

**NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM GIA CỐ ĐẤT THÂN ĐÊ HỮU ĐUỐNG
KẾT HỢP LÀM ĐƯỜNG GIA THÔNG BẰNG VẬT LIỆU XI MĂNG
VÀ TRO BAY**

Đặng Công Hương¹

Tóm tắt: *Căn cứ vào kết quả thí nghiệm trong phòng về gia cố lớp đất thân đê bằng vật liệu xi măng và tro bay. Tác giả tiếp tục triển khai thử nghiệm tại hiện trường nhằm đánh giá kết quả và lựa chọn giải pháp thích hợp đối với lớp đất thân đê làm nền thượng trong kết cấu áo mặt đường đê khi kết hợp giao thông. Đoạn đê Hữu Đuống từ K30+880 ÷ K30+930 được chọn làm thử nghiệm cải thiện hiện trạng đất thân đê để kết hợp giao thông. Tác giả xin giới thiệu về thi công thực nghiệm lớp đất thân đê được gia cố xi măng kết hợp tro bay để cải thiện các đặc tính chịu lực. Kết quả thử nghiệm hiện trường cho thấy khá phù hợp với kết quả thí nghiệm trong phòng và đạt những yêu cầu không những cho lớp nền thượng mà còn đạt yêu cầu của lớp cấp phối đá dăm loại 2 trong cấu tạo kết cấu mặt đường.*

Từ khóa: đê kết hợp giao thông, mặt đường đê, xi măng kết hợp tro bay.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gia cố nền đất nghĩa là tiến hành một loạt các khâu công nghệ tạo cho đất có cường độ cao và ổn định lâu dài không những trong trạng thái không bão hòa mà cả trạng thái bão hòa nước nhờ tác dụng của các chất liên kết bền vững trong nước (V.M. Bezruk, A.X. Elenovits, 1981).

Đất thân đê hiện hữu ở các tuyến đê sông chủ yếu được mở rộng dần theo thời gian và khả năng về kinh tế và nhu cầu phát triển của xã hội để đảm bảo chống lũ qua các thời kỳ nên đất đắp thân đê thường là không đồng nhất theo chiều dài tuyến. Do vậy khi đặt ra vấn đề là đê sông phải kết hợp nhiều chức năng như kết hợp giao thông để phục vụ nhu cầu thực tế thì cần nghiên cứu vấn đề sử dụng vật liệu mới hay công nghệ mới khi thực hiện cải tạo, nâng cấp các tuyến đê sông để vừa đảm bảo yêu cầu chống lũ vừa đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của ngành giao thông thì mới có thể kết hợp làm đường giao thông. Một trong các giải pháp cải thiện nền đất yếu nói chung là cần tạo ra một lớp đất cứng phía trên cùng để làm nhiệm vụ dàn đều lực, chống lún lệch không đều.

Đê Hữu Đuống hiện có mặt rộng là 6m, đã được làm cứng hóa bằng bê tông xi măng M200 rộng 5m dày 20-25cm, với trên 10 năm khai thác sử dụng đến nay mặt đê đã xuống cấp, mặt bê tông bị bào mòn tro cốt liêu, nứt, gãy, và vỡ tằm rất nhiều. Một trong những nhận định ban đầu nguyên nhân cũng là do thân đê chưa có đủ khả năng chịu tải, không chịu được phân bố của ứng suất trên mặt truyền xuống làm lún lệch, chính vì thế mặt đường đê bê tông xi măng sẽ nứt, vỡ nhiều.

Nội dung bài báo này là trình bày thi công thực nghiệm đoạn đê Hữu Đuống từ Km30+880 - Km30+930 thuộc xã Song Hồ, huyện Thuận Thành, tỉnh Bắc Ninh để minh chứng cho việc tạo một lớp đất cứng sẽ giảm bớt sự lún lệch không đều cho thân đê, làm cứng hóa kết cấu chịu tải trên mặt đường đê từ đó có căn cứ lựa chọn kết cấu mặt đường đê khi kết hợp làm đường giao thông.

