



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004310

(51) **E01C 3/00**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2025-00001

(22) 19/01/2021

(67) 1-2021-00271

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/07/2022 412A

(73) Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (VN)

số 55, đường Giải Phóng, phường Đồng Tâm, quận Hai Bà Trưng, thành phố Hà Nội

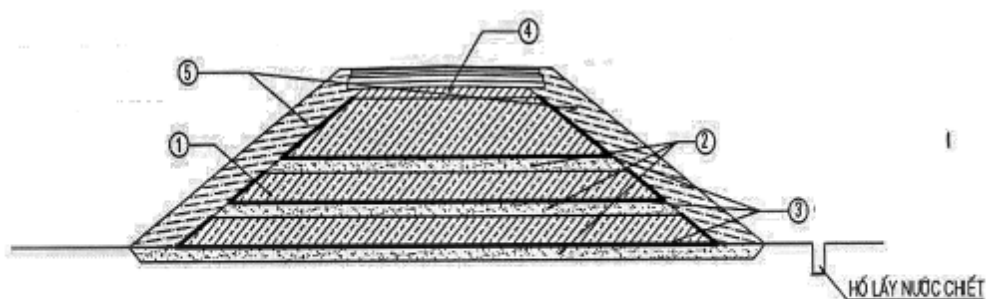
(72) Nguyễn Việt Phương (VN); Hoàng Tùng (VN); Phạm Duy Hoà (VN); Nguyễn Đăng Việt Anh (VN).

(54) **KẾT CẤU NỀN ĐƯỜNG TỪ VẬT LIỆU TRO BAY KẾT HỢP CÁT NHIỄM MẶN
VÀ PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG**

(21) 2-2025-00001

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn có tiết diện hình thang với cạnh đáy rộng hơn so với cạnh đỉnh, khác biệt ở chỗ kết cấu này bao gồm nhiều lớp vật liệu từ tro bay, cát nhiễm mặn, đất chọn lọc, đất dính và vải địa kỹ thuật, trong đó: các lớp tro bay (1) xen kẽ với các lớp cát nhiễm mặn (2) theo phương thẳng đứng; các lớp vải địa kỹ thuật (3) được bao lấy mặt đáy và các mặt bên của mỗi lớp tro bay (2); lớp đắp bao đỉnh nền (4) là đất chọn lọc; và các lớp mái taluy (5) được đắp bằng đất dính.

Giải pháp hữu ích cũng đề cập đến phương pháp thi công kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn.



HÌNH 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực giao thông đường bộ. Giải pháp hữu ích đề cập đến giải pháp tận dụng nguồn vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn để thay thế vật liệu đắp thông thường trong xây dựng kết cấu nền đường. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn. Giải pháp hữu ích cũng đề cập đến phương pháp thi công kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Trong những năm trở lại đây, hạ tầng đường bộ được quan tâm đầu tư mạnh mẽ, trong đó xây dựng nền đường là hạng mục chiếm tỷ trọng vật liệu cao nhất trong xây dựng công trình đường. Vật liệu sử dụng làm nền đường hiện nay chủ yếu khai thác từ tự nhiên như đất đồi, đất mỏ, cát sông. Tuy nhiên, các loại vật liệu này đang dần trở nên cạn kiệt, giá thành liên tục tăng cùng với đó là việc khai thác quá mức dẫn đến các hệ lụy về môi trường như xói lở khu vực bờ sông, ô nhiễm môi trường, lũ lụt, hạ thấp mực nước ngầm và xâm nhập mặn vào các sông gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và cuộc sống của người dân.

Về tro bay, hiện nay cả nước có 18 nhà máy nhiệt điện than đang hoạt động sử dụng nguồn than trong nước với khoảng 20 triệu tấn mỗi năm, và theo ước tính, các nhà máy này thải ra trên ba triệu tấn xỉ than hàng năm, cùng với một lượng tro bay lớn gấp vài ba lần. Theo kết quả điều tra đánh giá nguồn tro xỉ của Bộ Xây dựng, được xây dựng trên cơ sở của Quy hoạch phát triển điện lưới quốc gia năm 2011 - 2020 có xét đến năm 2030 (Quy hoạch điện 7), khối lượng tro xỉ thải trong năm 2015 khoảng 12,8 triệu tấn, đến năm 2020 khoảng 25,4 triệu tấn và đến năm 2030 khoảng trên 30 triệu tấn. Khối lượng chất thải rắn này đòi hỏi một lượng lớn các bãi dự trữ, chôn lấp, kéo theo nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và chi phí xử lý rất cao.

