

Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>

Determination of the affected area of vacuum consolidation method for roadbed ground improvement to adjacent works



Dat Chi Nguyen ^{1,*}, Ngan Minh Vu ², Hung Van Pham ³

¹ Department of Transport, Ho Chi Minh City, Viet Nam

² Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Viet Nam

³ Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Viet Nam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 05th Oct. 2020

Revised 13rd Nov. 2020

Accepted 31st Dec. 2020

Keywords:

Adjacent works,

Affected area,

Protect,

Soft soil,

Vacuum consolidation.

ABSTRACT

Vacuum Consolidation Method (VCM) is one of the effective ground improvement treatments applied in construction works in Viet Nam recently. However, its affected area impacts to the adjacent works has not been studied in detail and standardised, leading to unexpected incidents. This paper proposes a method to determine the affected area of vacuum consolidation method then propose solutions to protect works. The result was demonstrated at approach road of Vam Sat 2 bridge project, located in Can Gio district, Ho Chi Minh city and shows high efficiency, ensuring economic-technical factor.

Copyright © 2020 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

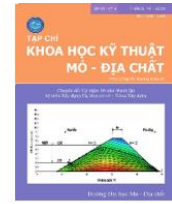
E - mail: nguyenchidat@gmail.com

DOI: 10.46326/JMES.HTCS2020.05



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Xác định vùng ảnh hưởng đến công trình lân cận của phương pháp cố kết hút chân không khi xử lý nền đường đất yếu

Nguyễn Chí Đạt ^{1,*}, Vũ Minh Ngạn ², Phạm Văn Hùng ³

¹ Sở Giao thông vận tải, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

² Bộ môn Xây dựng Hạ tầng cơ sở, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

³ Bộ môn Xây dựng Hạ tầng cơ sở, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 05/10/2020

Sửa xong 13/11/2020

Chấp nhận đăng 31/12/2020

Từ khóa:

Bảo vệ,

Cố kết chân không,

Công trình lân cận,

Đất yếu,

Vùng ảnh hưởng.

Phương pháp cố kết hút chân không (VCM) là một phương pháp xử lý nền đất yếu hiệu quả, được sử dụng nhiều vào các công trình ở Việt Nam gần đây. Tuy nhiên ảnh hưởng của xử lý nền đất yếu đến công trình lân cận còn chưa được nghiên cứu chi tiết, chưa được tiêu chuẩn hóa, dẫn đến nhiều sự cố ngoài mong muốn. Bài báo đề xuất một cách xác định vùng ảnh hưởng của phương pháp cố kết hút chân không từ đó có giải pháp để bảo vệ công trình. Kết quả nghiên cứu đã được áp dụng tại đoạn đường dẫn cầu Vàm Sát 2, huyện Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh và mang lại hiệu quả cao, đảm bảo tiêu chí kinh tế - kỹ thuật.

© 2020 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Công nghệ cố kết hút chân không (Vacuum Consolidation Method - VCM) đã được áp dụng tại một số công trình ở Việt Nam gần đây để xử lý nền đất yếu như: Nhà máy điện đạ m Cà Mau, cao tốc Long Thành - Dầu Giây, Dự án kết nối vùng trung tâm đồng bằng Mê Kông.... Công nghệ VCM được tiêu chuẩn hóa tại Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9842:2013 "Xử lý nền đất yếu bằng phương pháp cố kết hút chân không có màng kín trong xây dựng các công trình giao thông - Thi công và nghiệm thu". Tuy nhiên vùng ảnh hưởng của công nghệ VCM đối với công trình lân cận còn chưa được đề

cập cụ thể trong TCVN 9842:2013. Thực tế áp dụng công nghệ VCM xuất hiện các hiện tượng lún, nứt đất xung quanh khu vực xử lý, do đó đòi hỏi cần có nghiên cứu cụ thể để đảm bảo an toàn của công trình lân cận.

Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu thực tế hiện tượng lún nứt của một số công trình lân cận các dự án sử dụng công nghệ VCM và chỉ ra nội dung cần bổ sung của Tiêu chuẩn TCVN 9842:2013.

