



## Ứng dụng phương pháp xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước tại nhà máy nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng

Nguyễn Thị Nụ\*

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:  
Nhận bài 15/6/2016  
Chấp nhận 13/8/2016  
Đăng online 30/8/2016

Từ khóa:  
Đất yếu  
Bắc thấm  
Hút chân không  
Gia tải trước  
Độ lún

### TÓM TẮT

Bài báo đề cập phương pháp thiết kế xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước và ứng dụng xử lý nền đất yếu tại nhà máy nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng. Theo kết quả khảo sát tại nhà máy nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng, đất yếu có bề dày từ 15 - 18m và có các tính chất cơ lý bất lợi cho việc xây dựng công trình. Kết quả dự báo độ lún của nền đất yếu xấp xỉ từ 1,34 đến 1,83m lớn hơn độ lún giới hạn cho phép. Để xử lý nền đất yếu, bố trí bắc thấm theo kiểu hình vuông với khoảng cách 1,0x1,0m kết hợp với hút chân không và gia tải trước. Áp lực hút chân không được thực hiện là 70 - 80kPa với thời gian duy trì hút chân không từ 150 đến 170 ngày, chiều cao gia tải trước từ 0,68 đến 2,88m. Trong quá trình xử lý nền đất yếu, tiến hành quan trắc địa kỹ thuật ngoài hiện trường, độ lún quan trắc cho kết quả khá phù hợp với độ lún dự báo. Độ cố kết của nền sau xử lý đạt trên 90% và độ lún dư nhỏ hơn so với độ lún của yêu cầu thiết kế. Từ kết quả nghiên cứu có thể thấy phương pháp xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm và hút chân không đạt được hiệu quả đối với nền đất yếu tại nhà máy Nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng. Đây là cơ sở để áp dụng lý thuyết tính toán xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước ở Việt Nam.

© 2016 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

### 1. Đặt vấn đề

Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước đã và đang được áp dụng ở nhiều nơi trên thế giới. Mặc dù vậy, việc tính toán thiết kế vẫn còn đang được hoàn thiện. Hiện chưa có một

cơ sở lý thuyết tính toán nào được thực hiện cho toàn bộ công tác xử lý nền bằng phương pháp này. Có nhiều tác giả đưa ra cơ sở lý thuyết để thiết kế xử lý nền đất yếu, trong đó có lý thuyết nghiên cứu của (Rujikiatkamjorn và Indraratna, 2007, 2008). Lý thuyết xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp hút chân không đã được (Indraratna và nnk, 2005) (Indraratna, 2009), (Rujikiatkamjorn and Indraratna 2007) giải quyết cho các bài toán

\*Tác giả liên hệ.

E-mail: [nguyenthinu@humg.edu.vn](mailto:nguyenthinu@humg.edu.vn)

cổ kết thấm trong trường hợp đối xứng trục và bài toán phẳng, dòng thấm tuân theo định luật Darcy và không tuân theo định luật Darcy. Lý thuyết này cũng đã được minh chứng bởi các ví dụ cụ thể tại các công trình xử lý nền đất yếu ngoài thực tế.

Ở Việt Nam hiện nay, việc tính toán xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước vẫn được tính toán giống như nền xử lý bằng bắc thấm và gia tải trước. Hoàn toàn chưa đề cập đến độ cổ kết do hút chân không đạt được trong tổng thể “hút chân không và gia tải”. Do vậy, kết quả quan trắc còn sai lệch nhiều so với kết quả tính toán lý thuyết. Mặt khác, Nhà nước vẫn chưa ban hành quy trình tính toán cụ thể cho trường hợp xử lý nền bằng bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước. Chính vì vậy, ứng dụng phương pháp xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp với hút chân không và gia tải trước tại Nhà máy nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng, áp dụng lý thuyết tính toán của các tác giả (Rujikiatkamjorn và Indraratna, 2007, 2008) (Indraratna, 2009) và (Rujikiatkamjorn and Indraratna, 2007) có ý nghĩa quan trọng trong việc nâng cao chất lượng công tác xử lý nền đất yếu tại Việt Nam.

