

Số: 2163 /QĐ-BGTVT

Hà Nội, ngày 18 tháng 11 năm 2019

QUYẾT ĐỊNH

Ban hành Quy định kỹ thuật về thiết kế, thi công và nghiệm thu gia cố nền đất yếu sử dụng hệ thống CMS theo phương pháp MITS

BỘ TRƯỞNG BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

Căn cứ Nghị định số 12/2017/NĐ-CP ngày 10/02/2017 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Giao thông vận tải;

Xét đề nghị của Viện Khoa học và Công nghệ GTVT và Công ty TNHH Murakamijuuki tại Văn bản số 2196/VKHCN ngày 07/11/2019 về việc xin phê duyệt “Quy định kỹ thuật về thiết kế, thi công và nghiệm thu gia cố nền đất yếu sử dụng hệ thống CMS theo phương pháp MITS”;

Theo đề nghị của Vụ trưởng Vụ Khoa học - Công nghệ,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành kèm theo quyết định này “Quy định kỹ thuật về thiết kế, thi công và nghiệm thu gia cố nền đất yếu sử dụng hệ thống CMS theo phương pháp MITS”.

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực thi hành kể từ ngày ký.

Điều 3. Chánh Văn phòng, Chánh Thanh tra Bộ, các Vụ trưởng, Tổng cục trưởng Tổng cục Đường bộ Việt Nam, Cục trưởng các Cục thuộc Bộ, Viện trưởng Viện KH&CN GTVT, Giám đốc Công ty TNHH Murakamijuuki, Giám đốc Sở Giao thông vận tải các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương, Thủ trưởng các cơ quan, tổ chức có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này. /.

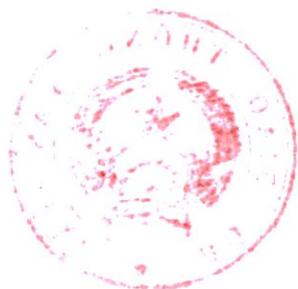
Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- Bộ trưởng (để b/c);
- Các đ/c Thứ trưởng;
- Các Ban QLDA thuộc Bộ;
- Website Bộ GTVT;
- Lưu: VT, KHCN(D,10).

**KT. BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG**



Nguyễn Ngọc Đông



QUY ĐỊNH KỸ THUẬT
VỀ THIẾT KẾ, THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU SỬ
DỤNG HỆ THỐNG CMS THEO PHƯƠNG PHÁP MITS

*(Ban hành kèm theo Quyết định số 2163 /QĐ-BGTVT ngày 18 / 11 /2019
của Bộ trưởng Bộ Giao thông vận tải)*

1 Phạm vi áp dụng

Quy định kỹ thuật này quy định những yêu cầu cơ bản về khảo sát – thí nghiệm, thiết kế, thi công và nghiệm thu trụ đất xi măng dùng để xử lý – gia cố nền đất yếu trong xây dựng công trình giao thông theo hệ thống CMS của phương pháp MITS, sau đây gọi là hệ thống CMS.

Hệ thống CMS có thể áp dụng trong công tác phòng chống sạt lở và sập lún, hạn chế lún dề kè, tăng khả năng chịu lực của tường chắn, hạn chế chuyển vị bên kết cấu móng, tăng khả năng chịu lực của cống hộp, giữ đất, xây dựng nhà và công trình có tải trọng nhẹ, khối đắp, ổn định mái dốc...

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu sau đây là rất cần thiết để áp dụng quy định kỹ thuật này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có):

- TCVN 2682:2009, Tiêu chuẩn xi măng poóc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 6260:2009, Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 4316:2007, Xi măng poóc lăng xi lò cao.
- TCVN 9398: 2012, Công tác trắc địa trong xây dựng.
- TCVN 9403:2012, Gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng.
- TCVN 3121-3:2003, Xác định độ lưu động của vữa tươi.
- TCVN 3121-6:2003, Xác định khối lượng thể tích vữa tươi.
- TCVN 9437:2012, Khoan thăm dò địa chất công trình.
- TCVN 6186:1986, Chất lượng nước – Xác định chỉ số Pemanganat.
- TCVN 6492:2011, Chất lượng nước – Xác định pH.
- ASTM D2166, Standard test method for compressive strength of unconfined cohesive soil. Tiêu chuẩn thử nghiệm cường độ nén nở hông của đất sau gia cố.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1 Hệ thống CMS (Combination Mixing Slurry)

Hệ thống trộn vữa kết hợp (CMS) của phương pháp thi công MITS (Middle Pressure Injection Total System) có thể được định nghĩa là phương pháp thi công trộn sâu có

các đặc tính của các phương pháp thi công trộn cơ học và phun áp lực. Hệ thống được thiết kế để đào và trộn sử dụng cánh khuấy cơ học trong khi đồng thời phun vữa xi măng sử dụng thiết bị bơm trung áp để tạo sản phẩm gia cố từ việc trộn và khuấy đồng nhất trong thời gian ngắn.

3.2 Trụ đất xi măng (Soil-Cement Column)

Có hình dạng trụ tròn bằng hỗn hợp đất – xi măng, hay đất – vữa xi măng được chế tạo bằng cách trộn cơ học xi măng hoặc vữa xi măng với đất tại chỗ (in – situ).

3.3 Trộn ướt (Wet-Mixing)

Quá trình gồm xáo tơi đất bằng cơ học tại hiện trường và trộn vữa xi măng gồm nước, xi măng, có hoặc không có phụ gia với đất.

4 Quy định chung

4.1 Công nghệ thi công trong quy định kỹ thuật này là công nghệ trộn sâu, bao gồm:

- a) Phương pháp gia cố nền đất sử dụng hệ thống trộn bơm vữa áp lực trung bình (áp lực từ 5 – 20 MPa) và một cánh khuấy đặc biệt;
- b) Hình dáng và bố trí đa dạng gồm trụ đơn, mảng, khối, tường và tổ hợp;
- c) Thi công cho các loại đất sét dính có chỉ số SPT < 11, cát pha sét có SPT < 15;
- d) Áp dụng cho đường kính trụ từ 500mm đến 1600mm;
- e) Chiều sâu gia cố tối thiểu là 1m, tối đa là 23m;
- g) Diện tích mặt bằng để lắp đặt máy làm việc tối thiểu là 50m²;
- h) Thi công tại nơi có địa hình nhấp nhô, cao độ chênh nhau từ 0,5m đến 2,0m;
- i) Thi công trong điều kiện với giới hạn chiều cao 7m;
- k) Thi công trong tầm với 7m từ đầu máy cơ sở.

4.2 Thiết kế, thi công gia cố nền đất yếu bằng hệ thống CMS

- a) Công tác trắc địa theo TCVN 9398:2012;
- b) Khảo sát địa chất công trình theo TCVN 9437:2012;
- c) Thiết kế và thi công gia cố nền đất yếu bằng hệ thống CMS theo TCVN 9403:2012.

4.3 Yêu cầu

- a) Tuy cùng một tỷ lệ pha trộn nhưng luôn có sự khác nhau giữa mẫu chế bị trong phòng và thực tế thi công bằng các thiết bị ngoài hiện trường, cho nên việc thi công trụ thử, tìm hiệu quả gia cố tối ưu là quy định bắt buộc;
- b) Hệ thống CMS được tiến hành và quyết định thi công đại trà chỉ có thể đưa ra sau khi đã thi công và thí nghiệm trụ thử đạt yêu cầu quy định của dự án;
- c) Tất cả các thông tin cần thiết để phục vụ dự án cần được cung cấp cho thiết kế, trong đó bao gồm cả kinh nghiệm tích lũy của nhà thầu thi công và tư vấn thiết kế.

4.4 Các thông tin cần thiết để triển khai dự án theo hệ thống CMS

- b) Hồ sơ năng lực, kinh nghiệm của nhà thầu và hệ thống quản lý chất lượng;
- c) Các công trình ngầm và công trình xung quanh;
- d) Đặc điểm kỹ thuật của công trình;
- e) Kinh nghiệm thi công hệ thống CMS từ trước hoặc công trình xây dựng gần kề, bao gồm cả kết quả thí nghiệm hiện trường cấp cho thiết kế;
- g) Chương trình, kế hoạch xây dựng kể cả tiến độ chất tải và gia tải trước;
- h) Tiến độ triển khai thí nghiệm, quy trình nghiệm thu vật liệu đưa vào công trình;
- i) Tất cả các yêu cầu phát sinh hoặc sửa đổi cần được xác lập và phê duyệt trước khi bắt đầu thi công;
- k) Định mức và đơn giá thi công.

5 Vật liệu

5.1 Các vật liệu được trộn với đất theo hệ thống CMS bao gồm:

- a) Chất kết dính có thể sử dụng một trong các loại xi măng sau: xi măng poóc lăng, xi măng poóc lăng hỗn hợp, xi măng poóc lăng xi lò cao;
- b) Nước.