2. Ảnh hưởng của công nghệ VCM đến công trình lân cận

- Dự án kết nối vùng trung tâm đồng bằng Mê Kông (dự án vay vốn ODA) có đoạn tuyến nối cầu Cao Lãnh và cầu Vàm Cống (tỉnh Đồng Tháp) sử dụng biện pháp bắc thấm kết hợp bơm hút chân không để xử lý nền đất yếu:

* Tác giả liên hệ

E - mail: nguyenchidat@gmail.com

DOI: 10.46326/JMES.HTCS2020.05

+ Tại báo cáo số 5, tháng 3/2019 của Tư vấn quan trắc môi trường miêu tả: “Tác động ngoài mong muốn đã xảy ra: đất sụt lún do sử dụng biện pháp cố kết hút chân không để xử lý nền đất yếu thuộc dự án Thành phần 2”¹(Xem Hình 1).

+ Theo thống kê: 61ha đất sản xuất của 218 hộ dân bị ảnh hưởng, trong đó có 46 hộ bị nứt nhà.

- Tại Thành phố Hồ Chí Minh, dự án Xây dựng tuyến đường nối từ nút giao thông cầu Bà Chiêm đến Khu công nghiệp Hiệp Phước (giai đoạn 2) trong quá trình xử lý cố kết hút chân không đã gây ảnh hưởng đến nhà ở và vật kiến trúc của các hộ dân xung quanh (xem Hình 2). Dự án đã sử dụng giải pháp đóng cừ ván thép larsen để ngăn ảnh hưởng do bơm hút chân không đến nhà dân.

3. Phạm vi vùng ảnh hưởng của công nghệ VCM

Tiêu chuẩn TCVN 9842:2013 chưa đề cập đến phạm vi vùng ảnh hưởng của công nghệ VCM nhưng có gợi ý một số tài liệu tại thư mục tham khảo. Theo đó khi sử dụng công nghệ VCM phải xét



Hình 1. Đất nông nghiệp bị sụt lún do tác động của công nghệ VCM.

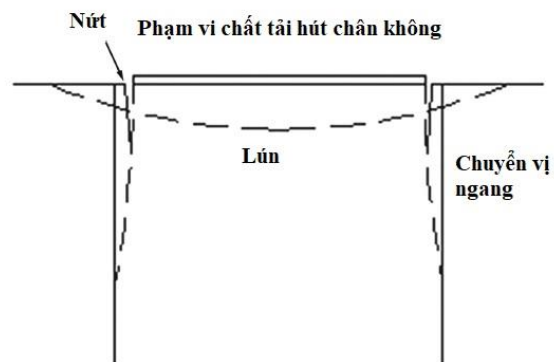


Hình 2. Vỉa hè và nền nhà bị nứt sâu - ảnh trích từ Báo Thanh niên.¹

đến ảnh hưởng công trình lân cậnⁱⁱ, phạm vi xét ảnh hưởng này lên đến 20 m do qua thực tế một số lượng lớn công trình bị lún nứt trong phạm vi 15m tính từ biên vùng xử lýⁱⁱⁱ. Tuy nhiên các tài liệu này không hướng dẫn cụ thể cách xác định phạm vi vùng ảnh hưởng.

Vùng ảnh hưởng của công nghệ VCM đã được nhiều tác giả nghiên cứu (xem Hình 3). Trong trường hợp sử dụng đơn thuần công nghệ VCM không có gia tải, tác giả Liu, J. ước lượng phạm vi ảnh hưởng lên đến 34,32m hoặc lớn hơn (Liu và nnk., 2018). Tuy chưa chỉ ra phạm vi cụ thể nhưng các tác giả Ong, C., Chai, J. nhận xét trường hợp cố kết hút chân không kết hợp gia tải sẽ làm giảm phạm vi ảnh hưởng của công nghệ VCM (Ong và Chai, 2011). Các tác giả Indraratna, B., Rujikiatkamjorn, C. nhận xét đối với đất sét thì tổ hợp lực hút chân không 60%, lực gia tải chất thêm 40% gây ra chuyển vị ngang gần như bằng 0 (Indraratna và Rujikiatkamjorn, 2008).

