

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10379:2014

Xuất bản lần 1

**GIA CỐ ĐẤT BẰNG CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ, HÓA CHẤT
HOẶC GIA CỐ TỔNG HỢP, SỬ DỤNG TRONG XÂY DỰNG
ĐƯỜNG – BỘ THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

Soils stabilized with inorganic adhesive substances, chemical agent or reinforced composite for road construction – Construction and quality control

HÀ NỘI – 2014

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	6
4 Quy định chung	6
5 Yêu cầu vật liệu	8
6 Thiết kế thành phần hỗn hợp	12
7 Công nghệ thi công đất gia cố	12
8 Kiểm tra và nghiệm thu	19

Lời nói đầu

TCVN 10379 : 2014 được xây dựng trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn ngành 22 TCN 81-84 và 22 TCN 229-95

TCVN 10379 : 2014 do Tổng cục Đường bộ Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

Gia cố đất bằng chất kết dính vô cơ, hóa chất hoặc gia cố tổng hợp, sử dụng trong xây dựng đường bộ - Thi công và nghiệm thu

(Soils stabilized with inorganic adhesive substances, chemical agents or reinforced composite for road construction – Construction and quality control)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về vật liệu, quy trình thi công và nghiệm thu các lớp móng hoặc mặt của đường ô tô sử dụng đất gia cố bằng chất kết dính vô cơ, các hóa chất và gia cố tổng hợp.

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 9436: 2012, Nền đường ô tô - Thi công và nghiệm thu.

TCVN 4054-2005, Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế.

TCVN 2682:2009, Xi măng Poóc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.

TCVN 6260:2009, Xi măng Poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.

TCVN 4506:2012, Nước trộn bê tông và vữa.

TCVN 2231:1989, Vôi can xi cho xây dựng.

TCVN 4198-95, Các phương pháp xác định thành phần hạt trong phòng thí nghiệm.

TCVN 8858:2011, Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu.

TCVN 8864:2011, Mặt đường ô tô - Xác định độ bằng phẳng bằng thước dài 3 m.

TCVN 8862:2011, Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính.

TCVN 4506:2012, Nước trộn bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.

TCVN 9843:2013, Xác định mô đun đàn hồi của lớp vật liệu đá gia cố chất kết dính vô cơ trong phòng thí nghiệm.

TCVN 7572-15:2006, Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phần 15: Xác định hàm lượng clorua.

AASHTO M145-91 (2004), The classification of soils and aggregate Mixtures for highway construction purpose (Phân loại đất và hỗn hợp cấp phối đất cho mục đích xây dựng đường ô tô).

AASHTO T267- 86 (2000), Determination of Organic Content in Soils by Loss on Ignition (Xác định hàm lượng hữu cơ trong đất theo hỗn hợp tổn thất khi nung).

ASTMD1633, Standard Test Methods for Compressive Strength of Molded Soil-Cement Cylinders. (Tiêu chuẩn thí nghiệm xác định cường độ nén của mẫu xi măng đất hình trụ).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1 Chất kết dính vô cơ là những vật liệu dạng hạt mịn (bột) khi nhào trộn với nước hoặc dung môi thích hợp cho hỗn hợp dẻo có thể gắn kết các vật liệu rời lại với nhau. Thuộc dạng này gồm có xi măng, vôi (vôi nghiền) hoặc xi măng kết hợp tro bay, các phụ gia (nếu có)...

3.2 Hóa chất dùng để gia cố đất là các loại hóa chất có nguồn gốc hữu cơ hoặc vô cơ khi hòa tan trong nước trộn với đất theo một tỷ lệ nhất định, tạo thành hỗn hợp có cường độ đáp ứng theo yêu cầu.

3.3. Đất gia cố chất kết dính vô cơ, hóa chất là trộn đều một tỷ lệ nhất định chất kết dính vô cơ hoặc các hóa chất với đất đã được làm nhỏ ở một độ ẩm tốt nhất, san rải và lu lèn chặt được hỗn hợp có một cường độ nhất định.

3.4 Gia cố tổng hợp là đất gia cố bằng chất kết dính vô cơ và các hóa chất có thể ở dạng hỗn hợp nhiều chất kết dính với đất (đất - vôi và xi măng, đất - chất gia cố đất, đất - hóa chất) hoặc tổ hợp nhiều chất kết dính với đất (đất - vôi, xi măng - hóa chất, đất - các hóa chất)...

4 Quy định chung

4.1 Trước khi lập dự án gia cố đất làm vật liệu xây dựng phải làm các thí nghiệm, cần làm các chỉ tiêu sau:

- Tính chất lý hoá của đất: thành phần hạt, chỉ số dẻo, hàm lượng hữu cơ, độ pH, các muối hoà tan, thành phần khoáng;
- Tính chất cơ lý, hóa của chất kết dính vô cơ và hóa chất;
- Tính chất cơ lý của hỗn hợp đất và chất kết dính: độ ẩm tốt nhất, khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ bền nén, độ bền kéo khi uốn, mô đun đàn hồi, độ ổn định đối với nước và độ hút nước.
- Trên cơ sở của số liệu thí nghiệm có xét tới các nhân tố ảnh hưởng của điều kiện thiên nhiên ở khu vực xây dựng cần chọn liều lượng chất kết dính hợp lý và phương pháp gia cố thích hợp để đảm bảo độ bền theo yêu cầu, độ ổn định khi cần thiết và chọn phương án tổ chức thi công phù hợp với điều kiện thực tế của vật liệu và thiết bị sẵn có.

- Để đảm bảo cho việc gia cố đạt hiệu quả cao và thi công thuận lợi, việc sử dụng một hay nhiều chất kết dính và chất phụ gia, hóa chất để gia cố đất phải dựa theo kết quả thí nghiệm. Trong trường hợp này, cần phải so sánh kinh tế - kỹ thuật và điều kiện áp dụng để lựa chọn một phương án thích hợp nhất.

4.2 Sau khi biến cứng trong điều kiện bảo dưỡng, đất gia cố có độ bền và các chỉ tiêu cơ lý phải thỏa mãn các trị số yêu cầu trong Bảng 1.