Trước thực trạng đó, việc nghiên cứu sử dụng các vật liệu thay thế có tính bền vững, đặc biệt là việc tận dụng chất thải từ các ngành công nghiệp, cũng như tận dụng các nguồn vật liệu tiềm năng có trữ lượng lớn đang được Việt Nam và các nước trên thế giới chú trọng phát triển. Trong đó, ở nhiều nước trên thế giới đã ứng dụng các nghiên cứu, sáng chế, giải pháp hữu ích tận dụng các vật liệu tro bay và cát biển để thay thế các loại vật liệu xây dựng truyền thống. Tại Trung Quốc, trong lĩnh vực xây dựng nền đường ứng dụng cát biển, Zhang Wumin và cộng sự đã công bố sáng chế về kết cấu đường cao tốc đắp cát biển tại các khu vực ven biển (CN101967785A), giải pháp này sử dụng một dạng kết cấu đặc biệt bao đắp bao cát có lớp bảo vệ ngoài, cọc và cát bơm thủy lực vào phía trong. Theo tác giả, giải pháp sử dụng cát biển có khả năng giảm từ 20-40% mức đầu tư đối với công trình. Ở Anh, hàng năm khai thác khoảng 13 triệu tấn cát và sỏi nhiễm mặn để sử dụng cho các công trình xây dựng. Các nước châu Âu khác cũng đã sử dụng khoảng 6-7 triệu tấn cốt liệu nhiễm mặn hàng năm. Lượng cát biển được khai thác trên thế giới hiện nay chủ yếu phục vụ mục đích xây dựng. Đối với vật liệu tro bay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về tro bay áp dụng cho xây dựng nền đường như Hoa Kỳ, Nhật Bản đã có những báo cáo, nghiên cứu như Báo cáo kỹ thuật số FHWA-IF-03-09 “Fly Ash Facts for Highway Engineers” của Bộ Giao thông vận tải Hoa Kỳ ban hành ngày 13/6/2003; Báo cáo kỹ thuật số IHRB Project TR-461; FHWA Project 4 “Fly Ash Soil Stabilization for non uniform subgrade soils” của Trường đại học bang Iowa - Hoa Kỳ thực hiện năm 2005; “Tiêu chuẩn hướng dẫn thiết kế và thi công kết cấu đắp tro than” – ASTM E2277 của Hội Thử nghiệm và Vật liệu Mỹ; Tập san đặc biệt số IRC: SP 58-2001 “Guidelines for use of Fly Ash in Road Embankments” của Ủy ban đường bộ Ấn Độ ban hành năm 2001. Tại Việt Nam, việc sử dụng tro xỉ nhiệt điện đốt than làm nền đường ô tô được quy định tại tiêu chuẩn TCVN 12660:2019. Những điều này cho thấy xu hướng sử dụng các vật liệu mới theo hướng bền vững trong xây dựng nền đường ô tô đang được các quốc gia trên thế giới quan tâm nghiên cứu và phát triển.

Đã biết, tính chất của tro bay nhà máy nhiệt điện chủ yếu phụ thuộc vào tính chất nguồn than đốt và công nghệ đốt than. Các nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam hiện

nay áp dụng hai loại công nghệ đốt than là công nghệ đốt than phun (PC) và công nghệ đốt than tầng sôi tuần hoàn (CFBC). Trong đó, nhà máy nhiệt điện có công nghệ đốt than phun là phổ biến. Theo Đề án cấp than cho các nhà máy nhiệt điện của Bộ Công thương năm 2012, đến năm 2020 và 2030, công nghệ đốt than tầng sôi nước ta chỉ chiếm khoảng 10% tổng công suất nhà máy nhiệt điện than. Do đặc điểm công nghệ khác nhau, nên tro, xỉ các nhà máy nhiệt điện theo hai loại công nghệ đốt than này cũng rất khác nhau.

