

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM GIẢI PHÁP CẢI THIỆN LỚP ĐẤT THÂN ĐÊ KẾT HỢP LÀM ĐƯỜNG GIAO THÔNG BẰNG VẬT LIỆU GIA CỐ CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

Đặng Công Hưởng¹, Nguyễn Hữu Huế², Trịnh Minh Thụ²

Tóm tắt: Khi kết hợp với giao thông thì kết cấu mặt đê, thân đê phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật như kết cấu mặt đường và nền đường. Kết cấu mặt đê gồm có lớp mặt, lớp móng và lớp nền thường thường được đắp đất với độ chặt cao. Vì lý do để ổn định kết cấu mặt đường đê, nên việc gia cố lớp đất nền thường thường được quan tâm đến. Bài báo này giới thiệu về lớp nền thường gia cố xi măng kết hợp tro bay để cải thiện các đặc tính chịu lực của kết cấu thân đê. Kết quả nghiên cứu ban đầu chỉ ra rằng tùy theo loại đất mà lượng tro bay cần dùng khoảng từ 10-15% theo khối lượng đất, trong đó một phần tro bay làm vi cốt liệu trong đất đóng vai trò quan trọng để cải thiện cường độ của lớp đất thân đê làm nền thường.

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

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để cải thiện khả năng chịu tải của kết cấu mặt đê khi kết hợp với giao thông, đòi hỏi kết cấu mặt đê có chung cơ sở chịu tải và ổn định. 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 kết quả tác dụng của chất liên kết hoặc các chất khác (Quy hoạch phát triển giao thông vận tải). Theo quyết định 1488/QĐ-TTg (Quy hoạch phát triển công nghiệp xi măng) về quy hoạch công nghiệp xi măng giai đoạn 2011-2020 thì nhu cầu sử dụng xi măng năm 2011 là 50 triệu tấn, trong lúc đó tổng công suất của các nhà máy năm 2011 đã sản xuất là hơn 60 triệu tấn, như vậy lượng sản xuất đã vượt so với nhu cầu thực tế, nên cần tạo ra những ứng dụng mới sử dụng xi măng để giảm bớt lượng dư thừa. Theo qui hoạch phát triển ngành điện từ năm 2006 đến 2015 dự kiến đưa vào sử dụng nhiều nhà máy nhiệt điện chạy bằng than với công suất khoảng 35.090 MW (Quy hoạch phát triển điện lực..), như vậy một nguồn thải phẩm tro bay từ các nhà máy nhiệt điện dự tính đến năm 2015 là

27,34 triệu tấn (Quy hoạch phát triển điện lực). Loại thải phẩm này có thể là nguồn phụ gia khoáng hữu hiệu ứng dụng tốt trong xây dựng. Quy hoạch phát triển Giao thông vận tải đường bộ Việt Nam đến năm 2020 và định hướng đến 2030 cần xây dựng 1.600km đường cao tốc, nâng cấp QL1, đường Hồ Chí Minh cần kinh phí cũng như khối lượng vật liệu rất lớn (Quy hoạch phát triển giao thông). Các kết cấu mặt đường đê dạng mới cần được đưa vào sử dụng để làm phong phú thêm sự lựa chọn cho các cơ quan quản lý nhà nước, chủ đầu tư và nhà thầu.

Xét về phương diện vật liệu hay công nghệ khi thực hiện cải tạo, nâng cấp các tuyến đê sông kết hợp với đường thì tương tự như đối với công trình đường ô tô. Do đó các thiết bị máy móc và công nghệ trong thi công các tuyến đê sông được sử dụng tương tự như thi công đường ô tô.

Nội dung bài báo này sẽ trình bày nghiên cứu về vật liệu chế tạo, thiết kế thành phần, nghiên cứu thực nghiệm một số tính chất của lớp đất thân đê gia cố xi măng kết hợp tro bay để sử dụng khi cải tạo nâng cấp các tuyến đê đảm bảo yêu cầu kỹ thuật kết hợp làm đường giao thông. Phạm vi gia cố được áp dụng toàn bộ chiều dày

¹ Sở Nông nghiệp & PTNT Bắc Ninh.

