng ống vách vừa kiểm tra đồng hồ đo chiều sâu mũi cọc. Khi chiều sâu cọc đạt 5m từ mặt đất, đặt thiết bị đo chiều sâu cát 3m từ mặt đất
4. Khi đã đóng ống vách xuống đến cao độ thiết kế, dừng búa rung và giữ nguyên ống vách, bắt đầu đổ cát vào ống vách
5. Đặt đồng hồ theo dõi cao độ cát ở chế độ làm việc
6. Rút ống vách lên đồng thời kiểm tra đồng hồ theo dõi cao độ cát (phải đi xuống). Rút lên 2m (theo dõi bằng đồng hồ đo chiều sâu)
7. Dừng công việc rút ống vách lên khi đồng hồ theo dõi cao độ cát chỉ ra cát đã tụt xuống 1.5m. Đầm chặt cát và mở rộng đường kính cọc cát bằng cách ấn lại ống vách với mũi đầm xuống dưới.
8. Rút ống lên từ từ và theo dõi đồng hồ cao độ cát đi xuống dần (Đến độ sâu tiêu chuẩn 3m)
9. Lặp lại công việc ở các bước 7,8,9
13. Khi đồng hồ đo độ sâu đã chỉ mũi ống vách còn cách mặt đất 1m, cho mở van áp lực trên ống vách và dừng việc thổi khí nén, đóng van hút, rút chậm ống vách lên khỏi mặt đất và tắt búa rung.



01

Công tác chuẩn bị

- Kiểm tra độ ổn định của nền đủ cho thiết bị thi công di chuyển
- Nếu không đảm bảo, cần trải các tấm thép để xe máy di chuyển

Định vị vị trí tim cọc cát trên mặt bằng

02



03



Chuẩn bị máy móc

- Đặt chân ống vách thép chính xác tại vị trí tim cọc cát
- Kiểm tra đảm bảo kim chỉ thị theo dõi chiều sâu ở vị trí Zero
- Đặt kim chỉ thị cao độ cột cát ở vị trí Zero



01

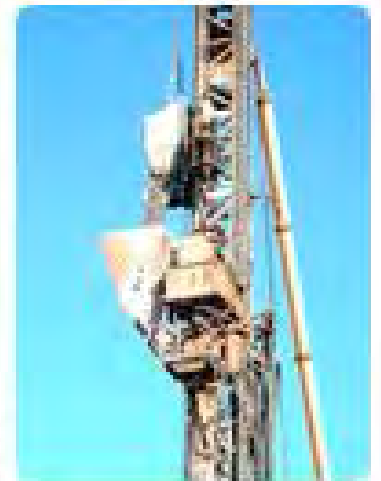
Đóng ống vách vào nền đất

- Kiểm tra độ thẳng đứng của ống vách trước khi đóng vào đất
- Đóng ống vách vào đất sau khi đã kiểm tra độ thẳng đứng
- Luôn ống phía trong để đặt dụng cụ ghi lại cao độ mũi ống và lượng cát đưa vào

Đưa cát vào trong ống vách đã đóng xuống đến cao độ thiết kế

- Đóng ống vách xuống nền đất đến cao độ thiết kế
- Dùng máy xúc lật để đưa cát vào gầu chứa gắn trên ống vách
- Đưa cát vào trong ống vách bằng cách kéo gầu chứa lên đổ vào phễu gắn ở đầu trên ống vách

05



06



Kéo rút ống lên và đầm nén

-Đặt đồng hồ theo dõi cao độ cát trên đỉnh của lượng cát trong ống, đồng thời đưa khí nén phun vào trong ống vách.

-Rút ống vách lên khoảng 3m, sau đó ấn xuống lại 2m và tiếp tục đầm rung để mở rộng đường kính của cọc cát.

Lặp lại quá trình trên cho đến khi hoàn thành đến đỉnh cọc cát đầm

Tham khảo Quy trình của Công ty Đường Cao tốc Hàn Quốc:

+Phần ống vách sâu trên 3m: rút lên 3m và ấn xuống lại 2m

+Phần ống vách sâu dưới 3m: Rút lên 1,5m và ấn xuống lại 1m.

Hoàn thành

-Rút hoàn toàn ống vách lên khỏi mặt đất khi làm xong đến cao độ đỉnh cọc và di chuyển sang thi công cọc tiếp theo.