2. VẬT LIỆU GIA CỐ LỚP ĐẤT THÂN ĐÊ HỮU ĐUỐNG

2.1 Xi măng

Nghiên cứu này sử dụng loại xi măng Nghi Sơn PCB40, cường độ chịu nén thí nghiệm theo TCVN6016:1995 ở tuổi 28 ngày đạt 48,3 MPa;

¹ Sở Nông nghiệp và PTNT Bắc Ninh.

thời gian bắt đầu đông kết là 95 phút và kết thúc đông kết 165 phút; khối lượng riêng của xi măng 3,15 g/cm³. Xi măng này đạt theo tiêu chuẩn TCVN 6260:2009.

2.3. Tro bay

Trong thành phần của lớp đất thân đê gia cố

xi măng, tro bay đóng vai trò vừa là vi cốt liệu trong đất, đồng thời làm chất kết dính thay thế một phần xi măng để giảm thiểu lượng xi măng. Tro bay được sử dụng gia cố từ nhà máy nhiệt điện Đông Triều (TBĐT) có thành phần hạt được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hạt của tro bay

Loại tro bay	Lượng lọt sàng (%) ở các đường kính sàng (µm)				
	<5	5,0	10	30	45
Tro bay Đông Triều	0	12,22	31,60	56,34	85,04

Tro bay này thuộc loại F (Nguyễn Thanh Sang, Nguyễn Quang Phúc, 2012), có hàm lượng MKN < 20% đạt yêu cầu dùng làm vật liệu gia cố nền đất theo tiêu chuẩn AASTHTO

PP 59-09.

2.4. Đất đắp hiện trạng của thân đê

Thành phần hạt của loại đất được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hạt của đất đê Hữu Đuống

Cỡ sàng (mm)	0.002	0.005	0.075	0.300	0.425	2.00	4.75	9.50	19.00	25.00	37.50
Lượng lọt sàng (%)	10.87	15.20	41.37	42.81	45.19	48.69	61.44	71.2	78.2	100.0	100.0

Đất hiện trạng của thân đê có chỉ số chịu tải thấp từ 4-6 %. Hơn nữa, đất được làm toi và đầm chặt hiện trường đo khả năng chịu tải cũng chỉ lên đến 15-20%, chưa đáp ứng được yêu cầu chịu tải trọng của lớp nền thượng là từ 30% trở lên (TCVN 8858:2011). Nên cần được cải thiện bằng các giải pháp gia cố để tăng cường khả năng chịu tải.

Thiết kế các hỗn hợp đất gia cố với tỷ lệ các thành phần vật liệu khác nhau ở phòng thí nghiệm. Chọn được thành phần hỗn hợp vật liệu đất thích hợp nhất đạt được các yêu cầu kỹ thuật tốt nhất trong các hỗn hợp với tỷ lệ gia cố tro bay và xi măng khác nhau. Hỗn hợp được chọn là Đất đê Hữu Đuống và tro bay Đông Triều với tỷ lệ là 85% Đất+15% Tro bay và 10% xi măng so với tổng khối lượng đất và tro bay.

3. THI CÔNG VÀ THỬ NGHIỆM HIỆN TRƯỜNG

Vị trí thi công thử nghiệm: Là đoạn đê hữu sông Đuống từ K30+880 ÷ K30+930 thuộc thôn Đạo Tú, xã Song Hồ, huyện Thuận Thành, tỉnh Bắc Ninh. Vật liệu đất lấy tại chỗ (đào từ thân đê cũ) được làm toi xốp đạt độ ẩm từ 12-15%; tro bay Đông Triều được vận chuyển đến chân công trường 20 tấn. Máy thi công gồm:

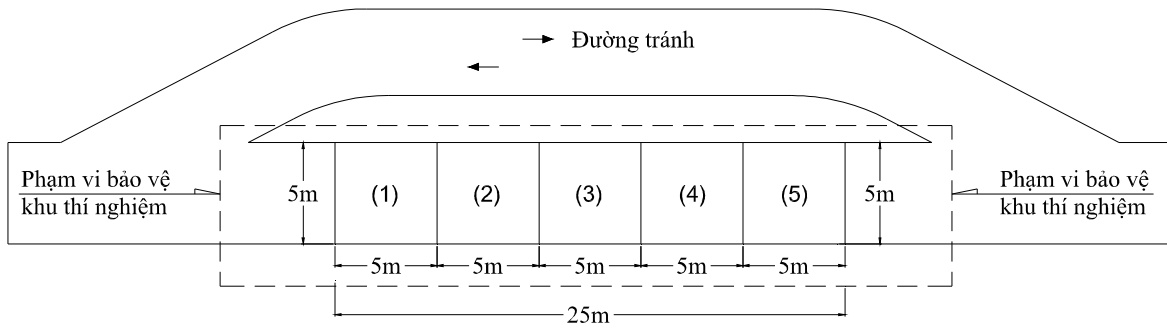
Máy phay đất, 03 máy trộn tự hành 0,7m³ đảm bảo tiến độ thi công, máy lu rung có 3 nấc rung, máy xúc lật, máy san gạt, ô tô tự hành, máy bơm nước, biển báo đảm bảo giao thông, bạt che phủ...

Các khuôn đúc mẫu thí nghiệm, cối protor cải tiến, thiết bị đo độ chặt, máy khoan mẫu, các máy thí nghiệm hiện trường, đồng hồ đo biến dạng (thiên phân kế), bộ thiết bị đo CBR được sử dụng ở các phòng thí nghiệm chuyên ngành và hiện trường (TCVN 10379:2014).

Xây dựng quy trình thử nghiệm hiện trường để xác định được tỷ lệ xi măng và tro bay hợp lý dùng để gia cố đất, tương ứng với nó là bộ thông số hiện trường gồm: các chỉ tiêu cơ học vật lý cơ bản; khả năng chịu tải của đất nền CBR; cường độ nén (R_n); cường độ ép chế (Rec); mô đun đàn hồi (E).

Đoạn thực nghiệm dài 25m, sau khi phá bỏ lớp mặt bê tông cũ dày 20cm bị hư hỏng, đào bỏ lớp móng cũ bằng cấp phối đá dăm dày khoảng 10cm, đào bóc lớp đất thân đê cũ không đạt yêu cầu khoảng 80cm và tận dụng lại để gia cố. Trước hết xác định Mô đun đàn hồi E, khả năng chịu tải của đất nền CBR hiện trạng để đánh giá đúng căn cứ cần gia cố đất thân đê cũ.

Đoạn đề thực hiện thực nghiệm được chia đất gia cố lần 1 theo các tỷ lệ khác nhau được làm 5 ô nhỏ kích thước 5x5m để thi công lớp thể hiện theo Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ mặt bằng các ô thi công thử nghiệm lần 1

Ghi chú: (1): Ô số 01 kích thước (5,0x5,0)m, thí nghiệm thành phần tỷ lệ gia cố (100%Đất + 0%TB) + 10%XM; (2): Ô số 02 kích thước (5,0x5,0)m, thí nghiệm thành phần tỷ lệ gia cố (90%Đất + 10%TB) + 8%XM; (3): Ô số 03 kích thước (5,0x5,0)m, thí nghiệm thành phần tỷ lệ gia cố (85%Đất + 15%TB) + 5%XM; (4): Ô số 03 kích thước (5,0x5,0)m, thí nghiệm thành phần tỷ lệ gia cố (85%Đất + 15%TB) + 10%XM; (5): Ô số 04 kích thước (5,0x5,0)m, thí nghiệm thành phần tỷ lệ gia cố (80%Đất + 20%TB) + 0%XM.

Thực hiện thi công để gia cố đất với tro bay và xi măng với các tỷ lệ hiện trường khác nhau để kiểm chứng số liệu trong phòng thí nghiệm.