5.2 Tất cả các vật liệu dùng chế tạo trụ gia cố phải tuân theo các tiêu chuẩn hiện hành liên quan và các quy định môi trường, cụ thể:

- a) Xi măng poóc lăng tuân theo TCVN 2682:2009;
- b) Xi măng poóc lăng hỗn hợp tuân theo TCVN 6260:2009;
- c) Xi măng poóc lăng xi lò cao tuân theo TCVN 4316:2007;
- d) Nước trộn dùng cho hệ thống CMS phải thỏa mãn các yêu cầu sau:
 - Không chứa váng dầu hoặc váng mỡ (được tiến hành bằng quan sát mắt thường);
 - Lượng tạp chất hữu cơ không lớn hơn 15 mg/L (xác định theo TCVN 6186:1986);
 - Độ pH không nhỏ hơn 4 và không lớn hơn 12,5 (xác định theo TCVN 6492:2011);

5.3 Vật liệu tuân theo yêu cầu thiết kế.

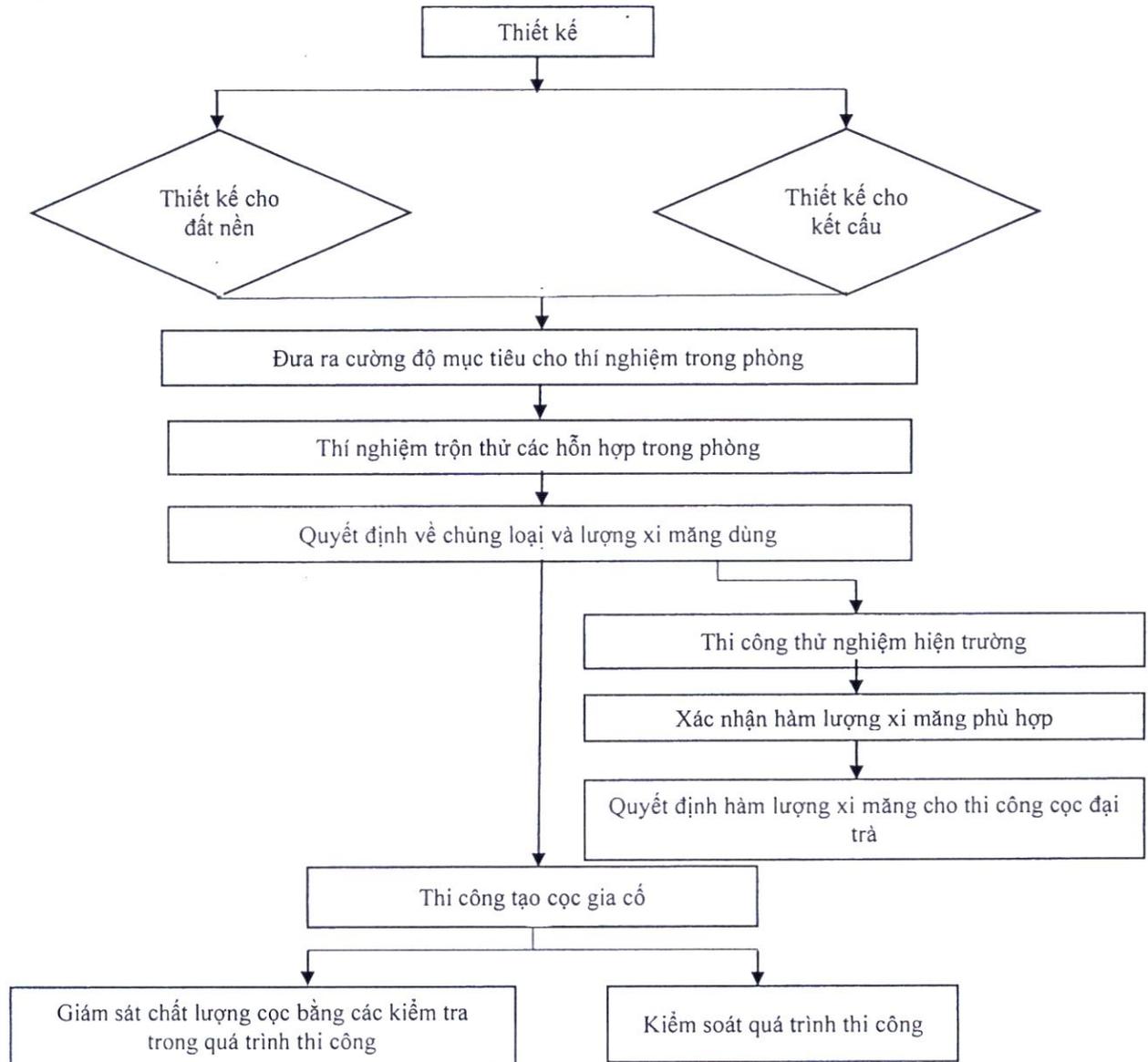
5.4 Nguồn cung cấp vật liệu phải rõ nguồn gốc, khi thay đổi phải được thông báo và có sự chấp thuận.

5.5 Dấu vết của các chất hóa học trong vật liệu được coi là gây ô nhiễm môi trường cần được đánh giá lại tác động môi trường.

6 Công tác thiết kế khi áp dụng hệ thống CMS

6.1 Phương án thiết kế và thi công

Nguyên tắc thiết kế và thi công khi áp dụng hệ thống CMS cũng tuân thủ theo quy trình thi công trộn sâu, quy trình áp dụng hệ thống CMS như sơ đồ được mô tả trong hình 1.



Hình 1 – Sơ đồ quy trình áp dụng hệ thống CMS

6.2 Khảo sát địa kỹ thuật

6.2.1 Quy định chung

6.2.1.1 Công tác khảo sát địa kỹ thuật được thực hiện theo đề cương được duyệt. Đề cương khảo sát do thiết kế lập dựa theo đặc điểm và quy mô của công trình sẽ xây dựng, tham khảo các quy định trong các tiêu chuẩn khảo sát địa kỹ thuật chuyên ngành giao thông.

Chiều sâu khảo sát phải đủ để có thể dự tính độ lún của công trình; khi không có lớp đất cứng thì chiều sâu khoan đến độ sâu không còn ảnh hưởng lún.

6.2.1.2 Để có số liệu đầu vào cho thiết kế, công tác khảo sát địa kỹ thuật cần tiến hành càng sớm càng tốt, để có thể chọn lựa phương án xử lý, ít nhất phải có kết quả thí nghiệm mẫu trong phòng sau 28 ngày bảo dưỡng.

Thí nghiệm trong phòng và hiện trường tuân theo các quy định hiện hành.

6.2.1.3 Hồ khoan hoặc hồ đào khảo sát được bịt kín tránh ảnh hưởng của nước ngầm hoặc thi công trụ sau này.

6.2.2 Thông tin chi tiết

6.2.2.1 Báo cáo khảo sát cần cập thêm thông tin về điều kiện đất nền để thi công trộn sâu theo hệ thống CMS:

- a) Thành phần, phân bố, chiều dày và trạng thái của lớp đất mặt, rễ cây, đất lấp;
- b) Hiện diện của cuội, tảng lán, đá gây khó khăn cho thi công;
- c) Hiện diện của đất có khả năng trương nở;
- d) Hang, hố, khe nứt;
- e) Cao độ nước có áp, sự thay đổi của nó và khả năng phun trào;

6.2.2.2 Đặc trưng vật lý và hóa học

- a) Giới hạn chảy, dẻo;
- b) Phân loại;
- c) Dung trọng;
- d) Thành phần hạt;
- e) Thành phần khoáng;
- g) Độ ẩm tự nhiên;
- h) Hàm lượng hữu cơ;
- i) Độ pH trong đất.

6.2.2.3 Đặc trưng cơ học

- a) Biến dạng và cố kết;
- b) Cường độ nén và mô đun đàn hồi;
- c) Tính thấm (nếu cần thiết).

6.2.2.4 Đặc trưng môi trường, hóa học và sinh học (nếu cần thiết).

- a) Số liệu thí nghiệm nước ngầm;
- b) Hàm lượng Crom VI.

6.3 Đánh giá cường độ trụ

Cường độ trụ tại hiện trường bị ảnh hưởng của nhiều yếu tố, như tính chất của đất, điều kiện trộn, thiết bị và quy trình trộn, điều kiện dưỡng hộ... Cần xác lập và kiểm chứng cường độ trụ hiện trường qua các bước bằng thí nghiệm mẫu trộn trong phòng, kinh nghiệm đã tích lũy, chế tạo trụ thử và thí nghiệm kiểm chứng. Thiết kế được sửa đổi nếu các yêu cầu không được đáp ứng đầy đủ.

6.4 Cơ sở thiết kế

6.4.1 Điều kiện chịu tải, địa chất, thủy văn và giới hạn độ lún, độ đẩy trôi, độ nghiêng, độ lún lệch của công trình.

6.4.2 Giới hạn về môi trường trong thi công như tiếng ồn, xung động, ô nhiễm không khí và nước, tác động đến công trình xung quanh.