07





PHỤ LỤC 2

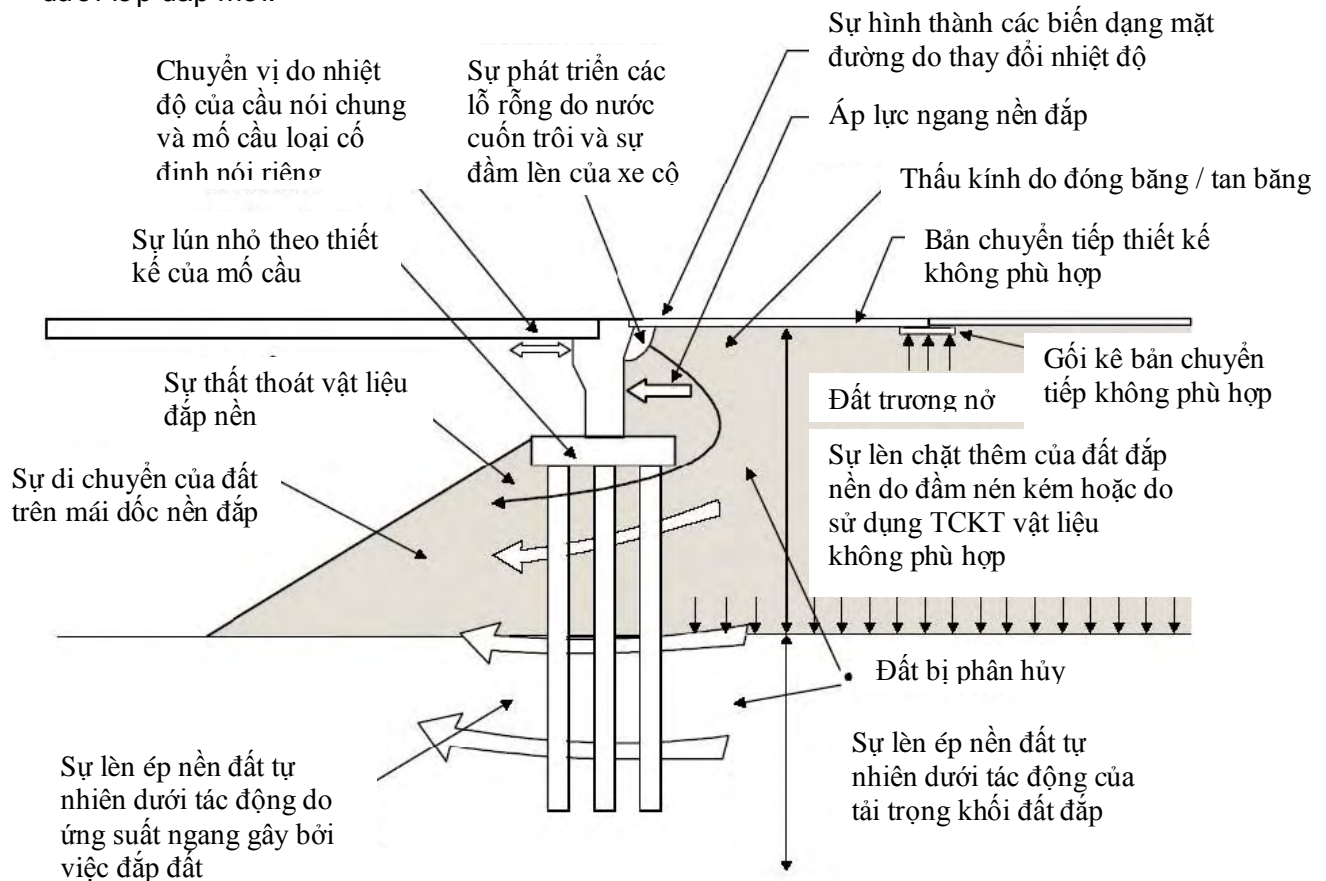
MỘT SỐ ĐỀ XUẤT VỀ GIẢI PHÁP HẠN CHẾ LÚN ĐƯỜNG ĐẦU CẦU

NGHIÊN CỨU VỀ HIỆN TƯỢNG LÚN LỆCH Ở ĐƯỜNG ĐẦU CẦU / CỐNG CHUI TRONG CÁC DỰ ÁN ĐƯỜNG GIAO THÔNG

1. Lý do phải quan tâm đến công tác thiết kế và thi công đường đầu cầu, cống hộp:

Trong rất nhiều Dự án xây dựng gần đây, đều ít nhiều xảy ra hiện tượng lún đường đầu cầu sau một thời gian khai thác.