Hình 2. Đo Mô đun đàn hồi E hiện trường của lớp đất gia cố (lớp 1), tuổi 7 ngày

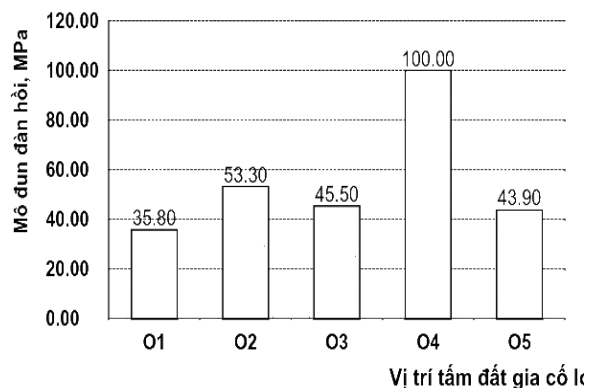
Thí nghiệm hiện trường đo CBR của lớp đất gia cố (lớp1) ở tuổi 7 ngày xem ở Hình 4. Kết

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Lớp đất dự kiến làm nền thượng được thi công thành 02 lớp, mỗi lớp dày 20-30cm. Việc lu lèn được xác định và thử nghiệm để đánh giá, chọn ra số lần lu thích hợp đạt được độ chặt theo yêu cầu của lớp nền thượng, làm căn cứ để đưa ra quy trình thi công cho lớp đất gia cố này. Sau mỗi lớp đều tiến hành thí nghiệm để đánh giá chất lượng và khả năng chịu tải của lớp đất nền.

Lớp 1 thi công xong sau 7 ngày tiến hành đo mô đun đàn hồi E, khả năng chịu tải CBR và cường độ chịu nén Rn của lớp đất gia cố.

Kết quả đo mô đun đàn hồi E của lớp đất gia cố lần 1 ở tuổi 7 ngày được trình bày ở Hình 2, Hình 3.

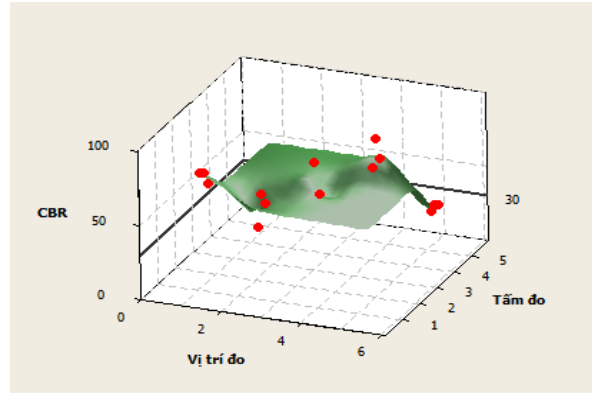


Hình 3. Giá trị Mô đun đàn hồi E của lớp đất gia cố (lớp 1), tuổi 7 ngày

quả đo CBR của lớp đất gia cố (lớp1) ở tuổi 7 ngày xem ở Hình 5.



Hình 4. Đo CBR hiện trường của lớp đất gia cố (lớp 1), tuổi 7 ngày



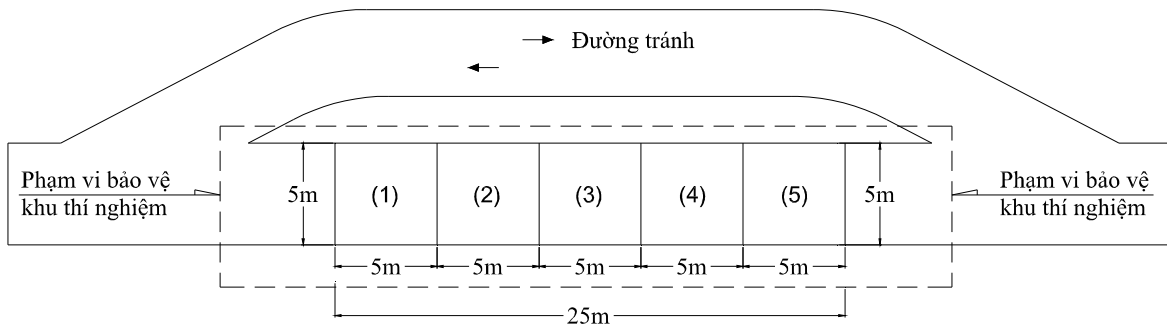
Hình 5. Giá trị CBR của lớp đất gia cố (lớp 1), tuổi 7 ngày

