

Chương 4

MẶT ĐƯỜNG ĐẤT ĐÁ GIA CỔ CKD VÔ CƠ

Những nội dung chính:

1. Các vấn đề chung
2. Mặt đường CPĐD gia cố xi măng
3. Mặt đường ĐD thấm nhập VXM
4. Mặt đường cát gia cố xi măng
5. Mặt đường đất gia cố vôi

4.1. Các vấn đề chung

1. Khái niệm:

- Vật liệu: cốt liệu chính là đất, đá dăm tiêu chuẩn, đá dăm cấp phối; CKD vô cơ thông thường là vôi & XM.
- Nguyên lý sử dụng VL:
 - . “Cấp phối”
 - . “Đá chèn đá “
 - . “Đất gia cố”

- Cấu trúc vật liệu: “Kết tinh” hoặc “Đông tụ”.
- Hình thành cường độ: nhờ CKD thuỷ hoá & đông tụ hoặc kết tinh liên kết cốt liệu một khối vững chắc có cường độ cao, có khả năng chịu nén và chịu kéo khi uốn.

2. Đặc điểm chung:

- Loại mặt đường: có tính toàn khối.
- Cường độ cao: có cường độ chịu nén cao, có khả năng chịu kéo khi uốn.
- Ổn định nước & nhiệt: cường độ hầu như không giảm khi độ ẩm & nhiệt độ mặt đường thay đổi.

- Tính đòn cao: chịu tải trọng động rất kém, dễ bị gãy vỡ khi chịu tác dụng xung kích của bánh xe hoạt tải.
- Không chế thời gian thi công: từ $2 \div 4$ giờ.
- Bảo dưỡng lâu: Sau khi thi công phải có thời gian bảo dưỡng mặt đường mới hình thành cường độ.

4.2. Mặt đường CPĐD GCXM

1. Khái niệm - phân loại:

- Nguyên lý sử dụng VL: “ Cấp phối”
- Vật liệu: Cấp phối đá dăm hoặc cuội sỏi (nghiền hoặc không nghiền) có cấu trúc thành phần hạt theo nguyên lý cấp phối chặt, liên tục đem trộn với xi măng theo một tỷ lệ nhất định rồi lu lèn chặt ở độ ẩm tốt nhất trước khi xi măng ninh kết.

- Hình thành cường độ: nhờ xi măng thuỷ hoá & kết tinh liên kết cốt liệu một khối vững chắc có cường độ cao, có khả năng chịu nén và chịu kéo khi uốn.

- Phân loại: Có 2 loại Dmax38,1 và Dmax25.

Có thể phân loại theo hàm lượng XM gia cố (3 - 6 %).

- Loại mặt đường: cấp cao A2, kết cấu chặt kín, độ rỗng nhỏ.
- Tên gọi khác: BTXM kinh tế, BTXM đầm lăn, BTXM lèn chặt bằng lu . . .

2. Ưu nhược điểm:

2.1. Ưu điểm:

- Cường độ rất cao ($E_{đh} = 9000 \div 11000 \text{ daN/cm}^2$), có khả năng chịu kéo khi uốn, rất ổn định nhiệt & nước.
- Sử dụng được các loại vật liệu địa phương.
- Giá thành rẻ, lượng XM sử dụng cho 1m^3 vật liệu rất nhỏ ($70 \div 120\text{kg/m}^3$).

- Có thể cơ giới hoá toàn bộ khâu thi công.
- Độ bằng phẳng cao hơn mặt đường BTXM, không phải bố trí các khe biến dạng, độ nhám của mặt đường cao & ít thay đổi khi bị ẩm ướt.

2.2. Nhược điểm:

- Chịu tải trọng động kém.
- Yêu cầu phải có thiết bị thi công chuyên dụng (thiết bị trộn, rải).
- Không chế thời gian thi công (không quá 2 giờ).
- Không thông xe được ngay sau khi thi công.

4. Phạm vi sử dụng:

(theo 22 TCN 245 - 98)

- Móng trên - móng dưới mặt đường cấp A1.
- Lớp mặt của mặt đường A2 (phải cấu tạo lớp láng nhựa).
- Loại Dmax 38,1 chỉ làm lớp móng dưới.
- Lớp móng mặt đường BTXM.

5. Cầu tạo mặt đường:

- Chiều dày lớp VL: tối đa 25cm (rải & lu 1 lớp), tối thiểu 10cm.
- Độ dốc ngang mặt đường : $2\div 3\%$
- Là loại mặt đường cấp cao nên không đặt trực tiếp trên nền đường.
- Không nên dùng ở các đoạn đường có khả năng lún nhiều.
- Nên sử dụng chất phụ gia làm chậm ninh kết để tạo thuận lợi cho việc thi công.
- Nên dùng làm lớp móng cho các đoạn tuyến có mực nước ngầm, nước mặt cao.

6. Yêu cầu vật liệu:

6.1. Đá dăm:

- Thành phần hạt:

Kích cỡ lỗ sàng vuông (mm)	Tỷ lệ % lọt qua sàng	
	$D_{\max} = 38,1\text{mm}$	$D_{\max} = 25\text{mm}$
38,1	100	
25,0	70 - 100	100
19,0	60 - 85	80 - 100
9,5	39 - 65	55 - 85
4,75	27 - 49	36 - 70
2,0	20 - 40	23 - 53
0,425	9 - 23	10 - 30
0,075	2 - 10	4 - 12

Cấp phối tham khảo của viện BT Hoa Kỳ (ACI)

Sieve Size		Percent Passing	
Inch	Millimeter	Minimum	Maximum
3/4"	19.000	100	100
1/2"	12.500	70	90
3/8"	9.500	60	85
#4	4.750	40	60
#8	2.360	35	55
#16	1.180	20	40
#30	0.600	15	35
#50	0.300	8	20
#100	0.150	6	18
#200	0.075	2	8