4.2.1 Cấp độ bền của vật liệu gia cố được quy định theo trị số môđun đàn hồi tính toán tương ứng 3 cấp độ bền (yêu cầu mỗi cấp theo Bảng 1).

Độ bền cấp I	khi môđun đàn hồi đạt 400 MPa
Độ bền cấp II	khi môđun đàn hồi đạt 350 MPa
Độ bền cấp III	khi môđun đàn hồi đạt 200 MPa

Riêng đất gia cố với giới hạn cấp độ bền (theo môđun đàn hồi) có trị số nhỏ hơn 350 MPa

4.2.2 Để tính toán kết cấu áo đường có mặt và móng đất gia cố bằng chất kết dính vô cơ, hóa chất hoặc gia cố tổng hợp cần có các thông số vật liệu để tính toán. Trị số thông số của môđun đàn hồi của đất gia cố có thể xác định theo tiêu chuẩn thiết kế mặt đường hoặc tiến hành thí nghiệm theo TCVN 9843:2013.

4.3 Để đảm bảo mức độ tin cậy và an toàn của kết cấu, trị số môđun của lớp gia cố dùng để tính toán kết cấu áo đường phải lấy bằng trị số trung bình của 3 tổ hợp đến 6 tổ hợp mẫu khi thí nghiệm.

Bảng 1- Chỉ tiêu cơ lý của đất gia cố

Chỉ tiêu	Yêu cầu			Phương pháp thử
	Độ bền cấp I	Độ bền cấp II	Độ bền cấp III	
1. Độ bền khi nén (MPa)				
- Đối với mẫu 28 ngày ở độ ẩm bão hoà không nhỏ hơn	3	2	1	ASTMD1633
- Đối với mẫu 7 ngày ở độ ẩm bão hoà không nhỏ hơn	2	1	0,5	
2. Độ bền chịu ép chế (MPa)				
Đối với mẫu 28 ngày ở độ ẩm bão hoà không nhỏ hơn	1,2	0,8	Không cần thí nghiệm	

CHÚ THÍCH: Trị số ghi trong Bảng 1 tương ứng với các điều kiện sau:

- Mẫu nén hình trụ có đường kính 152 mm, cao 117 mm và được tạo mẫu ở độ ẩm tốt nhất với khối lượng thể tích khô tốt nhất theo phương pháp Proctor cải tiến, sau đó được bảo dưỡng ẩm thường xuyên cho đến lúc đem thí nghiệm. Mẫu phải được ngâm bão hoà nước trong 3 ngày đêm

(ngày đầu ngâm 1/3 chiều cao mẫu; 2 ngày sau ngâm ngập mẫu), sau đó được thí nghiệm xác định cường độ chịu nén quy định tại ASTM D1633.

- Mẫu ép chẻ cũng được chế tạo sau khi trộn đất với chất gia cố được 2 giờ với độ ẩm và độ chặt như mẫu nén và bảo dưỡng như mẫu nén, sau đó được thí nghiệm xác định cường độ chịu ép chẻ quy định tại TCVN 8862:2011. Cường độ chịu ép chẻ tương ứng với một tỷ lệ xi măng là trị số trung bình của tối thiểu 3 mẫu thí nghiệm.

- Khi kiểm tra và nghiệm thu các mẫu khoan lấy tại hiện trường phải dùng loại có đường kính $d = 101$ mm trở lên và chiều cao mẫu $h \geq d$. Khi nén kiểm tra cường độ kết quả nén được nhân với các hệ số 1,07; 1,09; 1,12; 1,14 và 1,18 tương ứng với tỷ số h/d của mẫu là 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 và 1,8.

4.4 Mặt đường và móng đường đất gia cố bằng chất kết dính vô cơ, hóa chất hoặc gia cố tổng hợp được tính toán theo tiêu chuẩn hiện hành.

4.5 Tùy theo chức năng về cường độ vật liệu có thể thi công lớp đất gia cố thành một hoặc hai lớp. Bề rộng móng đất nền rộng hơn lớp mặt khoảng 0,6 m đến 1 m.

Trước khi thi công lớp đất gia cố nền đường phải được thoát nước tốt, độ ẩm của đất nền không được lớn hơn độ ẩm tốt nhất, lè đường phải được gia cố và mái dốc đã hoàn thiện xong.

4.6 Tùy theo điều kiện tự nhiên và trang thiết bị có sẵn việc thi công gia cố đất có thể tiến hành theo một số phương pháp sau:

- Với nguồn đất tại chỗ (dùng đất trong lòng đường): thường dùng với đường làm mới, đất gia cố được trộn ngay tại khuôn đường;
- Với nguồn đất tại mỏ: dùng đối với mặt đường cải tạo nâng cấp, đất được gia cố ngay tại mỏ sau đó vận chuyển về đổ vào khuôn đường;
- Với nguồn đất khác bên ngoài tuyến, vận chuyển về trộn tại trạm trộn hoặc bãi rồi vận chuyển đến đường;

Theo phương pháp nào thì việc thi công cũng phải đảm bảo tối đa 3 khâu chính: làm tơi đất, trộn đều hỗn hợp đất với chất kết dính và lu lèn chặt.

5 Yêu cầu vật liệu

5.1 Trường hợp gia cố bằng xi măng

5.1.1 Yêu cầu đối với đất

Đất dùng để gia cố xi măng trước hết phải là các loại đất được phép dùng để đắp nền đường (theo tiêu chuẩn TCVN 9436:2012 Nền đường ô tô - Thi công và nghiệm thu).