## 2. Cơ sở lý thuyết xử lý nền bằng bắc thấm kết hợp với hút chân không và gia tải trước.

Bản chất của phương pháp hút chân không là tạo ra một áp suất chân không tác dụng vào khối đất làm giảm áp lực nước lỗ rỗng (hút nước ra), dẫn đến ứng suất hữu hiệu trong nền đất tăng trong khi ứng suất tổng không thay đổi, từ đó làm tăng quá trình cổ kết của đất nền. Hút chân không làm tăng gradient thủy lực theo phương ngang của dòng thấm, từ đó thúc đẩy nước thoát ra khỏi đất nền nhanh hơn về phía bắc thấm.

Khi hút chân không tạo ra áp lực nước lỗ rỗng âm dọc theo chiều dài đường thấm và trên mặt đất, làm tăng gradient thủy lực theo phương ngang (cho nước thoát ra) và tăng ứng suất hiệu quả trong đất (mặc dù không tăng ứng suất tổng), từ đó điều khiển được tốc độ cổ kết của đất mà không làm tăng áp lực

nước lỗ rỗng dương (Qian,1992; Leong 2000), kết quả làm giảm chiều cao đắp của nền đường khi yêu cầu đạt được độ cổ kết giống nhau. Khi kết hợp cả hút chân không và gia tải trước có tác dụng làm giảm chiều cao đắp và thúc đẩy tốc độ cổ kết của đất nền, rút ngắn thời gian thi công.

### 2.1. Đắp nền theo một giai đoạn

Căn cứ vào bài toán cổ kết thấm cho trường hợp xử lý nền bằng giếng thoát nước thẳng đứng kết hợp với hút chân không và gia tải của (Indraratna và nnk, 2005) đã xác lập (Rujikiatkamjorn và Indraratna, 2008) và (Indraratna, 2009) đã đề ra các bước tính toán thiết kế nền đắp theo một giai đoạn:

- (1). Xác định các thông số của đất nền (chiều dày nền đất yếu, hệ số cổ kết theo phương thẳng đứng  $C_v$  và theo phương ngang -  $C_h$ ); chiều sâu cắm bắc thấm (L), và thời gian cần đạt được cho thiết kế (t);
- (2). Xác định độ cổ kết yêu cầu ( $U_t$ ) chỉ cho chất tải (gia tải trước);
- (3). Trong trường hợp hút chân không, xác định áp lực chân không ( $p_0$ ), tổng ứng suất thiết kế ( $\Delta\sigma$ ), áp lực gia tải ( $\Delta p$ ) và xác định độ cổ kết đạt được ( $U_{t,vac}$ ) khi yêu cầu cùng độ lún:

$$U_{t,vac} = U_t \cdot \rho_{c,novaccum} / \rho_{c,withvacuum} \quad (1)$$

trong đó:  $\rho_{c,novaccum}$ ,  $\rho_{c,withvacuum}$  - lần lượt là độ lún nền không xử lý bằng hút chân không và có hút chân không, hoặc:

$$U_{t,vac} = (\Delta\sigma / (p_0 + \Delta p)) * U_t \quad (2)$$

- (4). Xác định giá trị ( $u^*$ ) theo phương trình

$$u^* = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{8}{(2m+1)^2 \pi^2} \exp\left(-\left(\frac{2m+1}{2}\right)^2 \pi^2 T_v\right) \quad (3)$$

- (5). Lựa chọn kích thước bắc thấm, tính toán đường kính tương đương ( $d_w$ ) của bắc thấm

$$d_w = \frac{2(a+b)}{\pi} \quad (4)$$

- (6). Xác định nhân tố thời gian ( $T'_h$ ) từ phương trình:

$$T'_h = \frac{c_h t}{d_w^2} \quad (5)$$

- (7). Xác định giá trị ( $\gamma$ ) được tính toán theo công thức:

$$\gamma = -\frac{8T'_h}{\ln\left(\frac{1-U_t}{u^*}\right)} \quad (\text{trường hợp chất tải}) \quad \text{hoặc}$$

$$\gamma = -\frac{8T'_h}{\ln\left(\frac{1-U_{t,max}}{u^*}\right)} \quad (\text{trường hợp hút chân}$$

không và chất tải).