- Độ hao mòn **L.A** : nhỏ hơn 35%, móng dưới L.A nhỏ hơn 40%.
- Đường lượng cát **E.S** : lớn hơn 30.
- Hàm lượng hữu cơ : nhỏ hơn 0.3%.
- Hàm lượng hạt dẹt : nhỏ hơn 10%.
- Làm móng trên bắt buộc phải nghiền vỡ hạt.
- IP của loại hạt nhỏ ≈ 0

6.2. Ximăng:

- Dùng các loại xi măng Poóc-lăng thông thường có các đặc trưng kỹ thuật phù hợp các quy định ở Tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

- Không nên dùng xi măng mác cao có cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày lớn hơn 400 daN/cm^2 hoặc nhỏ hơn 300 daN/cm^2 .
- Lượng xi măng tối thiểu dùng để gia cố là 3% tính theo khối lượng hỗn hợp cốt liệu khô; tối đa 6%.

6.3. Nước:

- Không có váng dầu hoặc váng mỡ.
- Không có màu.
- Lượng tạp chất hữu cơ không vượt quá 15mg/l.
- Có độ pH không nhỏ hơn 4 và không lớn hơn 12,5.

- Lượng muối hòa tan không lớn hơn 2000mg/l.
- Lượng ion Sulfat không lớn hơn 600mg/l.
- Lượng ion Clo không lớn hơn 350mg/l.
- Lượng cặn không tan không lớn hơn 200mg/l.

6.4. Hỗn hợp CPĐD gia cố XM:

- Mẫu nén hình trụ có đường kính 152mm, cao 117mm và được tạo mẫu ở độ ẩm tốt nhất với dung trọng khô lớn nhất theo **phương pháp đầm nén AASHTO T180-D**. Mẫu được bảo dưỡng ẩm 21 ngày và 7 ngày ngâm nước rồi đem nén với độ gia tải khi nén là (6 ± 1) daN/cm²/sec và thí nghiệm xác định cường độ ép chẻ theo 22TCN 73-84.

Vị trí lớp kết cấu đá (sỏi, cuội) gia cố xi măng	Cường độ giới hạn yêu cầu (daN/cm ²)	
	Chịu nén (sau 28 ngày tuổi)	Chịu ép chẻ (sau 28 ngày tuổi)
Lớp móng trên của tầng mặt bê tông nhựa và lớp mặt có láng nhựa nói ở điểm 1,3	≥ 40	$\geq 4,5$
Các trường hợp khác	≥ 20	$\geq 2,5$

7. Trình tự thi công:

1. Thi công lòng đường.
2. Làm lớp móng hoặc xử lý mặt đường cũ (nếu có).
3. Chuẩn bị cấp phối.
4. Thi công đoạn thử nghiệm.
5. Vận chuyển cấp phối đến hiện trường.

6. San rải cấp phối.

7. Lu lèn sơ bộ cấp phối.

8. Lu lèn chặt cấp phối (lu rung hoặc lu bánh lốp).

9. Lu lèn hoàn thiện cấp phối.

10. Hoàn thiện & bảo dưỡng.

8. Kỹ thuật thi công:

8.1. Thi công lòng đường: phải đúng kích thước hình học (chiều rộng, chiều sâu), đúng cao độ, độ dốc ngang - dốc dọc, chặt bằng phẳng.

8.2. Làm lớp móng hoặc xử lý mặt đường cũ (nếu có): lớp móng phải được thi công đúng quy trình & phải được nghiệm thu trước khi làm lớp CPĐD GCXM.

Nếu lớp móng là mặt đường cũ bằng phẳng đủ cường độ phải làm sạch mặt đường; nếu mặt đường cũ rời rạc, nhiều ổ gà phải tiến hành vá ổ gà, làm phẳng, lu lèn lại trước khi thi công lớp cấp phối. **Phải tưới ẩm nước lớp móng trước khi rải cấp phối ĐD GCXM.**

Tưới dặm nước làm ẩm móng



8.3. Chuẩn bị cấp phối:

- Cấp phối phải được gia công & tập kết tại các bãi chứa vật liệu.
- Phải thí nghiệm cấp phối đạt các chỉ tiêu cơ lý quy định, đúc các tổ mẫu để xác định đúng hàm lượng XM gia cố.

Cấp phối đá dăm được chuẩn bị trước



- Hỗn hợp CPĐD GCXM phải trộn tại các trạm trộn cưỡng bức.
- Các sai số cho phép trong quá trình trộn đối với cốt liệu là $\pm 2\%$, với xi măng là $\pm 0,5\%$ và với nước là $\pm 1\%$ theo khối lượng của mỗi loại đó. Phải kiểm tra tính chính xác của các thiết bị cân đong.

photo courtesy of C.L. Monismith



photo courtesy of C.L. Monismith

photo courtesy of C.L. Monismith



photo courtesy of C.L. Monismith



Một trạm trộn CPĐD GCXM hiện đại



Một trạm trộn CPĐD GCXM hiện đại



- Cứ 500T vật liệu kiểm tra thành phần hạt, hàm lượng hữu cơ, E.S một lần; cứ 2000T kiểm tra L.A.
- Phải kiểm tra độ ẩm cấp phối hàng ngày để điều chỉnh lượng nước trộn phù hợp, đảm bảo cấp phối đúng độ ẩm tốt nhất.

- Đường vận chuyển & thiết bị vận chuyển phải đảm bảo sao cho thời gian trộn, chuyên chở, rải và đầm nén chỉ trong vòng 120 phút.