Tại Việt Nam, các tác giả đã sử dụng các phần mềm viết trên nền phần tử hữu hạn (FEM) để mô hình công nghệ VCM và xác định phạm vi vùng ảnh hưởng. Tác giả Nguyễn Trọng Nghĩa sử dụng phần mềm ABAQUS so sánh với quan trắc thực tế, rút ra nhận xét đối với dự án Xây dựng tuyến đường nối từ nút giao thông cầu Bà Chiêm đến Khu công nghiệp Hiệp Phước (giai đoạn 2) thì công trình trong phạm vi 7,5m sẽ chịu ảnh hưởng lớn, ngoài 10m thì ảnh hưởng không đáng kể (Nguyễn Trọng Nghĩa, 2019). Tuy nhiên đây là phân tích ngược (back analysis) do thực tế sự cố đã xảy ra tại công trình và thời điểm đó chưa có giải pháp bảo vệ. Tác giả Nguyễn Mạnh Dũng và nnk đã nghiên cứu chuyển vị ngang của mặt đất khi xử lý bằng công nghệ VCM qua các thiết bị quan trắc inclinometer, có nhận xét chuyển vị ngang lớn nhất tại bề mặt,



Hình 3: Sơ họa vùng ảnh hưởng của công nghệ VCM.

giảm mạnh theo chiều sâu và chuyển vị ngang tăng dần đều cùng với tăng độ lún (M.D Nguyễn và nnk., 2017).

4. Xác định vùng ảnh hưởng và đề xuất giải pháp bảo vệ công trình lân cận

Vị trí nghiên cứu tại khu vực đường đầu cầu Vàm Sát, thuộc huyện Cần Giờ, TP. Hồ Chí Minh. Vị trí này trong phạm vi phân bố đất yếu tại TP. Hồ Chí Minh nói riêng và Đông Nam Á nói chung đã được tác giả Phạm Văn Long và nnk mô tả tại Hình 4 (Long và nnk., 2013).

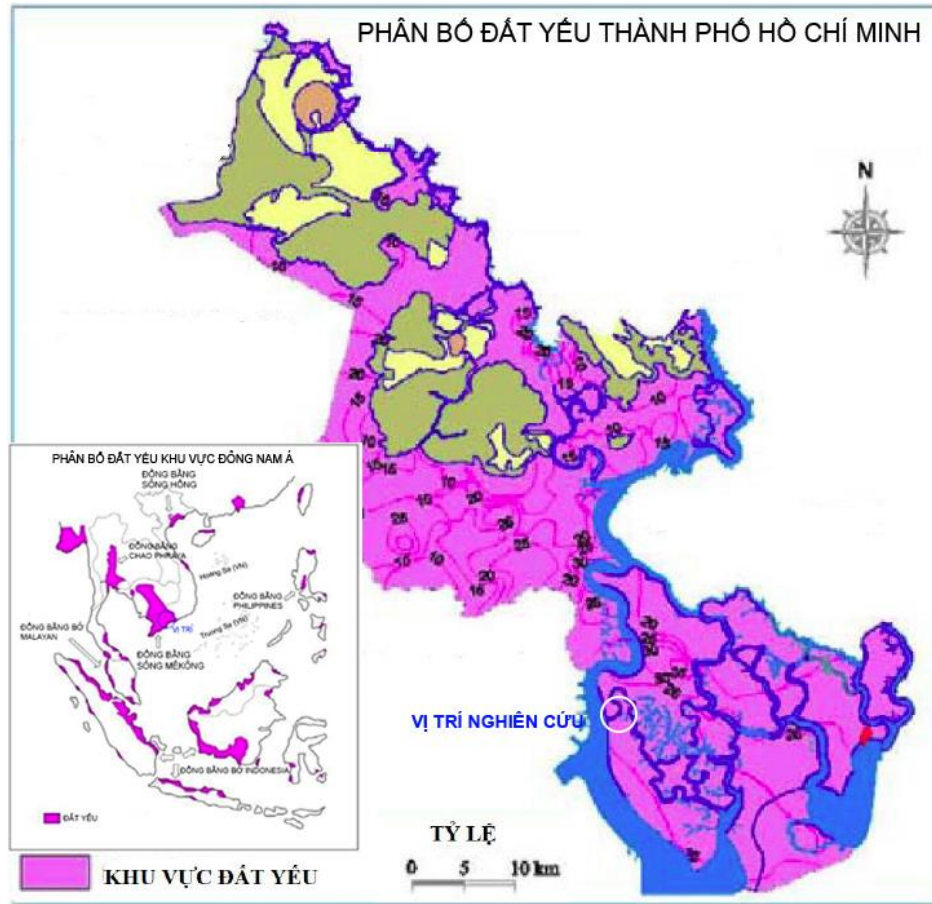
4.1. Các thông số địa chất tại vị trí nghiên cứu