6.4.3 Triển khai thiết kế trụ xi măng đất theo hệ thống CMS bao gồm thiết kế địa kỹ thuật và phương án thi công.

a) Thiết kế địa kỹ thuật dựa trên các tiêu chuẩn liên quan, như thiết kế nền nhà và công trình, thiết kế tường chắn, ổn định mái dốc (tham khảo phụ lục A);

b) Thiết kế sơ bộ dựa vào kết quả thí nghiệm mẫu trộn trong phòng và kinh nghiệm đã tích lũy các công trình đã thi công theo hệ thống CMS có xét đến khác biệt giữa kết quả thí nghiệm trong phòng và thực tế hiện trường (tham khảo phụ lục D, TCVN 9403:2012).

6.4.4 Bố trí trụ trên mặt bằng của hệ thống CMS theo phương pháp tính toán của tiêu chuẩn TCVN 9403:2012.

6.4.5 Sửa đổi do tình trạng chưa lường trước như thay đổi thực chất điều kiện đất nền và thủy lực, phải được báo cáo kịp thời.

6.5 Thí nghiệm trộn thử trong phòng

6.5.1 Trước khi thi công đại trà phải tiến hành trộn thử trong phòng thí nghiệm với đất, nước thực tế và xi măng. Thiết kế cấp phối cho trụ xi măng-đất là một quá trình thiết kế lặp. Hàm lượng xi măng và lượng nước sử dụng trộn thử có thể tham khảo qua kinh nghiệm tổng kết các dự án đã làm.

6.5.2 Kết quả thí nghiệm cường độ với mỗi cấp phối trộn thử của từng lớp đất trong phòng chỉ có tính định hướng và là cơ sở lựa chọn phục vụ công tác làm trụ thử nghiệm trên hiện trường.

6.5.3 Tương quan cường độ nén không hạn chế nở hông giữa mẫu thân trụ hiện trường và mẫu trộn trong phòng có thể chọn theo kinh nghiệm từ 0,2 tới 0,5 tùy theo loại đất và tỉ lệ trộn. Nếu kết quả thí nghiệm hiện trường không đáp ứng yêu cầu thì phải điều chỉnh thiết kế.

6.6 Thí nghiệm hiện trường trong quá trình thi công

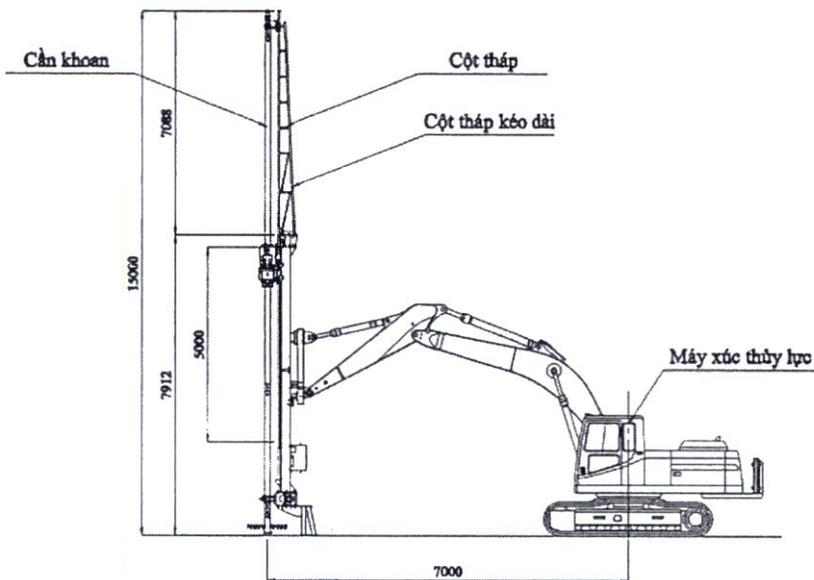
Công tác thí nghiệm hiện trường cho hệ thống CMS bao gồm một số thí nghiệm như:

a) Tỷ trọng của hỗn hợp vữa xi măng theo TCVN 3121-6:2003.

b) Xác định độ chảy của hỗn hợp vữa xi măng – đất theo TCVN 3121-3:2003.

6.7 Phương án thi công

6.7.1 Máy cơ sở

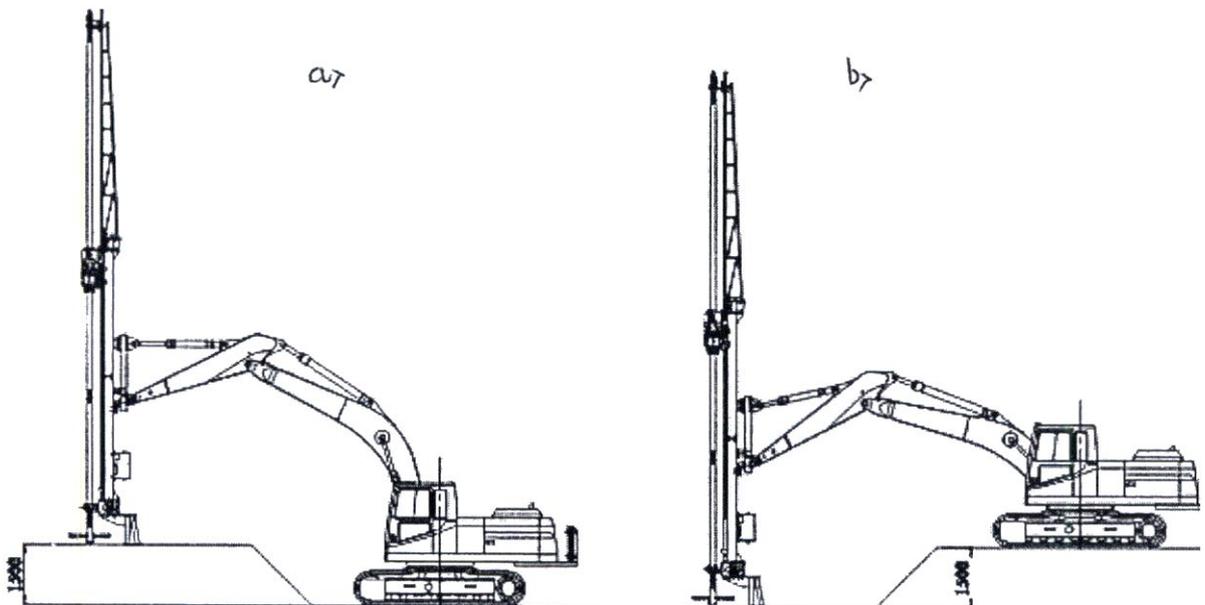


Chú thích:

- Khoảng cách lớn nhất từ trung tâm cabin: 7 m
- Chiều dài thi công với cột thép lắp đặt: 15.0 m (lớn nhất 23 m)

Hình 2– Máy cơ sở (minh họa)

6.7.2 Độ cao chênh lệch cho phép thi công thẳng đứng so với mặt bằng máy



Hình 3 – Sơ đồ chênh lệch cho phép máy thi công (minh họa)

Xét đến vấn đề an toàn quy định:

- a) Độ cao lớn nhất tiêu chuẩn từ phần đỉnh so với mặt bằng máy là 1.5 m (hình 3 – a);
- b) Độ cao lớn nhất tiêu chuẩn từ phần đáy so với mặt bằng máy là 1.5 m (hình 3 – b).

6.8 Quản lý việc khuấy trộn

Trong hệ thống CMS, áp lực phun vữa, số vòng quay và lưu lượng bơm vữa được sử dụng làm chỉ số để quản lý chất lượng khuấy và trộn (bảng 1).

Bảng 1: Môi quan hệ của đường kính trụ với áp lực phun, số vòng quay và lưu lượng bơm vữa

Đường kính gia cố (mm)	Áp lực phun (MPa)	Số vòng quay (vòng/phút)	Lưu lượng bơm vữa (lít/phút)
500	5 ÷ 10	40 ÷ 50	50
600	5 ÷ 10	40 ÷ 50	60
800	5 ÷ 10	40 ÷ 50	80
1.000	10 ÷ 15	30 ÷ 40	100
1.200	10 ÷ 15	30 ÷ 40	120
1.400	15 ÷ 20	20 ÷ 30	140
1.600	15 ÷ 20	20 ÷ 30	160

6.9 Nội dung hồ sơ thiết kế

6.9.1 Hồ sơ thiết kế cần trình bày công dụng và hình học của khối gia cố, đặc tính kỹ thuật của vật liệu, các giai đoạn thi công có thể gồm các thông tin sau:

- a) Các yêu cầu cho trụ (cường độ, đặc tính biến dạng và tính thấm);
- b) Chiều rộng của phần trùng nhau giữa các trụ cạnh nhau;
- c) Sai số cho phép về chiều dài, đường kính, độ nghiêng và vị trí trên mặt bằng;
- d) Bản vẽ biện pháp tổ chức thi công;
- e) Tiến độ chất tải và chất tải trước;
- g) Các thí nghiệm và quan trắc cần thiết;
- h) Sức xuyên đầu mũi của máy trộn vào tầng chịu lực hoặc tầng không thấm (nếu có).