(8). Xác định đường kính và tính thấm của vùng xáo động xung quanh bậc thấm ( $d_s$  - đường kính vùng xáo động,  $k_h/k_s$ ,  $k_h$  - hệ số thấm theo phương ngang vùng đất nguyên trạng,  $k_s$  - hệ số thấm theo phương ngang vùng xáo động) dựa vào quá trình lấp đất bậc thấm, kích thước của thiết bị và loại đất.

(9). Tính toán  $\xi$  theo phương trình

$$\xi = \left(\frac{k_h}{k_s} - 1\right) \ln(s) \quad (6)$$

$$s = d_s/d_w$$

(10). Xác định  $n$  từ phương trình.

$$n = \exp(\alpha \cdot \ln \gamma + \beta) \quad (7)$$

$$\alpha = 0,3938 - 9,505 \cdot 10^{-4} \xi^{1,5} + 0,03714 \xi^{0,5}$$

$$\beta = 0,4203 + 1,456 \cdot 10^{-3} \xi^2 - 0,5233 \xi^{0,5}$$

(11). Xác định đường kính vùng ảnh hưởng  $d_e = n \cdot d_w$ .

(12). Lựa chọn kiểu bố trí bậc thấm và xác định khoảng cách giữa các bậc thấm  $L = d_e/1.05$  (bố trí theo mạng tam giác) hoặc  $L = d_e/1.13$  (bố trí theo mạng hình vuông).

## 2.2. Nền đắp theo nhiều giai đoạn

Theo (Rujikiatkamjorn và Indraratna, 2007), (Indraratna, 2009) các bước tính toán thiết kế nền đắp theo nhiều giai đoạn như sau:

(1). Xác định tải trọng đắp giới hạn ( $q_{max}$ ) từ hệ số mái dốc và bề rộng nền đường đắp trên cơ sở phân tích ổn định mái dốc dựa vào sức kháng cắt không thoát nước (Ladd, 1991). Hệ số ổn định (K) khi thi công  $K \geq 1,2$  và hệ số ổn định trong giai đoạn khai thác  $K \geq 1,4$ .

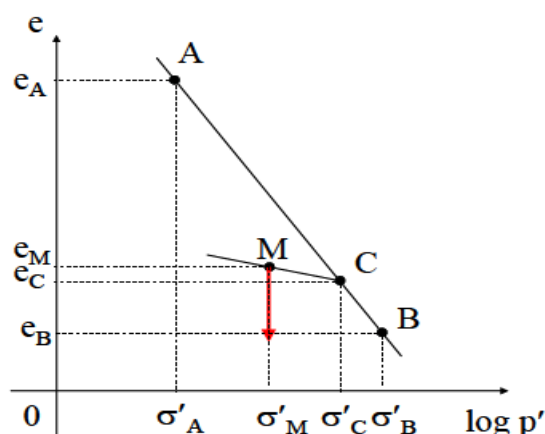
(2). Xác định tải trọng gia tải  $q_{req}$  để loại trừ cố kết thấm do tải trọng nền đắp ( $q_f$ ) và bù cho cố kết từ biến trong quá trình sử dụng công trình:

$$q_{req} = \sigma'_i \cdot 10^{\left[ \frac{C_r \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_i}\right) + C_c \log\left(\frac{q_f}{\sigma'_c}\right) + C_\alpha (1+e_0) \log\left(\frac{t_s}{t_p}\right)}{0,9 C_c} \right] - \sigma'_i} \quad (8)$$

$t_p$  - thời gian kết thúc lún cố kết thấm;

$$t_p = 10^{\left( \frac{\frac{C_c \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_M}\right)}{1+e_0}}{\frac{C_\alpha}{1+e_0}} \right)}$$

$\sigma'_i$  - Ứng suất hiệu quả bản thân ở mỗi phân tố đất.



Hình 1. Xác định các giá trị  $\sigma'_c$  và  $\sigma'_M$  trên đồ thị  $e - \log p'$

(3). Nếu  $q_{max} > q_{req}$ , đắp đường theo một giai đoạn. Nếu tác dụng áp lực hút chân không  $p_0$

và  $q_{max} > q_{req} - p_0$ , việc đắp đường theo một giai đoạn cũng được thực hiện. Khi  $q_{max} < q_{req}$  và  $q_{max} < q_{req} - p_0$ , đắp đường theo nhiều giai đoạn.

