

Hiệu quả của phương pháp gia cố nền đất bằng gia tải nén trước kết hợp bắc thấm

Tạ Văn Phấn^{1*}

¹ Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy Lợi

TỪ KHOÁ

Gia cố nền đất
 Gia tải nén trước
 Bắc thấm

TÓM TẮT

Xây dựng các công trình trên nền đất yếu chưa được xử lý có thể gây ra những thảm họa lớn như kết cấu công trình có thể bị phá hỏng cục bộ hoặc hoàn toàn do các điều kiện biến dạng không thỏa mãn: Lún hoặc lún lệch quá lớn do nền đất yếu, sức chịu tải bé. Giải pháp bắc thấm kết hợp gia tải là một trong những giải pháp xử lý nền đất yếu phổ biến được áp dụng rộng rãi hiện nay, thúc đẩy nhanh quá trình có kết nền đất, sớm đạt được độ lún theo yêu cầu, phát huy tối đa cường độ và khả năng chịu tải của nền đất, tạo ra giá trị vô cùng to lớn cho những dự án tầm cỡ quốc gia.

KEYWORDS

Ground improvement
 Pre-compression load
 Prefabricated vertical drain

ABSTRACT

Construction of structures on untreated soft ground can cause major disasters as the structure can be damaged locally or completely due to unsatisfactory deformation conditions: Subsidence or deflection too large due to weak ground, small load capacity. The solution of prefabricated vertical drain combined with pre-compression load is one of the popular soft ground treatment solutions that are widely applied today, accelerating the consolidation of the ground, achieving the required settlement soon, promoting Maximize the strength and load-carrying capacity of the ground, creating enormous value for national projects.

1. Đặt vấn đề

Ngày nay gia cố nền đất yếu đã trở nên rất quan trọng trong các ngành công nghiệp trọng yếu của quốc gia. Các công trình xây dựng lớn có thể coi là tiêu chuẩn đánh giá năng lực cạnh tranh của quốc gia. Một trong những công việc quan trọng đầu tiên của dự án là lựa chọn và chuẩn bị khu đất phù hợp để có thể tiến hành xây dựng công trình đó. Do những hạn chế về quỹ đất sử dụng cho các dự án nên việc sử dụng các vùng đất yếu sau khi đã được gia cố nền đất là phương án tối ưu để giải quyết vấn đề này. [1]-[3]

Xây dựng các công trình trên nền đất yếu chưa được xử lý có thể gây ra những thảm họa lớn như lún sụt nền móng thậm chí sập đổ toàn bộ công trình.

Ngoài ra công tác xử lý môi sinh tại các bãi chôn lấp rác do nước ngầm lan vào đất gây ô nhiễm nghiêm trọng đến môi trường đất, nước của cả một vùng rộng lớn, việc xử lý rất tốn kém nên cần đưa vào ứng dụng hiệu quả các phương pháp xử lý mới.

Nền đất yếu thường là đất có: trọng lượng riêng nhỏ ($\gamma < 17 \text{ kN/m}^3$), cường độ chịu cắt nhỏ (góc ma sát trong $\varphi < 10^\circ$, lực dính $c < 10 \text{ kN/m}^2$), đất lún nhiều do tải trọng, đất ở trạng thái rỗng xốp, ứ nhão, khả năng chịu lực nhỏ, ...

Xử lý nền đất yếu nhằm mục đích làm tăng sức chịu tải trọng của nền đất, cải thiện một số tính chất cơ lý của nền đất yếu như: giảm hệ số rỗng, giảm tính nén lún, tăng độ chặt, tăng trị số modul biến dạng, tăng cường độ chống cắt của đất.

Phương pháp cải tạo đất nền: Đất nền sẽ được cải thiện khi cải thiện các thông số như φ , γ , c , K (độ chặt), biến đất yếu thành đất tốt.



Hình 1. Hậu quả khi xây dựng công trình trên nền đất yếu.

Bảng 1. Chi tiêu, đặc tính của nền đất yếu.