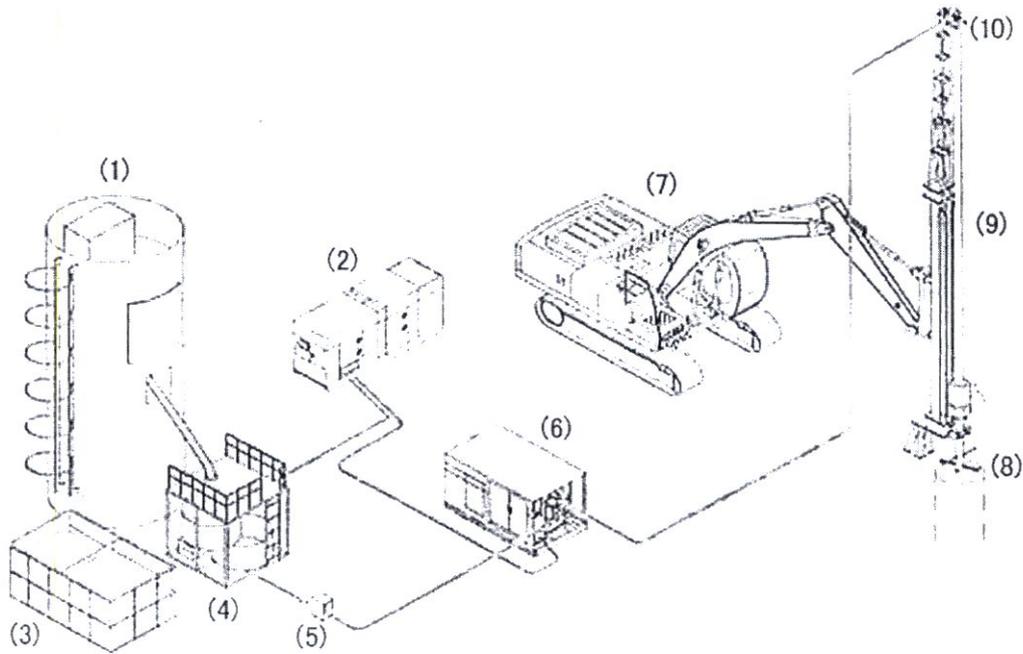
6.9.2 Khi nghiệm thu cần dựa vào kết quả thí nghiệm mẫu thân trụ, thiết kế nên chỉ định tuổi lấy mẫu, thiết bị và quy trình lấy mẫu.

6.9.3 Đối với thí nghiệm cơ học trên đất gia cố sau khi thi công bằng hệ thống CMS, thiết kế cần chỉ định điều kiện cho thí nghiệm và tiêu chí nghiệm thu.

6.9.4 Thiết kế cần thuyết minh các trị số giới hạn của các thông số thiết kế địa kỹ thuật, cũng như các bước cần tiến hành khi các trị số này bị vượt quá.

7 Yêu cầu về thiết bị thi công cho hệ thống CMS

Để tiến hành thi công theo hệ thống CMS ngoài hiện trường cần chuẩn bị các thiết bị chuyên dụng cho công trình; các thiết bị, dụng cụ cần thiết có các thí nghiệm ngoài hiện trường và trong phòng thí nghiệm.



Hình 4 - Sơ đồ bố trí thiết bị hệ thống CMS (minh họa)

Sơ đồ dây chuyền thiết bị (hình 4) bao gồm:

- | | |
|------------------------|---|
| (1) - Silo Xi măng | (6) – Máy phát điện |
| (2) – Máy phát điện | (7) – Máy cơ sở |
| (3) – Bồn chứa nước | (8) – Cánh khuấy |
| (4) – Máy trộn | (9) – Khớp nối cần khoan
kiểu răng cưa |
| (5) – Máy đo lưu lượng | (10) – Khớp nối xoay |

7.1 Máy cơ sở

7.1.1 Máy khoan trụ (máy khoan)

Máy khoan đảm bảo các yêu cầu sau:

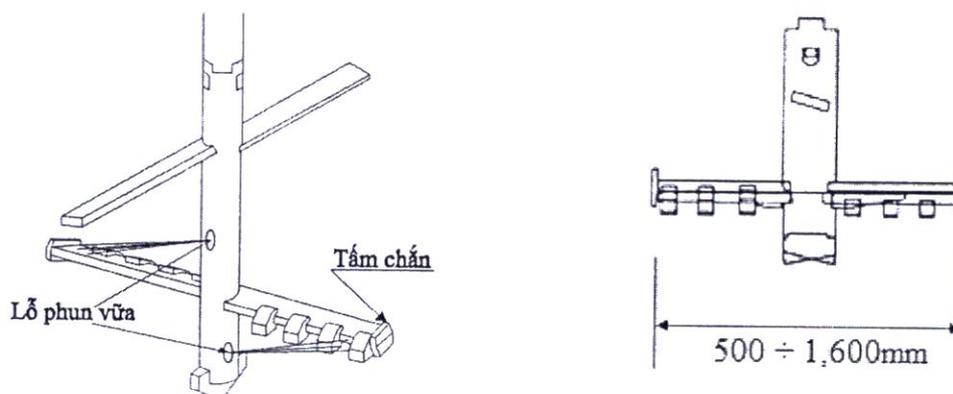
- Là máy chuyên dụng bánh xích tự hành được thiết kế với mục đích dùng để khoan trụ, máy được gắn vào một cần khoan với cánh khuấy đặc biệt;
- Sử dụng hệ thống thủy lực ổn định;
- Được thiết kế và sản xuất tại nhà máy, có đầy đủ hồ sơ theo dõi và chứng minh lịch sử sản xuất loại thiết bị đặc thù đó;
- Có hệ thống điều khiển cân bằng để duy trì độ thẳng đứng của cần khoan theo chiều sâu trong suốt quá trình vận hành liên tục;
- Có thiết bị hiển thị và in ra các thông số kỹ thuật nhằm theo dõi trong suốt quá trình vận hành; Có thiết bị điều chỉnh áp lực bơm vữa của đường cung cấp vữa cho mục đích kiểm tra chất lượng cũng như lưu lượng vữa cho trụ gia cố.

Ghi chú: Máy khoan cơ sở cho hệ thống CMS có các loại khác nhau, được lựa chọn áp dụng tùy theo chiều sâu trụ đất gia cố (chi tiết xem phụ lục B).

7.1.2 Cánh khuấy

Cánh khuấy cải tiến đặc biệt có thiết kế 2 lỗ tròn có đường kính 1.8 cm để phun vữa bằng áp lực trung bình;

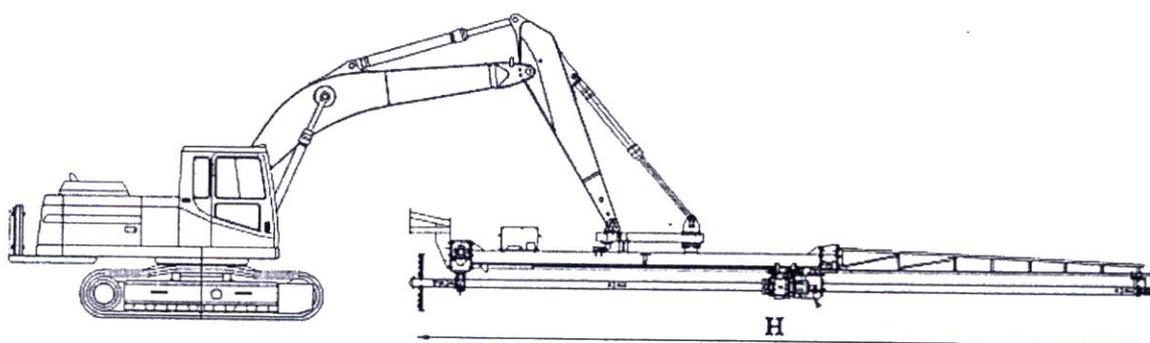
Cánh khuấy gồm 2 cánh (hình 5) có các mũi xới làm tơi đất, kích thước dài từ 500 đến 1600 mm (tính từ hai điểm đầu của cánh), rộng 8 cm đến 10 cm, dày từ 2 cm đến 3 cm.



Hình 5 - Cánh khuấy (minh họa)

7.1.3 Cần khoan

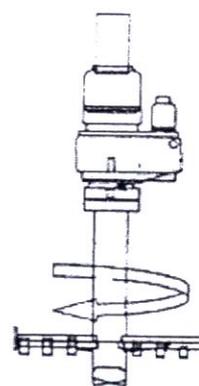
Cần khoan là bộ phận được gia công cơ khí gắn vào đầu máy khoan cơ sở, được tính toán và thiết kế hệ thống thủy lực với chiều dài H tính từ đầu cách khuấy đến cuối cần (hình 6) có thể thay đổi được để phù hợp với độ sâu của trụ cần gia cố.



Hình 6 - Sơ đồ của cần khoan (minh họa)

7.1.4 Đầu khoan

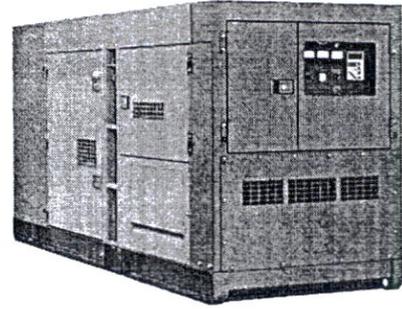
Đầu khoan là một mô tơ được gắn với cần khoan, có hành trình di chuyển nhờ các hệ thống thủy lực trên máy khoan cơ sở (hình 7).