(4). Đối với giai đoạn 1, đắp tải trọng lớn nhất  $q_{max}$  để đường ổn định. Với thời gian thi công (t), khoảng cách giữa các bậc thềm được xác định như đắp đường theo 1 giai đoạn ở mục 2.1. Độ cố kết trung bình ở cuối giai đoạn 1 cần lựa chọn để đạt khoảng 70%, nhằm tăng nhanh quá trình cố kết ở giai đoạn đầu.

(5). Xác định độ tăng sức kháng cắt trung bình tại cuối giai đoạn đắp đầu tiên.

(6). Hệ số an toàn cho giai đoạn 2 được tính toán dựa vào sức chống cắt ban đầu cộng với độ tăng ứng suất do đắp đường ở giai đoạn 1. Nếu hệ số an toàn nhỏ hơn 1,2 cho tải trọng  $q_{req}$ , tiếp tục các bước (5)- (6) sẽ được lặp lại cho giai đoạn mới.

### 2.3. Các thông số của đất nền cần cho thiết kế

Các thông số để dự báo độ lún cuối cùng: khối lượng thể tích ( $\gamma$ ), hệ số rỗng tự nhiên ( $e_0$ ), chỉ số nén ( $C_c$ ), chỉ số nở ( $C_r$ ), áp lực tiền cố kết ( $\sigma'_c$ ).

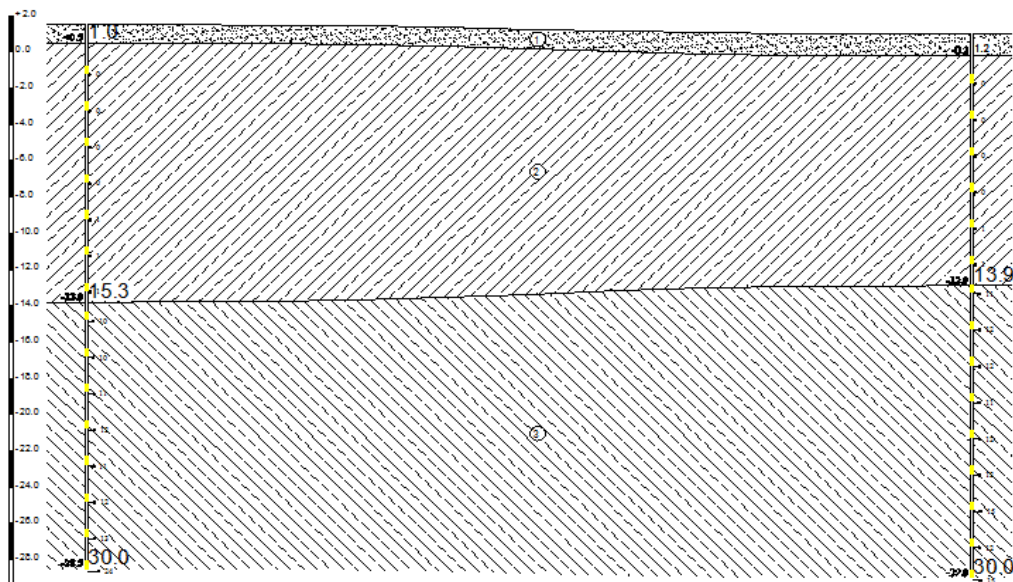
Các thông số tính toán bậc thềm: chiều dày lớp đất yếu (L), hệ số cố kết theo phương

thẳng đứng ( $c_v$ ) và hệ số cố kết theo phương ngang ( $C_h$ ).

### 3. Kết quả xử lý nền đất yếu bằng hút chân không kết hợp với gia tải trước tại nhà máy nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng

#### 3.1. Đặc điểm địa tầng và tính chất cơ lý của đất nền

Khu vực nhà máy nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng có đặc điểm địa tầng thể hiện ở Hình 2. Đối với lớp đất 2, lấy mẫu thí nghiệm bằng ống mẫu Piston và tiến hành thí nghiệm trong phòng xác định các đặc trưng cơ lý phục vụ cho tính toán bao gồm khối lượng thể tích, hệ số rỗng, các thông số đặc trưng cho tính nén lún của đất (áp lực tiền cố kết, chỉ số nén, chỉ số nở, hệ số cố kết theo phương thẳng đứng và theo phương ngang).... Trong đó, hệ số cố kết theo phương ngang được xác định bằng phương pháp nén cố kết với tốc độ không đổi với đường thoát nước hướng tâm. Các thí nghiệm được thực hiện tại các phòng thí nghiệm LAS - XD 442 và LAS - XD 928. Tổng hợp kết quả tính toán xử lý được trình bày ở Bảng 1.