8.4. Thi công đoạn thử nghiệm:

- Đoạn thử nghiệm dài 100m.
- Từ số liệu thí nghiệm xác định dung trọng khô lớn nhất & độ ẩm tốt nhất của CPĐD GCXM (thí nghiệm AASHTO T180-D).

- Thiết kế đoạn đầm nén thử nghiệm, trình TVGS & CĐT.
- Thi công đoạn thử nghiệm theo hồ sơ đã được duyệt; Ghi chép số liệu trong quá trình thi công thử nghiệm, tính toán xác định chính xác công nghệ thi công thử nghiệm trước khi tiến hành thi công đại trà như: thời gian vận chuyển; thời gian kết thúc lu lèn; độ ẩm vật liệu; hệ số rải, công nghệ lu lèn . . .
- **Khoan lấy mẫu xác định cường độ của CPĐD GCXM.**

8.5. Vận chuyển vật liệu:

- Dùng ô tô tự đổ hoặc xe chuyên dụng có bạt phủ thùng xe để chuyên chở hỗn hợp .
- Khối lượng cấp phối phải được tính toán đầy đủ với hệ số rải xấp xỉ 1,25 (xác định chính xác ở đoạn thử nghiệm).
- Cấp phối đổ trực tiếp vào phễu chứa máy rải.

- Cứ 1000 tấn hỗn hợp lấy mẫu ngay tại phễu trút ở trạm trộn để đúc mẫu và thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý: 01 tổ mẫu xác định cường độ chịu nén, 01 tổ mẫu xác định cường độ chịu ép chẻ.

Ô tô đổ vụn chuyên và đổ trực tiếp CPĐD GCXM vào phễu chứa của máy rải thông thường



8.6. Rải cấp phối:

- Có thể dùng máy rải thông thường, máy chuyên hỗn hợp kết hợp với máy rải.
- Phải làm ván khuôn 2 phía của vệt rải.
- Thường xuyên kiểm tra độ ẩm hỗn hợp trước khi rải.
- Phải đảm bảo chiều dày, độ bằng phẳng & độ dốc ngang thiết kế.

Dùng máy chuyên để cung cấp VL cho máy rải





- Thường xuyên kiểm tra chiều dày rải; kiểm tra độ dốc bằng thước đo độ dốc hoặc máy thủy bình.
- Nếu phát hiện hỗn hợp rải phân tầng phải loại bỏ thay bằng hỗn hợp tốt.
- Phải xử lý tốt các mối nối: xáo xới trong phạm vi 60cm trộn thêm 50% hỗn hợp mới.

8.7. Lu lèn:

- Độ ẩm lu lèn xấp xỉ W_o (sai số là -1%).
- Tối đa 30ph sau khi rải phải lu lèn mặt đường.
- Kết thúc 1 lượt lu nhẹ đầu tiên phải tiến hành công tác bù phụ. Chỉ gạt các chỗ lồi, không bù các chỗ lõm; vật liệu thừa phải bỏ đi.

- Kết thúc 3÷4 lượt lu nhẹ phải kết thúc công tác bù phụ & tiến hành kiểm tra độ dốc, độ bằng phẳng.
- Quá trình lu nặng tiếp theo tốt nhất dùng lu rung có $M/L \geq 20 \div 30$, lu $6 \div 10$ l/đ.
- có thể dùng lu bánh lốp, lu $15 \div 20$ l/đ.
- Kết thúc giai đoạn lu lèn chặt phải kiểm tra ngay độ chặt bằng PP rót cát. Nếu $K < 1$ phải tiếp tục lu lèn ngay.

Lu lèn CPĐD bằng lu rung rất hiệu quả



- Cứ 1 đoạn thi công hoặc 800m^2 kiểm tra độ chặt 1 lần.
- Tiếp tục lu lèn hoàn thiện bề mặt bằng lu nặng bánh cứng.
- Phải kết thúc lu lèn sau 120 phút kể từ khi trộn ẩm hỗn hợp.

8.8. Hoàn thiện & bảo dưỡng :

- Sau 4 giờ (2 giờ nếu nắng to) bảo dưỡng cấp phối trong 7 ngày bằng 1 trong 2 cách:
 - + Tưới nhũ tương với khối lượng 0,8 - 1,0 kg/m² phủ kín đều và quét nhũ tương kín cả các bờ vách chỗ nối tiếp dọc và ngang;
 - + Phủ kín 5cm cát trên bề mặt lớp và tưới nước giữ cho cát ẩm liên tục.



Sử dụng vật liệu tạo màng để bảo dưỡng

- Sau tối thiểu 7 ngày mới thi công lớp áo đường trên (nếu có).
- Sau tối thiểu 14 ngày mới cho thông xe hạn chế.
- Thu gom cát, vật liệu rơi vãi, hoàn thiện bề mặt lớp cấp phối & lề đường, nạo vét rãnh biên.

9. Kiểm tra-nghiệm thu:

9.1. Nội dung kiểm tra:

- Chiều rộng mặt đường, độ bằng phẳng, độ dốc ngang: kiểm tra 5 mặt cắt ngang trong 1km.

- Chiều dày mặt đường, độ chặt, cường độ: 500m dài khoan 3 mẫu ngẫu nhiên.
- Cao độ kiểm tra bằng máy thuỷ bình.
- Cường độ mặt đường: kiểm tra bằng phương pháp ép tĩnh.