Sau khi đo mô đun đàn hồi E rồi đo khả năng chịu tải của đất nền CBR ở các ô. Mỗi ô được tiến hành đo 3 điểm CBR, sau đó sử dụng mô hình không gian để dựng lên các điểm đo màu đỏ được chỉ ra ở Hình 5, các điểm đo đều cho thấy cao hơn mức yêu cầu CBR của lớp móng mặt đường là 30%, chỉ có ô số 5 là lớp đất gia cố với tro bay (với tỷ lệ là 20% tro bay và 80% đất) và không dùng xi măng thì khả năng chịu tải thấp hơn. Kết quả cũng cho thấy khả năng chịu tải của đất nền của lớp này khá thấp chỉ có 6,29% do vậy có thể thấy rằng việc chỉ gia cố

tro bay loại F với đất không phát huy được tác dụng của tro bay.

Lớp 2 được tiến hành thi công khi lớp 1 được 7 ngày và xác định được các chỉ tiêu theo yêu cầu: vị trí các ô gia cố được chọn lại tỷ lệ để đánh giá toàn diện hơn so với lớp 1.

Đoạn thực nghiệm 25m thi công lớp 2 vẫn được chia làm 5 ô khác nhau, nhưng lần thi công này chỉ trộn ba tỷ lệ gia cố nhằm để đánh giá toàn diện hơn về tỷ lệ chọn tương ứng ở Phòng thí nghiệm được cho là tốt nhất. Sơ đồ mặt bằng các ô được thể hiện ở Hình 6.



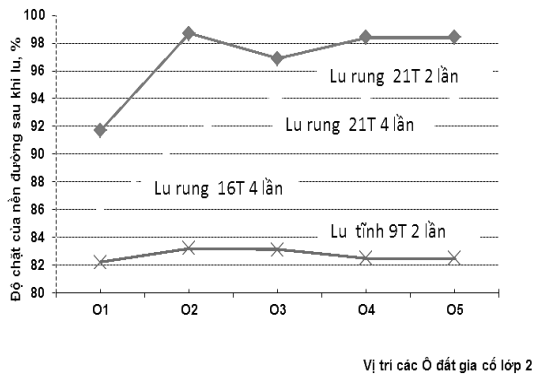
Hình 6. Sơ đồ mặt bằng các ô thi công thử nghiệm lần 2.

Ô số 01: Tỷ lệ là (85% đất + 15 % tro bay) + 10% xi măng (được ký hiệu là DT15X10); Ô số 02: Tỷ lệ là (90% đất + 10% tro bay) + 8% xi măng (được ký hiện là DT10X8); Ô số 3 Tỷ lệ là (85% đất + 15 % tro bay) + 5% xi măng (được ký hiệu là DT15X5), Ô số O4, O5: Tỷ lệ là (85% đất + 15 % tro bay) + 10% xi măng (được ký hiệu là DT15X10);

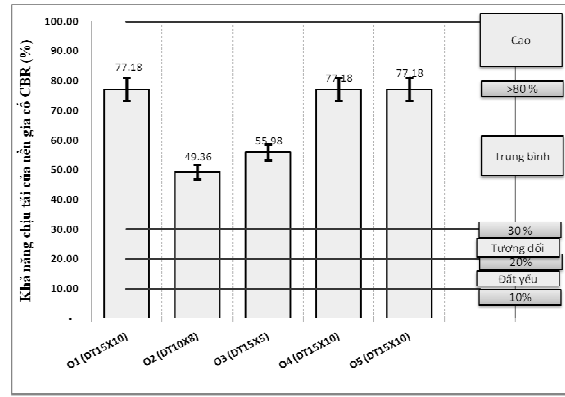
Số lần lu được thử nghiệm để đạt được độ chặt yêu cầu của lớp đất gia cố theo TCVN 10379:2014 là 95% thì dừng lu.