Hình 2. Địa tầng khu vực nhà máy nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng  
Bảng 1. Các thông số dự báo lún ( Zone 1-1 - Long Phú, Sóc Trăng )

Lớp	Mô tả	Chiều dày, m	$\gamma, T/m^3$	$e_0$	$\sigma_c, T/m^2$	$C_c$	$C_r$	$C_v, m^2/năm$	$C_h, m^2/năm$
1	Đất san lấp	2,5	1,70						
2	Bùn sét	8,0	1,54	2,003	4,1	0,660	0,140	1,58	5,88
		5,0	1,55	1,897	4,1	0,670	0,140	1,58	5,88
		1,9	1,56	1,959	4,5	0,630	0,110	1,58	5,88
3	Sét dẻo cứng	30,0	1,80	1,035	9,0	0,220	0,060		

Bảng 2. Dự báo độ lún Zone 1-1 (Long Phú)

Tải trọng tính toán		$L, T/m^2$	8,00									
Bề dày lớp đất san lấp		$H_{tk}, m$	2,50									
Khối lượng thể tích của đất san lấp		$\gamma, T/m^3$	1,70									
Tổng tải trọng tác dụng lên nền		$q_E, T/m^2$	12,25									
Lớp	Độ sâu, m	Z, m	h, m	$\gamma', T/m^3$	$e_0$	$C_c$	$C_r$	$\sigma'_c, T/m^2$	$\Delta P, T/m^2$	$\sigma_o, T/m^2$	$\sigma_o + \Delta P, T/m^2$	$S_c, m$
2	2,0	1	2	0,54	2,003	0,660	0,14	4,10	12,25	0,54	12,79	0,30
2	4,0	3	2	0,54	2,003	0,660	0,14	4,10	12,25	1,62	13,87	0,27
2	6,0	5	2	0,54	2,003	0,660	0,14	4,10	12,25	2,70	14,95	0,26
2	8,0	7	2	0,54	2,003	0,660	0,14	4,10	12,25	3,78	16,03	0,26
2	10,0	9	2	0,55	1,897	0,670	0,14	4,10	12,25	4,88	17,13	0,25
2	12,0	11	2	0,55	1,897	0,670	0,14	4,10	12,25	5,98	18,23	0,22
2	13,0	12,5	1	0,55	1,897	0,670	0,14	4,10	12,25	6,53	18,78	0,11
2	14,9	13,95	1,9	0,56	1,959	0,630	0,11	4,50	12,25	7,59	19,84	0,16
3	17,4	16,15	2,5	0,80	1,035	0,220	0,06	9,60	12,25	9,59	21,84	0,10

Chú ý:  $\gamma'$  - khối lượng thể tích hữu hiệu; z - độ sâu, m.

Độ lún tổng cộng : 1,93 (m)  
Độ lún lớp bùn sét (lớp 2) : 1,83 (m)

### 3.2. Xác định độ lún của nền đất yếu trước khi xử lý

Với tải trọng tính toán là  $8T/m^2$ , chiều dày lớp đất san lấp là 2,5m và có khối lượng thể tích là  $1,70T/m^3$ . Kết quả dự báo lún của nền đất yếu ( $S_c$ ) tại Zone 1 khu vực nhà máy Nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng được trình bày ở Bảng 2. Độ lún tính toán dự báo cho các Zone khác trình bày ở Bảng 5. Độ lún tính toán được lớn hơn rất nhiều so với độ lún yêu cầu của công trình (<20cm).

### 3.3. Tính toán xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp với hút chân không và gia tải trước

Từ cơ sở lý thuyết ở mục 2 theo lý thuyết (Rujikiatkamjorn và Indraratna, 2008), tính toán thiết kế xử lý nền đất bằng bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước (Bảng 3).