Các loại đất sau đây không dùng để gia cố :

- Đất bùn, đất lẫn than bùn (nhóm A8 theo AASHTO M145);
- Đất mùn lẫn hữu cơ có thành phần hữu cơ quá 10%, đất có lẫn cỏ và rễ cây, lẫn rác thải sinh hoạt (AASHTO T267 - 86);
- Đất lẫn các thành phần muối dễ hòa tan quá 5% (xác định theo TCVN 7572 - 15:2006);
- Đất sét có độ trương nở cao vượt quá 3%;
- Đất sét nhóm A-7-6 (theo AASHTO M145) có chỉ số nhóm từ 20 trở lên;
- Độ pH <4 (xác định theo TCVN 4506 : 2012);
- Không nên dùng loại đất có giới hạn chảy lớn hơn 45, chỉ số dẻo I_p lớn hơn 27 và lượng hạt sét quá 30% để gia cố xi măng;

CHÚ THÍCH: Trường hợp gặp các loại đất trên muốn gia cố bằng hóa chất phải được đánh giá thông qua thử nghiệm trong phòng, ngoài hiện trường và được phê duyệt theo các quy định về quản lý dự án.

5.1.2 Yêu cầu đối với xi măng

- Xi măng thường dùng trong đất gia cố xi măng là các loại xi măng Poocăng có các đặc trưng kỹ thuật phù hợp với các quy định tại TCVN 2682:2009 hoặc xi măng Poocăng hỗn hợp có các đặc trưng kỹ thuật phù hợp với các quy định tại TCVN 6260:2009.

Yêu cầu xi măng dùng để gia cố đất có mác từ 30 MPa trở lên.

- Tùy thuộc vào chức năng của các lớp kết cấu và trên cơ sở số liệu thí nghiệm có thể sử dụng các loại xi măng có mác nhỏ hơn 30 MPa (xi măng xuống cấp, xi măng địa phương) để gia cố đất. Xi măng mác thấp chỉ nên dùng để gia cố với đất làm lớp dưới của móng hoặc làm móng của mặt đường cấp thấp. Để đảm bảo điều kiện thi công, thời gian bắt đầu ninh kết của xi măng không được nhỏ hơn 2 giờ và thời gian ninh kết xong không lớn hơn 12 giờ.

5.1.3 Yêu cầu đối với phụ gia hoạt tính

- Khi dùng loại đất ít có hiệu quả hoặc không phù hợp với yêu cầu gia cố thì dùng thêm các chất phụ gia để dễ thi công, giúp cho điều kiện biến cứng đạt độ bền cao. Tùy thuộc vào tính chất đất mà có thể dùng một hoặc nhiều chất phụ gia như: vôi tã, vôi tôi hoặc vôi sống, silicat natri, clorua canxi, tro bay... Do điều kiện công nghiệp hoá chất của nước ta chưa phát triển và khả năng thiết bị có hạn nên thực tế chỉ có thể dùng vôi làm chất phụ gia khi gia cố bằng xi măng hoặc khi đất dùng để gia cố có phản ứng chua và quá ẩm.
- Yêu cầu với vôi làm chất phụ gia khi gia cố bằng xi măng thường dùng là vôi bột nghiền, phải tuân theo yêu cầu ở mục 5.2.2.

5.1.4 Yêu cầu đối với nước

TCVN 10379:2014

Nước dùng để trộn và bảo dưỡng hỗn hợp đất gia cố phải thỏa mãn TCVN 4506:2012, nồng độ pH không nhỏ hơn 4 và không lớn hơn 12,5, hàm lượng ion sunphat (SO_4^{-2}) không quá 2700 mg/lít và hàm lượng muối không quá 10.000 mg/lít.

5.2 Trường hợp gia cố bằng vôi

5.2.1 Yêu cầu đối với đất

- Đất dùng để gia cố vôi thường là các loại đất được phép dùng để đắp nền đường (theo TCVN 9436:2012);
- Các loại đất thuộc nhóm A1-A3 (AASHTO M145-91-2004) gia cố vôi kém hiệu quả. Các nhóm A4-A7 gia cố vôi có hiệu quả hơn;
- Các loại đất có giới hạn chảy nhỏ hơn 55% và chỉ số dẻo I_p lớn hơn 4 đều có thể gia cố vôi;
- Các loại đất có tính axit, đất có nhiều mùn gia cố vôi sẽ có hiệu quả cao hơn gia cố xi măng nếu cùng một tỷ lệ chất liên kết.

5.2.2 Yêu cầu đối với vôi

- Vôi dùng để gia cố đất tốt nhất là loại vôi sống hoặc là vôi thủy hóa;
- Vôi bột nghiền: Vôi sống (CaO) là loại vôi sau khi nung không bị ảnh hưởng của độ ẩm được sản xuất bằng cách nghiền ngay (hoặc được bảo quản không bị ẩm) đóng thành bao kín. Vôi sống dùng để gia cố đất có hiệu quả nhất vì hoạt tính mạnh;
- Vôi tôi: Vôi sau khi nung được tôi no nước thành hỗn hợp nhão;
- Vôi tã: Vôi thủy hoá $\text{Ca}(\text{OH})_2$ là dạng vôi bột (vôi sau khi nung tự hút ẩm), loại vôi này hoạt tính kém, thời gian hình thành cường độ kéo dài và khó thi công nên ít dùng;
- Ngoài ra có thể dùng loại vôi sống không nghiền (dạng cục) xếp trong thùng chứa và xối nước để tưới trên nền đất đã chuẩn bị để trộn và gia cố đất;

Vôi được phân loại chất lượng theo 2 chỉ tiêu cơ bản là hàm lượng ($\text{CaO} + \text{MgO}$) và độ mịn theo Bảng 2. Sử dụng loại nào tùy theo điều kiện kinh tế kỹ thuật cụ thể và do thiết kế quy định.

Bảng 2- Phân loại vôi theo 2 chỉ tiêu cơ bản là hàm lượng CaO+MgO

Loại vôi	Hàm lượng CaO + MgO	Độ mịn	Ghi chú
A. Vôi bột nghiền			
Loại 1	≥ 90%	Qua sàng 2mm: 100% Qua sàng 0,1mm: ≥ 80%	thử nghiệm hàm lượng CaO tự do theo TCVN 2231-89
Loại 2	≥ 50%	Qua sàng 2mm: 100% Qua sàng 0,1mm: ≥ 80%	
B. Vôi đã thủy hóa			
Loại 1	≥ 90%	Qua sàng 2mm: 100% Qua sàng 0.1mm: ≥80%	
Loại 2	≥ 50%	Qua sàng 2mm: 100% Qua sàng 0,1mm: ≥ 80%	

Trong trường hợp tận dụng vôi có hàm lượng CaO + MgO tự do dưới 50% thì phải nghiên cứu thiết kế ở trong phòng thí nghiệm trước và phải được sự chấp thuận của tư vấn và chủ đầu tư.