Địa chất khu vực nghiên cứu có các thông số thể hiện tại Bảng 1.

Trong trường hợp có công trình lân cận cần phải bảo vệ, đề xuất sử dụng đóng cừ ván thép Larsen IV là loại phổ biến và thông dụng trên thị trường.

4.2. Mô hình hóa

Mô hình hóa nhằm mô phỏng lại trình tự thực hiện xử lý nền đất yếu, kiểm chứng các số liệu địa



Hình 4. Vị trí nghiên cứu trong bản đồ tổng thể phân bố đất yếu tại khu vực (Long và nnk., 2013).

Bảng 1. Bảng thông số địa chất

TT	Lớp địa chất	Độ sâu (m)	Dung trọng γ (kN/m ²)	Lực dính c' (kPa)	Góc ma sát ϕ (độ)	Mô đun đàn hồi E' (kPa)	Hệ số thấm kv (m/ngày)
1	Bùn sét	(0,-12)	14,6	6,7	20,8	455	9,76E-05
2	Sét gầy lẫn cát	(-10, -16)	19,6	6	31,88	5292	1,22E-03
3	Cát sét	(-14,-40)	19,8	1	38	11267	1,7E-02

chất, là cơ sở để đối chiếu với kết quả quan trắc thực tế.

Việc mô hình hóa bài toán được thực hiện trên các chương trình viết trên nền phần tử hữu hạn (FEM) như ABAQUS, PLAXIS,... Trong bài viết sử dụng phần mềm PLAXIS, cách thức mô hình hóa tham khảo tác giả Witasse, R. và các cộng sự thuộc công ty PLAXIS, tác giả của phần mềm PLAXIS (Witasse và nnk., 2012).

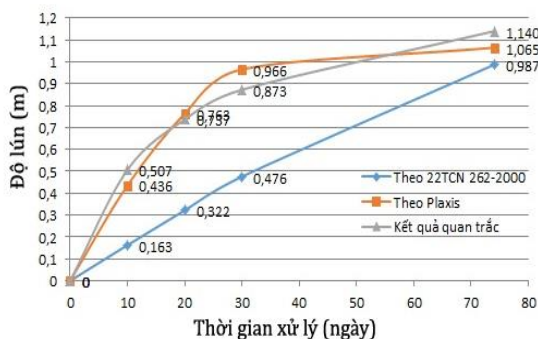
4.3. Xác định vùng ảnh hưởng và so sánh đối chiếu thực tế

Để xác định độ lún khi sử dụng công nghệ VCM, tính toán theo hướng dẫn tại Tiêu chuẩn 22TCN 262-2000 “Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu - Tiêu chuẩn thiết kế”. Chiều cao dự kiến đắp gia tải tương đương độ lún sau khi xử lý bằng công nghệ VCM.

Căn cứ độ lún tính toán theo Tiêu chuẩn 22TCN 262-2000 và mô hình PLAXIS, tác giả đã xác định được vùng ảnh hưởng của công nghệ VCM. Kết quả được trình bày tại mục 4.4 và đã áp dụng tại bước thiết kế công trình.

Mặt khác, để thực tiễn hóa lý thuyết, cần thiết có quan trắc thực tế để so sánh, kết luận về cách xác định vùng ảnh hưởng như trên. Tiến hành bố trí các điểm quan trắc lún tại tim đường, mép đường trái, mép đường phải. Giá trị quan trắc lún được xác định trung bình từ các điểm quan trắc.