Nguyên nhân gây lún lệch đường đầu cầu, cống hộp gây điểm vòng nảy xe được giải thích như là một vấn đề đơn giản: nền đắp lún nhanh hơn cầu do đất bị nén xuống nhanh hơn so với móng cầu trên nền móng sâu gần như không lún. Tuy nhiên, thực tế việc lún đường đầu cầu và cống hộp là một vấn đề phức tạp hơn, xảy ra do nhiều yếu tố, bao gồm độ chặt đầm nén, loại vật liệu sử dụng, hệ thống thoát nước, chiều cao nền đắp, mật độ và tải trọng lưu thông, chế độ thủy nhiệt, và sự lún xuống của bản thân nền đất dưới lớp đắp mới.



Phác họa về các căn nguyên khác nhau dẫn đến việc hình thành lún và gây nảy xe ở đoạn cuối cầu (Briaud et al., 1997)

Một vài nghiên cứu gần đây của các ban ngành khác nhau đã tổng kết một số yếu tố góp phần dẫn đến độ lún không đều của bản quá độ và đường đầu cầu..

- 1 Độ lún có kết của đất nền
- 2 Tính đầm nén yếu và độ nén chặt của vật liệu đắp;

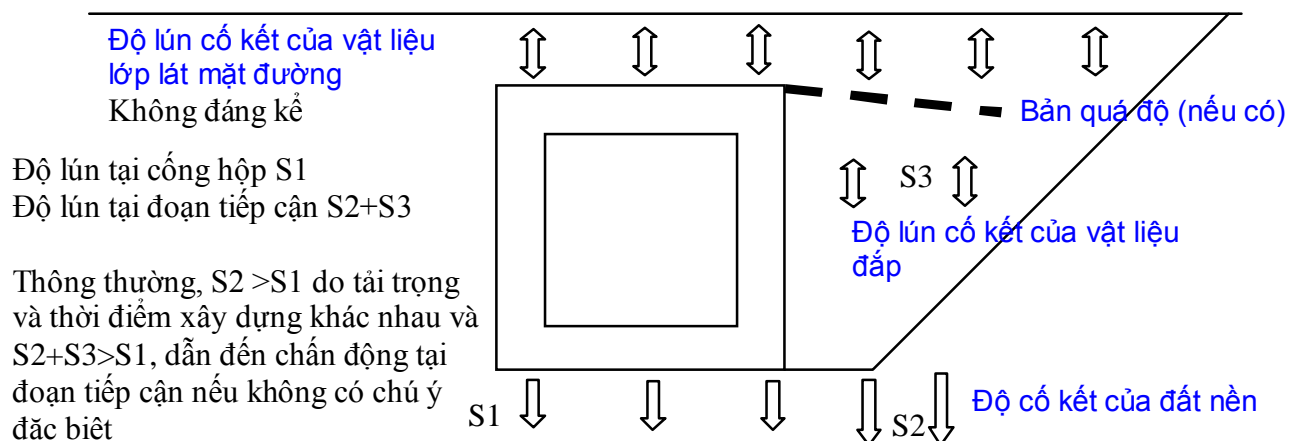
- 3 Hệ thống thoát nước kém và xói mòn đất;
- 4 Loại mố cầu thiết kế;
- 5 Lưu lượng và tải trọng xe;
- 6 Thời gian phục vụ của bản quá độ;
- 7 Thiết kế của bản quá độ

2.2 Lý do xảy ra lún đầu công hộp:

Với các công hộp thường đặt ở các đoạn nền đắp cao thường được đắp cao có xu hướng lún xuống sau một thời gian đưa vào sử dụng. Vấn đề chính ở đây là sự lún không đều: Kết cấu công hộp có tải trọng nhẹ hơn khối đất đặc và thường được thi công trước khá lâu nên độ lún tổng và lún còn lại ít trong khi đường đắp đầu công hộp thường được thi công sau với trọng lượng lớn hơn, thường không được kiểm soát đầm nén tốt, do vậy lún không đều rất dễ xảy ra. Trong trường hợp công hộp có bản nóc hộp lộ thiên, bản quá độ sẽ đem lại lợi ích là làm giảm hoặc loại bỏ tải trọng động lên tường công, đồng thời, nó cũng đóng vai trò chuyển tiếp giữa mặt đường mềm và mặt đường cứng phía trên công hộp. Trong dự án xây dựng đường cao tốc Nội Bài – Lào Cai, hầu hết công hộp đều có lớp đắp phía trên nóc công hộp dày hơn 70cm.

