

GIỚI THIỆU PHƯƠNG PHÁP PHUN VỮA TRONG SỬA CHỮA CỌC KHOAN NHỒI

PGS. TS Nguyễn Việt Trung
KS. Nguyễn Thị Tuyết Trinh
Đại học Giao thông vận tải

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây công nghệ cọc khoan nhồi đang ngày càng phát triển và áp dụng rộng rãi trong các công trình cả nước, đặc biệt là các công trình trong vùng địa chất xấu. Cùng với việc phát triển của công nghệ, trình độ thi công cọc khoan nhồi của các nhà thầu xây dựng cũng ngày càng được nâng cao. Tuy nhiên không tránh khỏi những rủi ro đáng tiếc về chất lượng cọc.

Sau khi thi công xong cọc khoan nhồi, các thí nghiệm như thí nghiệm siêu âm, thí nghiệm thử tĩnh, thí nghiệm thử động.... được tiến hành để kiểm tra chất lượng cọc.

Đối với các trường hợp chất lượng cọc không tốt (bê tông không đồng nhất) thì phải có các biện pháp xử lý kịp thời và hiệu quả.

Bài báo trình bày một số kinh nghiệm bước đầu áp dụng các phương pháp phun vữa để sửa chữa cọc khoan nhồi có chất lượng bê tông không đồng nhất ở phần chân cọc. Phương pháp này khá điển hình và hiệu quả đã được áp dụng cho một số công trình ở Việt nam trong năm qua.

2. Các bước tiến hành

1. Phân tích kết quả thí nghiệm siêu âm
2. Tìm hiểu nguyên nhân
3. Phân loại các hư hỏng theo mức độ
4. Đưa ra các biện pháp sửa chữa cho các mức độ hư hỏng và các tiêu chí cần đạt được sau khi sửa chữa
5. Tiến hành công tác sửa chữa
6. Kiểm tra hiệu quả công tác sửa chữa qua thí nghiệm khoan lõi, nén tĩnh...

3. Phân loại các phương pháp

Tùy theo mức độ và vị trí không đồng nhất của bê tông mà có các phương pháp thích hợp. Các phương pháp chỉ ra sau đây chỉ áp dụng cho cọc có phần bê tông không đồng nhất ở chân cọc.

- Phương pháp 1: Phương pháp gia cố cho thân cọc phần chân cọc bị hỏng, bơm vữa gia cố vào chân cọc. Phương pháp này có thể áp dụng sửa chữa các cọc hỏng ở chân cọc với chiều cao của vùng bê tông không đồng nhất nhỏ hơn 1m

- Phương pháp 2: Phương pháp gia cố cho đất nền ở xung quanh chân cọc, phun vữa vào đất nền xung quanh cọc. Phương pháp này có thể áp dụng để

sửa chữa các cọc hỏng ở chân cọc với chiều cao của vùng bê tông không đồng nhất trong khoảng 1~5m

- Phương pháp 3: Phương pháp thay thế hoàn toàn cọc mới, thi công thêm cọc khoan nhồi ở bên cạnh, mở rộng đài cọc. Phương pháp này dành cho các cọc hỏng ở chân cọc với chiều cao của vùng bê tông không đồng nhất lớn hơn 5m

4. Chi tiết các phương pháp chính

4.1 Phương pháp bơm vữa gia cố phần thân cọc có chất lượng bê tông không đồng nhất (Injection Grouting)

Bơm vữa gia cố thân cọc là một trong những biện pháp phổ biến để sửa chữa cọc có chất lượng bê tông không đồng nhất. Công tác bơm vữa này có thể tiến hành qua các lỗ khoan lõi.

Thực tế nếu nhật ký thi công cho thấy không có sự cố nào xảy ra trong quá trình thi công như sập vách, tắc ống bơm bê tông... thì phần chất lượng bê tông không đồng nhất thường rơi vào phần chân cọc do quá trình làm sạch trước khi đổ bê tông không được tốt. Đối với trường hợp chân cọc có chất lượng bê tông không tốt trong khoảng chiều cao dưới 1m có thể áp dụng phương pháp bơm vữa xuống tận phần chân cọc để gia cố cọc.

Trong trường hợp cọc đã có sẵn các ống siêu âm đặt dọc trong thân cọc thì có thể tận dụng luôn những ống siêu âm đó để bơm vữa sửa chữa chân cọc. Bơm vữa áp lực cao qua các ống siêu âm xuống tận chân cọc, phần bê tông không đồng nhất ở chân cọc sẽ được gia cố.