Chi tiêu, loại đất	Trọng lượng riêng γ (kN/m^3)	Góc ma sát trong φ (độ)	Lực dính c (kN/m^2)	Mô đun tổng biến dạng E_0 (kPa)	Hệ số rỗng e	Độ sệt B	Chỉ số SPT N	Sức kháng mũi q_c (kPa)
Đất sét	< 17	< 10	< 10	< 5000	$e > 1,1$	$B > 1$	$N < 5$	$q_c < 500$
Đất cát bụi	< 17	< 10		< 5000	$e > 0,8$		$N < 5$	$q_c < 1000$
	<i>Đất có trọng lượng riêng nhỏ</i>	<i>Cường độ chịu cắt nhỏ</i>		<i>Đất lún nhiều do tải trọng</i>	<i>Đất ở trạng thái rỗng xốp, ứ nước, nhão</i>			<i>Đất yếu, khả năng chịu lực nhỏ</i>
Đặc tính của nền đất yếu								

*Liên hệ tác giả: phantv@tlu.edu.vn

Nhận ngày 18/12/2021, sửa xong ngày 10/01/2022, chấp nhận đăng 26/05/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2022.372>

Bảng 2. Phương pháp cải tạo nền đất yếu.

Đất yếu	Đất có trọng lượng riêng nhỏ	Cường độ chịu cắt nhỏ	Đất lún nhiều do tải trọng	Đất ở trạng rỗng xốp, ứ nước, nhão	Đất yếu, khả năng chịu lực nhỏ
<i>Cải thiện một vài thông số, các thông số còn lại sẽ được cải thiện theo</i>					
Đất tốt	Đất có trọng lượng riêng lớn	Cường độ chịu cắt lớn	Đất lún ít do tải trọng	Đất ở trạng rỗng đặc chắc, ít nước, cứng	Đất tốt, khả năng chịu lực lớn

Việc lựa chọn các phương pháp gia cố nền đất yếu dựa trên các yếu tố:

- + Tình trạng nền đất
- + Chúng loại và thành phần cấu tạo đất
- + Điều kiện thi công
- + Loại hình kết cấu bên trên
- + Tiến độ và chi phí xây dựng.

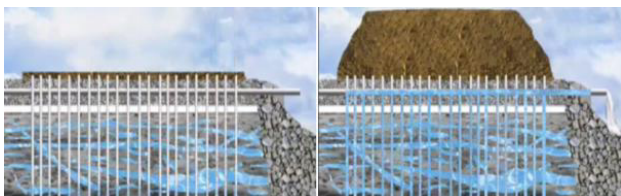
Sự lựa chọn phương pháp gia cố nền phù hợp bao gồm với các biện pháp như thay thế lớp đất yếu, đầm nén, hút nước ra khỏi đất và cố kết nền đất bằng hóa chất, ...

Bài báo này sẽ giới thiệu về hiệu quả của phương pháp gia cố nền đất bằng gia tải nén trước kết hợp bắc thấm.

2. Phương pháp gia cố nền đất bằng gia tải nén trước kết hợp bắc thấm

2.1. Nguyên lý

Nguyên lý của phương pháp này là đưa vào nền đất yếu các bắc thấm để rút ngắn chiều dài đường thấm, sau đó sử dụng tải trọng đắp để gây gia tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất yếu và đẩy nước lỗ rỗng đi theo các bắc thấm lên phía trên mặt và thoát ra ngoài. Nhờ đó tốc độ cố kết của đất nền được tăng lên nhiều lần và làm cho nền đất đạt độ lún quy định trong thời gian cho phép. [8]-[12]



Hình 2. Chất tải trọng kết hợp bắc thấm để thoát nước.