9.2. Các sai số cho phép:

- Chiều rộng mặt đường : $\pm 10\text{cm}$.
- Chiều dày mặt đường: $\pm 5\%$.
- Cao độ mặt đường: - 1.0cm;
+ 0,5cm;
- Độ dốc ngang mặt đường và lề đường : không quá $\pm 0.5\%$

- Độ bằng phẳng thử bằng thước 3m : không quá 5mm.
- Độ chặt: cục bộ -1% nhưng trung bình trên 1km $> 1,0$.
- Cường độ: cục bộ -5% nhưng trung bình trên 1km phải không nhỏ hơn cường độ yêu cầu.
- Mô đun đàn hồi mặt đường:
 $E_{\text{thực tế}} \geq E_{\text{thiết kế}}$

4.3. Mặt đường đá dăm thấm nhập vữa XM

1. Khái niệm - phân loại:

- Nguyên lý sử dụng VL: “Đá chèn đá”
- Vật liệu : đá dăm cơ bản dùng đá dăm tiêu chuẩn 40x60, có thể sử dụng đá dăm chèn 20x40. Vữa xi măng cát được trộn & rải theo phương pháp khô hoặc ướt.

- Hình thành cường độ: nhờ lực ma sát và chèn móc giữa các viên đá & lực dính do vữa xi măng - cát kết tinh tạo nên.

Vữa XMC vừa có tác dụng là chất liên kết, vừa có tác dụng lấp đầy lỗ rỗng.

- Phân loại: theo số lớp đá rải có mặt đường thấm nhập vỉa & mặt đường đá dăm kẹp vỉa XMC; theo loại vỉa thấm nhập mà có phương pháp khô & phương pháp ướt.
- Loại mặt đường: cấp cao A2.

2. Ưu nhược điểm:

2.1. Ưu điểm:

- Cường độ cao ($E_{đh} = 5000 \div 7000 \text{ daN/cm}^2$), ổn định nhiệt & nước.
- Sử dụng được các loại vật liệu địa phương, có thể gia công đá bằng phương pháp thủ công.
- Thi công rất đơn giản, không yêu cầu các thiết bị chuyên dùng.
- Giá thành không cao.

2.2. Nhược điểm:

- Chịu tải trọng động kém.
- Không thông xe được ngay sau khi thi công.
- Cường độ phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng khâu thi công, đặc biệt là công tác trộn & tưới vữa XMC.

4. Phạm vi sử dụng:

- Móng trên - móng dưới mặt đường cấp A1.
- Lớp mặt của mặt đường A2 (phải cấu tạo lớp láng nhựa).

5. Cấu tạo mặt đường:

- Chiều dày lớp: $8 \div 12\text{cm}$ (thấm nhập vữa), $15 \div 18\text{cm}$ (kẹp vữa).
- Độ dốc ngang mặt đường: $2 \div 3\%$.
- Là loại mặt đường cấp cao nên không đặt trực tiếp trên nền đường.
- không nên dùng ở các đoạn đường có khả năng lún nhiều.

6. Tự thi công theo PP tưới vữa:

1. Thi công lòng đường.
2. Làm lớp móng hoặc xử lý mặt đường cũ (nếu có).
3. Làm hệ thống thoát nước mặt đường.
4. Vận chuyển vật liệu đá dăm cơ bản & đá chèn.

5. Rải đá dăm cơ bản.
6. Lu lèn sơ bộ đá dăm cơ bản + bù phụ.
7. Lu lèn sơ bộ đá dăm cơ bản + tưới nước.
8. Lu lèn chặt đá dăm cơ bản + tưới nước.
9. Vận chuyển XM, cát.
10. Trộn hỗn hợp XMC.

11. Rải hỗn hợp XMC, quét lọt xuống khe đá.

12. Rải đá chèn 20x40.

13. Lu lèn đá chèn.

14. Rải vữa hoàn thiện.

15. Bảo dưỡng.

7. Trình tự thi công theo phương pháp kẹp vữa:

1. Thi công lòng đường.
2. Làm lớp móng hoặc xử lý mặt đường cũ (nếu có).
3. Làm hệ thống thoát nước mặt đường.
4. Vận chuyển vật liệu đá dăm cơ bản & đá chèn.
5. Rải đá dăm cơ bản lớp dưới.
6. Lu lèn đá dăm cơ bản lớp dưới.

7. Vận chuyển XM, cát.

8. Trộn hỗn hợp XMC.

9. Rải hỗn hợp XMC.

10. Rải đá dăm cơ bản lớp trên.

11. Lu lèn đá dăm cơ bản lớp trên & rải đá chèn.

12. Rải vữa hoàn thiện.

12. Bảo dưỡng.

8. Kỹ thuật thi công:

- Lu lèn đá dăm cơ bản tương tự mặt đường đá dăm.
- Trộn vữa phải đảm bảo độ linh động hợp lý; lượng vữa 2,5-3 l/m² cho 1cm chiều sâu thâm nhập. Rải vữa bột lại 10% để hoàn thiện.
- Trước khi tưới vữa phải tưới ẩm bề mặt đá bằng cách tưới nước 2÷3 l/m².
- Lu lèn dùng lu bánh cứng.

4.4. Mặt đường cát gia cố XM

1. Khái niệm:

- Nguyên lý sử dụng VL:
“Đất gia cố”
- Vật liệu: cát tự nhiên hoặc cát nghiền đem trộn với xi măng theo tỷ lệ nhất định rồi lu lèn chặt ở độ ẩm tốt nhất trước khi xi măng ninh kết .

- Hình thành cường độ: nhờ xi măng thuỷ hoá & kết tinh liên kết cốt liệu cát một khối vững chắc có cường độ cao, có khả năng chịu nén và chịu kéo khi uốn.
- Loại mặt đường: cấp thấp có tính toàn khối, kết cấu chặt kín, độ rỗng nhỏ, cách hơi cách nước rất tốt.