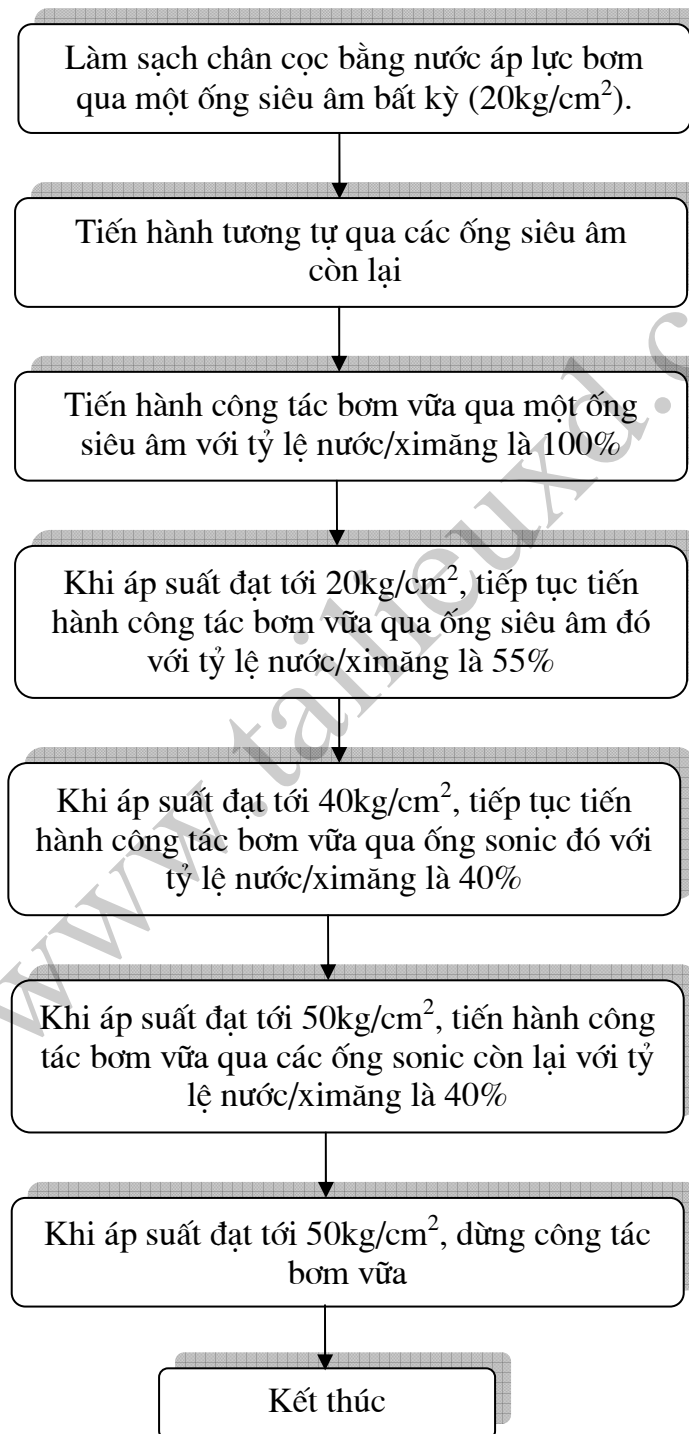
Việc tận dụng này có ưu điểm là thao tác nhanh, không mất thời gian khoan cọc cũng như không làm ảnh hưởng tới thân cọc, đảm bảo vữa được bơm xuống đến tận chân cọc.

Các thí nghiệm như khoan lõi, thử tĩnh... đã được tiến hành để kiểm chứng cho phương pháp này, mẫu khoan lõi lấy lên được đem đi nén. Kết quả cho thấy cường độ nén mẫu khoan lõi tương đương thậm chí còn lớn hơn cường độ bê tông cọc (290kg/cm^2). Điều này cho thấy phương pháp bơm vữa áp lực qua ống siêu âm hoàn toàn có thể áp dụng để gia cố cho phần chân cọc bị hỏng với mức độ hư hỏng không lớn lắm (Chiều cao vùng bê tông không đồng nhất nhỏ hơn 1m)