2.2. Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng

a. Ưu điểm:

- + Giải pháp có chi phí tổng thể thấp;
- + Tốc độ thi công cắm bắc thấm rất nhanh;
- + Bắc thấm được sản xuất công nghiệp nên giá thành rẻ, độ tin cậy cao, ít nguy cơ đứt gãy trong quá trình thi công cũng như vận hành;
- + Thiết bị thi công và công tác quản lý chất lượng trong thi công đơn giản;
- + Độ ồn và độ rung trong thi công nhỏ.
- + Thân thiện với môi trường.

b. Nhược điểm:

- + Tốc độ thi công cắm bắc thấm rất nhanh; tuy nhiên cần thời gian để nền cố kết dưới tác dụng của tải trọng gia tải;
- + Cần huy động vật liệu đắp gia tải, đắp bù lún, và bệ phản áp (nếu cần).
- + Chiếm dụng không gian thi công để đắp gia tải và bệ phản áp.
- + Hiệu quả thoát nước có thể giảm theo thời gian do hiện tượng gập gập của bắc thấm hoặc do các hạt mịn làm tắc nghẽn đường thoát nước.

c. Phạm vi áp dụng

- + Thích hợp với đất có tính thấm nhỏ (đất dính/ đất sét yếu), đặc biệt hiệu quả khi nền đất dính có chứa một lớp mỏng cát.
- + Chiều sâu xử lý hiệu quả thường dưới 20 m.

2.3. Thi công (theo TCVN 9355:2012 - Gia cố nền đất yếu bằng bắc thấm thoát nước) [4]-[5]

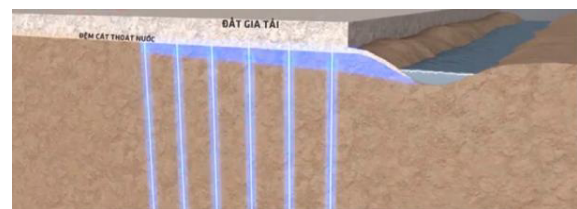
a. Vật liệu thi công

- **Bắc thấm dùng (PVD):** phải có hai bộ phận - lõi và vỏ lọc. Vỏ lọc bằng vải địa kỹ thuật không dệt phải vừa có hệ số thấm cao hơn hệ số thấm của đất kề nó 3- 10 lần, nhưng vẫn ngăn được các hạt nhỏ chui qua.

- + Vỏ và lõi của bắc thấm phải đảm bảo không bị vỡ khi chịu ứng suất trong quá trình vận chuyển và đặt thiết bị.
- + Vỏ lọc bắc thấm phải đạt được các yêu cầu sau: Kích thước lỗ vỏ lọc của bắc thấm $O_{95} \leq 75 \mu m$. Hệ số thấm của vỏ lọc $K_{vỏ\ lọc} \geq 1 \times 10^{-4} m/s$.
- + Bắc thấm phải có các chỉ tiêu cơ lý như dưới đây: cường độ chịu kéo (cặp hết chiều rộng bắc thấm) không dưới 1,6 kN; độ giãn dài (cặp hết chiều rộng bắc thấm): $> 20 \%$; độ giãn dài với lực 0,5 kN $< 10 \%$; khả năng thoát nước với áp lực 10 kN/m² với gradien thủy lực $I = 0,5$ là: $(80-140) \cdot 10^{-6} m^3/sec$; khả năng thoát nước với áp lực 300 kN/m² với gradien thủy lực $I = 0,5$ là: $(60 - 80) \cdot 10^{-6} m^3/sec$.

- **Thoát nước trên bề mặt:**

- + Vật liệu truyền thống: Cát thoát nước hạt trung đến hạt thô
- + Vật liệu thay thế: Bắc thấm ngang, ống lọc ngang, ...
- + Rãnh đá kết hợp giếng bơm thoát nước: áp dụng cho các khu vực xử lý nền tương đối rộng lớn khi mà nước không thể tự thoát ra ngoài



Hình 3. Phương pháp bắc thấm thoát nước.

b. Qui trình thi công

*** Các bước thi công chính**

- Tạo mặt bằng thi công
- Lắp đặt thiết bị quan trắc
- Thi công lớp thoát nước ngang bằng cát (lựa chọn 1)
- Thi công cắm bấc thấm
- Thi công lớp thoát nước ngang bằng bấc thấm ngang kết hợp rãnh thoát nước và giếng thu nước (lựa chọn 2)
- Đắp vật liệu gia tải theo thiết kế
- Phân tích số liệu quan trắc và đánh giá độ cố kết
- Dỡ tải
- Hoàn thiện công tác xử lý nền