Từ Bảng 3 cho thấy, xác định được kiểu bố trí bắc thấm là hình vuông với khoảng cách 1,02m. Để thuận lợi cho tính toán, lựa chọn lại khoảng cách bắc thấm là 1m. Kết quả tính toán lại được độ cố kết, độ lún còn lại theo yêu cầu dựa vào lý thuyết tính toán của (Rujikiatkamjorn và Indraratna, 2008) được trình bày ở Bảng 4

Bảng 3. Xác định khoảng cách bắc thấm (Zone 1-1, Long Phú – Sóc Trăng)

Điều kiện bài toán			Thiết kế xử lý bắc thấm + hút chân không		
Độ cố kết yêu cầu	$U_t = 93$	%	(1)	Xác định	$T_v = 0,002150$
Chiều dài bắc thấm	$L = 18,5$	m			$U_{t,vax} = 0,93$
Chiều rộng bắc thấm	$a = 0,1$	m	(2)	Xác định	$u^* = 0,95$
Chiều dày bắc thấm	$b = 0,0033$	m	(3)	Xác định	$T'_h = 638$
Đường kính tương đương của bắc thấm	$d_w = 0,0658$	m	(4)	Xác định	$\gamma = 1961,10$
Hệ số cố kết thẳng đứng	$C_v = 1,58$	$m^2/năm$	(5)	Xác định	$\xi = 4,39$
Hệ số cố kết ngang	$C_h = 5,88$	$m^2/năm$	(6)	Xác định $\alpha$ và $\beta$	$\alpha = 0,463$
$k = k_h/k_s =$	$5,0$				$\beta = -0,649$
$s = d_s/d_w =$	$3,0$		(7)	Xác định	$n = 17,5$
Thời gian thi công	$t = 0,47$	năm	(8)	Xác định đường kính vùng ảnh hưởng, $d_e =$	$1,149$ m
Tổng áp lực	$\Delta\sigma = 123$	kPa	(9)	Xác định khoảng cách bắc thấm	
Áp lực gia tải trước,	$p_o = 43$	kPa	Bố trí hình vuông		$1,02$ m
Ứng suất hữu hiệu,	$\sigma_i = 48$	kPa			
Hệ số	$\delta = 1$				
Áp lực hút chân không,	$\Delta p = 80$	kPa			

Bảng 4. Tính toán bắc thấm (Zone 1-1, Long Phú - Sóc Trăng)

Tính toán bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước			
Bề dày đất yếu		15	m
Bề dày đệm cát		0,5	m
Đất lấp		2,5	m
Khoảng cách bắc thấm	$S =$	1,0	m
Kiểu bố trí		hình vuông	
Chiều sâu cắm bắc thấm	$l =$	18,5	m
Chiều rộng bắc thấm	$a =$	0,1	m
Chiều dày bắc thấm	$b =$	0,0033	m
Đường kính tương đương của bắc thấm	$d_w =$	0,0658	m
Đường kính ảnh hưởng của bắc thấm	$d_e =$	1,14923	m
$k = k_h/k_s =$	5,0	$s = d_s/d_w =$	3,0
Hệ số cố kết	$C_v =$	1,58	$m^2/năm$
Hệ số cố kết theo phương ngang	$C_h =$	5,88	$m^2/năm$
Thời gian yêu cầu của công trình	$t =$	0,47	năm
Nhân tố thời gian $T_v = C_v/l^2 * t$	$T_v =$	0,0021	
Nhân tố thời gian $T'_h = C_h/d_w^2 * t$	$T'_h =$	637	
$\gamma =$	1986,6	$\xi =$	4,39
$u^* =$	0,95	$n =$	17,5
Độ cố kết	$U_t =$	0,93	
Độ lún sau khi xử lý là	$S_t =$	1,696	m
Độ lún tổng cộng	$S_c =$	1,83	m
Độ lún còn lại	$\Delta S =$	0,133	m

Bảng 5. Kết quả tính toán xử lý và dự báo độ lún nền đất yếu (Long Phú)