a. Trình tự thi công

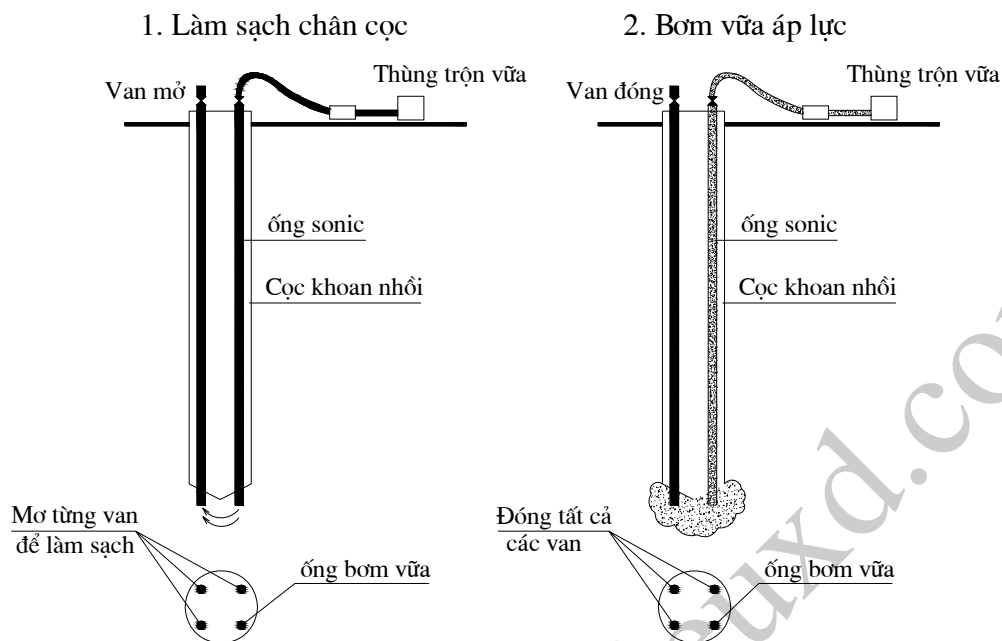
Trình tự siêu âm được nêu ngắn gọn trong biểu đồ 1 dưới đây. Trình tự thi công này chỉ áp dụng cho các cọc khoan nhồi đã đặt sẵn ống siêu âm.



Biểu đồ 1: Trình tự thi công bơm vữa gia cố phần thân cọc

b. Chi tiết các bước thi công

Chi tiết các bước thi công được minh họa ở hình 1 dưới đây.



Hình 1: Chi tiết các bước thi công

Các bước thi công có thể được chia thành bốn bước chính như sau:

- Bước 1: Mở đáy ống siêu âm

Treo gậy sắt vào cần cẩu và dùng cần cẩu nâng lên nâng xuống phá vỡ tất cả các đáy lỗ ống siêu âm

- Bước 2: Làm sạch chân cọc bằng nước áp lực

Hình 2: Hàn ống bơm vữa vào ống siêu âm và đo kiểm tra độ sâu

(ảnh bị xóa để thu nhỏ file)

Hàn ống bơm vữa vào ống siêu âm qua nút nối. Bơm nước áp lực vào, bùn đất sẽ được thoát ra qua ống. Bơm nước vào đến khi nước thoát ra không còn lẫn bùn đất nữa thì chuyển ống bơm sang ống siêu âm tiếp theo và lặp lại quá trình tương tự. Tại thời điểm cuối cùng của công tác làm sạch này, áp lực nước phải lớn hơn 20kg/cm^2

- Bước 3: Bơm vữa áp lực

Sau khi hoàn thành công tác làm sạch, nối vòi bơm vữa vào một ống siêu âm bất kỳ và bắt đầu công tác bơm vữa. Tại thời điểm ban đầu này các van ở các ống siêu âm khác sẽ được mở ra.

Khi bắt đầu công tác bơm vữa, vữa bơm sẽ được tiến hành cùng với nước, kiểm tra xem nước có thoát ra ở các ống đối diện hay không. Sau khi xác nhận đã có nước thoát ra, bơm vữa xi măng loãng vào thay cho nước. Đến khi áp lực vữa đạt 20kg/cm^2 hay khối lượng vữa bơm vào lên đến $1,0\text{m}^3$ cho các cọc đường kính $1,5\text{m}$ và $0,5\text{m}^3$ cho các cọc đường kính $1,0\text{m}$ thì có thể tạm dừng công tác bơm vữa.

Tiếp tục quá trình bơm vữa xi măng hàm lượng đặc hơn ($N/X = 55\%$). Nếu vữa xi măng bị thoát ra qua các ống siêu âm còn lại thì phải đóng các van của các ống đó lại và tiếp tục quá trình bơm vữa.

Khi áp lực vữa đạt tới 40kg/cm^2 hay khối lượng vữa bơm vào lên đến $2,0\text{m}^3$ cho các cọc đường kính $1,5\text{m}$ và $0,9\text{m}^3$ cho các cọc đường kính $1,0\text{m}$ thì có thể tạm dừng công tác bơm vữa.

Tiếp tục quá trình bơm vữa xi măng hàm lượng đặc hơn nữa ($N/X = 40\%$). Khi áp lực vữa đạt tới 50kg/cm^2 thì dừng công tác bơm vữa cho ống siêu âm đó.

Tiếp tục quá trình bơm vữa cho ống siêu âm tiếp theo với tỷ lệ trộn thiết kế ($N/X=40\%$). Tương tự van ở ống siêu âm vừa bơm vữa sẽ được đóng lại và ở các ống còn lại sẽ được mở ra trong quá trình bơm vữa.