Qua kết quả nghiên cứu của Viện Vật liệu xây dựng, tro bay nhà máy nhiệt điện đốt than phun (Hình 1) sử dụng than khu vực Quảng Ninh có các đặc điểm sau:

- Tổng hàm lượng các oxit chính ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) lớn $\sim 90\%$ (thành phần không tính lượng mất khi nung);
- Hàm lượng SO_3 , CaO tự do trong các mẫu tro bay đều thấp, nhưng hàm lượng kiềm quy đổi ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{td}}$) tương đối cao, trong khoảng (2-4)%;
- Tro bay của các nhà máy nhiệt điện có hàm lượng mất khi nung cao, dao động trong khoảng 5-30%, tùy thuộc vào mỗi nhà máy. Có thể thấy, chỉ tiêu này của tro bay Việt Nam có khoảng dao động lớn và phổ biến ở mức cao hơn so với mức cho phép để sử dụng cho xi măng, bê tông. Đây là tính chất bất lợi làm hạn chế rất lớn đến việc sử dụng tro bay trong thực tế tại Việt Nam trong thời gian vừa qua. Lý do chủ yếu làm hàm lượng mất khi nung trong tro cao là do than khu vực Quảng Ninh là loại than antraxit có hàm lượng chất bốc thấp (4-8)%, khó cháy, hàm lượng tro cao nên các nhà máy nhiệt điện hiện nay đang khó khăn trong việc đốt triệt để với loại than này;
- Các hạt tro bay hình cầu, ít lỗ xốp, xen lẫn là các hạt than chưa cháy hết xốp, góc cạnh;
- Các tính chất kỹ thuật phù hợp với tro bay loại F theo TCVN 10302 : 2014 trừ chỉ tiêu hàm lượng mất khi nung của một số nhà máy nhiệt điện cao quá mức quy định.

Tro bay của nhà máy nhiệt điện theo công nghệ đốt than tầng sôi tại Việt Nam (Hình 2) có thể được chia làm 3 nhóm với các đặc tính sau:

- Các mẫu tro bay FBC của NMNĐ sử dụng nguồn than khu vực Quảng Ninh là Cẩm Phả, Mạo Khê, Sơn Động: có tính chất tương đương nhau cơ bản phù hợp với yêu cầu của tro bay loại F theo TCVN 10302:2014, ngoại trừ chỉ tiêu lượng nước yêu cầu lớn hơn mức cho phép;

- Tro bay FBC của NMNĐ sử dụng than khu vực Thái Nguyên: có hàm lượng canxi oxit (CaO) lớn hơn 10%; tổng hàm lượng oxit ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) thấp $\sim 45\%$ (tính cả lượng mất khi nung) hoặc $\sim 61\%$ (nếu loại bỏ lượng mất khi nung); hàm lượng mất khi nung, hàm lượng SO_3 , hàm lượng vôi tự do cao hơn mức cho phép đối với tro bay cho bê tông;

- Tro bay FBC của NMNĐ sử dụng than Na Dương thuộc tỉnh Lạng Sơn: có hàm lượng CaO lớn hơn 10%, tổng hàm lượng ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) ở mức trung bình $\sim 66\%$, hàm lượng SO_3 , hàm lượng vôi tự do cao hơn mức cho phép đối với tro bay cho bê tông; Tro bay NMNĐ Na Dương có thành phần gần với tro bay loại C theo TCVN 10302:2014 nhưng các chỉ tiêu SO_3 và MKN cao hơn mức cho phép của tiêu chuẩn này.

Theo nghiên cứu của Jaiswal và cộng sự (2006), do tro bay có kích thước nhỏ và nhẹ nên nếu không được xử lý đúng cách sẽ có khả năng xâm nhập vào không khí và gây ô nhiễm môi trường. Trong tro bay có chứa một hàm lượng lớn oxit sắt và nhôm trên bề mặt, các oxit này thu hút các nguyên tố vi lượng độc hại như Sb, As, Be, Cd, Pb, Hg, Se, V, và theo nghiên cứu, các nguyên tố này tập trung ở bề mặt tro bay. Nếu để phát tán ra môi trường sẽ gây ra ảnh hưởng đến sức khỏe con người như rối loạn hô hấp mãn tính, làm trầm trọng các bệnh như hen suyễn, viêm phế quản và thậm chí ung thư phổi nếu tiếp xúc thời gian dài. Bên cạnh đó, theo “Nghiên cứu, đánh giá hàm lượng phóng xạ tự nhiên trong vật liệu xây dựng ở Việt Nam” do Viện Vật liệu Xây dựng – Bộ Xây dựng thực hiện năm 2007, phân tích hoạt tính phóng xạ của các mẫu vật liệu cho thấy các phóng xạ trong tro bay chủ yếu là K-40, Ra-226 và Th-232. Lượng phóng xạ trong tro bay cao hơn đáng kể so với phóng xạ của các vật liệu xây dựng khác, đặc biệt mẫu tro xỉ của nhà máy gang thép Thái Nguyên và tro bay Phả Lại có giá trị vượt quá so với quy định của Ủy ban châu Âu. Theo Sear và cộng sự (2003) đánh giá từ nhiều nguồn nghiên cứu cho thấy, các nguy

hại đối với môi trường của tro bay sẽ không đáng kể nếu nó được sử dụng làm vật liệu đắp.