Với những thiết kế dạng này, các yếu tố sau có thể góp phần gây ra độ lún không đều tại đoạn tiếp cận của công hộp:

1. Độ lún cố kết của đất nền;
2. Tính đầm nén yếu và độ nén chặt của vật liệu đắp;



3. Nguyên nhân gây lún với thời gian kéo dài

Một danh sách đầy đủ các nguyên nhân gây lún trong thời gian dài được trình bày như dưới đây:

- (1) Sự cố kết.
- (2) Sự đầm nén thứ cấp và hiện tượng đảo.
- (3) Các lực động.
- (4) Sự có mặt của đất có tính trương nở.
- (5) Sự có mặt của đất có tính dễ bị phá hủy.

Trong các nguyên nhân trên, một số có xu hướng xảy ra ở khối đất đắp và số khác có hướng xảy ra ở nền đất bên dưới.

Nguyên nhân gây lún ở khối đắp	Nguyên nhân gây lún ở nền đất
(1) Sự đầm nén thứ cấp và hiện tượng đảo. (2) Các lực động. (3) Sự có mặt của đất trương nở (không thường xảy ra nhưng có thể). (4) Sự có mặt của đất dễ bị phá hủy (không thường xảy ra nhưng có thể).	(6) Sự cố kết. (7) Sự đầm nén thứ cấp và hiện tượng đảo. (8) Các lực động (Chỉ do các nguyên nhân bên ngoài). (9) Sự có mặt của đất trương nở (10) Sự có mặt của đất dễ bị phá hủy

Dưới đây là giải thích vắn tắt một số nguyên nhân.

- (1) Sự cố kết theo thời gian là sự giảm thể tích đi kèm với việc giảm lượng nước trong đất và điều này xảy ra với mọi loại đất. Sự cố kết xảy ra khá nhanh đối với đất có thành phần hạt thô như cát và sỏi sạn và thông thường có thể phân biệt với biến dạng dẻo. Cố kết trong các loại đất có thành phần hạt mịn như đất sét hoặc đất hữu cơ có thể rất đáng kể và thường phải có thời gian dài để hoàn thành.
- (2) Đầm nén thứ cấp và hiện tượng đảo, xảy ra cùng với sự lèn ép và bóp méo cấu trúc đất trong khi lượng nước không thay đổi, trong các loại đất sét, đất hữu cơ và than bùn.
- (3) Các lực động học: gây ra sự rung động trong khối đất và các sự rung động này gây ra lún do sự sắp xếp lại các hạt đất về các vị trí chặt hơn, đặc biệt trong đất không dính. Sự sắp xếp lại này còn được gọi là biến dạng lâu dài của đất do ứng suất đàn hồi (hoặc là độ lún).
- (4) Đất trương nở, chứa các khoáng chất sét dạng keo như illite và montmorillonite, thường bị phồng lên hoặc co ngót khi có sự thay đổi về lượng nước.
- (5) Đất có khả năng bị phá hủy: thường chứa các cát pha lẫn bùn dính với kết cấu rời rạc và độ rỗng không khí lớn. Sự dính kết thường được gây ra do các liên kết hóa học của các hạt đất với các hợp chất dễ hòa tan như đá vôi hoặc các muối sắt. Sự phá hủy đất xảy ra khi liên kết giữa các thành phần bị hòa tan.

3.3.1 Lún do cố kết của đất nền

Cố kết của đất nền dưới tác dụng của nền đắp đầu cống được coi là một trong những nhân tố chính tạo nên sự lún của đường hai đầu cống hộp. Việc này thường xảy ra do tải trọng động của xe và tải trọng tĩnh của nền đắp. Tuy nhiên, vấn đề lún đất nền rất khó để giải quyết và khắc phục do sự thay đổi đặc tính của đất và những khó khăn trong công tác quan trắc và bảo dưỡng nền đắp sau khi đã thi công xong, do lớp này ở sâu dưới lớp mặt

đường.