² Trường Đại học Thủy lợi.

của lớp nền thượng (lớp đất đầm chặt K98 có chiều dày từ 1,5-1,8m tính từ mặt đê trở xuống) sát với kết cấu mặt đường đê.

2. VẬT LIỆU GIA CỐ LỚP ĐẤT THÂN ĐÊ LÀM NỀN THƯỢNG

2.1. Xi măng

Nghiên cứu này sử dụng loại xi măng Nghi

Son PCB40, cường độ chịu nén thí nghiệm theo TCVN6016:1995 ở tuổi 28 ngày đạt 48,3 MPa; 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. Thành phần hóa học và khoáng vật của xi măng Nghi Sơn PCB40 được trình bày trong Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Thành phần hóa học của xi măng Nghi Sơn PCB40 (Nguồn: Nhà máy xi măng Nghi Sơn – Lô hàng tháng 11/2016)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO tự do
20,32%	4,98%	3,24%	62,2%	0,10%	1,12%	0,25%	0,72%	0,15%

Bảng 2. Thành phần khoáng vật của xi măng Nghi Sơn PCB40 (Nguồn: Nhà máy xi măng Nghi Sơn – Lô hàng tháng 11/2016)

C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
51%	25%	8,16%	10%

Xi măng dùng trong nghiên cứu đạt theo tiêu chuẩn TCVN 6260:2009.

2.2. Tro bay

Trong thành phần của đất gia cố xi măng làm lớp nền thượng, 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. Hai loại tro bay được sử dụng gia cố là tro bay Đông Triều (TBĐT) và tro bay Cẩm Phả (TBPL) có các chỉ tiêu kỹ thuật theo Bảng 3 và thành phần hạt theo Bảng 4.

Bảng 3. Các chỉ tiêu thử nghiệm của hai loại tro bay

Chỉ tiêu thử	Đơn vị	Loại tro bay	
		Tro bay Đông Triều (TBĐT)	Tro bay Cẩm Phả (TBPL)
1. Tổng hàm lượng (SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃)	%	85,34	84,5
2. Hàm lượng SO ₃	%	1,52	0,59
3. Hàm lượng mất khi nung	%	6,66	10,09
4. Hàm lượng CaO	%	0	0
5. Hàm lượng ion clo (Cl ⁻)	%	0,01	0,02

Bảng 4. Thành phần hạt của hai loại tro bay

Loại tro bay	Lượng lọt sàng (%) ở các đường kính sàng (µm)				
	<5	5,0	10	30	45
Tro bay Cẩm Phả	0	15,44	33,34	64,5	89,62
Tro bay Đông Triều	0	12,22	31,60	56,34	85,04

Tro bay Cẩm Phả mịn hơn so với tro bay Đông Triều.

Hai loại tro bay này đều có tổng hàm lượng của 3 ô xít chính lớn hơn 70%, nên thuộc loại F theo tiêu chuẩn ASTM C618. Hàm lượng SO₃ và Cl⁻ nhỏ đảm bảo dùng làm vật liệu gia cố nền đất.

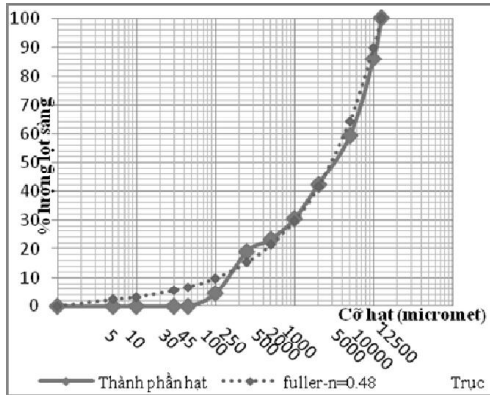
2.3. Đất đắp thân đê

Đất được sử dụng trong nghiên cứu gồm hai loại là đất Hữu Thái Bình (ĐHTB) và đất Hữu Đuống (ĐHD).