Kết quả đo độ chặt của lớp đất gia cố lần 2 theo số lần lu lên từng đợt được thể hiện trên Hình 7.

Kết quả đo khả năng chịu tải CBR của lớp đất gia cố lần 2, ở tuổi 7 ngày được thể hiện trên Hình 8.



Hình 7. Độ chặt của lớp đất gia cố ở các ô lớp 2 với số lần lu lèn.



Hình 8. Khả năng chịu tải CBR lớp đất gia cố lần 2 các ô, ở tuổi 7 ngày

Bảo dưỡng mẫu đúc ở hiện trường và thực hiện nén mẫu tại phòng thí nghiệm thi công đê hữu Đuống ở hình 9 và Hình 10.

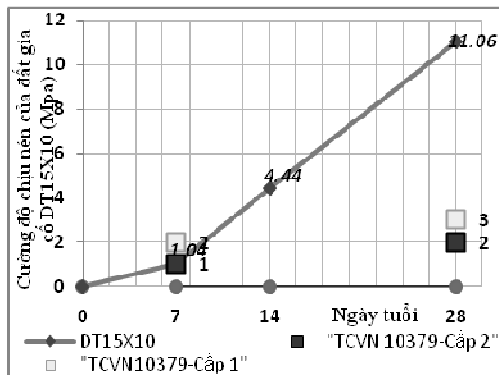


Hình 9. Bảo dưỡng mẫu đúc ở hiện trường.



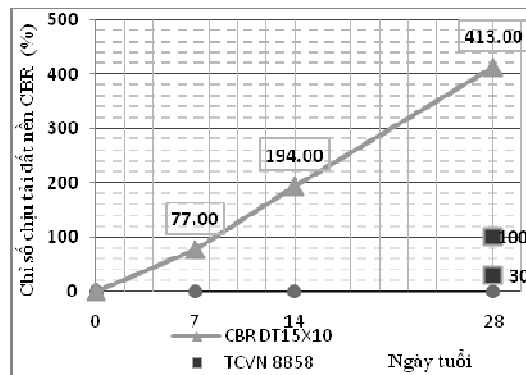
Hình 10. Thực hiện nén mẫu ở với máy nén đất tại công trường thi công đê hữu Đuống.

Kết quả đo Cường độ chịu nén của lớp đất DT15X10 gia cố lần 2, ở các ngày tuổi được thể hiện trên Hình 11.



Hình 11. Cường độ chịu nén của mẫu đất DT15X10 theo các ngày tuổi

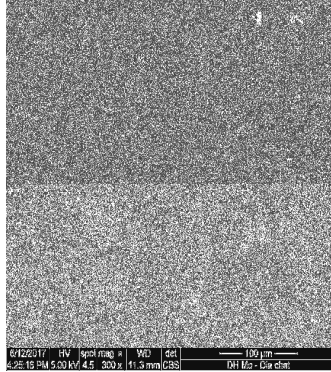
Kết quả đo khả năng chịu tải CBR của lớp đất DT15X10 gia cố lần 2, ở các ngày tuổi được thể hiện trên Hình 12.