Đối với nền đường, đất dính thường phức tạp hơn so với đất không dính kết. Đối với đất không dính, vấn đề không quá nghiêm trọng vì cố kết diễn ra nhanh. Còn đối với đất dính kết, như là các loại đất sét dẻo mềm hay dẻo cao, thì vấn đề lại nghiêm trọng hơn do thời gian cố kết lâu. Ngoài ra, đất dính kết dễ bị biến dạng dẻo ngang hoặc biến dạng dư, do đó dễ tăng thêm khó khăn giải quyết vấn đề lún đường dẫn vào cầu / công hộp.

Thông thường, việc lún được chia ra làm ba giai đoạn: cố kết ban đầu, cố kết sơ cấp và cố kết thứ cấp như sau:

Giai đoạn cố kết ban đầu

Lún ban đầu diễn ra trong thời gian ngắn mà nguyên nhân gây ra do bản thân của đất. Loại lún này không gây ra hiện tượng nảy xe đầu công, vì nó thường xảy ra trước khi thi công thi công kết cấu đường đầu công. Mức độ của độ bão hòa của đất góp phần gây ra loại lún này, và với đất bão hòa một phần, loại lún ban đầu này có thể diễn ra trên diện rộng hơn so với đất bão hòa.

Giai đoạn cố kết sơ cấp

Lún sơ cấp là thời kỳ gây lún chính của đất. Vấn đề thoát nước do sự nén lại của tải trọng đất là nguyên nhân gây ra loại lún này. Lún sơ cấp xảy ra từ vài tháng đối với đất dạng hạt và lên tới hàng chục năm đối với một số đất sét. Sự khác biệt đáng kể này là do độ rỗng nhỏ và tính thấm cao của đất dạng hạt.

Giai đoạn cố kết thứ cấp

Giai đoạn này xảy ra do kết quả của sự thay đổi độ rỗng của đất sau khi giảm bớt áp lực lỗ rỗng dư thừa. Trong trường hợp này các hạt và nước trong đất được điều chỉnh lại dưới tác dụng của áp lực không đổi. Đối với trường hợp đất sét rất mềm, dẻo cao hoặc đất hữu cơ, giai đoạn cố kết thứ cấp có thể diễn ra lâu hơn giai đoạn cố kết sơ cấp, trong khi đối với đất dạng hạt sự cố kết thứ cấp có thể bỏ qua.

Biện pháp xử lý vấn đề này

Để phòng tránh và giảm thiểu độ lún là mục tiêu cơ bản của bất kỳ kết cấu nào, trong các dự án xây dựng cần phải có một chương trình khảo sát địa chất khu vực sắp xây dựng công trình một cách kỹ lưỡng, trước khi tiến hành công tác đắp nền đường đầu cầu / công. Các nghiên cứu thực hiện trước đây cho thấy rằng các ứng suất gây ra cho nền đất chủ yếu là do tải trọng của khối đất đắp nhiều hơn là do tải trọng xe cộ tác dụng lên. **Do vậy cần tiến**

hành các nghiên cứu về địa kỹ thuật nền đường một cách kỹ lưỡng, bao gồm cả các thí nghiệm trong phòng để đánh giá mức độ đầm nén và cố kết của đất nền nhằm mục đích dự báo chính xác hơn về độ lún xảy ra sau khi thi công. Việc nghiên cứu khả năng phá hoại do lực cắt trong nền đất, gây ra biến dạng ngang và hiện tượng lún bề mặt cũng rất quan trọng. Kiểu phá hoại này thường hay xảy ra đối với nền đất là than bùn hay các loại đất hữu cơ

3.3.2 Đầm nén chưa đạt yêu cầu và cố kết của vật liệu đắp.

Để giảm thiểu giá thành thi công, các Nhà thầu thường sử dụng những vật liệu ở gần công trình nền đường đắp đầu cầu / cống. Nhưng khi chất lượng vật liệu (như là đất mềm, đất dính cao hay đất nhạy cảm...) được sử dụng, độ lún của đường đầu cầu sẽ gây hiện tượng nảy xe đáng kể. Nói chung, với đất dính thì khó đầm nén để đạt độ ẩm tối ưu và trọng lượng riêng của nó so với đất hạt thô.

Việc thiếu kiểm soát đầm nén vật liệu nền đắp được xem là nhân tố chính dẫn đến việc vật liệu đắp có trọng lượng riêng thấp và độ biến dạng cao. Đầm nén không đạt yêu cầu cũng có thể do khó khăn trong việc tiếp cận cũng như giới hạn thiết bị thi công phần đường gần hai đầu cống / cầu. Nhiều Dự án đã phải chỉ định vật liệu đắp phải được chọn lọc và đầm kỹ hơn và có thể đạt đến cố kết tối đa trong thời gian ngắn.