Kết quả so sánh (Hình 5) cho thấy độ lún tại thời điểm kết thúc quá trình xử lý theo PLAXIS có giá trị tương đương với quan trắc thực tế (sai số ~6,6%). Mô phỏng ứng xử của đất theo PLAXIS chênh lệch so với tính toán theo Tiêu chuẩn 22TCN 262-2000 có sai số khoảng ~7,3%.



Hình 5. So sánh độ lún xác định theo tiêu chuẩn, phần mềm và quan trắc.

Từ kết quả so sánh độ lún theo Tiêu chuẩn 22TCN 262-2000, theo mô hình PLAXIS và quan trắc thực tế có sai số lần lượt là 6,6% và 7,3%, có thể nhận xét nền đất được mô hình bằng phần mềm FEM đảm bảo độ tin cậy ứng xử như thực tế. Từ cơ sở này, hoàn toàn có thể xác định phạm vi ảnh hưởng thực tế của công nghệ VCM.

4.4. Kết quả xác định vùng ảnh hưởng

Từ kết quả phân tích, xác định được vùng lún bề mặt. Hình 6 cho thấy chuyển vị đứng (độ lún) bằng 0 khi cách vùng xử lý 13 m.

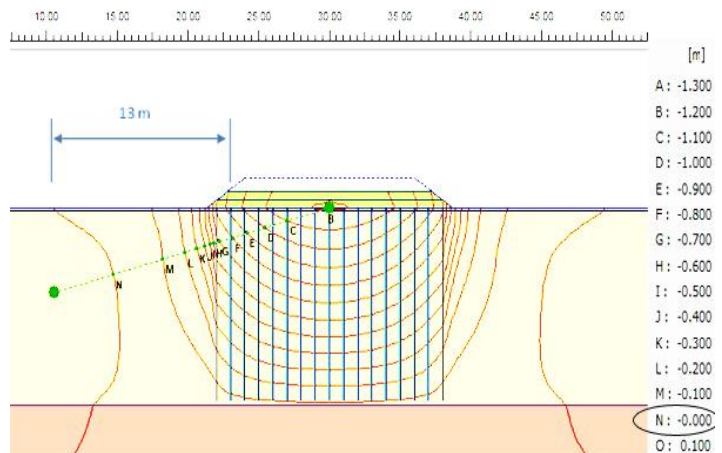
Hình 7 cho thấy chuyển vị ngang bằng 0 khi cách vùng xử lý 20 m. Tại vị trí cách vùng xử lý 11 m thì giá trị chuyển vị ngang 0,06 m. Đây là giá trị sẽ được so sánh, đề cập tại mục 4.5.

Như vậy, đã xác định được vùng ảnh hưởng gây ra từ các biểu diễn chuyển vị đứng và chuyển vị ngang. Trong trường hợp cho phép giới hạn chuyển vị ngang là 0,06 m, tổng hợp các chuyển vị đứng và chuyển vị ngang thì xác định được phạm vi vùng ảnh hưởng tính từ biên vùng xử lý là 13 m. Các công trình lân cận trong phạm vi này sẽ cần được xem xét sử dụng giải pháp bảo vệ.

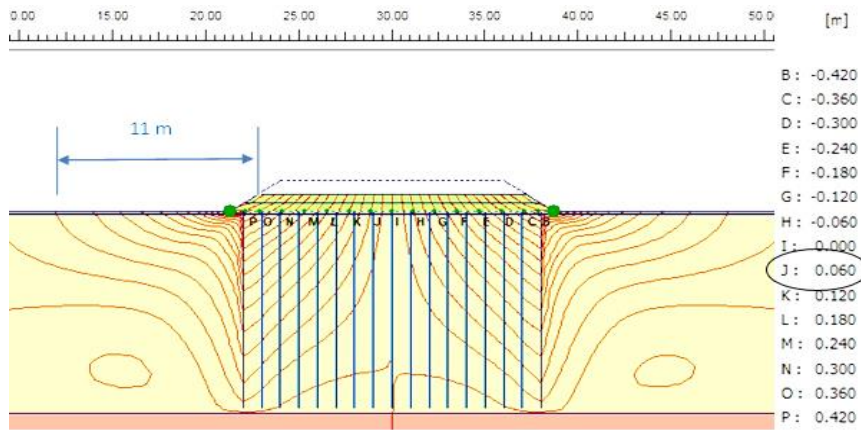
4.5. Đề xuất giải pháp bảo vệ công trình lân cận

Đề xuất đóng cừ ván thép Larsen về một phía của vùng xử lý.