2. Ưu nhược điểm:

2.1. Ưu điểm:

- Cường độ tương đối cao ($E_{đh} = 3000 \div 5000 \text{ daN/cm}^2$), có khả năng chịu kéo khi uốn, rất ổn định nhiệt & nước.
- Sử dụng được các loại vật liệu rẻ tiền là cát nên giá thành rẻ.

- Có thể cơ giới hoá toàn bộ khâu thi công.
- Độ bằng phẳng cao, độ nhám của mặt đường tương đối cao & ít thay đổi khi bị ẩm ướt.

2.2. Nhược điểm:

- Chịu tải trọng động kém.
- Yêu cầu phải có thiết bị thi công chuyên dụng, không chế thời gian thi công (không quá 2 giờ).
- Không thông xe được ngay sau khi thi công.

3. Phạm vi sử dụng : (theo 22 TCN 246-98)

- Móng dưới (móng trên) đường cấp A1, A2.
- Lớp mặt của mặt đường B1, B2 (phải cấu tạo lớp láng nhựa).
- Lớp cách hơi cách nước.
- không nên dùng ở các đoạn đường có khả năng lún nhiều.
- Nên sử dụng chất phụ gia làm chậm ninh kết .

4. Cấu tạo mặt đường:

- Chiều dày lớp VL: Tối đa 20cm (rải & lu 1 lớp), tối thiểu 10cm.
- Độ dốc ngang mặt đường : $2\div 3\%$
- Là loại mặt đường cấp thấp nên có thể đặt trực tiếp trên nền đường.

5. Yêu cầu vật liệu:

5.1. Cát : các loại cát tự nhiên hoặc cát xay thoả mãn yêu cầu sau đều có thể dùng để gia cố với xi măng.

- Cát lẫn sỏi sạn: các hạt lớn hơn 2mm chiếm trên 25% khối lượng cát. Kích cỡ lớn hơn 5mm chiếm tỷ lệ dưới 10% khối lượng cát và kích cỡ lớn nhất không quá 50mm.

- Cát to: cỡ hạt lớn hơn 0,5mm chiếm trên 50%.
- Cát vừa: cỡ hạt lớn hơn 0,25mm chiếm trên 50%.
- Cát nhỏ: cỡ hạt lớn hơn 0,1mm chiếm trên 75%.

- Cát bụi cỡ hạt lớn hơn 0,1mm chiếm dưới 75% nhưng không chứa các hạt sệt bằng hoặc nhỏ hơn 0,005mm.
- Hàm lượng mùn hữu cơ < 2%; độ pH > 6, tổng lượng muối trong cát < 4% (trong đó thành phần muối sunphát < 2%) và hàm lượng thạch cao < 10%.

5.2. Ximăng:

- Dùng các loại xi măng Poóc-lăng thông thường có các đặc trưng kỹ thuật phù hợp các quy định ở Tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

- Không nên dùng XM mác cao có cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày lớn hơn 400 daN/cm^2 hoặc nhỏ hơn 300 daN/cm^2 .
- Lượng XM tối thiểu là 6% tính theo KL hỗn hợp cốt liệu khô, tối đa 12%.

5.3. Nước:

- Không có váng dầu hoặc váng mỡ.
- Không có màu.
- Lượng tạp chất hữu cơ không vượt quá 15mg/l.
- Có độ pH không nhỏ hơn 4 và không lớn hơn 12,5.

- Lượng muối hòa tan không lớn hơn 2000mg/l.
- Lượng ion Sulfat không lớn hơn 600mg/l.
- Lượng ion Clo không lớn hơn 350mg/l.
- Lượng cặn không tan không lớn hơn 200mg/l.

5.4. Hỗn hợp cát gia cố XM: mẫu nén hình trụ có đường kính 152mm, cao 117mm và được tạo mẫu ở độ ẩm tốt nhất với dung trọng khô lớn nhất theo phương pháp đầm nén AASHTO T180-D, sau đó được bảo dưỡng bằng cách ủ mặt cửa và tưới ẩm thường xuyên 25 ngày.

Trước khi nén, mẫu phải được ngâm bão hòa nước trong 3 ngày đêm (ngày đầu ngâm 1/3 chiều cao mẫu; 2 ngày sau ngâm ngập mẫu), nén với tốc độ nén 3mm/phút và thí nghiệm xác định cường độ ép chẻ theo 22TCN 73-84.

Vị trí các lớp cat gia cố XM	Cường độ giới hạn yêu cầu (daN/cm ²)		
	Chịu nén ở 28 ngày tuổi		Chịu ép chẻ ở 28 ngày tuổi
Lớp móng trên của mặt đường cấp cao và lớp mặt có lán nhựa	30		3,5
Lớp móng dưới của mặt đường cấp cao	20		2,5
Trong các trường hợp khác	10		1,2

6. Trình tự thi công:

1. Thi công lòng đường.
2. Làm lớp móng hoặc xử lý mặt đường cũ (nếu có).
3. Chuẩn bị hỗn hợp.
4. Thi công đoạn thử nghiệm.
5. Vận chuyển hỗn hợp đến hiện trường.

6. San rải hỗn hợp.
7. Lu lèn sơ bộ hỗn hợp.
8. Lu lèn chặt hỗn hợp.
9. Lu lèn hoàn thiện hỗn hợp.
10. Hoàn thiện & bảo dưỡng.

7. Kỹ thuật thi công:

7.1. Thi công lòng đường: phải đúng kích thước hình học (chiều rộng, chiều sâu), đúng cao độ, độ dốc ngang - dốc dọc, chặt bằng phẳng.

7.2. Làm lớp móng hoặc xử lý mặt đường cũ (nếu có): lớp móng phải được thi công đúng quy trình & phải được nghiệm thu trước khi làm lớp cấp phối.