Hình 7 - Sơ đồ đầu khoan (minh họa)

7.2 Máy phát điện

Máy phát điện phải được kiểm định rõ ràng, chất lượng động cơ hoạt động tốt trong thời gian dài với điều kiện thi công khắc nghiệt để đảm bảo tiến độ công trình. Máy phát điện có khả năng cung cấp dòng điện trong khoảng từ 150 KVA đến 220 KVA, đảm bảo an toàn trong quá trình sử dụng (hình 8).



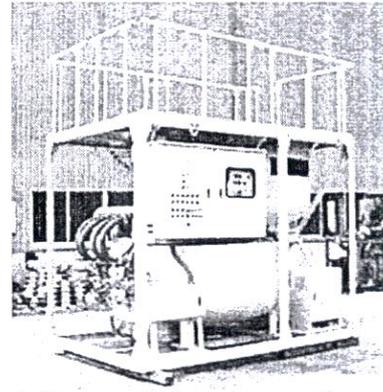
Hình 8 - Máy phát điện (minh họa)

7.3 Máy trộn

Hệ thống khuấy trộn dung dịch vữa xi măng sẽ trộn đều với tốc độ với hệ thống cánh khuấy chuyên dụng đảm bảo sự đồng đều của vữa xi măng, chống phân tầng và cung cấp cho quá trình khoan.

Máy trộn vữa xi măng (hình 10) có tổng khối lượng khoảng 2750 kg, chiều dài khoảng 3100 mm, chiều rộng khoảng 2000 mm và chiều cao khoảng 2400 mm.

Máy trộn vữa gồm 2 bộ phận, bộ phận trộn gồm hệ thống bảng điện tử lựa chọn thông số cho mẻ trộn và bộ phận thùng khuấy trộn. Thể tích của bộ phận trộn vào khoảng 1,5m³; thể tích của bộ phận thùng khuấy trộn vào khoảng 2,4m³.

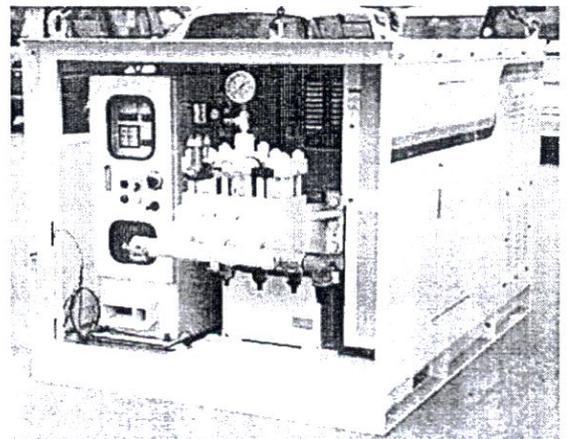


Hình 9 - Thùng trộn vữa xi măng
(minh họa)

7.4 Máy bơm áp lực cao

Đồng hồ đo lưu lượng vữa và máy bơm áp lực là thiết bị chuyên dụng để kiểm soát áp lực bơm vữa trong quá trình đưa vữa từ thùng chứa vữa xi măng đến mũi khoan, các thông số về áp lực đo luôn được thể hiện trên áp lực kế và phải được theo dõi liên tục để đảm bảo đúng lượng vữa được bơm theo thiết kế.

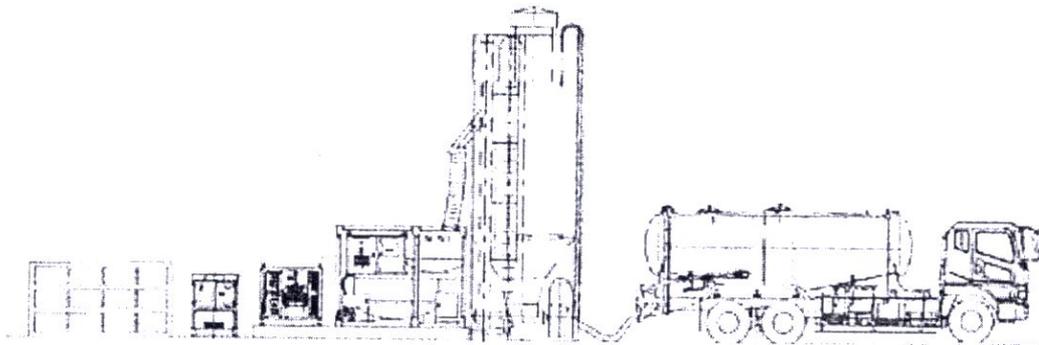
Máy bơm vữa áp lực cao (hình 10) có lưu lượng bơm $Q = 50$ lít/phút đến 200 lít/phút, có trọng lượng khoảng 2600 kg, chiều dài khoảng 2100 mm, chiều rộng khoảng 1450 mm và chiều cao khoảng 1370 mm.



Hình 10 - Máy bơm vữa áp lực cao
(minh họa)

7.5 Hệ thống Silo

Hệ thống Silo (hình 11) cung cấp xi măng cho quá trình khoan trụ được lắp đặt ngay tại công trường, Silo phải chứa được khoảng 30 tấn xi măng, nguồn điện cung cấp cho Silo phải đảm bảo công suất là 15 kw.



Hình 11 - Hệ thống Silo (minh họa)

Hệ thống Silo được lắp đặt ở vị trí thuận lợi để quá trình bơm xi măng vào Silo được an toàn và hiệu quả.

8 Công tác thi công

8.1 Biện pháp thi công và chuẩn bị hiện trường

Việc xây dựng biện pháp thi công cũng như bố trí thiết bị, nhân lực tại hiện trường tuân theo TCVN 9403:2012.

8.2 Thi công thử tại hiện trường

8.2.1 Cần thực hiện thi công thử tại hiện trường đặc trưng nhằm xác nhận các yêu cầu thiết kế và tạo lập các trị số kiểm soát tới hạn cho thiết bị, vật liệu, quy trình kỹ thuật cùng chủng loại khi thi công đại trà.

8.2.2 Các trị số kiểm soát thi công hệ thống CMS gồm:

- a) Xác định độ thẳng đứng của cần khoan;
- b) Xác nhận cao độ chuẩn;
- c) Xác nhận cảm biến độ sâu được đưa về 0;
- d) Xác nhận cảm biến lưu lượng được đưa về 0;
- e) Xác nhận thi công (tốc độ quay, lượng vữa phun và áp lực phun);
- g) Đo đạc;
- h) Tiến hành gia cố;
- i) Kết thúc quá trình gia cố (xác nhận độ sâu xử lý);
- k) Lượng vữa phun (xác nhận lượng vữa phun vào).

8.3 Tổ chức thi công

8.3.1 Trước khi thi công, vị trí của trụ trên mặt bằng phải được định vị.

8.3.2 Các sai số của trụ theo quy định trong thiết kế.

8.3.3 Chu trình thi công trụ với cánh khuấy đặc biệt được đưa xuống chiều sâu thiết kế, đất bị trộn và phá kết cấu, phun chất kết dính trong cả hành trình và rút lên, kết thúc trộn và rời khỏi vị trí.

8.3.4 Tốc độ quay của cánh khuấy và tốc độ xuyên xuống, rút lên của cần trộn được thiết lập ban đầu để tạo ra đất xử lý tương đối đồng nhất.

8.3.5 Trong quá trình trộn vữa truyền vào đất bằng bơm áp lực cao tạo dòng chảy liên tục.

8.3.6. Trong quá trình trộn, kiểm tra theo các chỉ tiêu sau:

a) Tỷ trọng của hỗn hợp vữa xi măng;

b) Độ chảy của hỗn hợp xi măng – đất.

8.4 Yêu cầu thi công

8.4.1 Không được thi công trong điều kiện thời tiết mưa làm ảnh hưởng đến tính chất và chất lượng của trụ.

8.4.2 Phải bố trí đầy đủ hệ thống báo hiệu, phân luồng, đảm bảo giao thông trong suốt quá trình triển khai thi công.

9 Giám sát, thí nghiệm và quan trắc

9.1 Phần chung

9.1.1 Quy mô thí nghiệm và quan trắc được quy định trong thiết kế.

9.1.2 Quy trình kiểm định, kiểm soát và nghiệm thu được xác lập trước khi triển khai thi công.

9.2 Giám sát

9.2.1 Để kiểm tra quá trình thi công tuân theo yêu cầu thiết kế và điều kiện hợp đồng, tổ chức giám sát phải là đơn vị có đủ kinh nghiệm, nhà thầu thi công phải có đội ngũ cán bộ kỹ thuật, công nhân có nghề. Tất cả các quy định trong thiết kế đều được giám sát theo quy định hiện hành.

9.2.2 Khi phát sinh các tình huống chưa lường trước hoặc các thông tin khác với thiết kế cần báo cáo kịp thời cho chủ đầu tư và tư vấn thiết kế.