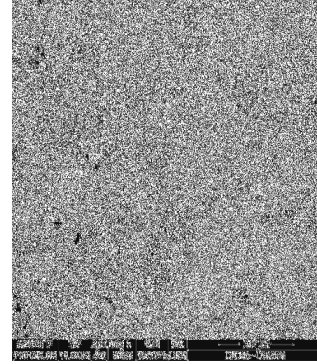
Hình 12. Khả năng chịu tải của mẫu đất DT15X10 theo các ngày tuổi

Mẫu đúc của đất gia cố lớp 2 được đúc đồng thời với quá trình thi công tại hiện trường để đánh giá về cường độ chịu nén, CBR ở các ngày tuổi khác nhau. Kết quả của cường độ chịu nén và CBR cho thấy sự phát triển cường độ và khả năng chịu tải của đất nền khá phù

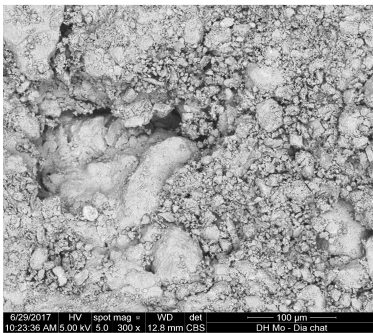
hợp. Sự phát triển cường độ được phản ánh bằng hình ảnh soi vi cấu trúc của hỗn hợp đất gia cố trên máy SEM cho thấy các liên kết trong hỗn hợp hoàn chỉnh, đồng đều và đặc hơn theo thời gian được trình bày trong Hình 13, Hình 14, Hình 15, Hình 16.



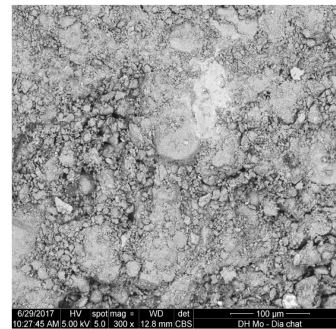
Hình 13. Cấu trúc hỗn hợp đất gia cố DT15X5 ở tuổi 14 ngày



Hình 14. Cấu trúc hỗn hợp đất gia cố DT15X5 ở tuổi 28 ngày



Hình 15. Cấu trúc hỗn hợp đất gia cố DT10X8 ở tuổi 28 ngày



Hình 16. Cấu trúc hỗn hợp đất gia cố DT15X10 ở tuổi 28 ngày

Với các kết quả từ thi công thực nghiệm hiện trường, chế tạo mẫu hiện trường của lớp đất gia cố xi măng và tro bay, với quan điểm tro bay làm vi cốt liệu cho hỗn hợp đất có thể đưa ra một số kết luận như sau:

Kết quả đo ở Hình 8 cho thấy rằng sau khi gia cố đất, xi măng và tro bay lớp 2 thì CBR đều tăng rõ rệt và tăng đến ở mức >30%, với mức này có thể coi đạt yêu cầu làm lớp cấp phối đá dăm loại 2 của móng đường theo TCVN 8858:2011. Vì vậy, với kết quả của nghiên cứu này đối với đề sòng khi kết hợp giao thông đề nghị không dùng lớp cấp phối đá dăm loại 2 vì lớp đất gia cố này thay được nhiệm vụ của lớp cấp phối đá dăm loại 2 trong kết cấu mặt đường đề và chỉ cần dùng lớp cấp phối đá dăm loại 1

gia cố xi măng và tro bay trên lớp đất đã gia cố này để làm nền thượng và lớp móng trong kết cấu mặt đường đề.

Hơn nữa lớp đất ở O1 thì kết quả CBR đạt 77.18% do lớp đất dưới là lớp đất gia cố lần 1 đã đạt được CBR cao nên lớp này dễ đạt CBR cao hơn. Tầm số O2 do lớp dưới là lớp đất là lớp đất 90%+ tro bay 10% + xi măng là 8%, lớp này đạt CBR 49.36% >30% vẫn có thể dùng thay cho lớp cấp phối đá dăm loại 2, kết quả này cho thấy giảm so với lớp đất DT15X10 là 36%. Tầm số O3 là lớp đất 85%+ tro bay 15% + xi măng là 5%, lớp này đạt CBR 55.98% >30% vẫn có thể dùng thay cho lớp cấp phối đá dăm loại 2, kết quả này cho thấy giảm so với lớp đất DT15X10 là 28%.