Khi áp lực vữa đạt tới 50kg/cm^2 thì dừng công tác bơm vữa cho ống siêu âm đó và chuyển sang các ống tiếp theo cho đến khi hoàn thành công tác bơm vữa cho tất cả các ống siêu âm.

- Bước 4: Bảo dưỡng

Sau khi bơm vữa xong tất cả các ống siêu âm đều được đóng lại và không được va chạm vào ống siêu âm trong thời gian vữa xi măng ninh kết, ít nhất là 24 tiếng.

c. Tỷ lệ trộn vữa

Nếu cường độ cọc khoan nhồi là 290 kg/cm^2 , cường độ vữa bơm gia cố cũng sẽ lấy là 290kg/cm^2 . Với cường độ vữa như vậy, sau nhiều cuộc trộn thử, tỷ lệ trộn vữa trộn được đưa ra trong bảng 1 dưới đây.

Bảng 1: Tỷ lệ trộn vữa bơm gia cố thân cọc.

Vật liệu	N/X	Xi măng PCB30	Nước	Phụ gia
Khối lượng cho 1m^3 vữa	100%	760kg	760kg	Không có
	55%	1146kg	630kg	Không có
	40%	1383kg	553kg	Không có

d. Thiết bị chủ yếu

Phương pháp này chỉ yêu cầu các thiết bị chủ yếu sau:

1. Máy bơm vữa công suất 50~60kg/cm² (Xem hình 3)
2. Máy trộn vữa công suất 150~200 lít.
3. Vòi bơm vữa, van, cút nối...

Hình 3: Máy bơm vữa(ảnh bị xoá để thu nhỏ file)

e. Áp lực bơm vữa

Sau khi tiến hành tính toán cùng với các cuộc thử nghiệm bơm thử, áp lực bơm vữa dự tính đưa ra trong bảng 2 dưới đây. Áp lực bơm vữa này áp dụng cho ống siêu âm có đường kính 50cm, khi đường kính ống siêu âm thay đổi, cần phải tính toán lại áp lực bơm vữa.

Bảng 2: Áp lực bơm vữa dự tính.

Chiều dài cọc (m)	35	40	45	50
Áp lực lớn nhất (kg/cm ²)	60	68	77	85

f. Kết quả thí nghiệm kiểm tra hiệu quả công tác sửa chữa

Sau khi hoàn thành công tác sửa chữa, tiến hành các thí nghiệm kiểm tra bằng các phương pháp như nén tĩnh, thử động, khoan lõi lấy mẫu. Kết quả trong bảng 3 dưới đây được trích ra từ một công trình cọc khoan nhồi đã áp dụng phương pháp bơm vữa qua ống siêu âm để sửa chữa cọc đường kính 1,5m, chiều cao phần bê tông không đồng nhất nhỏ hơn 1m.

Bảng 3: Kết quả thu được qua các thí nghiệm nén tĩnh, thử động, khoan lõi.

Phương pháp thí nghiệm	Đường kính cọc	Chiều cao phần cọc hỏng (m)	Tải trọng thiết kế (tấn)		Tải trọng thử (tấn)	Tổng độ lún (mm)	Độ lún dư (mm)
	(m)		Tổ hợp thường	Tổ hợp động đất			
Nén tĩnh	1,5	1	501	870	501	2,315	0,225
					1002	5,865	0,360

Phương pháp thí nghiệm	Đường kính cọc	Chiều cao phần cọc hỏng	Tải trọng thiết kế (tấn)		Sức kháng do ma sát	Sức kháng đầu cọc	Tổng sức kháng
	(m)	(m)	Tổ hợp thường	Tổ hợp động đất	(tấn)	(tấn)	(tấn)
Thử động	1,5	1	501	870	1295.4	450.5	1745.9

Phương pháp thí nghiệm	Đường kính cọc	Chiều cao phần cọc hỏng	Cường độ thiết kế của cọc	Cường độ nền mẫu
	(m)	(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
Khoan lõi	1,5	1	290	345.9

4.2 Phương pháp phun vữa gia cố phần đất nền xung quanh chân cọc có chất lượng bê tông không đồng nhất (Column Jet Grouting)

Đối với trường hợp chân cọc có chất lượng bê tông không tốt với chiều cao phần bê tông không đồng nhất lớn hơn 1m có thể áp dụng phương pháp phun vữa xuống tận độ sâu chân cọc để gia cố đất nền xung quanh cọc.