- Yêu cầu bảo quản vôi : Vôi bột nghiền dùng để gia cố đất cần được bảo quản và chống ẩm tốt (không đặt trực tiếp trên đất và phải có mái che). Thời gian bảo quản vôi tôi không nên quá 50 ngày.

5.2.3 Yêu cầu đối với nước

Nước dùng để trộn và bảo dưỡng hỗn hợp đất gia cố phải thỏa mãn TCVN 4506:2012, nồng độ pH không nhỏ hơn 4, hàm lượng muối không quá 30 mg/lít, nước phải sạch và không váng dầu, mỡ.

Các loại nước uống được không phải kiểm tra chất lượng

5.3 Trường hợp gia cố bằng các chất liên kết và các hóa chất

Các hóa chất gia cố đất khác gồm nhiều loại khác nhau, có nguồn gốc khác nhau (vô cơ hoặc hữu cơ). Yêu cầu các hóa chất phải đảm bảo các điều kiện sau:

5.3.1 Với các chất nhập khẩu từ nước ngoài:

- Phải không ảnh hưởng độc hại đến môi trường trước mắt và lâu dài (nếu là hóa chất nhập khẩu phải có giấy kiểm chứng của cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền xác nhận);
- Cần có hướng dẫn của nhà sản xuất về sử dụng loại chất này trong gia cố đất;

5.3.2 Với các chất sản xuất trong nước có tính năng tương tự các chất nhập khẩu sẽ được ưu tiên khuyến khích trong sử dụng và không cần các thủ tục trên. Việc lựa chọn các chất để gia cố đất phải cân nhắc tới các điều kiện sau:

- Xem xét mức độ đáp ứng về kỹ thuật của hóa chất khi gia cố với yêu cầu kỹ thuật trong kết cấu mặt đường yêu cầu (đặc biệt là chỉ tiêu cường độ khi bão hòa nước).
- So sánh giá thành cũng như điều kiện thuận lợi trong thi công với các vật liệu truyền thống khác (như gia cố vôi, các loại vật liệu đá, cấp phối, sỏi...).

6 Thiết kế thành phần hỗn hợp

6.1 Đất gia cố chất kết dính vô cơ

Để đảm bảo yêu cầu ổn định lâu dài của vật liệu đất gia cố và sử dụng hợp lý số lượng chất kết dính đồng thời để làm cơ sở cho việc tổ chức thi công và kiểm tra chất lượng công trình nhất thiết phải tiến hành thiết kế hỗn hợp các thí nghiệm gia cố trong phòng. Trong thiết kế thành phần hỗn hợp, ngoài việc thí nghiệm để xác định liều lượng hợp lý chất kết dính còn cần phải xử lý đất để đảm bảo các yêu cầu đối với đất như đã quy định ở các mục 5.1.1; 5.2.1.

Lượng chất kết dính do tư vấn thiết kế quy định để đảm bảo các yêu cầu về cường độ quy định tại Bảng 1 (thông thường từ 5% đến 12% khối lượng đất khô tùy thuộc vào thành phần hạt của đất) và phải được xác định thông qua thí nghiệm trong phòng.

6.2 Đất sử dụng các chất gia cố đất và các hóa chất

Để đảm bảo chất lượng vật liệu đất gia cố yêu cầu các nhà cung cấp phải tiến hành thí nghiệm vật liệu gia cố trong phòng, thiết kế thành phần hỗn hợp, xác định tỷ lệ các chất gia cố phục vụ cho thi công, khi xác định cần xem xét đến các yếu tố vật liệu, chất lượng thi công và thỏa mãn các chỉ tiêu ở Bảng 1.

6.3 Đất gia cố tổng hợp

Ngoài các loại gia cố bằng chất kết dính vô cơ, các hóa chất, trong một số trường hợp cần kết hợp với các loại với nhau với một tỷ lệ nhất định (các chất phụ thêm) như chất vô cơ - hóa chất, hóa chất - chất vô cơ. Tỷ lệ này được xác định qua thí nghiệm, thông thường các chất này chỉ chiếm 1% đến 2% khối lượng đất khô.

7 Trình tự thi công

7.1 Yêu cầu chung

7.1.1 Trước khi tiến hành thi công gia cố đất phải căn cứ vào kết cấu mặt đường và các tiêu chuẩn vật liệu cũng như khả năng thiết bị và các điều kiện liên quan khác để thiết kế tổ chức thi công cho phù hợp nhằm đảm bảo thời gian quy định, chất lượng và hiệu quả kinh tế cao. Ngoài ra cần phải quy định về nội dung, phương pháp và dụng cụ kiểm tra chất lượng trong quá trình thi công gia cố đất.

7.1.2 Trình tự thi công đất gia cố bao gồm một số công việc chủ yếu sau:

- 1) Công tác làm tơi đất;
- 2) Rãi và trộn chất gia cố hoặc phụ gia;
- 3) Đầm lèn hỗn hợp đất gia cố;
- 4) Bảo dưỡng hỗn hợp.

7.2 Công nghệ thi công đất gia cố.

7.2.1. Công tác chuẩn bị trước khi thi công:

- Kiểm tra các số liệu thiết kế và tính toán các số liệu trước khi thi công;
- Xác định phạm vi thi công, tạo điều kiện thoát nước tốt trong quá trình thi công và thi công lòng đường;
- Chuẩn bị vật liệu đất và chất gia cố;
- Chuẩn bị xe máy thi công;
- Chuẩn bị các dụng cụ thí nghiệm kiểm tra thi công;
- Tính toán, thiết kế tổ chức dây chuyền thi công;
- Định phạm vi thi công (định tim tuyến, phạm vi lòng đường và lề đường);
- Dọn dẹp mặt bằng;
- Bố trí mặt bằng thi công (cần chú ý đảm bảo giao thông nếu là đường nâng cấp).