*** Cụ thể bước Thi công cắm bấc thấm**

- Thiết bị thi công có các đặc trưng kỹ thuật sau:
 - + Trục tâm để lắp đặt bấc thấm có tiết diện 60mm x 120 mm, dọc trục có vạch chia đến cm để theo dõi chiều sâu ấn bấc và phải có dây dọi hoặc thiết bị con lắc để thường xuyên kiểm tra được độ thẳng đứng.
 - + Máy phải có lực ấn đủ lớn để cắm bấc thấm đến độ sâu thiết kế.
 - + Tốc độ ấn lớn nhất 65 m/phút;
 - + Tốc độ kéo lên lớn nhất 105 m/phút.
 - + Chiều sâu lớn nhất: đạt được độ sâu đặt bấc thấm theo yêu cầu thiết kế.
 - + Máy phải bảo đảm vững chắc, ổn định khi làm việc trong mọi điều kiện có thể.
 - + Máy phải có đủ bộ phận, thiết bị điều chỉnh tốc độ ấn bấc và rút cọc tiêm lên mà không làm tổn hại tới đất tự nhiên và với bấc thấm.
- Thi công thí điểm đạt yêu cầu theo thiết kế
- Tiến hành thi công đại trà:
 - + Định vị tất cả các điểm sẽ phải cắm bấc thấm.
 - + Đưa máy ấn bấc thấm vào vị trí.
 - + Lắp bấc thấm vào trục tâm và điều khiển máy đưa đầu trục tâm đến vị trí đặt bấc.
 - + Gắn đầu neo vào bấc thấm với chiều dài bấc được gấp lại tối thiểu là 30 cm và được ghim bằng ghim thép.
 - + Ấn trục tâm đã được lắp bấc thấm đến độ sâu thiết kế với tốc độ đều trong phạm vi 0,15 – 0,6 m/giây. Sau khi cắm bấc thấm xong, kéo trục tâm lên (lúc này đầu neo sẽ giữ bấc thấm lại trong đất); khi trục tâm được kéo lên hết, dùng kéo cắt đứt bấc thấm sao cho còn lại 20 cm đầu bấc nhô lên trên lớp đệm và di chuyển sang vị trí tiếp theo.



Hình 4. Thi công bấc thấm.

3. Hiệu quả của phương pháp

3.1. Ổn định nền móng

Công tác ổn định nền móng sử dụng phương pháp bấc thấm ngày càng được sử dụng rộng rãi.

Những địa tầng phức tạp của đất như vùng đồng bằng sông Cửu Long, nền đất yếu hoặc rất yếu gồm các lớp bùn sét hữu cơ hay bùn sét có thể dày đến trên 30m, thường có những túi nước, nền móng của nó vô cùng bất ổn, để xây dựng công trình cầu cảng và các công trình có tải trọng lớn trên những vùng đất này đòi hỏi xử lý ổn định nền móng trong một thời gian ngắn, chỉ có bấc thấm đứng mới có thể đáp ứng các yêu cầu này.

Qua kết quả của các công trình đã xử lý bằng phương pháp này, độ ổn định của nền sau xử lý đạt từ 90 đến 95% (<https://www.vaidiakythuat.info/bac-tham-la-gi-ung-dung-cua-bac-tham.html>).

3.2. Xử lý môi trường và cải tạo đất

Bấc thấm đứng và các thấm ngang cũng được ứng dụng trong công tác xử lý môi sinh, thông thường các bãi chôn lấp rác dùng màng chống thấm HDPE hoặc LDPE làm lớp bọc phân cách, qua thời gian bị tác động của địa tầng bên dưới bị xuyên thủng hoặc những áp lực từ các túi rác bung vỡ. [13]

Nước mạch ngầm của nó lan vào đất gây ô nhiễm nghiêm trọng đến nguồn nước cho một vùng rộng lớn, việc xử lý này rất tốn kém nhưng cũng khá hiệu quả bằng phương pháp bấc thấm kết hợp hút chân không [6].