Nếu lớp móng là mặt đường cũ bằng phẳng đủ cường độ phải làm sạch mặt đường; nếu mặt đường cũ rời rạc, nhiều ổ gà phải tiến hành vá ổ gà, làm phẳng, lu lèn lại trước khi thi công lớp cát gia cố. Phải tưới ẩm nước lớp móng trước khi rải cát gia cố.

7.3. Chuẩn bị hỗn hợp:

- Phải thí nghiệm cát đạt các chỉ tiêu cơ lý quy định, đúc các tổ mẫu để xác định đúng hàm lượng XM.
- Hỗn hợp cát GCXM phải có thể trộn tại các trạm trộn cưỡng bức, tự do hoặc trộn tại đường băng máy phay.

(nên trộn trong các trạm trộn để đảm bảo chất lượng trộn).

Trạm trộn cát GCXM



- Các sai số cho phép trong quá trình trộn đối với cát là $\pm 2\%$, với xi măng là $\pm 0,5\%$ và với nước là $\pm 1\%$ theo khối lượng của mỗi loại đó. Phải kiểm tra tính chính xác của các thiết bị cân đong.
- Cứ 500m^3 cát kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu.

- Phải kiểm tra chính xác độ ẩm cát hàng ngày để điều chỉnh lượng nước trộn phù hợp, đảm bảo hỗn hợp đúng độ ẩm tốt nhất.
- Đường vận chuyển & thiết bị thi công đảm bảo sao cho thời gian trộn, chuyên chở, rải và đầm nén chỉ trong vòng 120 phút.

7. 4. Thi công đoạn thử nghiệm : (tương tự CPĐD GCXM)

- Đoạn thử nghiệm dài 100m.
- Từ số liệu thí nghiệm xác định dung trọng khô lớn nhất & độ ẩm tốt nhất của cát GCXM (thí nghiệm AASHTO T180).

- Lập hồ sơ thiết kế đoạn đầm nén thử nghiệm.
- Ghi chép số liệu trong quá trình thi công thử nghiệm, tính toán xác định chính xác công nghệ thi công thử nghiệm của nhà thầu trước khi tiến hành thi công đại trà như : thời gian vận chuyển; thời gian kết thúc lu lèn; độ ẩm vật liệu khi bắt đầu lu lèn; hệ số rải, công nghệ lu lèn . . .
- Khoan lấy mẫu xác cường độ của cát GCXM .

7.5. Vận chuyển vật liệu:

- Dùng ô tô tự đổ có bạt phủ thùng xe để chuyên chở hỗn hợp .
- Khối lượng hỗn hợp phải được tính toán đầy đủ với hệ số rã xỉ 1,3 đến 1,35.

- Hỗn hợp đổ trực tiếp vào phễu chứa máy rải hoặc đổ thành luống theo trục đường.

- Cứ $500 \div 1000 \text{m}^3$ hỗn hợp lấy mẫu ngay tại phễu trút ở trạm trộn để đúc mẫu và thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý.

7.6. San rải cát GCXM:

- Phải làm ván khuôn 2 phía của vệt rải.
- Thường xuyên kiểm tra độ ẩm cấp phối trước khi rải.
- Có thể rải bằng máy rải hoặc máy san, đảm bảo rải đúng chiều dày, độ bằng phẳng & độ dốc ngang thiết kế.

Một dây chuyền thi công cát GCXM



- Thường xuyên kiểm tra chiều dày rải; kiểm tra độ dốc bằng thước đo độ dốc hoặc máy thủy bình.

- Phải xử lý tốt các mối nối trong quá trình thi công.

7.7. Lu lèn:

- Độ ẩm lu lèn xấp xỉ W_o (sai số là $\pm 2\%$).
- Tối đa 30ph sau khi rải phải lu lèn mặt đường.
- Kết thúc 1 lượt lu nhẹ đầu tiên phải tiến hành công tác bù phụ. Gạt phẳng các chỗ lồi, trước khi bù chỗ lõm phải xới sâu 5cm.

- Kết thúc 3÷4 lượt lu nhẹ phải kết thúc công tác bù phụ & tiến hành kiểm tra độ dốc, độ bằng phẳng.

- Quá trình lu nặn tiếp theo tốt nhất dùng lu rung có $M/L \geq 20 - 30$, lu 6 - 10 l/đ.
- có thể theo dùng lu bánh lốp, lu 12- 15 l/đ.
- Kết thúc giai đoạn lu lèn chặt phải kiểm tra ngay độ chặt bằng dao vòng hoặc rót cát. Nếu $K < 1$ phải tiếp tục lu lèn ngay.

- Cứ 1 đoạn thi công kiểm tra độ chặt 1 lần, ngày 5 lần.
- Tiếp tục lu lèn hoàn thiện bề mặt bằng lu nặng bánh cứng.
- Phải kết thúc lu lèn sau 120 phút kể từ khi trộn ẩm hỗn hợp.



7.8. Hoàn thiện & bảo dưỡng :

- Đối với lớp cát gia cố dùng làm lớp mặt trên có lán nhựa thì sau khi lu lèn gần chặt (còn 2 - 3 lượt lu chưa lu) phải rải đá dăm kích cỡ 15 - 20mm với số lượng 1.0 - 1.5 m³/100m² rồi lu tiếp cho đá chìm một phần vào trong lớp cát gia cố.

- Sau 4 giờ (2 giờ nếu nắng to) bảo dưỡng cấp phối trong 7 ngày :

- + Tưới nhũ tương với khối lượng 0,8 - 1,0 lít/m² phủ kín đều và quét nhũ tương kín cả các bờ vách chỗ nối tiếp dọc và ngang;

Hoặc : Phủ kín 5cm cát trên bề mặt lớp và tưới nước giữ cho cát ẩm liên tục.