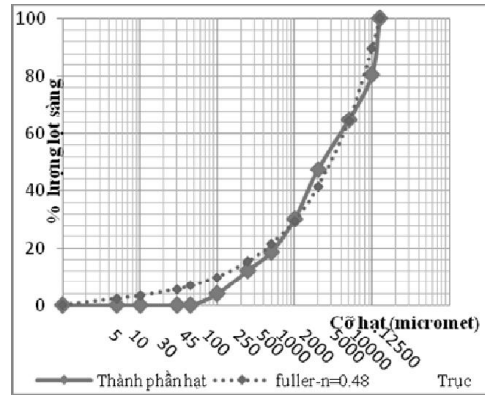
Thành phần hạt của hai loại đất được trình bày ở Bảng 5 và biểu đồ phân bố cấp phối ở Hình 1 và Hình 2.

Bảng 5. Thành phần hạt hai loại đất ĐHTB và ĐHD

Cỡ sàng (mm)	ĐHTB		ĐHD	
	% Lượng sót tích lũy	% Lượng lọt sàng	% Lượng sót tích lũy	% Lượng lọt sàng
10	13,897	86,103	19,432	80,568
5	40,776	59,224	35,105	64,895
2	57,688	42,312	52,464	47,536
1	69,416	30,584	69,726	30,274
0,5	76,825	23,175	81,284	18,716
0,25	80,895	19,105	87,668	12,332
0,1	95,413	4,587	96,036	3,964
< 0,1	100	0	100	0



Hình 1. Phân bố cấp phối đất ĐHTB



Hình 2. Phân bố cấp phối đất ĐHD

3. THÀNH PHẦN CỦA LỚP VẬT LIỆU THÂN ĐÊ VÀ CÁC CHỈ TIÊU THỬ NGHIỆM

Thiết kế các hỗn hợp đất gia cố với tỷ lệ các thành phần vật liệu khác nhau được trình bày ở Bảng 6, tương ứng với các độ ẩm tốt nhất để đánh giá độ chặt.

Cơ sở lý thuyết để lựa chọn dùng tro bay với vai trò vi hạt trong thành phần của đất là căn cứ vào đường cong độ đặc tối ưu ứng với mỗi cấp phối đất. Kết quả cho thấy cần bổ sung thêm dải cấp phối hạt đường kính nhỏ hơn 100µm và tro bay có kích thước thỏa mãn dùng để bổ sung cho

cỡ hạt còn thiếu này trong thành phần của đất.

Căn cứ vào kết quả nghiệm xác định khối lượng thể tích đầm chặt của đất, dựa vào vai trò của tro bay làm vi hạt trong thành phần của đất và để thay thế một phần xi măng làm giảm lượng xi măng cần thiết cho gia cố thông thường, tùy thuộc vào loại đất mà tro bay Đông Triều và tro bay Cẩm Phả được sử dụng ở các mức 10% và 15% so với khối lượng của đất khô.

Thành phần vật liệu của các hỗn hợp gia cố làm nền thượng và kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu tương ứng với độ ẩm tốt nhất được trình bày trong Bảng 6.