9.2.3 Đồng hồ đo áp lực, lưu lượng vữa phải được kiểm định theo quy định.

9.2.4 Trong quá trình thi công vị trí tọa độ trụ, cao độ đáy, đỉnh trụ, góc nghiêng của cần khoan phải được ghi chép đầy đủ.

9.2.5 Người vận hành máy khoan phải nắm rõ các thông số khoan trong khi vận hành

9.2.6 Công tác giám sát chất lượng phải tuân thủ các quy định tại bảng 2 dưới đây.

Bảng 2: Tiêu chuẩn quản lý xây dựng cho hệ thống CMS

Loại	Hạng mục quản lý	Tần suất kiểm tra	Tiêu chuẩn đánh giá	Phương pháp quản lý
Xi măng	Chất lượng	1 lần/ 1 tháng	TCVN	Kết quả thí nghiệm
Hiệu chuẩn thiết bị CMS	Kích thước cánh khuấy	Trước khi thi công	Đường kính trụ thiết kế	Đo bằng thước
	Chiều dài cần khoan		Lớn hơn chiều sâu trụ thiết kế	Đo bằng thước
	Số vòng quay của cánh khuấy		± 2 vòng/phút	Đo số vòng quay trên phút
	Lưu lượng vữa		± 2 lít/phút	Kiểm tra lưu lượng thực tế
	Tốc độ khoan		± 0.05 m/phút	Đo tốc độ mỗi phút
	Chiều sâu gia cố		Chiều sâu thiết kế	Đo theo cao độ
Vị trí trụ	Tim trụ	Trước khi thi công	Theo thiết kế	Thiết bị đo lường
Vữa xi măng	Tỷ trọng của vữa xi măng	2 lần vào buổi sáng và chiều	Không thấp hơn 2% so với thiết kế	Thí nghiệm hiện trường
Khi thi công	Tốc độ khoan xuống, tốc độ rút cần	Tất cả các trụ	Không cao hơn tốc độ thiết kế	Quản lý đồng hồ đo
	Chiều sâu thi công		Không nhỏ hơn chiều sâu thiết kế	Quản lý theo cao độ
	Quản lý chiều sâu chạm đáy cọc (*)		Chỉ tiêu chạm đáy quy định trong biện pháp thi công	Quản lý đồng hồ đo momen xoắn
	Tốc độ quay mũi khoan		± 5 vòng/phút	Quản lý đồng hồ đo vòng quay
	Áp lực bơm		± 2 MPa	Theo dõi đồng hồ bơm
	Lưu lượng bơm		Không thấp hơn 2l/phút so với thiết kế	Theo dõi đồng hồ đo lưu lượng
	Lượng vữa bơm vào		Không nhỏ hơn	Theo dõi lượng vữa

Loại	Hạng mục quản lý	Tần suất kiểm tra	Tiêu chuẩn đánh giá	Phương pháp quản lý
			lượng vữa thiết kế	
	Độ thẳng đứng của cần khoan		$\pm 0,1$ độ	Kiểm tra 1 lần trước khi thi công mỗi trụ bằng thiết bị đo trên xe khoan

(*) Áp dụng khi thiết kế cọc chống vào lớp đất tốt

9.3 Thí nghiệm

9.3.1 Đánh giá hình dạng và đường kính trụ: Đường kính trụ được kiểm tra bằng phương pháp đào lộ đầu trụ bằng thủ công, chiều sâu đào kiểm tra khoảng 1m từ đỉnh trụ.

Đối với nhóm trụ, thí nghiệm nén tĩnh hiện trường tiến hành theo yêu cầu của thiết kế. Đề cương do thiết kế lập với các nội dung sau:

- a) Mục tiêu thí nghiệm;
- b) Tiêu chuẩn thí nghiệm;
- c) Số lượng và vị trí thí nghiệm;
- d) Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm;
- e) Trình tự chất tải và điều kiện dừng thí nghiệm.

9.3.2 Thí nghiệm xuyên cắt cánh có thể xác định chính xác độ đồng đều của trụ trên toàn chiều dài cung cấp những thông tin về sức chống cắt của trụ. Thí nghiệm xuyên cắt cánh chỉ thực hiện được khi cường độ của trụ nhỏ hơn 2 kg/cm^2 .

9.3.3 Kiểm tra khoan lấy lõi

Khoan lấy lõi được tiến hành khi trụ được 21 ngày tuổi và mẫu được bảo dưỡng cho đến 28 ngày tuổi để tiến hành thí nghiệm.

- a) Thiết bị khoan lấy lõi phải là nòng đôi hoặc nòng ba, đường kính không nhỏ hơn 70 mm;
- b) Lỗ khoan tại vị trí khoan lõi bằng $1/3$ bán kính tính từ vị trí tim trụ;
- c) Mẫu phải được bảo dưỡng trong điều kiện chuẩn: nhiệt độ 25°C , độ ẩm $> 90\%$;
- d) Khi mẫu đạt 28 ngày tuổi, tiến hành nén mẫu xác định cường độ trụ và mô đun đàn hồi E_{50} của mẫu theo TCVN 9403:2012 hoặc ASTM D2166.

9.3.4 Số lượng thí nghiệm được quy định như sau:

- a) Thí nghiệm theo phương pháp khoan lấy mẫu:
 - Đối với số trụ thi công dưới 500 trụ thì tiến hành khoan lấy mẫu 3 trụ bất kỳ;

- Đối với số trụ thi công từ 500 trụ trở lên thì cứ thêm 250 trụ sẽ tăng thêm 1 trụ khoan lõi thí nghiệm (ví dụ: từ 501 đến 750 trụ sẽ khoan lấy mẫu 4 trụ, từ 751 đến 1000 trụ sẽ là 5 trụ).

b) Tiến hành nén mẫu ở 3 lớp (vị trí) của trụ là đầu trụ, giữa trụ và cuối trụ, số lượng mẫu cho mỗi lớp (vị trí) tối thiểu là 3 mẫu;

c) Thí nghiệm thăm lỗ khoan tương ứng với số trụ khoan lõi;

9.3.5 Quy mô và phương pháp tiến hành thí nghiệm được quy định trước khi thi công cho từng công trình cụ thể (cách thức áp dụng và các thí nghiệm đặc trưng).

9.3.6 Thí nghiệm kiểm tra chất lượng được phân bố đều theo thời gian thi công. Số lượng kiểm tra phải đủ để xác lập trị số trung bình đáng tin cậy các tính chất của trụ theo chiều dài trụ.

9.4 Quan trắc

9.4.1 Khi thi công, định vị tim trụ bằng thước dây hoặc máy toàn đạc điện tử.

9.4.2 Các thông số cần được ghi chép trong nhật ký thi công và biên bản nghiệm thu từng trụ.

9.4.3 Các thiết bị quan trắc được lắp dựng đủ và có trị số chuẩn trước khi bắt đầu thi công.

Dùng quan trắc tự động nhờ hệ thống máy tính, có thể lưu trữ và in ngay các thông số tại hiện trường (xem bảng 3).

Bảng 3: Thông số thi công theo hệ thống CMS

STT	Hệ thống CMS	Chi tiết
1	Số hiệu trụ, thời gian thi công	Theo thiết kế
2	Áp lực bơm	Theo thiết kế
3	Biểu đồ thời gian/độ sâu (vận tốc xuyên xuống, rút lên)	Dữ liệu trên máy khoan
4	Tốc độ quay (vòng/phút), khi xuyên xuống và rút lên	20 đến 50 vòng/ phút
5	Chủng loại vữa xi măng và thành phần	Theo thiết kế
6	Tỷ lệ nước/xi măng	Theo thiết kế
7	Khối lượng vữa xi măng theo mét chiều sâu (khi xuyên xuống và rút lên)	Theo thiết kế
8	Sai số thi công (phương đứng, đường kính, vị trí)	Theo thiết kế
9	Cao độ đáy và đỉnh trụ	Theo thiết kế

9.4.4 Hồ sơ nghiệm thu

a) Biên bản nghiệm thu theo trụ;

- b) Hoàn công trụ, gồm cả những sửa đổi đã được duyệt;
- c) Kết quả thí nghiệm hiện trường;
- d) Chứng chỉ chi tiết các loại vật liệu và kết quả kiểm tra;
- e) Mô tả chi tiết điều kiện đất nền.

10 Nghiệm thu kiểm tra chất lượng trụ gia cố

10.1 Công tác kiểm tra được tiến hành trước, trong và sau khi thi công, bao gồm các công việc sau:

- a) Khoan lấy mẫu sau 21 ngày và bảo quản mẫu khoan;
- b) Khi trụ đạt 28 ngày tuổi, tiến hành thí nghiệm nén 1 trục nở hông các mẫu đã khoan lõi ở 21 ngày tuổi. Các mẫu được thí nghiệm nén được lấy từ 3 lớp (vị trí) khác nhau trên trụ: đầu trụ, giữa trụ và cuối trụ;
- c) Thí nghiệm độ thấm của lỗ khoan (chỉ áp dụng cho những công trình có yêu cầu).