- Sau tối thiểu 14 ngày mới cho thông xe hạn chế.

- Thu gom cát, vật liệu rơi vãi, hoàn thiện bề mặt & lề đường . . .

8. Kiểm tra-nghiệm thu

8.1. Nội dung kiểm tra :

- Chiều rộng mặt đường, độ bằng phẳng, độ dốc ngang: kiểm tra 5 mặt cắt ngang trong 1km.
- Chiều dày mặt đường, độ chặt, cường độ: 2000m² khoan 2 tổ mẫu ngẫu nhiên.
- Cao độ kiểm tra bằng máy thủy bình.
- Cường độ mặt đường: kiểm tra bằng phương pháp ép tĩnh.

8.2. Các sai số cho phép :

- Chiều rộng mặt đường : $\pm 10\text{cm}$.
- Chiều dày mặt đường: $\pm 5\%$.
- Cao độ mặt đường: $- 1.0\text{cm}; + 0,5\text{cm}$.
- Độ dốc ngang mặt đường và lề đường : không quá $\pm 0.5\%$.
- Độ bằng phẳng thử bằng thước 3m : không quá 10mm.
- Độ chặt : cục bộ -1% .
- Cường độ : cục bộ -5% .
- Mô đun đàn hồi mặt đường : $E \text{ thực tế} \geq E \text{ thiết kế}$.

Một số công nghệ thi công đất GCXM khác

Phay làm nhỏ bằng máy phay



Rải XM



Phay trộn đất với XM và nước bằng máy phay



Phay làm nhỏ và trộn đất với XM bằng máy phay



Trộn đất với XM bằng máy liên hợp



4.5. Mặt đường đất gia cố vôi

1. Khái niệm:

- Nguyên lý sử dụng VL: “Đất gia cố”.
- Vật liệu: đất tại chỗ hay đất được chọn lựa, làm nhỏ đất rồi đem trộn với vôi theo tỷ lệ nhất định rồi lu lèn chặt ở độ ẩm tốt nhất trước khi vôi đông kết.

- **Hình thành cường độ:** nhờ vôi thuỷ hoá tương tác với thành phần hạt mịn trong đất và đông tụ thành các gen hydrô liên kết cốt liệu đất thành một khối vững chắc có cường độ cao, có khả năng chịu lực thẳng đứng & nằm ngang đều tốt.
- **Loại mặt đường:** cấp thấp có tính toàn khối, kết cấu chặt kín, độ rỗng nhỏ, cách hơi cách nước rất tốt.

2. Ưu nhược điểm:

2.1. Ưu điểm:

- Cường độ tương đối cao ($E_{đh} = 3000 \div 5000 \text{ daN/cm}^2$), có khả năng chịu kéo khi uốn, rất ổn định nhiệt & nước.
- Sử dụng được vật liệu tại chỗ là đất.
- Có thể cơ giới hoá toàn bộ khâu thi công.
- Độ bằng phẳng cao, giá thành thấp.

2.2. Nhược điểm:

- Yêu cầu phải có thiết bị thi công chuyên dụng;
- Thi công dễ gây ô nhiễm;
- Thời gian hình thành cường độ rất dài;
- Không thông xe được ngay sau khi thi công.

3. Phạm vi sử dụng:

(theo 22 TCN 229 - 95)

- Móng dưới (móng trên) đường cấp A1, A2.
- Lớp mặt của mặt đường B1, B2 (phải cấu tạo lớp láng nhựa).
- Lớp cách hơi cách nước.

4. Cấu tạo mặt đường:

- Chiều dày $H_{\max}=20\text{cm}$, $H_{\min}=10\text{cm}$.
- Độ dốc ngang mặt đường : $2\div 3\%$
- Là loại mặt đường cấp thấp nên có thể đặt trực tiếp trên nền đường.

5. Yêu cầu vật liệu:

5.1. Đất: các loại sét, á sét và á cát thoả mãn yêu cầu:

- Cỡ hạt lớn hơn 70 mm : 0%
- Cỡ hạt lớn hơn 50-70 mm : $\leq 10\%$
- Cỡ hạt 2-50 mm : $\leq 50\%$
- Hàm lượng mùn hữu cơ $< 6\%$
- Độ pH ≥ 4
- Tổng lượng muối $< 4\%$.

5.2. Vôi : bột vôi sống (CaO) hoặc vôi tôi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Loại vôi	Hàm lượng CaO và MgO tự do	Độ mịn	Ghi chú
Vôi nghiền loại 1	$\geq 90\%$	Qua sàng 2mm : 100% Qua sàng 0,1mm : $\geq 80\%$	Thử nghiệm hàm lượng CaO tự do theo TCVN 2231-89
Vôi nghiền loại 2	$\geq 50\%$	Qua sàng 2mm : 100% Qua sàng 0,1mm : $\geq 80\%$	
Vôi tôi loại 1	$\geq 90\%$	Qua sàng 2mm : 90% Qua sàng 0,1mm : $\geq 80\%$	
Vôi tôi loại 2	$\geq 50\%$	Qua sàng 2mm : 90% Qua sàng 0,1mm : $\geq 80\%$	

5.3. Nước:

- Không có váng dầu hoặc váng mỡ;
 - Lượng tạp chất hữu cơ : 0%
 - Có độ pH không nhỏ hơn 4
 - Lượng muối hòa tan không lớn hơn 30mg/l;
- Nước uống được không cần kiểm tra chất lượng.