Phương thức đầm nén và trình tự thi công cũng là nhân tố rất quan trọng. Giám sát viên hiện trường cần đảm bảo về áp lực đầm nén và mức độ đầm nén của vật liệu đúng tiêu chuẩn trong thời gian thi công. Có một thực tế là cống và mố cầu thường được thi công trước khi đắp và đầm nén nền đường. Thực tế này làm cho độ đầm nén của khu vực gần cống khó khăn hơn vì thiết bị thi công sẽ bị hạn chế khi làm việc.

Ngoài việc đầm nén tốt đất đắp nền đường, độ ổn định ngang và cường độ chống cắt của nền đắp là nhân tố rất quan trọng trong ổn định tổng thể chống lại độ lún đường đầu cầu / cống. Đối với nền đất nguyên thổ, có xảy ra hiệu ứng chống nở hông trong khối đất, trong khi đối với nền đắp hiệu ứng hạn chế nở hông kém hơn thấy rõ. Do đó, việc thiết kế bảo vệ mái dốc, lựa chọn vật liệu đắp và xem xét các tải trọng tác dụng lên nền đắp là rất cần thiết để giảm thiểu độ lún cuối cùng của nền đường.

4. Các tiêu chuẩn và thiết kế bản dẫn dành cho Cống hộp / cầu hiện nay

- 4.1 Bản vẽ tiêu chuẩn Việt Nam 86-04X: Bản quá độ chỉ được sử dụng khi cống đặt sát mặt đường (Loại cho xe chạy trực tiếp).
- 4.2 Thiết kế điển hình ở Hoa Kỳ: Bản quá độ chỉ được sử dụng khi bản nóc cống hộp cho xe chạy trực tiếp. Một số bang hiện đang áp dụng bản phân tải cho các cống hộp có chiều dày đắp trên cống nhỏ hơn 2 ft (0,61m).

- 4.3 Thiết kế điển hình ở Tây Ban Nha: Bắt buộc phải có bản quá độ cho tất cả các cầu. Chiều dài bản dẫn 7-15m. Với các cống hộp có thể vận dụng một phần nguyên lý áp dụng cho các cầu theo cách ngoại suy. Trong các trường hợp này, bản quá độ sẽ được áp dụng nếu theo tính toán độ lún lâu dài của đường đầu cống lớn hơn 20mm so với đường trên cống hộp, để tránh hiện tượng nảy xe do chênh lệch độ lún.
- 4.4 Thiết kế chi tiết của Dự án Nội Bài – Lào Cai do PCI thực hiện và được phê duyệt bởi Bộ giao thông Vận tải không có bản quá độ cho cống hộp có lớp đắp trên đỉnh cống.
- 4.5 Thiết kế chi tiết của Dự án đường cao tốc Giế - Ninh bình có bản quá độ cho tất cả các cống chui xe chạy trực tiếp. Chiều dài bản quá độ 4m. Hiện đã xảy ra hiện tượng lún lệch ở hầu hết các vị trí hai đầu cống hộp và hai đầu cầu chỉ sau vài tháng thông xe và Chủ đầu tư đã phải thăm bù lún nhiều vị trí để đảm bảo êm thuận.