7.2.2 Trình tự thi công

Trường hợp lấy đất ngay tại lòng đường để gia cố thực hiện các bước sau:

1. Xới và làm nhỏ đất;
2. Chuyển một phần đất lên lề đường để làm lớp thứ 2 (khi cần làm hai lớp đất gia cố);
3. San tạo mui lượn cơ bản;
4. Rãi (hoặc phun hóa chất gia cố) chất gia cố theo tỷ lệ thiết kế;
5. Trộn đất với chất gia cố;
6. Tưới nước (nếu cần) để hỗn hợp đạt độ ẩm tốt nhất;
7. San hỗn hợp đã trộn và tạo mui lượn;
8. Đầm lèn;
9. Găm đá dăm nếu thi công một lớp đất gia cố và làm mặt đường.

Nếu thi công có 2 lớp:

10. Chuyển đất từ lề đường xuống để làm lớp trên;
11. Lặp lại các thao tác từ bước 3,4,5,6,7,8;
12. Bảo dưỡng.

Trường hợp lấy đất từ mỏ đất để gia cố thực hiện các bước sau:

1. Tạo khuôn đường (lề và lòng đường);
2. Lu lèn lòng đường bằng lu bánh cứng 8T đến 10T khoảng 3-4 lần /điểm, tạo mui lượn;

3. Vận chuyển đất từ mỏ đất đỏ vào lòng đường.

4. San phẳng thành lớp, chiều dày san cần tính đến hệ số tơi xốp của đất (thường bằng 1,3)

Nếu làm 2 lớp phải tính lượng đất cho 2 lớp.

(Các bước còn lại thực hiện như với thi công lấy đất ở lòng đường các bước 8,9,10,11,12)

Trường hợp lấy đất từ mỏ làm nhỏ đất, trộn chất gia cố tại mỏ thực hiện các bước sau:

1. Tạo khuôn đường (lề và lòng đường);

2. Lu lèn lòng đường bằng lu bánh cứng 8T đến 10T khoảng 3-4 lần /điểm, tạo mui luyen;

3. Vận chuyển hỗn hợp đất đã trộn từ mỏ đất đỏ vào lòng đường.

4. San phẳng thành lớp, chiều dày san cần tính đến hệ số tơi xốp của đất (thường bằng 1,3);

(Các bước còn lại thực hiện như với thi công lấy đất ở lòng đường các bước 8,9,10,11,12).

7.3 Các vấn đề cần chú ý khi thi công :

7.3.1 Thí nghiệm trước khi thi công

Đơn vị thi công và nhà cung cấp phải tiến hành thí nghiệm trong phòng trước khi thi công các chỉ tiêu sau:

- Xác định mô đun đàn hồi ($E_{đh}$) của hỗn hợp vật liệu;
- Cường độ chịu nén (R_n);
- Cường độ kéo khi uốn (R_{ku}).

Kiểm tra độ phân rã của hỗn hợp cần xác định:

- Cường độ chịu nén (R_n) trong điều kiện bão hòa (ngâm nước 48 giờ hoặc 72 giờ);
- Cường độ kéo khi uốn (R_{ku}) trong điều kiện bão hòa (ngâm nước 48 giờ hoặc 72 giờ).

Tiêu chuẩn cường độ và các tiêu chuẩn khác của tất cả các loại đất gia cố bằng chất gia cố hoặc hóa chất thỏa mãn điều kiện ở Bảng 1

7.3.2 Chuẩn bị xe máy thi công

Tùy điều kiện cụ thể về địa hình, yêu cầu kỹ thuật, tiến độ thi công và về khả năng thiết bị để chuẩn bị các loại máy cho phù hợp:

- Các máy phay, máy xới, máy bừa;
- Máy phay hoặc các máy liên hợp;
- Một máy san có lắp thêm dàn lưới cày xới (nếu lấy đất tại chỗ có thể lẫn đá để thi công);

- Một xe xi-téc nước có dàn phun, dung tích lớn hơn 3000 lít và có thể khống chế được lượng nước phun, nếu dùng dàn phun của máy liên hợp thì xi-téc phải có vòi ống nối khớp với hệ dàn phun đó;
- Một lu bánh nhẵn loại ba bánh 12T đến 15T hoặc một lu lốp 15T đến 18T (tải trọng một bánh lốp từ 4T trở lên); có thể dùng một lu rung loại nặng;
- Một lu vừa 8T đến 10T;
- Các ô tô chở đất hoặc đất gia cố vôi (nếu không lấy đất tại chỗ hoặc không trộn tại chỗ).

7.3.3 Chuẩn bị các dụng cụ thí nghiệm, kiểm tra phục vụ thi công:

- Chuẩn bị máy cao đo và đặt mốc cao độ để kiểm tra bề dày rải đất và bề dày lu lèn chặt;
- Phễu rót cát hoặc dao vòng để xác định dung trọng ẩm của đất và đất gia cố vôi;
- Thước dài 3m để kiểm tra độ bằng phẳng và thước kiểm tra mui luyện bề mặt đường.

7.3.4 Khi cày xới và làm tơi đất phải đảm bảo sao cho hàm lượng các hạt đất lớn hơn 5 mm không vượt quá 25% khối lượng trong đó loại lớn hơn 10 mm không quá 10% khối lượng. Để dễ cày xới và làm tơi đất sét khô, nên làm ẩm đất tới độ ẩm bằng 0.3 đến 0.4 độ ẩm giới hạn chảy hoặc tới độ ẩm thấp hơn độ ẩm tốt nhất 3% đến 4%.

Trong trường hợp đất có độ ẩm cao hơn độ ẩm tốt nhất thì phải xáo xới nhiều lần để cho đất tơi vụn và chóng khô. Trong trường hợp này, tốt nhất cho thêm bột vôi sống để hong đất với liều lượng theo tiêu chuẩn như sau: Muốn làm giảm từ 1% đến 2% độ ẩm của đất cần trộn thêm 1% bột vôi sống.