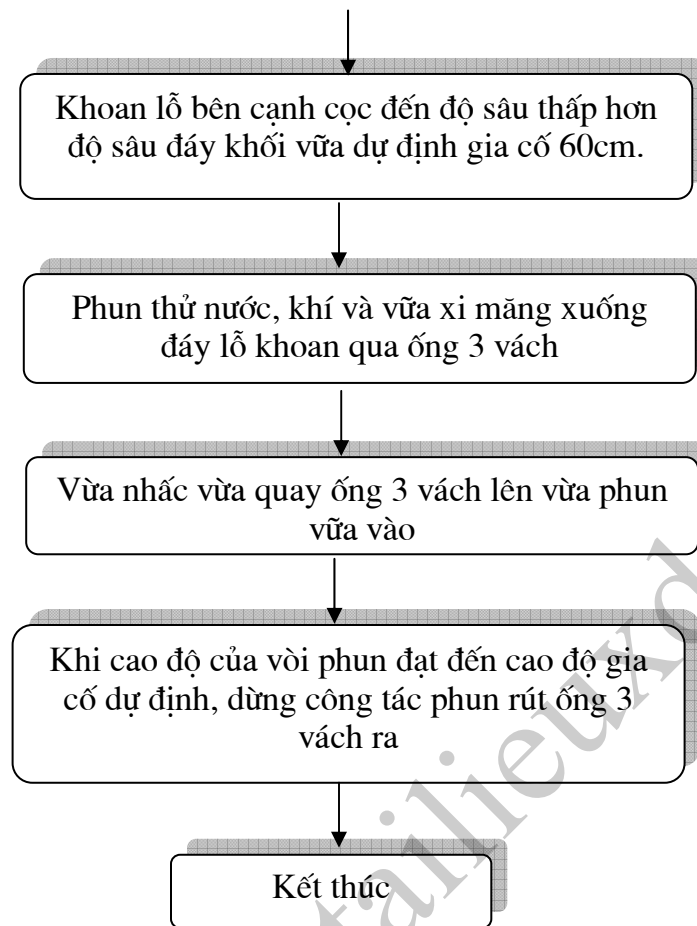
Đối với phương pháp gia cố đất nền này có thể áp dụng phương pháp phun vữa tạo cột (Column Jet Grouting). Đây là phương pháp sử dụng máy phun vữa qua các lỗ khoan bên cạnh thân cọc, phun vữa vào nền đất xung quanh chân cọc để gia cố nền đất. Điều đó đồng thời với việc nâng cao độ nền đất chịu lực lên, chân cọc sẽ được chống vào nền vữa vừa phun vào này. Đáy khối vữa dự định gia cố sẽ thấp hơn chân cọc thực tế 0,5m. Đỉnh khối vữa dự định gia cố sẽ cao hơn đỉnh của phần bê tông không đồng nhất từ 1,0~2,0m.

Để khẳng định cho hiệu quả của phương pháp này người ta đã tiến hành làm các cuộc thử nghiệm phun vữa ở độ sâu 3m, sau đó đào lên kiểm tra hiệu quả của công tác phun vữa đó như đo kích thước khối vữa phun xuống, lấy mẫu đem đi nén thử... Ngoài ra công tác phun vữa này cũng đã được áp dụng để sửa chữa cọc cho một số công trình. Sau khi sửa chữa các thí nghiệm như thử tĩnh thử động, khoan lõi ... cũng đã được tiến hành để kiểm chứng. Kết quả cho thấy phương pháp phun vữa hoàn toàn có thể áp dụng để sửa chữa chân cọc với chiều cao phần cọc hỏng nhỏ hơn 5~7m.

a. Trình tự thi công

Trình tự siêu âm được nêu ngắn gọn trong biểu đồ 2 dưới đây.