Vì không phải xây dựng công trình trên nền móng của nó, do đó không có một áp lực gia tải nào được thực hiện trên bề mặt, công tác cải tạo môi sinh là hút nước bị ô nhiễm trong đất và trả lại tính vốn có của đất trước đó.



Hình 5. Một công trình cải tạo đất bằng phương pháp bấc thấm kết hợp hút chân không.

4. Kết luận

Giải pháp bắc thấm kết hợp gia tải là một trong những giải pháp xử lý nền đất yếu phổ biến được áp dụng rộng rãi hiện nay, thúc đẩy nhanh quá trình cố kết nền đất, sớm đạt được độ lún theo yêu cầu, phát huy tối đa cường độ và khả năng chịu tải của nền đất, tạo ra giá trị vô cùng to lớn cho những dự án tầm cỡ quốc gia.

Giải pháp bắc thấm kết hợp gia tải và có thể kết hợp thêm hút chân không là một giải pháp mới trong công tác xử lý môi sinh và cải tạo đất, đặc biệt tại các bãi chôn lấp rác.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Giao Thông Vận Tải (2000), Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu, 22TCN-262-2000, pp. 151 - 193.
- [2]. Trần Nguyễn Hoàng Hùng (2010), Thiết kế xử lý nền đường trên đất yếu dùng bắc thấm, Đại học Bách Khoa TPHCM.
- [3]. Trần Quang Hộ (2004), Công trình trên nền đất yếu, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [4]. Võ Phán, Nguyễn Thiên Giang (2009), Giải pháp bắc thấm ngang thay lớp cát đệm trong việc xử lý đất yếu bằng bắc thấm dùng kết hợp gia tải, Tạp chí Science & Technology Development, Vol 12, No.18- 2009.
- [5]. TCVN 9355:2012 - Gia cố nền đất yếu bằng bắc thấm thoát nước.
- [6]. TCVN 9842 : 2013- Xử lý nền đất yếu bằng phương pháp cố kết hút chân không có màng kín khí trong xây dựng các công trình giao thông - Thi công và nghiệm thu.
- [7]. Bergado, D.T, Anderson, L.R., Miura, N., and Balasubramaniam (1996), A.s., Prefabricated vertical drains (PVD), *Soft ground improvement in lowland and other environments*, ASCE Press.
- [8]. Bo, M.W., Chu, J., Low, B.K., and Chao, V. (2003), *Soil Improvement: Prefabricated vertical drain techniques*, Thompson, Singapore, pp. 144;
- [9]. Holtz, R. D., Jamiolkowski, M. B., Lancellotta, R., and Pedroni, R. (1991), *Prefabricated vertical drains: design and performance*, CIRIA Ground Engineering report: Ground improvement, Butterworth- Heinemann Ltd., London, PP. 13.
- [10]. Indraratna, B. and Redna, I. W. (2000), *Numerical modeling of vertical drains with smear zone and well resistance installed in soft clay*, Canadian Geotechnical J., Vol. 37, No.1;
- [11]. Jian Chu and Wei Guo, *Land reclamation using clay slurry or in deep water: challenges and solutions*, School of Civil and Environmental Engineering, Nanyang Technological University, Singapore 639798, Singapore. Department of Civil, Construction & Environmental Engineering, Iowa State University, IA 50011, United States
- [12]. Rixner, J.J., Kraemer, S.R., and Smith, A.D. (1986), *Prefabricated vertical drains, Technical report*, Vol. I: Engineering guidelines, Federal Highway Administration Report FHWA/RD-86/168;
- [13]. Tran, T. A., and Mitachi, T. (2008), *Equivalent plane strain modeling of vertical drains in soft ground under embankment combined with vacuum loading*, Computers and Geotechnics J., Vol.35, Issue 5;