Nên dùng các máy phay hoặc các máy liên hợp vừa và nhỏ để làm nhỏ đất và trộn đất gia cố chỉ dùng các máy rải liên hợp khác khi thỏa mãn các điều kiện sau:

- + Điều kiện địa hình cho phép, thuận lợi cho tổ chức thi công và đảm bảo giao thông.
- + Các đường có độ dốc nhỏ hơn 6%.

7.3.5 Khi rải và trộn hỗn hợp phải bảo đảm cho chất kết dính phân phối đều trong cả chiều dày lớp đất cần gia cố. Nếu sử dụng chất phụ gia hoặc cấp phối vật liệu thì công tác này phải tiến hành trước khi rải chất kết dính. Việc trộn hỗn hợp nên chia làm 2 giai đoạn: trộn khô và trộn ẩm. Giai đoạn tưới nước để hỗn hợp đất có độ ẩm thiết kế chỉ nên tiến hành sau khi đã trộn khô.

7.3.6 Sau khi kiểm tra thấy việc trộn hỗn hợp đã đạt yêu cầu về độ ẩm và độ đều theo chiều dày và chiều rộng mặt cắt ngang thì mới được tiến hành đầm lèn. Công tác đầm lèn vật liệu đất gia cố thực hiện tương tự như đối với đầm lèn đất nền đường hoặc mặt đường cấp phối bằng lu bánh hơi hoặc bánh sắt nhẵn.

Công tác đầm lèn đến độ chặt yêu cầu phải kết thúc trước khi hỗn hợp đất và chất kết dính đông kết với nhau. Nếu chất kết dính là xi măng thì thông thường sau 4 giờ đến 5 giờ kể từ lúc làm ẩm (tức là khi trộn xi măng đất có độ ẩm tốt nhất) hỗn hợp sẽ bắt đầu đông kết, do đó việc lu lèn không tiến hành chậm hơn 3 giờ đến 4 giờ và kết thúc không được chậm hơn 6 giờ kể từ khi làm ẩm hỗn hợp.

Nếu chất kết dính là vôi thì thời gian đông cứng chậm hơn nên quá trình công nghệ có thể kéo dài, xong việc đầm lèn cứng phải kết thúc trước 24 giờ kể từ khi trộn vôi với đất.

- Đầm lèn lớp đất gia cố bằng lu nhẹ số lượt lu 2-4 lần/điểm sau đó lu bằng lu nặng khoảng 12 -16 lần/điểm. Tốt nhất là dùng lu bánh lốp tự hành lu từ mép vào tim, vệt chông lên nhau 20 cm đến 25 cm. Kể từ trộn đất với xi măng và thời gian lu lèn xong không được quá 6 giờ.
- Chiều dày đầm nén tùy thuộc vào công cụ đầm nén và chiều sâu tác dụng của lu thông thường không nhỏ hơn 10 cm và không lớn hơn 15 cm.
- Trong quá trình lu lèn nhất là khi sắp kết thúc cần phải kiểm tra hệ số đầm nén của lớp đất gia cố: hệ số đầm nén lớn hơn hoặc bằng 0.95;

7.3.7 Nếu trong thiết kế quy định phải thi công làm hai lớp sau khi đầm lèn xong lớp dưới có thể tiến hành thi công ngay lớp trên. Trình tự thi công lớp sau cũng thực hiện tương tự như trên nhưng trong trường hợp này do đất dùng để gia cố phải đưa từ ngoài vào (hoặc là đất nền đường cũ đưa ra ngoài nay lại đưa vào) nên việc thi công lớp trên có thể tiến hành theo phương pháp trộn trên đường hoặc trộn ở ngoài.

7.3.8 Để tăng cường dính bám giữa lớp móng gia cố với lớp mặt, khi đạt 80% công lu thiết kế phải rải mặt bằng lớp đá nhỏ 0,5 cm đến 2 cm (tốt nhất nên dùng đá vôi) với liều lượng 8 lít/m² đến 10 lít/m² (tùy thuộc vật liệu lớp mặt) sau đó tiếp tục đầm lèn hỗn hợp cho đến độ chặt yêu cầu.

7.3.9 Sau khi đầm lèn hỗn hợp đạt yêu cầu và độ chặt cần tiến hành ngay công tác dưỡng hộ lớp móng đất gia cố để giữ cho hỗn hợp đã đầm lèn luôn luôn có độ ẩm thiết kế trong suốt thời gian 28 ngày. Biện pháp dưỡng hộ tốt nhất là ngay sau khi kết thúc đầm lèn phủ một lớp nhũ tương nhựa đường hoặc nhựa lỏng với liều lượng là 0,8 kg/m² đến 1,2 kg/m². Khi không có nhựa lỏng hoặc nhựa nhũ tương thì có thể dùng cát rải một lớp dày từ 4 cm đến 5 cm và tưới nước thường xuyên để làm ẩm.

7.3.10 Khi hết thời gian dưỡng hộ thì tiến hành làm lớp mặt. Đối với trường hợp móng đất gia cố được dưỡng hộ bằng cát ẩm thì trước lúc rải lớp mặt cần tưới một lớp nhựa lỏng với liều lượng 0,8 kg/m² đến 1,2 kg/m² trên bề mặt lớp đất gia cố để làm lớp dính bám và lớp cách nước. Tùy điều kiện cụ thể có thể tiến hành làm lớp mặt sớm hơn thời gian quy định. Trong trường hợp lớp vật liệu gia cố được dùng làm lớp mặt (lớp chịu lực) có thể tiến hành láng nhựa 2 lớp với tiêu chuẩn nhựa 4.5 kg/m² ngay sau khi hỗn hợp đạt độ chặt yêu cầu. Việc làm lớp mặt phải theo đúng các chỉ dẫn ở các quy trình tương ứng.