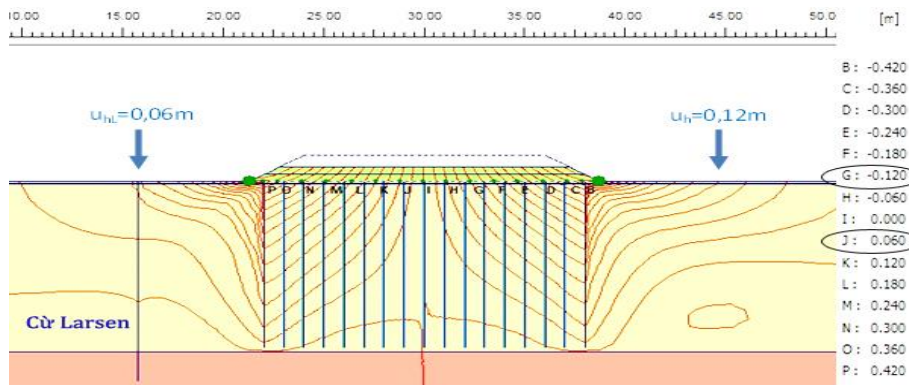
Trong trường hợp có và không có cừ Larsen thì chuyển vị ngang khác biệt rõ rệt tại bề mặt. Tại vị trí đóng cừ Larsen chuyển vị ngang giảm xuống còn 0,06 m, trong khi tại vị trí tương tự nhưng không có cừ Larsen là 0,12 m được thể hiện trên Hình 8.



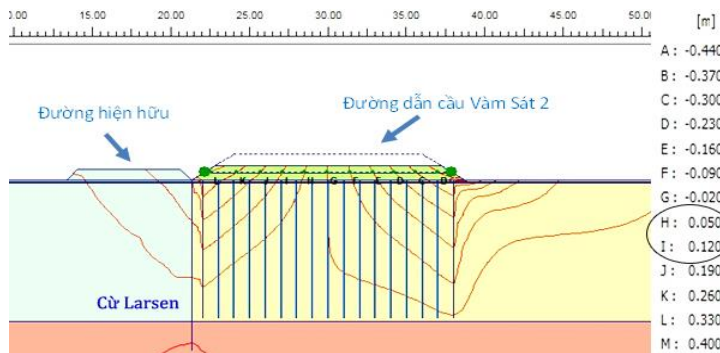
Hình 6. Biểu diễn các giá trị chuyển vị đứng.



Hình 7. Biểu diễn các giá trị chuyển vị ngang.



Hình 8. Chuyển vị ngang trong trường hợp sử dụng và không sử dụng cừ Larsen.



Hình 9. Sử dụng cừ Larsen bảo vệ đường hiện hữu.



Hình 10. Hình ảnh thực tế.

Trong trường hợp cạnh vùng xử lý có công trình đường hiện hữu, tiếp tục sử dụng giải pháp đóng cừ Larsen để bảo vệ công trình. Hình 9, 10 cho thấy cừ Larsen làm giảm chuyển vị bề mặt ảnh hưởng bởi công nghệ VCM, chuyển vị ngang tại bề mặt chỉ còn dao động từ 0,05÷0,12 m. Các giá trị này không ảnh hưởng đáng kể đến đường hiện hữu.

Tham khảo giới hạn chuyển vị ngang đã được tiêu chuẩn hóa, tại Bảng 3 Tiêu chuẩn TCVN 12250:2018^{iv} cho phép chuyển vị giới hạn tại

đỉnh cừ Larsen $U_{gh}=0,08$ m. Như vậy sử dụng cừ Larsen trong các trường hợp trên (0,06m và (0,05-0,12)m) cơ bản đảm bảo công trình lân cận không bị ảnh hưởng.