Bảng 6. Thành phần thiết kế và kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu tương ứng với độ ẩm tốt nhất của các hỗn hợp

Tổ hợp mẫu gia cố	10% XM + 90 ĐHTB	10% XM + 90% ĐHD	15% TBCP + 85% ĐHD + 10% XM (tính theo đất)	10% TBCP + 90% ĐHTB + 10% XM (tính theo đất)	15% TBĐT + 85% ĐHD + 10% XM (tính theo đất)	10% TBĐT + 90% ĐHTB + 10% XM (tính theo đất)
Ký hiệu mẫu hỗn hợp đất gia cố	ĐHTB	ĐHD	TBCP-ĐHD	TBCP-ĐHTB	TBĐT-ĐHD	TBĐT-ĐHTB
Dung trọng lớn nhất, γ_{max} (g/cm ³)	1,812	1,623	1,756	1,732	1,594	1,565
Độ ẩm tốt nhất (%)	15,16	15,33	14,54	14,82	14,93	14,76

Tiến hành đúc mẫu ở độ ẩm tốt nhất xác định các tính chất của đất gồm: Cường độ chịu nén (R_n), cường độ chịu ép chẻ (R_{ech}) và mô đun đàn hồi (E_{gc}). Mẫu được đúc theo tiêu chuẩn 22TCN 333-06 (Phương pháp II-A). Mẫu đất gia cố để xác định cường độ chịu nén là mẫu tiêu chuẩn đường kính 101,6mm, chiều cao 116,43mm, chày đầm 4,54kg, chiều cao rơi tiêu chuẩn 457mm, số lượt đầm trên một mặt 25 chày.

Tiến hành thử nghiệm trên các hỗn hợp mẫu, các chỉ tiêu được đánh giá bao gồm: Cường độ nén, cường độ ép chẻ và mô đun đàn hồi ở hai

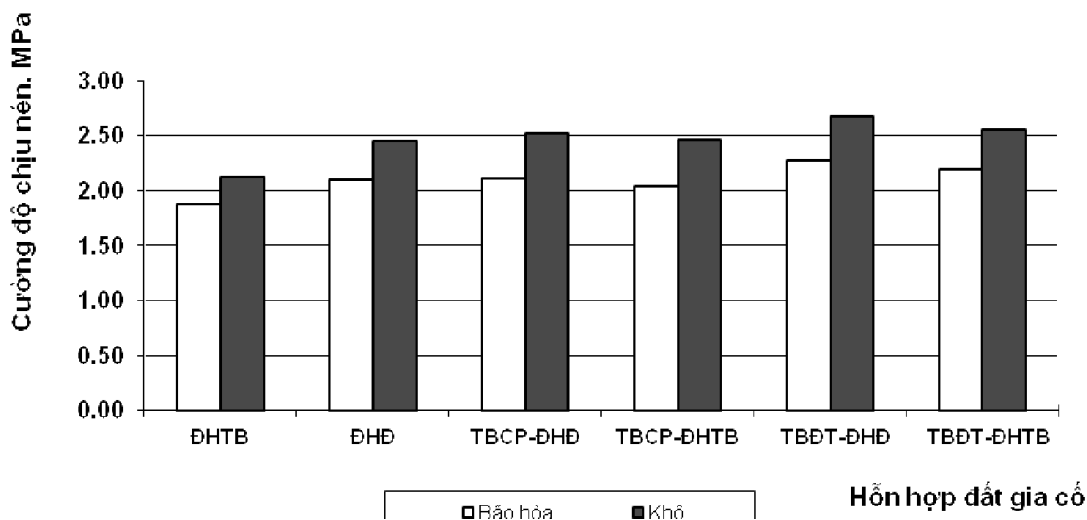
trạng thái là trạng thái bão hòa nước và trạng thái không bão hòa. Mỗi tuổi và chỉ tiêu thí nghiệm được đánh giá trên 6 mẫu và lấy kết quả trung bình của 6 mẫu thử nghiệm. Tổng cộng có 144 mẫu đất gia cố dùng để làm thử nghiệm với hai loại đất và hai loại tro bay khác nhau.

4. CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

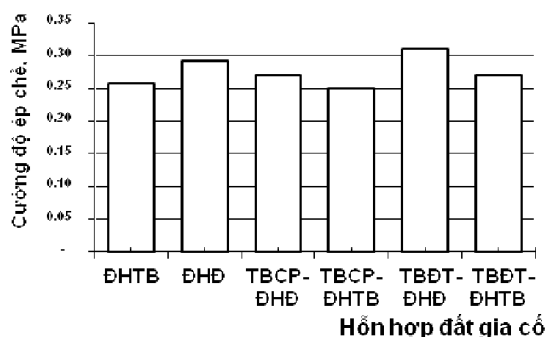
Các kết quả thí nghiệm (chỉ lấy kết quả mẫu ở tuổi 14 ngày) của các loại đất gia cố xi măng và tro bay gồm các chỉ tiêu cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ, mô đun đàn hồi được ghi trong Bảng 7.

Bảng 7. Các kết quả thực nghiệm của đất gia cố

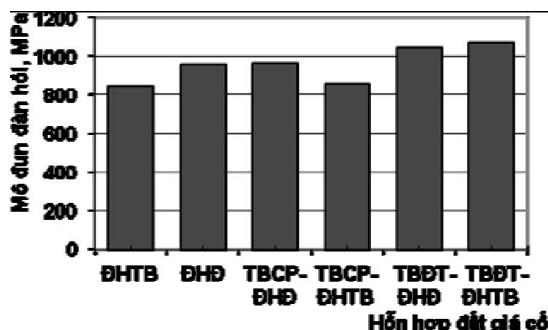
Các chỉ tiêu kỹ thuật của đất gia cố xi măng và tro bay		ĐHTB	ĐHD	TBCP-ĐHD	TBCP-ĐHTB	TBĐT-ĐHD	TBĐT-ĐHTB
1	Cường độ nén bão hòa 14 ngày (MPa)	1,87	2,10	2,11	2,04	2,27	2,19
2	Cường độ nén khô 14 ngày (MPa)	2,12	2,45	2,52	2,46	2,67	2,55
3	Cường độ ép chẻ 14 ngày (MPa)	0,26	0,29	0,27	0,25	0,31	0,27
4	Mô đun đàn hồi (MPa)	851	962	970	864	1048	1075



Hình 3. Biểu đồ so sánh giữa cường độ chịu nén bão hòa và cường độ chịu nén không bão hòa của các loại hỗn hợp đất gia cố ở tuổi 14 ngày.



Hình 4. Biểu đồ so sánh giữa cường độ chịu ép chèn và loại đất gia cố theo tuổi 14 ngày



Hình 5. Biểu đồ so sánh giữa mô đun đàn hồi và loại đất gia cố theo tuổi 14 ngày

Từ kết quả đo được trình bày ở Bảng 7 và các biểu đồ so sánh ở hình 3, 4, 5 cho thấy:

- Cường độ chịu nén bão hòa chỉ bằng khoảng từ 83 - 88% cường độ chịu nén khô tùy theo loại đất và tỷ lệ vật liệu dùng gia cố.

- Cường độ chịu nén bão hòa các hỗn hợp gia cố đều lớn hơn so với quy định của TCVN8858:2011 ($R_n \geq 1,5$ MPa) đối với vật liệu gia cố làm lớp mặt.

- Cường độ ép chèn đất gia cố của các hỗn hợp từ 0,26 – 0,31MPa ở tuổi 14 ngày, tỷ số giữa cường độ chịu nén bão hòa so với cường độ ép chèn là từ 7,2 -8,1 lần. Tỷ số này đối với bê tông thông thường là 5,0 - 8,6, cường độ càng nhỏ tỷ lệ này càng cao. Cường độ chịu ép chèn là tiêu chuẩn để đánh giá đối với vật liệu gia cố chất kết dính vô cơ đã sử dụng.

- Mô đun đàn hồi của lớp vật liệu gia cố với các tỷ lệ chọn tối ưu đạt được từ 851MPa đến 1075MPa.

5. KẾT LUẬN

Các vật liệu chính cho đất gia cố trong

nghiên cứu này gồm: Xi măng Nghi Sơn PC40, tro bay loại F từ Đông Triều và từ Cẩm Phá.