Đối với cát nhiễm mặn, các kết quả nghiên cứu cho thấy thành phần hạt của cát nhiễm mặn chủ yếu thành phần hạt mịn, các mẫu cát đều hạt $d > 0,1$ chiếm dưới 75% như được trình bày trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hạt cát tại các vùng biển ở Việt Nam

Cỡ sàng (mm)	Lượng sót tích lũy (%)						
	Cát biển Phú Quốc – Kiên Giang	Cát biển Nha Trang	Cát biển Mũi Né	Cồn cát Bình Thuận	Cát biển Cửa Hội – Nghệ An	Cát biển Đảo Trần	Cát biển Vĩnh Thực
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,07	4,26	0,0
2,5	0,0	0,9	0,0	0,0	0,10	6,50	1,91
1,25	0,0	4,6	0,8	0,8	0,22	11,83	18,12
0,630	4,0	32,8	1,9	2,3	0,39	49,82	59,61
0,315	91,0	83,4	75,5	41,4	1,89	90,06	85,04
0,15	99,6	96,8	98,1	97,7	63,23	99,39	99,91

Do cát nhiễm mặn được khai thác từ các vùng biển, cồn cát tiếp xúc trực tiếp với nước biển, vốn chứa hàm lượng các muối hòa tan chủ yếu tồn tại dưới dạng ion Na^+ , Cl^- và SO_4^{2-} , nên việc sử dụng cát nhiễm mặn, cát biển trong xây dựng nền đường có nguy cơ gây mặn đối với các khu vực lân cận, đặc biệt ở những nơi có nước ngầm cao, độ mao dẫn lớn.

Như vậy, các loại vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn đã được sử dụng riêng rẽ ở các công trình khác nhau, nhưng chưa có mô hình nào đề cập đến sự kết hợp sử dụng cát nhiễm mặn và tro bay làm vật liệu đắp nền đường. Vì thế việc nghiên cứu, đánh giá hiệu quả và ứng dụng mô hình này là hết sức cần thiết, trong bối cảnh thiếu hụt các vật liệu truyền thống đồng thời hướng đến sự phát triển bền vững trong lĩnh vực xây dựng.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là khắc phục những nhược điểm nêu trên.

Để đạt được mục đích đó, giải pháp hữu ích đề xuất kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn là những vật liệu phi truyền thống, sẵn có ở nước ta và nhiều khu vực trên thế giới. Các vật liệu này nếu sử dụng riêng lẻ làm vật liệu xây dựng nền đường có thể gây tác động xấu đến sức khỏe và môi trường sống.

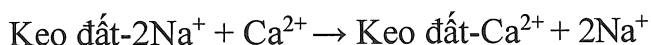
Trong khi đó, xét về tính phù hợp của vật liệu để sử dụng đắp nền đường, các nghiên cứu cát nhiễm mặn ở các vùng biển khác nhau đã cho thấy các chỉ tiêu cơ lý của cát nhiễm mặn đảm bảo các yêu cầu về vật liệu đắp nền đường theo điều 4 TCVN 9436:2012 được thống kê trong Bảng 2 sau:

Bảng 2. So sánh chỉ tiêu cơ lý của cát nhiễm mặn với yêu cầu về vật liệu đắp theo TCVN 9436:2012

Tiêu chí Nghiên cứu	Hàm lượng tạp chất hữu cơ, %	Thành phần muối dễ hòa tan, %	Sức chịu tải, CBR
Trần Tuấn Hiệp, 2010	-	0,01 – 0,14	-
Hoàng Đức Minh và cộng sự, 2017	Sáng hơn màu chuẩn	0,001 – 0,007	-
Nguyễn Văn Thành, 2014	0,85	-	12,8 (K=0,95)
Võ Tiến Dũng, 2018	1,5	0,38	-
Lê Văn Bách, 2006	0,67	0,063	-
TCVN 9436:2012	≤ 10	≤ 5	≥ 6 (K=0,95)