Cường độ chịu nén của lớp đất gia cố ở tuổi 7 ngày đã đạt so với yêu cầu của TCVN 10379:2014 với mức cấp 1, ở tuổi 14 ngày đạt yêu cầu lớp móng dưới cho kết cấu áo đường CPTN gia cố xi măng. Do đó có thể căn cứ cường độ ở tuổi 7 ngày để đánh giá và đưa ra tiến độ thi công phù hợp đối với vật liệu rời gia cố xi măng, còn đối với tro bay có thể dùng cường độ tuổi 28 ngày làm căn cứ đánh giá.

Kết quả thể hiện ở Hình 11 và Hình 12 chỉ ra rằng cường độ và chỉ số chịu tải của đất nền gia cố xi măng và tro bay phát triển theo thời gian khá phù hợp nhau.

5. KẾT LUẬN

Đất thân đê đoạn đê Hữu Đuồng được cải

thiện bằng gia cố xi măng và tro bay kết hợp đủ khả năng về chịu lực của lớp nền thượng trong kết cấu mặt đường đê khi kết hợp giao thông.

Kết quả thí nghiệm hiện trường đã minh chứng cho lựa chọn thành phần các vật liệu gia cố trong phòng thí nghiệm là đạt yêu cầu với thành phần cấp phối vật liệu tối ưu. Sau khi gia cố cải thiện lớp đất thân đê, thì lớp đất thân đê không những đạt yêu cầu để làm lớp nền thượng mà còn đạt yêu cầu làm lớp cấp phối đá dăm loại 2 của kết cấu mặt đường. Với kết quả trên tác giả tiếp tục thực nghiệm hiện trường lớp Cấp phối đá dăm loại 1 gia cố xi măng và tro bay. Trên cơ sở đó đề xuất kết cấu mặt đường đê phù hợp nhất khi kết hợp giao thông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- Bộ Khoa học và Công nghệ (2014), “*Đất gia cố 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*”, Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 10379-2014.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2011), “*Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu đường ô tô - Thi công và nghiệm thu*”, Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8858-2011.
- Nguyễn Thanh Sang, Trần Lê Thắng, Nguyễn Quang Ngọc (2010), “*Bê tông cát nhiều tro bay làm lớp móng mặt đường ô tô: Giải pháp kinh tế và môi trường*”, Tạp chí KHGTVT- Trường Đại học GTVT (30), tr. 84-91.
- Nguyễn Thanh Sang, Nguyễn Quang Phúc (2012), “*Sử dụng Bê tông xi măng tro bay để phát triển bền vững kết cấu mặt đường ô tô*”, Tạp chí GTVT (08), tr. 30-32.
- Roads Congress IRC (1998), *Guidelines for the use of dry lean concrete as subbase for rigid pavement. New Delhi, India, SP 49-1998, 10 pp.*
- V.M. Bezruk, A.X. Elenovits (1981): *Áo đường bằng đất gia cố*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, ASTM C618 (2003), Coal Fly Ash and raw or Calcined Natural Pozzoland for Use in Concrete.

Abstract:

EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE REINFORCEMENT OF HUU DUONG DIKE COMBINED WITH TRAFFIC BY USING CEMENT MATERIALS AND FLY ASH

Based on the results of laboratory experiments on the reinforcement of dike soil layer with cement and fly ash. The author continues to do out on-realty trials to evaluate the results and to select the appropriate solution for the dike soil layer which will be a subgrade in the structure of the pavement texture when combined with traffic. The Huu Duong dike section from K30 + 880 to K30 + 930 was chosen as a test to improve the current status of the dyke soil to combine traffic. The author would like to introduce the experimental construction of dike soil layer is cement-reinforced with fly ash to improve the bearing properties. The field test results are quite consistent with the results of the laboratory tests and meet the requirements not only for the subgrade but also the requirements of the grade 2 gravel layer in the structure of the pavement texture.

Keywords: Intergrated the road and the dike, pavement of dike, cement fly as.

Ngày nhận bài: 01/8/2017

Ngày chấp nhận đăng: 14/8/2017