5. Kết luận

Bài báo nghiên cứu thực tế hiện tượng lún nứt của một số công trình lân cận các dự án sử dụng công nghệ VCM và chỉ ra nội dung chưa đề cập của Tiêu chuẩn TCVN 9842:2013. Nghiên cứu đã xác

định phạm vi ảnh hưởng của công nghệ VCM tại công trình cụ thể, đề ra giải pháp bảo vệ công trình lân cận và cho kết quả tin cậy, rút ra một số nhận xét sau:

(1) Xác định được phạm vi ảnh hưởng của công nghệ VCM qua phần mềm FEM. Khi độ lún theo phương thẳng đứng gần với kết quả thực nghiệm thì phạm vi ảnh hưởng (chuyển vị ngang bề mặt) xác định trên phần mềm FEM cũng tương đương thực tế.

(2) Trong phạm vi ảnh hưởng của công nghệ VCM, có thể sử dụng cừ ván thép larsen hoặc các giải pháp tương tự để bảo vệ công trình lân cận.

(3) Vấn đề xác định phạm vi vùng ảnh hưởng của công nghệ VCM hoặc nội dung lưu ý đảm bảo an toàn công trình lân cận cần thiết phải được đề cập trong Tiêu chuẩn Việt Nam để tránh các sự cố ngoài ý muốn.

Tài liệu tham khảo

Indraratna, B., Rujikiatkamjorn, C., (2008). Effects of Partially Penetrating Prefabricated Vertical Drains and Loading Patterns on Vacuum Consolidation. *Proceeding of ASCE GeoCongress: Geosustainability and Geohazard Mitigation, New Orleans, ASCE, Reston, VA, USA, 596-603.*

Liu, J., Fu, H., Wang, J., Cai, Y., Hu, X., (2018). Estimation of Influence Scope of Lateral Displacement of Soft Ground under Vacuum

Pressure with PVD. *Advances in Civil Engineering. Vol 2018, Article ID 8248049.*

Long, P. V., Bergado, D. T., Nguyen, L. V., Balasubramaniam, A. S., (2013). Design and Performance of Soft Ground Improvement using PVD with and without Vacuum Consolidation. *Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA, Vol.44, No.4, 2013, ISSN 0046-5828.*

Nguyen M. D., Le, D. V., Pham, B. T., (2017). Prediction of Lateral Displacement of Ground Improved by Mernard Vacuum Consolidation Method based on Characteristics of Soft Soil and Settlement Observation Results. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). Vol 8, Issue 11, 2017, 526-535.*

Nguyen Trong Nghia (2019) Modelling of a vacuum consolidation project in Viet Nam. *Journal of Science Ho Chi Minh City Open University, 9(2):67-84.*

Ong, C., Chai, J., (2011) Lateral displacement of soft ground under vacuum pressure and surcharge load. *Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China, 5(2):239-248.*

Witasse, R., Racinais, J., Maucotel, F., Galavi, V., Brinkgreve, R., Plomteux, C., (2012). Finite Element Modeling of Vacuum Consolidation using Drain Elements and Unsaturated Soil Conditions. ISSMGE - TC 211. *International Symposium on Ground Improvement IS-GI. 2012, Brussels, Belgium.*

ⁱ ADB, MoT, Aus. Gov (2019). Implementation of Environmental management plans and compliance with ADB safeguard policy. Report No.5, March 2019. Point 7.2.5.vi. pp 42 of 131

ⁱⁱ Tiêu chuẩn JGJ 79-2002. Thiết kế và thi công cải tạo nền đất trong xây dựng. Bộ Xây dựng Trung Quốc ban hành (tiếng Trung Quốc).

ⁱⁱⁱ Tiêu chuẩn JTS 147-2-2009. Kỹ thuật đặc biệt gia tải chân không cải tạo đất yếu. Bộ Giao thông vận tải Trung Quốc ban hành (tiếng Trung Quốc).

^{iv} TCVN 12250:2018 “Cảng đường thủy nội địa - Công trình bến - Yêu cầu thiết kế”.