10.2 Hồ sơ nghiệm thu bao gồm những nội dung sau:

- a) Kết quả kiểm tra chấp thuận vật liệu đưa vào công trình;
- b) Thiết kế hỗn hợp vật liệu gia cố đã được phê duyệt;
- c) Hồ sơ công tác thi công đoạn thử, trong đó có sơ đồ bố trí trụ;
- d) Nhật ký thi công;
- e) Các kết quả kiểm tra trong thi công, nghiệm thu.

11 Các biện pháp an toàn lao động

11.1 Tất cả các loại máy móc, thiết bị vận hành theo hệ thống CMS phải tuyệt đối tuân theo quy trình thao tác và quy trình an toàn, đặc biệt là quy trình an toàn cho máy trộn và máy bơm.

11.2 Lắp dựng hệ thống biển báo khu vực nguy hiểm, khu vực trụ vừa mới thi công, cấm đi chuyên qua các khu vực này.

11.3 Khi gặp sự cố, nhà thầu phải có phương án xử lý được chủ đầu tư và thiết kế chấp thuận.

11.4 Thu dọn hiện trường gọn gàng, sạch sẽ mỗi khi thi công xong.

PHỤ LỤC A

(Tham khảo)

PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THIẾT KẾ THEO TIÊU CHUẨN GIA CỐ TRỤ ĐẤT XI MĂNG THEO TCVN 9403:2012

A.1. Phần chung

Việc tính toán thiết kế của nền đất gia cố bằng phương pháp trộn sâu dựa theo nhiều phương pháp khác nhau, điều đó còn tùy vào quan điểm đối với việc ứng dụng nó trong quá trình gia cố. Có ba quan điểm chủ yếu sau:

- Quan điểm xem trụ đất xi măng và nền đất tự nhiên chưa được gia cố cùng làm việc đồng thời như một nền tương đương. Tính toán và thiết kế như đối với nền thông thường (có cùng chung các tính chất cơ lý).
- Quan điểm trụ đất xi măng làm việc như một trụ đơn chịu lực. Tính toán thiết kế như móng trụ.
- Quan điểm hỗn hợp: tính sức chịu tải của nền như là tính với móng cột, còn tính biến dạng thì tính toán theo nền tương đương.

A.2. Ổn định

A.2.1. Cường độ kháng cắt của nền gia cố

Thông thường, trụ xử lý được dùng để ổn định mái dốc, khối đắp hoặc tường hào. Mặt phá hoại theo mặt phẳng hoặc cung tròn, huy động sức kháng cắt của trụ và đất xung quanh.

Về tính toán ổn định, ý tưởng chính trong phương pháp tính toán là quy đổi nền đất yếu sau khi gia cố thành nền tương đương có cường độ kháng cắt được tăng lên theo tỷ lệ trụ xi măng đất gia cố trên một đơn vị diện tích. Nền xử lý có cường độ kháng cắt tính theo công thức:

$$C_{tb} = C_u (1-a) + a C_c \quad (A1)$$

Trong đó:

- C_u là sức kháng cắt của đất, tính theo phương pháp trọng số cho nền nhiều lớp;
- C_c là sức kháng cắt của trụ;
- a là tỷ số diện tích, $a = n A_c / B_s$;
- n là số trụ trong 1 m chiều dài khối đắp;
- B_s là chiều rộng khối đắp;
- A_c là diện tích tiết diện trụ.

Ghi chú: Sức kháng cắt của trụ, C_c xác định bằng các thí nghiệm hiện trường, hoặc mẫu lấy từ thân trụ cho kết quả phù hợp thực tế hơn.

A.3. Độ lún

A.3.1. Độ lún toàn phần

Trụ để giảm độ lún thường được bố trí theo lưới tam giác hoặc ô vuông. Phân tích lún dựa trên quan điểm biến dạng.

Đối với nhóm trụ, độ lún trung bình sẽ được giảm bởi ứng suất cắt của mặt đất, huy động tại bề mặt tiếp xúc theo chu vi khối với đất xung quanh. Chi chuyển dịch khá nhỏ (vài mm) đủ để huy động sức kháng cắt của đất. Ứng suất cắt gây nên độ lún lệch các trụ trong nhóm. Độ lún này sẽ giảm dần theo mức độ cố kết của đất, cho nên sẽ không tính đến trong tính lún tổng.

Độ lún tổng (S) của nền đã được gia cố được xác định bằng tổng độ lún của bản thân khối gia cố và độ lún của đất dưới khối gia cố:

$$S = S_1 + S_2 \quad (\text{Schmertmann \& Hartman Method}) \quad (A2)$$

trong đó:

- S_1 - độ lún bản thân khối gia cố
- S_2 - độ lún của đất chưa gia cố, dưới mũi trụ.

*) Độ lún của khối gia cố S_1 :

$$S_1 = \frac{qH}{Et_b} = \frac{qH}{aE_c + (1-a)E_s} \quad (A3)$$

Tính toán dựa trên giả thiết biến dạng lún của trụ bằng biến dạng lún của phần đất tự nhiên tự nhiên chưa gia cố (Điều kiện của nền hỗn hợp). Độ lún của bản thân khối gia cố được tính theo công thức:

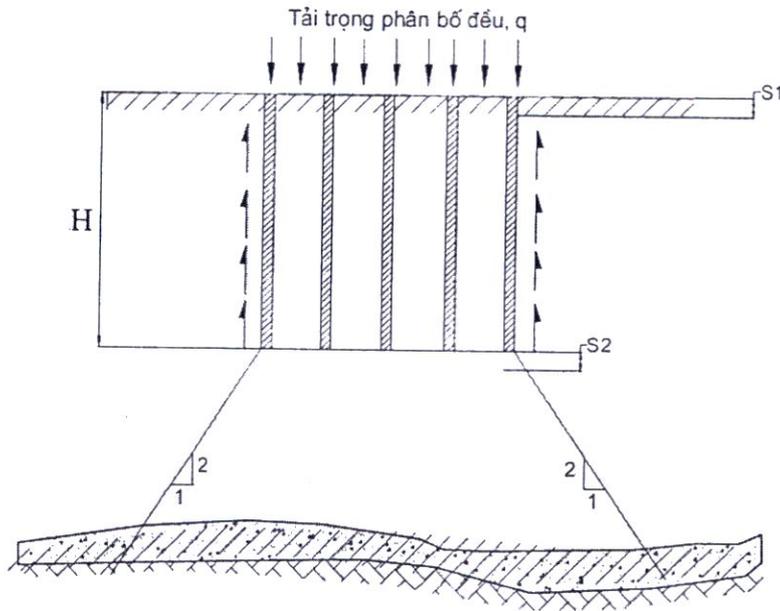
Trong đó:

- q - tải trọng công trình truyền lên khối gia cố (kN), ở đây là của khối dấp;
- H - chiều sâu của khối gia cố (m);
- a - tỷ số diện tích đất được gia cố, $a = (nA_c / BL)$,
- n - tổng số trụ;
- A_c - diện tích tiết diện trụ;
- B, L - kích thước khối gia cố;
- E_c - Mô đun đàn hồi của vật liệu trụ.

Để tính toán lấy $E_c = 150 C_c$, trong đó: C_c là sức kháng cắt không thoát nước của vật liệu trụ. $C_c = 0,50 q_u$.

- E_s - Mô đun biến dạng của đất nền giữa các trụ.

Lấy $E_s = 250 C_{ud\text{đất}}$, với $C_{ud\text{đất}}$ là sức kháng cắt không thoát nước của đất nền).



Hình A.1. Tính lún nền gia cố khi tải trọng tác dụng chưa vượt quá sức chịu tải cho phép của trụ

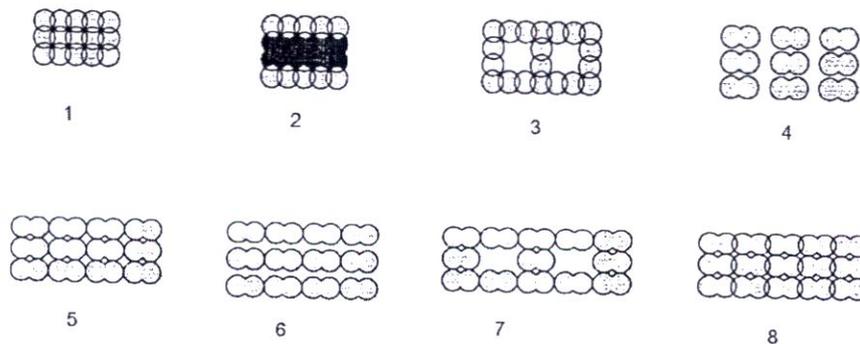
*) Độ lún của đất chưa gia cố dưới mũi trụ S_2 :

Độ lún S_2 được tính theo nguyên lý cộng lún từng lớp. Phạm vi vùng ảnh hưởng lún đến chiều sâu mà tại đó áp lực gây lún không vượt quá 15% áp lực đất tự nhiên (Theo 22TCN 262-2000).