Chuẩn bị hố chứa bùn đất

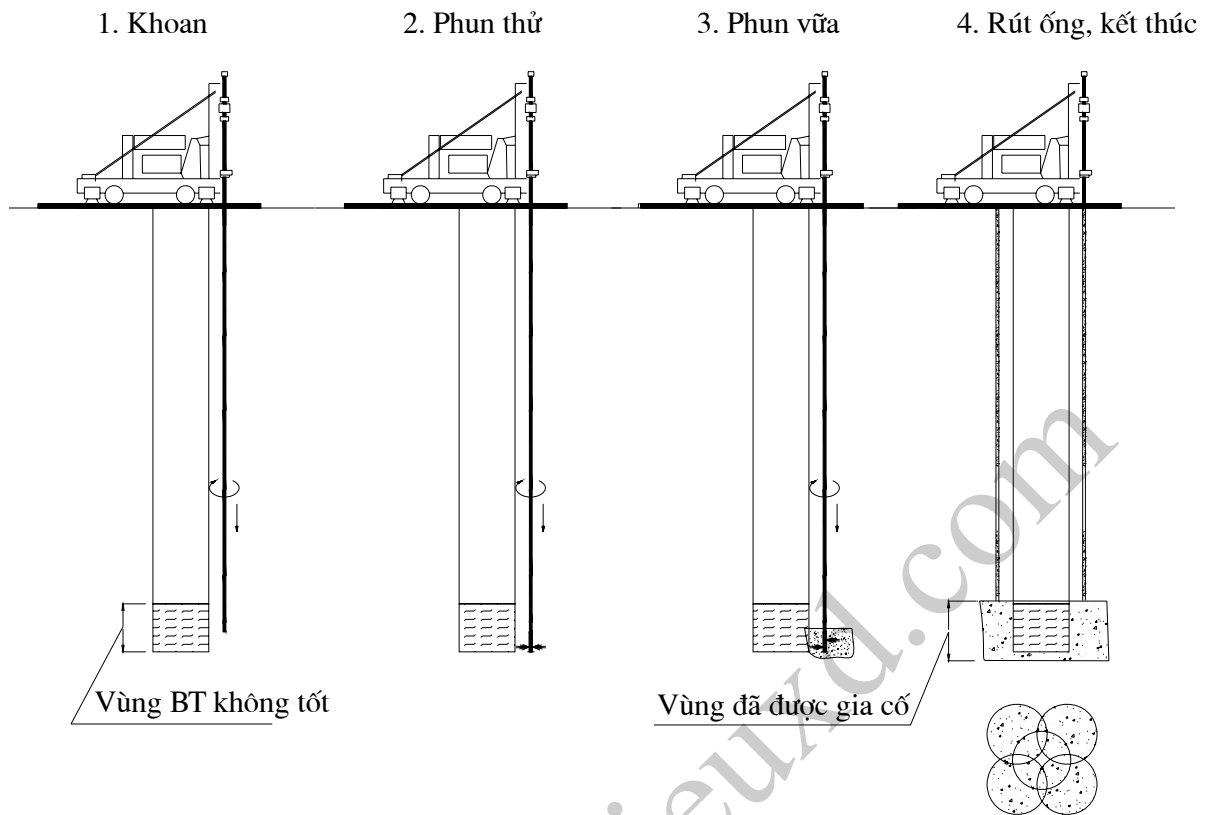


Biểu đồ 2: Trình tự thi công phun vữa gia cố đất nền xung quanh chân cọc

b. Chi tiết các bước thi công

Chi tiết các bước thi công được minh họa ở hình 5 dưới đây.





**Hình 4: Các bước thi công
phun vữa gia cố đất nền xung quanh chân cọc**

Các bước thi công có thể được chia thành bốn bước chính như sau:

- Bước chuẩn bị

Chuẩn bị hố chứa dung dịch đất cho quá trình thay thế đất. Tổng khả năng của hố chứa dung dịch đất phải lớn hơn khối lượng đất được vữa xi măng thay thế. Nếu không đào hố chứa thì phải chuẩn bị sàn thi công để giữ máy cao hơn.

Kỹ sư xác nhận vị trí tìm lỗ khoan. Vị trí tìm lỗ khoan có thể xô dịch một chút do các điều kiện chi phối như có chướng ngại vật... Xác định độ nghiêng cần thiết của ống vách theo vị trí của điểm tại khu vực cần gia cố ở chân cọc.

- Bước 1: Khoan

Sau khi xác định được tìm lỗ khoan, đặt máy khoan theo độ nghiêng cần thiết. Khoan vào lòng đất đến độ sâu thấp hơn độ sâu đáy khối vữa dự định gia cố 60cm.

Độ nghiêng của lỗ khoan được duy trì bằng thước nghiêng trong suốt quá trình khoan và được kiểm tra bằng thiết bị đo độ nghiêng sau khi khoan xong để đưa ống phun vào vị trí tương ứng

Nếu chân ống vách bị lệch hướng lớn hơn qui định thì sẽ phải rút ống vách lên và dùng vữa xi măng lấp đầy lỗ. Sau một ngày tiến hành khoan lại lỗ khác.

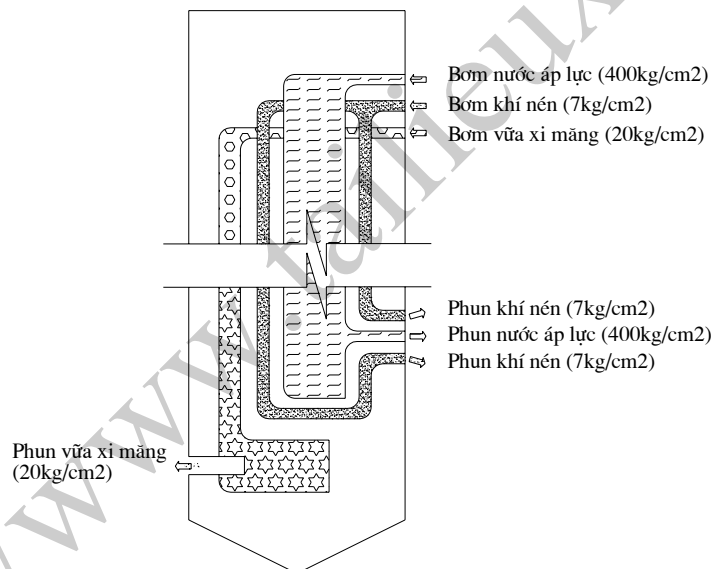
Bước 2: Phun thử

Đưa ống 3 vách vào đáy lỗ khoan. Rút ống vách lên khỏi vùng cần gia cố nhưng nhỏ hơn 16m tính từ đỉnh khối vữa dự định gia cố để giữ ổn định chất lượng vữa phun tại đỉnh cần làm sạch bằng thổi khí. Phun thử bằng máy nén khí, phun nước áp lực cao và vữa xi măng vào.