6. Trình tự thi công:

6.1. Khi dùng đất tại chỗ:

1. Thi công lòng đường.
2. Vận chuyển vôi.
3. Xới đất tại chỗ.
4. Làm nhỏ đất.
5. Rải vôi.
6. Phay trộn khô hỗn hợp.
7. Tưới ẩm.
8. Phay trộn ẩm hỗn hợp.

9. San rải hỗn hợp.

10. Lu lèn sơ bộ.

11. Lu lèn chặt.

12. Lu lèn hoàn thiện.

13. Hoàn thiện & bảo dưỡng.

6.2. Trình tự thi công khi dùng ở mỏ:

1. Thi công lòng đường.
2. Vận chuyển đất.
3. Vận chuyển vôi.
4. San rải đất.
5. Làm nhỏ đất.
6. Rải vôi.
7. Phay trộn khô hỗn hợp.

8. Tưới ẩm.

9. Phay trộn ẩm hỗn hợp.

10. San rải hỗn hợp.

11. Lu lèn sơ bộ.

12. Lu lèn chặt.

13. Lu lèn hoàn thiện.

14. Hoàn thiện & bảo dưỡng.

7. Kỹ thuật thi công:

7.1.Thi công lòng đường:

- Đúng kích thước hình học, đúng cao độ, độ dốc ngang - dốc dọc, chặt bằng phẳng.
- **Nếu dùng đất tại chỗ phải tính đến chiều cao phòng lún.**

7.2. Làm lớp móng hoặc xử lý mặt đường cũ (nếu có): lớp móng phải được thi công đúng quy trình & phải được nghiệm thu trước khi làm lớp cấp phối.

Nếu lớp móng là mặt đường cũ bằng phẳng đủ cường độ phải làm sạch mặt đường; nếu mặt đường cũ rời rạc, nhiều ổ gà phải tiến hành vá ổ gà, làm phẳng, lu lèn lại trước khi thi công lớp đất gia cố.

Phải tưới ẩm lớp móng trước khi rải đất.

7.3. Vận chuyển vôi: bột vôi thường được đóng mỗi bao 50kg - vôi được vận chuyển bằng ô tô tự đổ xếp thành đồng hai bên lề đường trước khi xới hoặc rải đất. Khoảng cách giữa các đồng vôi được tính toán tùy theo hàm lượng vôi gia cố.

Lượng vôi cần rải trên 1 m² :

$$P_v = \gamma_{đv} \cdot p \cdot H$$

7.4. Vận chuyển đất (dùng đất ở mỏ):

Bảng ô tô đổ đồng ở lòng đường. Khoảng cách giữa các đồng đất được tính với K_r :

$$K_r = \gamma_{đv} \cdot \frac{100 - p}{100 \cdot \gamma_{đr}}$$

Trong đó:

$\gamma_{đv}$: Dung trọng khô của đất - vôi sau khi đầm nén chặt

$\gamma_{đr}$: Dung trọng khô của đất rời rạc

p : Hàm lượng vôi gia cố

H : chiều dày lớp đất gia cố

7.5. San rải đất: dùng máy san rải với chiều dày

$$H_r = K_r.H$$

7.6. Xới và làm nhỏ đất: dùng máy phay 2-4 lượt/điểm; nếu dùng đất tại chỗ chiều dày xới đất:

$$H_x = \gamma_{đv} \cdot \frac{100 - p}{100 \cdot \gamma_{đn}}$$

Trong đó:

$\gamma_{đn}$: Dung trọng khô của đất nền đường

Độ nhỏ yêu cầu : 100% lọt sàng 25mm, 60% lọt sàng 5mm.

7.7. Rải vôi: dùng thủ công mở bao vôi kéo thấp tay.

7.8. Phay trộn khô: dùng máy phay 3-4 lượt/điểm.

7.9. Tưới nước làm ẩm: dùng xe tưới nước để đất đạt độ ẩm tốt nhất.

Theo kinh nghiệm :

$$W_t = W_o + 1,5 + 0,2.P (\%)$$

7.10. Trộn ẩm đất: dùng máy phay $3 \div 4$ lượt/điểm.

7.11. San rải hỗn hợp: dùng máy san rải với chiều dày

$$H_r = (1,53 \div 1,56).H$$

7.12. Lu lèn:

- Lu sơ bộ 4-6 lượt/điểm bằng lu nhẹ kết hợp với công tác bù phụ.
- Lu lèn chặt: lu bánh lốp $6 \div 10$ lượt/điểm ($K \geq 0,98$)
- Lu lèn hoàn thiện: lu bánh cứng loại nặng 2-4 lượt/điểm

7.13. Hoàn thiện & bảo dưỡng:

- Nếu thi công 2 lớp, xong lớp dưới nên làm ngay lớp trên.
- **Đối với đất gia cố** dùng làm lớp mặt trên có lán nhựa thì sau khi lu lèn gần chặt (còn 2 - 3 lượt lu chưa lu) phải rải đá dăm kích cỡ 15(10)x20 với số lượng 15 - 20 lít cho 1m^2 rồi lu tiếp cho đá chìm một phần vào trong lớp đất gia cố.

- Ngay sau khi lu lèn xong bảo dưỡng đất GCV trong 7 ngày bằng 1 trong 2 cách:
 - + Tưới nhũ tương với khối lượng 0,8 - 1,0 lít/m² phủ kín đều và quét nhũ tương kín cả các bờ vách chỗ nối tiếp dọc và ngang.
 - + Phủ kín 5cm cát trên bề mặt lớp và tưới nước giữ cho cát ẩm liên tục.
- Sau tối thiểu 7 ngày mới cho thông xe hạn chế.
- Thu gom cát, vật liệu rơi vãi, hoàn thiện bề mặt & lề đường.

7.14. Kiểm tra - nghiệm thu: (Xem 22 TCN 229-95)