A.4. Mô hình bố trí trụ

A.4.1. Trụ gối lên nhau

Trụ tầng ổn định thường được bố trí hàng đơn hoặc hàng đôi. Gối đè nhau các trụ trong hàng sẽ tăng sức kháng mô men lật. Vùng gối nhau phải đủ để tạo thành tường liên tục. Khả năng chịu tải trọng ngang của tường quyết định bởi sức kháng cắt của đất xử lý ở chỗ gối nhau.

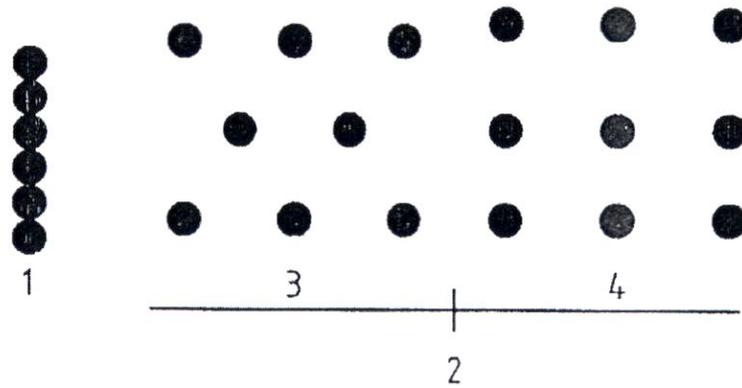


Hình A.2. Bố trí trụ gối lên nhau

- 1, Kiểu khối; 2, Kiểu tường; 3, Kiểu kê ô; 4, Kiểu cột; 5, kiểu tiếp xúc;
6, tường tiếp xúc; 7, kê ô tiếp xúc; 8, khối tiếp xúc.

A.4.2. Phân cách các trụ

Phá hoại xảy ra ở vùng chịu cắt do phân cách các trụ trong hàng khi mặt trượt nằm gần đỉnh trụ và sức kháng kéo trong vùng gối nhau. Dự tính sức kháng kéo của đất xử lý ở vùng gối nhau khoảng 5% đến 15% cường độ kháng nén không hạn chế nở hông. Khi các trụ phân cách với nhau, sức kháng cắt của trụ trong hàng bằng sức kháng cắt của trụ đơn.



Hình A.3. Bố trí trụ đơn

1, Theo dải; 2, Theo nhóm; 3, lưới tam giác; 4, lưới vuông

PHỤ LỤC B

(Tham khảo)

MÁY CƠ SỞ THI CÔNG HỆ THỐNG CMS

B.1 Dây chuyền thiết bị thi công

Dây chuyền thiết bị thi công tiêu chuẩn cho hệ thống CMS có các loại máy cơ sở loại 1, máy cơ sở loại 2, máy cơ sở loại 3, chi tiết tổng hợp như bảng B.1.

Bảng B.1: Dây chuyền thiết bị của hệ thống CMS

TT	Thiết bị chính	Mô tả tính năng kỹ thuật	Công suất	Loại
1	Máy cơ sở			
1.1	Máy cơ sở loại 1	- Máy cơ sở loại 1 bao gồm: máy khoan, cần khoan, cánh khuấy, đầu khoan; - Dung lượng gàu mức cấp 0,8m ³ , chiều dài trụ gia cố tối đa là 23m, chiều rộng thi công tối thiểu cần là 3,0m	41 kW đến 104 kW	Máy tự hành bánh xích
1.2	Máy cơ sở loại 2	- Máy cơ sở loại 2 bao gồm: máy khoan, cần khoan, cánh khuấy, đầu khoan; - Dung lượng gàu mức cấp 0,5m ³ , chiều dài trụ gia cố tối đa là 15m, chiều rộng thi công tối thiểu cần là 2,7m		
1.3	Máy cơ sở loại 3	- Máy cơ sở loại 3 bao gồm: máy khoan, cần khoan, cánh khuấy, đầu khoan; - Dung lượng gàu mức cấp 0,28m ³ , chiều dài trụ gia cố tối đa là 10m, chiều rộng thi công tối thiểu cần là 2,2m		
2	Silo chứa xi măng	30 tấn	15kW	Silo
3	Máy trộn	Máy trộn vữa gồm 2 bộ phận, bộ phận trộn gồm hệ thống băng điện tử lựa chọn thông số cho mẻ trộn và bộ phận thùng khuấy trộn. Thể tích của bộ phận trộn vào khoảng 1,5m ³ ; thể tích của bộ phận thùng khuấy trộn vào khoảng 2,4m ³	14kW	Máy
4	Máy bơm áp lực cao	Lưu lượng bơm Q = 50 lít/phút đến 200 lít/phút	55 kW đến 75 kW	Máy
5	Máy phát điện	Máy phát điện có khả năng cung cấp dòng điện trong khoảng từ 150 KVA đến 220 KVA	134 kW đến 201 kW	Máy

B.3 Lựa chọn máy cơ sở

Tùy thuộc vào điều kiện mặt bằng thi công, chiều dài trụ thiết kế, loại đất gia cố cũng như đường kính trụ để làm cơ sở lựa chọn máy cơ sở thi công. Thông thường máy cơ sở tiêu chuẩn được lựa chọn tối ưu hơn hẳn.

Tiêu chuẩn cho máy cơ sở thi công cho 3 loại máy cơ sở tương ứng với loại đất và đường kính trụ gia cố được tổng hợp trong tài liệu của phương pháp MITS được đưa ra như các bảng dưới đây:

Bảng B.2: Máy cơ sở loại 1

Đất, Giá trị N Đường kính cải thiện	Đất dính			Đất cát		
	$N \leq 1$	$1 < N \leq 5$	$5 < N \leq 10$	$N \leq 5$	$5 < N \leq 10$	$10 < N \leq 15$
$\Phi = 500$ mm	●	●	●	●	●	●
$\Phi = 600$ mm	●	●	●	●	●	●
$\Phi = 800$ mm	●	●	○	●	●	○
$\Phi = 1000$ mm	●	○	○	●	●	○
$\Phi = 1200$ mm	●	○	△	●	○	△
$\Phi = 1400$ mm	●	○	△	○	△	△
$\Phi = 1600$ mm	●	△	■	○	■	■

Bảng B.3: Máy cơ sở loại 2

Đất, Giá trị N Đường kính cải thiện	Đất dính			Đất cát		
	$N \leq 1$	$1 < N \leq 5$	$5 < N \leq 10$	$N \leq 5$	$5 < N \leq 10$	$10 < N \leq 15$
$\Phi = 500$ mm	●	●	○	●	○	△
$\Phi = 600$ mm	●	●	○	●	○	△
$\Phi = 800$ mm	●	○	△	●	△	x
$\Phi = 1000$ mm	●	△	△	○	x	x
$\Phi = 1200$ mm	○	△	x	△	x	x
$\Phi = 1400$ mm	△	x	x	x	x	x
$\Phi = 1600$ mm	△	x	x	x	x	x

Bảng B.4: Máy cơ sở loại 3

Đất, Giá trị N Đường kính cải thiện	Đất dính			Đất cát		
	$N \leq 1$	$1 < N \leq 5$	$5 < N \leq 10$	$N \leq 5$	$5 < N \leq 10$	$10 < N \leq 15$
$\Phi = 500$ mm	●	●	△	○	△	x
$\Phi = 600$ mm	●	●	△	○	△	x
$\Phi = 800$ mm	●	○	x	△	x	x
$\Phi = 1000$ mm	○	△	x	x	x	x
$\Phi = 1200$ mm	△	x	x	x	x	x
$\Phi = 1400$ mm	x	x	x	x	x	x
$\Phi = 1600$ mm	x	x	x	x	x	x

Chú thích:

- Rất tốt ○ Tốt △ Đang xem xét x Không đạt ■ Cần xác nhận dựa vào thi công thử nghiệm

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. MITS (Middle Pressure Injection Total System), CMS System - Technical data.
 2. NETIS New Technology Information System.
 3. The Deep Mixing Method – Principal design and construction, Coastal Development Institute Tokyo (CDIT) - Japan (2002).
 4. US EPA Method 3060A, Alkaline digestion for hexavalent chromium.
 5. ASTM D5856-15, Standard test method for determination of hydraulic conductivity of soil.
 6. Báo cáo đánh giá thử nghiệm gia cố nền đất xây dựng bằng trụ xi măng đất theo hệ thống CMS.
-

STT	<u>NỘI DUNG</u>	TRANG
1.	Phạm vi áp dụng	1
2.	Tài liệu viện dẫn	1
3.	Thuật ngữ và định nghĩa	1
4.	Quy định chung	2
5.	Vật liệu	3
6.	Công tác thiết kế khi áp dụng hệ thống CMS	3
7.	Yêu cầu về thiết bị thi công cho hệ thống CMS	8
8.	Công tác thi công	12
9.	Giám sát, thí nghiệm và quan trắc	13
10.	Nghiệm thu kiểm tra chất lượng trụ gia cố	16
11.	Các biện pháp an toàn lao động	17
	Phụ lục A	18
	Phụ lục B	22
12.	Tài liệu tham khảo	24