- Bước 3: Phun vữa

Nếu lần phun thử thoả mãn thì bắt đầu phun vữa vào. Cứ sau 30 giây lại nhấc ống phun lên. Tốc độ quay của ống phun được giữ ở mức độ 5~6 vòng trong 1 phút để làm sao có thể thay dần đất đến khi đạt được diện tích gia cố như dự định.

Đặc trưng của máy phun vữa sử dụng ở đây là ống ba vách. Mô hình làm việc của ống ba vách được minh hoạ bằng hình 5 dưới đây.

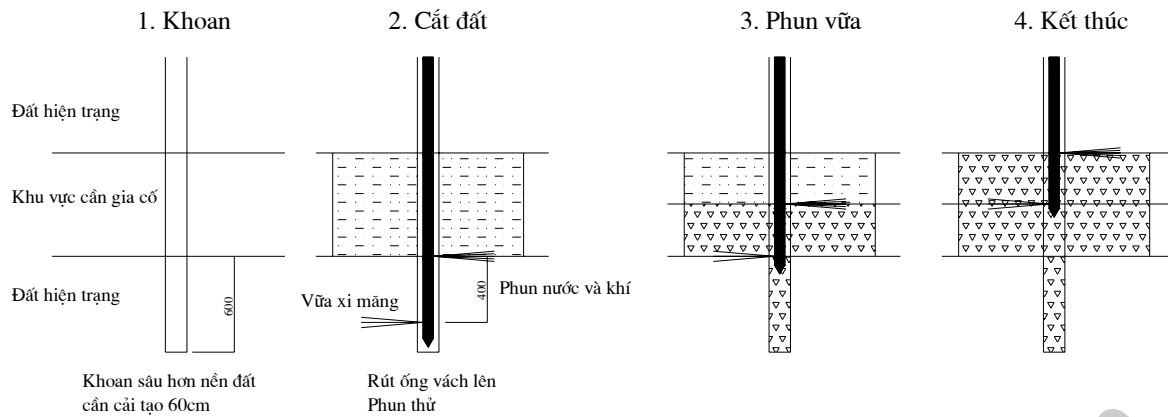


Hình 5: Mô hình làm việc ống 3 vách máy phun vữa

- Bước 4: Rút ống phun ra và kết thúc

Khi cao độ của vòi phun đạt đến cao độ gia cố dự định thì dừng công tác phun và quay lại để rút dần dần ống phun ra. Trong quá trình rút ống phun ra vữa xi măng sẽ liên tục được tháo ra để lấp đầy lỗ khoan để chống lại ảnh hưởng của đất nền xung quanh

Hình 6 dưới đây minh hoạ chu trình làm việc của máy phun vữa ống ba vách.



Hình 6: Chu trình làm việc của máy phun vữa

c. Tỷ lệ trộn vữa

Phương pháp này chỉ mong đợi cường độ vữa bơm là 30kgf/cm^2 , tức là gia cố thêm cho đất xung quanh chân cọc. Với cường độ vữa như vậy, sau nhiều cuộc trộn thử, tỷ lệ trộn vữa được đưa ra trong bảng 4 dưới đây.

Bảng 4: Tỷ lệ trộn vữa bơm gia cố đất nền xung quanh chân cọc.

Xi măng	760 kg
Phụ gia	12 kg
Nước	750 kg

d. Thiết bị chủ yếu

Phương pháp này yêu cầu các thiết bị chủ yếu liệt kê trong bảng 5 dưới đây:

Bảng 5: Thiết bị chủ yếu phương pháp gia cố đất nền xung quanh chân cọc.