5. Khuyến nghị của Tư Vấn từ các nghiên cứu trên

- 5.1 Với cống hộp lớn cho xe chạy trực tiếp cần có bản chuyển tiếp đủ dài và khả năng chịu lực, giống như bản chuyển tiếp của cầu (Chiều dài 7 đến 10m, được bố trí đủ cốt thép để dự phòng trường hợp lún cục bộ xảy ra dưới bản dẫn, bản sẽ làm việc như dầm trên hai gối ở hai đầu).
- 5.2 Cần tiến hành khảo sát địa chất đất nền kỹ lưỡng trước khi bắt đầu tiến hành đắp đường dẫn. Cần tính toán độ lún khác nhau do trọng lượng khác nhau của đường dẫn và cống hộp / cầu để xác định biện pháp xử lý phù hợp trước khi xây dựng cống hộp / cầu và đường dẫn. Về mặt lý thuyết, phương pháp xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm hay giếng cát là phương pháp kỹ thuật tiêu thoát nước thẳng đứng với mục tiêu tăng nhanh quá trình thoát nước trong lỗ rỗng của đất yếu, làm giảm độ rỗng, độ ẩm, tăng dung trọng, tăng sức chịu tải và làm cho nền đất đạt độ lún quy định trong thời gian cho phép. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ đạt được tác dụng trên khi có thể dự báo chính xác tốc độ tăng cường độ chống cắt của đất yếu. Thực ra, đây là một yêu cầu rất khó có thể thực hiện do có khoảng cách nhất định giữa tính toán lý thuyết, giữa các thông số đầu vào với thực tế và thường được dựa vào thực nghiệm. Do vậy, khi áp dụng giải pháp dùng giếng cát, bắc thấm để tăng nhanh lún cố kết thì người thiết kế nên rất thận trọng. Một vấn đề khác, cũng hết sức lưu ý trong quá trình thi công nền đắp trên đất yếu là quá trình quan trắc và theo dõi áp lực nước lỗ rỗng và biến dạng của nền đắp. Kết quả quan trắc một phần để theo dõi độ ổn định của nền đất yếu, một phần sẽ được dùng để so sánh, đánh giá với kết quả tính toán để có những điều chỉnh hợp lý trong thực tế thi công.
- 5.3 Phải chọn loại vật liệu đắp phù hợp với điều kiện chịu lực của vùng đất đắp đầu cầu, không chọn đất không dính hoàn toàn (ví dụ cát hoặc đá sỏi) là loại có chiều hướng tự sắp xếp lại khi chịu lực rung của tải trọng động, không chọn loại đất quá dẻo có tính nén lún lớn (ví dụ sét pha) sẽ rất khó đầm chặt và độ lún còn lại sau khi thi công khá lớn. Loại vật liệu tốt nhất nên áp dụng là vật liệu hạt có tính dính nhẹ (như cát pha hoặc là hỗn hợp cát, sỏi, đá mặt và một ít đất dính). Phạm vi của việc đắp vật liệu chọn lọc phải đủ xa mố

cầu. Theo chỉ dẫn trong Sổ tay Kỹ sư Thiết kế cầu Hoa Kỳ thì vùng đắp chọn lọc là 50 m tính từ móng cầu. Một số tài liệu khác khuyến cáo chiều dài ngắn hơn (20-30 m). Trong trường hợp nền đắp cao cần phải xem xét phương án chọn loại vật liệu nhẹ để đắp nền. Ngoài ra, với phần không gian sát móng cầu và tường cánh là những nơi thiết bị đầm nén lớn không thể tiếp cận, cần phải đưa ra lưu ý và yêu cầu rõ ràng về quản lý chất lượng và các yêu cầu nghiệm thu trong Hồ sơ Thiết kế bằng việc tăng tần suất kiểm tra độ chặt hiện trường.

- 6 Việc thi công các đoạn đường dẫn đầu cầu / công hộp cần được tiến hành càng sớm càng tốt, và nếu được nên sớm mở cho thông xe tạm bằng cách đắp chông lên trên để lợi dụng tải trọng đầm nén thứ cấp của xe cộ thi công.
- 7 Công tác bê tông nhựa trên mặt cầu và đường đầu cầu cần được thực hiện một vệt liên tục và khe co giãn sẽ được thi công sau bằng cách cắt vệt bê tông nhựa đã thấm và lèn chặt, thay vì việc thi công thấm mặt cầu trước và đường đầu cầu sau như thường diễn ra trên các Dự án hiện nay.

MỘT SỐ HÌNH ẢNH VỀ HIỆN TƯỢNG LÚN LỆCH ĐƯỜNG ĐẦU CẦU / CÔNG CHUI



Hình 1. Cầu kênh T24, Dự án Láng – Hòa lạc



Hình 2. Cầu kênh Liên tỉnh, Dự án Láng – Hòa lạc



Hình 3. Tuyến tránh Vĩnh Điện-Quảng Nam



Hình 4. Tuyến cao tốc Hà Nội – Cầu Giấy



Hình 5. Cầu Đò- Quốc lộ 1A qua Đà Nẵng



Hình 6. Cầu Quà giáng Quốc lộ 1A qua Đà Nẵng



Hình 7. Cao tốc Giẽ Ninh Bình-thông xe 11-2011



Hình 8. Cao tốc Giẽ Ninh Bình-thông xe 11-2011