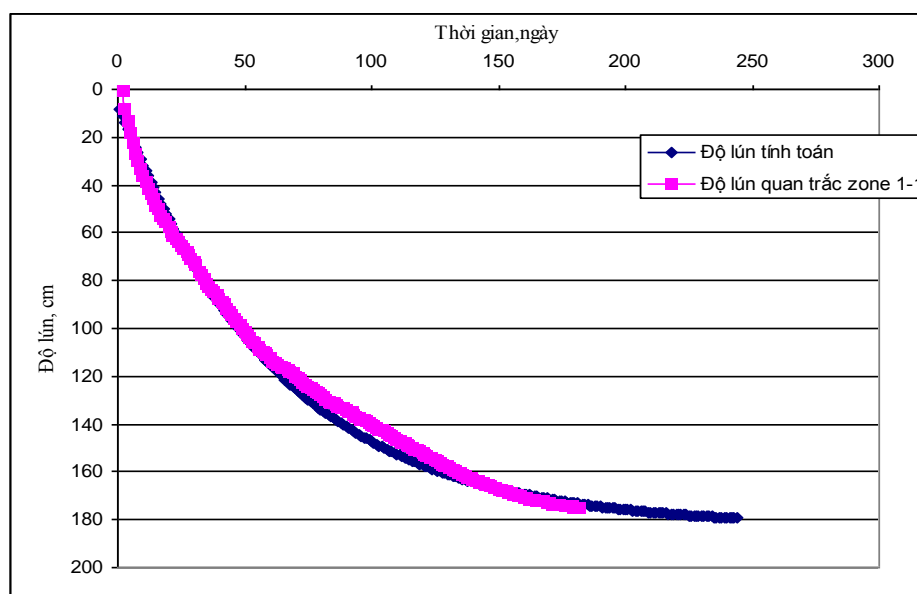
Zone	PVD		Chiều dày lớp đất đắp, m	Chiều dày lớp đệm cát, m	Chiều dày lớp gia tải trước, m	Độ lún, m	Độ cố kết sau khi xử lý nền, m	Thời gian hút chân không, ngày
	Khoảng cách, m	Chiều dài, m						
1-1	1,0x1,0	18,5	2,5	0,5	2,88	1,83	≥90%	170
1-2		18,5	2,3	0,5	1,09	1,53		155
1-3		18,5	2,3	0,5	1,09	1,53		155
1-4		18,0	2,3	0,5	1,09	1,52		155
2		18,0	2,3	0,5	1,09	1,47		155
3-1a		18,0	2,3	0,5	1,09	1,47		155
3-1b,f;		15,5	0	0,5	0,68	1,40		150
3-2		15,5	0	0,5	0,68	1,34		150

Bảng 6. Kết quả độ lún quan trắc và độ lún dự báo (Long Phú - Sóc Trăng)

Vùng	Độ lún tính toán dự báo, cm	Độ lún theo Asaoka, cm	Độ lún thực tế, cm	Độ cố kết, %	Độ cố kết theo Asaoka, %
1-1a	183,0	181,8	170,5	93,2	93,8
1-1b	183,0	178,7	165,2	90,3	92,4
1-1c	183,0	186,4	175,1	95,7	93,9
1-1d	183,0	188,8	170,5	93,2	90,3
1-2	152,9	145,0	142,7	93,4	98,4
1-3a	152,9	141,5	140,0	91,6	99,0
1-3b	152,9	146,5	144,9	94,8	98,9
1-3c	152,9	156,6	146,0	95,5	93,2
1-4a	151,9	154,5	148,1	97,5	95,9
1-4b	151,9	144,5	144,4	95,1	100
2a	146,8	149,2	135,4	92,3	90,8
2b	146,8	138,1	136,5	93,0	98,8
2c	146,8	147,9	134,0	91,3	90,6
2d	146,8	147,9	136,4	92,9	92,2
2e	146,8	138,4	136,5	93,0	98,6
3-1a	146,8	144,2	140,7	95,8	97,6
3-1b	134,4	125,2	123,9	92,2	99,0
3-1c	140,0	131,5	126,4	90,3	96,1
3-1d	140,0	140,1	138,5	98,9	98,8
3-1e	140,0	138,3	135,5	96,8	98,0
3-1f	140,0	130,7	131,6	94,1	100
3-2a	134,4	138,8	129,0	96,0	93,0
3-2b	134,4	127,7	127,8	95,1	100
3-2c	134,4	126,1	123,6	92,0	98,0

Ghi chú: Độ cố kết theo Asaoka là độ cố kết được tính theo phương pháp của Asaoka





Hình 3. Độ lún lý thuyết và quan trắc ngoài thực tế Zone 1-1 (Nhiệt điện Long Phú)

### 3.4. Nhận xét và bàn luận kết quả

Trong quá trình thi công xử lý nền đất yếu, tiến hành theo dõi độ lún của nền. Từ độ lún quan trắc ngoài hiện trường, sử dụng phương pháp (Asaoka, A, 1978) để tính toán dự báo độ lún cuối cùng và độ cố kết của nền đạt được. Kết quả so sánh độ lún dự báo, độ lún quan trắc ở Bảng 6 và Hình 3.