Trường hợp trên lớp móng đất gia cố xi măng không làm ngay lớp mặt thì phải bảo dưỡng lớp đất gia cố xi măng hoặc các chất gia cố vô cơ khác cần ít nhất 7 ngày, tốt nhất là 28 ngày bằng lớp cát ẩm dày 5 cm đến 7 cm và phải thường xuyên tưới nước lên cát hoặc tưới bằng lớp màng mỏng như nhũ tương để chống bay hơi nước từ đất gia cố.

Trường hợp gia cố vôi phải cấm xe đi lại trên lớp đất gia cố vôi trong 7 ngày kể từ khi thi công xong. Nếu không có điều kiện thì phải cấm xe tải và hạn chế tốc độ xe dưới 20 km/h.

7.3.11 Để đảm bảo yêu cầu về chất lượng của lớp vật liệu đã gia cố, ngoài việc thực hiện đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật đã nói trên còn cần phải làm tốt các mối nối chỗ tiếp giáp giữa các đoạn thi công (chỗ tiếp giáp dọc khi thi công từng nửa bề rộng mặt đường, chỗ tiếp giáp ngang giữa các đoạn).

7.3.12 Khi thi công đất gia cố vôi:

a. Đơn vị thi công phải tính toán ra các số liệu sau đây để phục vụ cho công việc thi công.

- Hệ số bề dày rải K_h .

$$K_h = \frac{\gamma_{\text{đất vôi}} (100 - p)}{\gamma_{\text{(tơi xốp)}} \cdot 100} \quad (1)$$

Trong đó:

+ $\gamma_{\text{đất vôi}}$ và $\gamma_{\text{tơi xốp}}$ là dung trọng khô của đất gia cố vôi yêu cầu phải đạt được đầm nén và dung trọng khô của đất ở trạng thái đã cày xới làm nhỏ sau khi sắp trộn với vôi (T/m^3);

+ p là tỷ lệ khối lượng vôi so với đất theo khối lượng (%), thường lấy bằng tỷ lệ vôi thí nghiệm trong phòng cộng thêm 1%.

- Lượng vôi khô cần rải trên $1m^2 P_v$

$$P_v = \gamma_{\text{đất vôi}} \cdot p \cdot h \quad (2)$$

Trong đó:

+ $\gamma_{\text{đất vôi}}$ và p có ý nghĩa như ở (7.1);

+ h là bề dày của lớp đất gia cố vôi sẽ thi công (m)

- Nếu vôi có độ ẩm W_v thì lượng vôi ẩm rải trên $1m^2$ sẽ là

$$P_{v.ẩm} = P_v (1 + W_v) \quad (3)$$

(W_v biểu thị dưới dạng số thập phân).

Trường hợp sử dụng vôi tôi hoặc vôi tả thì từ $P_{v.ẩm}$ có thể đổi ra thể tích vôi cần rải trên $1m^2$ (lúc này phải biết dung trọng ẩm của vôi).

b. Trong trường hợp dùng ngay đất lòng đường để gia cố thì cao độ thi công lòng đường phải tính đến chiều dày cần phải cày xới lấy đất làm lớp gia cố vôi.

$$h_{\text{xới}} = K_h \cdot h = \frac{\gamma_{\text{đất vôi}} (100 - p) h}{\gamma_{\text{(tơi xốp)}} \cdot 100} \quad (4)$$

Trong đó

+ K_n : Hệ số bề dày rải K_n

+ h : Chiều dày thiết kế (m)

+ $\gamma_{\text{đất vôi}}$ và $\gamma_{\text{tơi xói}}$ dung trọng khô của đất gia cố vôi yêu cầu phải đạt được đầm nén và dung trọng khô của đất ở trạng thái đã cày xới làm nhỏ sau khi sắp trộn với vôi (T/m^3);

+ p là tỷ lệ khối lượng vôi so với đất theo khối lượng (%).

7.4 Bố trí mặt bằng và tổ chức thi công:

- Trước khi thi công đơn vị thi công phải căn cứ vào cấu tạo lớp đất gia cố vôi, điều kiện xe máy, nhân lực và tình hình thực tế nơi thi công để thiết kế tổ chức dây chuyền thi công chi tiết và bố trí mặt bằng thi công chi tiết.
- Thiết kế tổ chức dây chuyền thi công chi tiết nhằm xác định được chiều dài đoạn đường bằng đất gia cố được hoàn thành trong một ngày sao cho tận dụng được hết thời gian làm việc của các máy chính (máy phay, các máy lu, ô tô và bố trí thời gian làm việc phối hợp giữa các xe máy không để các xe máy phải nghỉ chờ đợi nhau).
- Phải tính toán thời gian làm việc cần thiết của từng loại xe máy để hoàn thành từng trình tự công việc trong các điều kiện cụ thể tại chỗ (cụ ly vận chuyển đất cụ thể; từng thời gian quay đầu của xe máy sau mỗi hành trình, trong đó kể cả thời gian xe, máy phải di chuyển không thao thác...) tương ứng với một số phương án có tốc độ dây chuyền khác nhau (50 m, 75 m, 100 m, 150 m/ngày ...), từ đó chọn được phương án đạt yêu cầu nói trên tức là tận dụng được hết khả năng của số xe máy thực tế đơn vị có. Với các máy liên hợp, tốc độ dây chuyền thường từ 100 m/ngày đến 200 m/ngày.
- Bố trí chiều dài khai triển dây chuyền hợp lý (chiều dài này bằng bội số của tốc độ dây chuyền đã chọn) để xe máy có đủ mặt bằng làm việc liên tục (máy phay trộn xong ở một đoạn có thể chuyển sang một đoạn phía trước để xới và làm nhỏ đất...); thường chỉ nên bố trí chiều dài này gồm hai đoạn (gấp đôi tốc độ dây chuyền) vì nếu càng khai triển dài thì thi công càng dễ chịu ảnh hưởng của thời tiết, nhất là trong mùa mưa;
- Bố trí đường tạm để chở đất, để xe máy đi lại và quay đầu;
- Bố trí chỗ lấy nước;
- Bố trí chỗ lấy đất và bãi trộn đất với vôi (nếu theo phương án trộn ở ngoài phạm vi lòng đường).
- Trước khi thi công chính thức, đơn vị thi công phải tổ chức thi công thí điểm trên một đoạn bằng chiều dài khai triển dây chuyền (thường 100 m đến 150 m) để kiểm tra toàn bộ các nội dung chuẩn bị nói trên và kiểm tra việc vận hành, phối hợp của các xe, máy theo dây chuyền thi công đã thiết kế xem hợp lý chưa; nếu cần thì điều chỉnh kịp thời và các nội dung có liên quan đến chất lượng thi

công như khả năng làm nhỏ đất, trộn đều với vôi và khả năng đầm nén đạt độ chặt yêu cầu trên thực tế.