TT	Tên thiết bị	Loại	Công suất
1	Máy phun vữa (Hình 7)	CJG-150K	30kW
2	Máy bơm áp lực cao	SG-75	55kW
3	Máy phun vữa	SG-30	22kW
4	Máy khoan	MG-15	11kW

5	Panel điều khiển	KGR303	2kW
6	Máy trộn vữa	NMA-1000L	
7	Máy nén	DENYO DIS-765US	1,27MPa
8	Bơm đim	2 inch	2kW
9	Máy phun làm sạch		3,7kW
10	Máy bơm cát	4 inch	11kW
11	Ống vách	d =142mm, l = 2,0m	
12	Ống 3 vách	d = 90mm, l = 3,0m	
13	Vòi áp lực cao	d =19 mm, L =20m	
14	Cần cẩu	25 tấn	
15	Thùng nước	20m ³	
16	Máy phát điện	NISSYA NES400SM-2	

Hình 7: Máy phun vữa (ảnh bị xoá để thu nhỏ file)

e. Kết quả thí nghiệm kiểm tra hiệu quả của phương pháp sửa chữa

Sau khi hoàn thành công tác sửa chữa, tiến hành các thí nghiệm kiểm tra bằng các phương pháp như nén tĩnh, thử động, khoan lõi lấy mẫu. Kết quả trong bảng 6 dưới đây được trích ra từ một công trình cọc khoan nhồi đã áp dụng phương pháp phun vữa để gia cố nền đất xung quanh chân cọc đường kính 1,5m, chiều cao phân bê tông không đồng nhất lớn hơn 5m.

**Bảng 6: Kết quả thu được qua các thí nghiệm
nén tĩnh, thử động, khoan lõi.**

Phương pháp thí nghiệm	Đường kính cọc	Chiều cao phân cọc hỏng	Tải trọng thiết kế	Tải trọng thử		Tổng độ lún	Độ lún dư
	(m)	(m)	(tấn)	(tấn)		(mm)	(mm)

Nén tĩnh	1,5	5	432	432	100%	2,440	0,287
				864	200%	5,675	0,197

Phương pháp thí nghiệm	Đường kính cọc	Chiều cao phần cọc hông	Tải trọng thiết kế (tấn)		Sức kháng do ma sát	Sức kháng đầu cọc	Tổng sức kháng
	(m)	(m)	Tổ hợp thường	Tổ hợp động đất	(tấn)	(tấn)	(tấn)
Thử động	1,5	5	432	778	1248,50	382,00	1630,5

Phương pháp thí nghiệm	Đường kính cọc	Chiều cao phần cọc hông	Cường độ cần đạt được của nền đất gia cố	Cường độ nén mẫu
	(m)	(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
Khoan lõi	1,5	5	30	80,40

Hình 8 dưới đây là hình chụp mẫu phun vữa gia cố đất ở độ sâu 5m dưới lòng đất sau khi phun xong và được đào lên để kiểm tra bằng mắt thật.

Hình 8: Thí nghiệm đào trực tiếp đo đạc kích thước khối phun vữa thử trong lòng đất (ảnh bị xóa để thu nhỏ file)

5. Kết luận

Trên cơ sở các kinh nghiệm áp dụng phương pháp phun vữa sâu để sửa chữa cọc khoan nhồi ở một số công trình ở nước ta vừa qua có thể kết luận rằng trong các phương pháp sửa chữa cọc đã được áp dụng hiện nay, phương pháp phun vữa tạo cột (Column Jet Grouting) là một trong những phương pháp sửa chữa hiệu quả và triệt để nhất, nhất là đối với những cọc có chiều cao phần bê tông không đồng nhất tương đối lớn (từ 1m đến 5m).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Một số Hồ sơ sửa chữa cọc công trình ở Hà nội (Bộ Giao thông vận tải)
2. NGUYỄN VIỆT TRUNG, LÊ THANH LIÊM
Cọc khoan nhồi trong công trình giao thông, NXB Xây dựng, Hà nội, 2003
3. NGUYỄN BÁ KẾ
Thi công Cọc khoan nhồi, NXB Xây dựng, Hà nội, 1997
4. Phương pháp sửa chữa cọc khoan nhồi – Nhà thầu Obayashi và Sumitomo (Nhật Bản)

TÓM TẮT TIẾNG VIỆT

Giới thiệu một số phương pháp sửa chữa cọc khoan nhồi có chất lượng không đồng nhất qua việc áp dụng công nghệ phun vữa, đặc biệt là công nghệ CJG (Column Jet Grouting), công nghệ phun vữa sử dụng máy phun vữa ống 3 vách. Đây là một phương pháp sửa chữa cọc hiệu quả đã được áp dụng để sửa chữa cho một số công trình xây dựng các nhà cao tầng cũng như công trình cầu ở Việt Nam. Bài viết đưa ra những số liệu thí nghiệm cụ thể kiểm tra hiệu quả của phương pháp. Qua các kết quả kiểm tra có thể khẳng định tính hiệu quả của phương pháp phụt vữa cũng như triển vọng áp dụng ở Việt Nam.

TÓM TẮT TIẾNG ANH

This paper introduces a remedial method for non-homogeneous bored piles applying Column Jet Grouting method, especially Column Jet Grouting with jet grouting machine using the triple pipe. This method is effective, applied for remedial works at some building constructions and bridge in Vietnam. Some results are also presented. Based on the testing results, the effect of the method and prospect of applying this method in Vietnam is confirmed.