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy:

Độ cố kết của nền tại thời điểm kết thúc xử lý đều đạt được trên 90%, độ lún dư còn lại nhỏ hơn 20cm, thỏa mãn yêu cầu xử lý nền đất yếu.

Độ lún tính toán dự báo lý thuyết và độ lún quan trắc ngoài hiện trường cho kết quả khá sát, chênh nhau từ 1,1% đến 9,7%. Điều này thể hiện, việc tính toán độ lún thực tế theo lý thuyết của Rujikiatkamjorn và Indraratna phù hợp với xử lý nền. Mặt khác, đường tính toán lý thuyết và đường quan trắc độ lún thực tế (Hình 3) cũng gần giống nhau.

### 4. Kết luận và kiến nghị

Từ kết quả tính toán rút ra một số kết luận sau:

Xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp hút chân không và gia tải trước đã giảm độ lún

từ 1,3 - 18m xuống dưới 20cm trong thời gian từ 150 đến 170 ngày, độ cố kết đạt được trên 90%, đảm bảo được yêu cầu đặt ra.

Kết quả dự báo độ lún theo thời gian bằng phương pháp của (Rujikiatkamjorn và Indraratna, 2007, 2008) khá phù hợp với kết quả quan trắc độ lún tại hiện trường.

Cơ sở lý thuyết tính toán xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm kết hợp hút chân không được xây dựng trên cơ sở lý thuyết chặt chẽ của việc chứng minh và giải bài toán thẩm cố kết ba chiều của bài toán phẳng và bài toán đối xứng trục trong cả trường hợp dòng thấm tuân theo và không tuân theo định luật Darcy. Đây là phương pháp tính toán hoàn toàn tin cậy và có thể sử dụng trong tính toán thiết kế xử lý nền bằng bắc thấm kết hợp với hút chất không và gia tải tại các dự án xử lý nền tại Việt Nam.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Asaoka, A. (1978). Observational procedure of settlement predictions. *Soils and Foundations*, 18(4):87-101.

Công ty Fecon (2012, 2013). Tài liệu quan trắc lún nhà máy nhiệt điện Long Phú - Sóc Trăng.



Indraratna, B. (2010). Recent Advances in the Application of Vertical Drains and Vacuum Preloading in Soft Soil Stabilisation. *Australian Geomechanics Journal*, 45(2):1-43.

Rujikiatkamjorn, C., and Indraratna, B. (2007). Analytical solutions and design curves for vacuum assisted consolidation with both vertical and horizontal drainage. *Canadian Geotechnical Journal*, 44:188-200.

## ABSTRACT

### Design approach for soft soil ground using prefabricated vertical drains and combination of vacuum preloading

Nu Thi Nguyen

*Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

This article presents a design approach for soft soil ground by using prefabricated vertical drains (PVD) in combination with vacuum and surcharge preloading. The method is applied for treatment of soft ground in Long Phu thermal power factory - Soc Trang province. According to the geotechnical survey results at Long Phu thermal power plants - Soc Trang, soft soil thickness is 15 - 18m and has adverse physico-mechanical properties for construction. The settlement prediction of soft ground is from 1.34 to 1.83m, which is higher than the limit, 20cm. For improving the soft ground, the PVD is installed in a square pattern with 1.0x1.0m drain spacing. The vacuum pressure, in average of 70 - 80kPa, is applied continuously from 150 to 170 days until the required degree of consolidation is achieved. The settlement of the forecast is compared to the measurement results in the field. The research results indicate the validation of the proposed method. Therefore, it is possible to apply this calculation method in soft ground by PVD combined with vacuum and surcharge preloading in Vietnam.