8 Kiểm tra và nghiệm thu

8.1 Kiểm tra lớp đất gia cố

8.1.1 Kiểm tra trước khi thi công

Kiểm tra trước khi thi công gồm các nội dung sau:

- Kiểm tra mọi công tác chuẩn bị trong đó chú trọng kiểm tra tình trạng xe máy, kiểm tra việc định vị tìm đường, phạm vi lòng đường và các biện pháp thoát nước mặt bằng thi công. Việc kiểm tra chất lượng vật liệu phải tuân theo quy định ở 7.2.1.
- Kiểm tra độ bằng phẳng cao độ và độ dốc ngang của nền hoặc lớp móng dưới lớp đất gia cố sẽ thi công

8.1.2 Kiểm tra trong quá trình thi công

Để đảm bảo độ bền và ổn định lâu dài của lớp đất gia cố trong kết cấu áo đường, ngoài những yêu cầu đối với thiết kế ra cần phải đặc biệt coi trọng công tác kiểm tra chất lượng lớp đất gia cố.

a. Trong quá trình thi công phải thường xuyên và kịp thời thực hiện các việc sau đây:

- Kiểm tra chiều dày và mức độ tơi đất;
- Kiểm tra liều lượng chất kết dính và mức độ phân bố đều của chất kết dính trong đất;
- Kiểm tra độ ẩm của hỗn hợp khi đầm lèn, độ chặt sau khi đầm lèn;
- Kiểm tra cường độ và các tính chất khác của vật liệu gia cố;

Trên mỗi đoạn thi công với chiều dài 150 m đến 200 m, tùy thuộc vào chỉ tiêu mà cần kiểm tra từ 3 vị trí đến 5 vị trí, mỗi vị trí kiểm tra ba điểm và với số lần thí nghiệm ở mỗi điểm ít nhất là hai lần.

b. Khi kiểm tra chất kết dính nếu thi công theo phương pháp thủ công thì phải kiểm tra số lượng bao gói, còn nếu dùng máy rải thì phải kiểm tra số lượng chất kết dính theo chiều dài và chiều rộng mặt đường. Công việc này phải làm xong trước khi trộn hỗn hợp và nhất thiết không được để thấp hơn 0,5% so với liều lượng thiết kế.

Với các loại hóa chất được hòa tan trong nước cần kiểm tra lượng hóa chất (tính bằng lít) và lượng nước trộn (tính bằng lít hoặc các thùng chứa nước).

c. Việc kiểm tra độ đồng đều khi trộn hỗn hợp chủ yếu được thực hiện bằng cách theo dõi số lần, chiều sâu xáo xới và quan sát màu sắc của hỗn hợp. Công việc kiểm tra này phải tiến hành trước khi làm ẩm hỗn hợp hoặc trước khi đầm nén.

d. Độ ẩm của đất và hỗn hợp phải được thường xuyên kiểm tra trước và sau khi cày xới, làm tơi đất trong khi hỗn hợp và trước lúc đầm lèn để biết được nhu cầu về nước tưới thêm để đảm bảo cho hỗn hợp có độ ẩm bằng độ ẩm thiết kế.

Độ chặt móng đất gia cố phải được kiểm tra khi đã đầm lèn đủ số lần quy định. Nếu thấy chưa đạt yêu cầu thì phải đầm lèn tiếp tục hoặc xử lý để đạt độ chặt thiết kế.

Tuỳ theo đặc điểm của đất nền đường và khả năng sẵn có của đơn vị thi công về dụng cụ thiết bị thí nghiệm mà có thể dùng phương pháp rót cát, dao đai hoặc phao Covaliep để thử độ chặt, độ ẩm trong quá trình gia cố đất.

8.2 Nghiệm thu lớp đất gia cố

a. Cứ 1000 m dài phần xe chạy 1 làn xe phải khoan 6 mẫu (3 mẫu để thử nén, 3 mẫu để thử ép chẻ) không cùng trên một mặt cắt mà phân bố đều trên 1000 m dài tuyến đường để kiểm tra cường độ như quy định đồng thời để kiểm tra chiều dày và khối lượng thể tích khô của mẫu. Nếu kết quả có lỗ khoan và mẫu không đạt yêu cầu quy định thì lân cận vùng đó phải khoan thêm 2 mẫu nữa để kiểm tra cho chắc chắn. Sai số cho phép về cường độ cục bộ là 5% nhỏ hơn so với yêu cầu ở Bảng 1 (hoặc yêu cầu quy định trong đồ án thiết kế nhưng trung bình trên 1000 m dài đường không được nhỏ hơn yêu cầu).

Sai số về độ chặt cục bộ là - 1% nhưng trung bình trên 1000 m dài không được nhỏ hơn 1,0;

Sai số về bề dày là $\pm 5\%$;

b. Đối với các yếu tố hình học khác của lớp đất gia cố, cứ 1000 m dài đường kiểm tra tối thiểu trên 5 mặt cắt ngang.

Sai số về cao độ bề mặt lớp kết cấu cho phép là - 1,0 cm đến + 0,5 cm;

Sai số về bề rộng lớp kết cấu cho phép là ± 10 cm;

Sai số về độ dốc ngang cho phép là $\pm 0,5\%$;

Độ bằng phẳng bề mặt lớp kết cấu được kiểm tra bằng thước 3 m, ở mỗi vị trí đặt thước kiểm tra đối với từng làn xe theo cả chiều dọc và chiều ngang đường; Khe hở cho phép không quá 5 mm.