Cấp phối đất của đê Hữu Đuống và đê Hữu Thái Bình được thử nghiệm trên cơ sở hỗn hợp cấp phối tốt nhất với độ đặc tối ưu gồm có hạt đất và hạt tro bay, đồng thời một phần liều lượng tro bay thay thế để làm giảm lượng xi măng. Tỷ lệ tro bay gia cố đối với đất đê Hữu Thái Bình tốt nhất là 10%, tỷ lệ tro bay gia cố với đất đê Hữu Đuống là 15%.

Kết quả nghiên cứu một số tính chất cơ bản ban đầu cho thấy các chỉ tiêu của lớp đất thân đê được gia cố bằng chất kết dính vô cơ đạt yêu cầu của vật liệu làm móng nền thượng của kết cấu mặt đê khi kết hợp làm đường giao thông.

Với thiết bị thi công thông thường cho vật liệu gia cố và kết quả nghiên cứu về vật liệu, tính năng, công nghệ của các lớp đất gia cố cho phép chúng ta nghĩ đến việc áp dụng vật liệu đất gia cố tro bay, xi măng để cải thiện lớp đất thân đê làm nền thượng của kết cấu mặt đường đê khi kết hợp giao thông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Quang Hiệp (2005), *Nghiên cứu đất gia cố cho đập và đường trong điều kiện Việt Nam*, Luận văn tiến sỹ kỹ thuật, Viện KHCN XD.

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.

Quy hoạch phát triển giao thông vận tải đường bộ Việt Nam đến năm 2020 và định hướng- đến năm 2030 theo quyết định số 356/QĐ-TTg ngày 25/02/2013 của Thủ tướng Chính phủ.

Quy hoạch phát triển công nghiệp xi măng Việt Nam giai đoạn 2011-2020 và định hướng đến năm 2030 theo quyết định số 1488/QĐ-TTg ngày 29/08/2011 của Thủ tướng Chính phủ.
Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến năm 2030 theo quyết định số 1028/QĐ-TTg ngày 21/07/2011 của Thủ tướng Chính phủ.
Vũ Hải Nam (2012), *Nghiên cứu sử dụng tro tuyển phả lại hàm lượng cao trong bê tông khối lớn thông thường dùng cho đập trọng lực*, Luận văn tiến sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Xây dựng.
TCVN 6260:2009, Xi măng Poocăng hỗn hợp – Yêu cầu kỹ thuật.
22TCN333:2006, Qui trình đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.
TCVN8858:2011, 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.
ASTM C618 (2003), Coal Fly Ash and raw or Calcined Natural Pozzoland for Use in Concrete.
Indian 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.
Naik, T. R. et al. (2001), “*Strength and durability of roller compacted HVFA concrete pavements*”, Practice Periodical on Structural Design and Construction 6 (4) pp.154–165.
V.M. Bezruk, A.X. Elenovits (1981), *Áo đường bằng đất gia cố*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật,

Abstract:

EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE SOLUTIONS TO IMPROVE SUBGRADE OF PAVEMENT OF DIKE USING INORGANIC BINDER FOR STABILIZATION

The dike structure requires specifications like that of pavement when the dike is integrated with the road. The pavement structure of dike consisting of base and subgrade layer is generally covered by high-density soil. In order to stabilize the pavement structure of dike, the subgrade layer is often taken into consideration. This paper introduces the subgrade stabilized by cement and fly ash to improve the bearing capability of dike structures. The initial results indicate that, depending on the type of soil, fly ash content should be used between 10-15% by weight of dry soil, in which a part of fly ash acting as micro aggregate plays an important role in improving the bearing capacity of the base layer of road-dike.

Keywords: The dike is integrated with the road, road-dike, fly ash-cement.

BBT nhận bài: 01/3/2017

Phản biện xong: 23/3/2017