Đối với cát nhiễm mặn, do cát tiếp xúc với nước biển trong một thời gian dài, nên chủ yếu thành phần gây mặn là các muối hòa tan, các muối này khi gặp nước sẽ phân ly, tồn tại dưới dạng ion Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} . Mặt khác trong đất nhiễm mặn, ion Na^+ đóng vai trò hết sức quan trọng, nó tồn tại trong đất mặn ở dạng trao đổi hấp phụ trên bề mặt keo đất. Ion này sẽ gây ra các tính chất ảnh hưởng có hại về mặt vật lí, hóa học, sinh học... Vì vậy, để cải tạo đất mặn, các tác giả sáng chế đề xuất việc loại trừ ion Na^+ trong dung dịch đất và keo đất bằng việc thay thế bởi ion Ca^{2+} , nhờ đó làm tăng mức độ giữ chặt ion trên bề mặt keo đất do theo P.Shakhtshabel cho thấy các khoáng chính trong đất sét như: Montmorillonit, Kaolinit, Muscovit thì sự hấp thụ cation Ca^{2+} mạnh hơn so với cation Na^+ .

Sở dĩ có thể xảy ra quá trình trao đổi ion như vậy trong nền đường này là vì, với một số loại tro bay có hàm lượng CaO cao, khi gặp nguồn ẩm, nước sẽ tạo ra $\text{Ca}(\text{OH})_2$, từ đó xuất hiện ion Ca^{2+} trong phản ứng keo đất:



Thông thường đất rất mặn thường kết hợp với chua, phèn (chứa nhiều H^+) vì vậy khi sử dụng tro bay xen lẫn cát mặn còn tạo ra anion OH^- trung hòa cation H^+ trong đất.

Hơn nữa, trong hỗn hợp còn xảy ra phản ứng làm giảm các ion SO_4^{2-} trong cát nhiễm mặn do xảy ra phản ứng:



Ion SO_4^{2-} là cũng tác nhân gây ra mặn đối với khu vực đất, nước có cát nhiễm mặn vì vậy, việc làm giảm các ion này cũng đóng vai trò quan trọng trong hạn chế sự nhiễm mặn đối với đất nông nghiệp.

Như vậy, giải pháp hữu ích đề xuất việc kết hợp tro bay với cát nhiễm mặn để làm giảm độ mặn của cát, nhờ đó biến hai loại vật liệu có sẵn này thành vật liệu có thể được dùng để làm kết cấu nền đường.

Đối với tro bay mà được lựa chọn để đắp nền đường phải phù hợp với các quy định tại TCVN 12249:2019 và điều 5 TCVN 9436:2012. Khi tro bay và cát mặn

đảm bảo các điều kiện nêu trên, hai vật liệu này hoàn toàn có đủ khả năng thay thế các vật liệu đắp thông thường trong xây dựng nền đường.

Theo khía cạnh thứ nhất, như được thể hiện tại điểm 1 yêu cầu bảo hộ, giải pháp hữu ích đề xuất kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn có tiết diện hình thang với cạnh đáy của hình thang rộng hơn so với cạnh đỉnh của hình thang, khác biệt ở chỗ kết cấu này bao gồm nhiều lớp vật liệu từ tro bay, cát nhiễm mặn, đất chọn lọc lọc, đất dính và vải địa kỹ thuật, trong đó:

Các lớp tro bay xen kẽ với các lớp cát nhiễm mặn theo phương thẳng đứng;

Các lớp vải địa kỹ thuật được bao lấy mặt đáy và các mặt bên của mỗi lớp tro bay;

Lớp đắp bao đỉnh nền là đất chọn lọc lọc; và

Các lớp mái taluy được đắp bằng đất dính.

Theo một phương án ưu tiên như được thể hiện tại điểm 2 yêu cầu bảo hộ, kết cấu nền đường này gồm có ba lớp tro bay xen kẽ với hai lớp cát nhiễm mặn.

Theo một phương án ưu tiên như được thể hiện tại điểm 3 yêu cầu bảo hộ, đất dính để làm mái taluy là đất có chỉ số dẻo lớn hơn 7.

Theo một phương án ưu tiên như được thể hiện tại điểm 4 yêu cầu bảo hộ, dung trọng khô của đất làm taluy nằm trong khoảng từ 1,52 - 1,60 T/m³.

Theo một phương án ưu tiên như được thể hiện tại điểm 5 yêu cầu bảo hộ, chiều dày của các lớp vật liệu như sau:

lớp tro bay: 1 - 4m;

lớp cát mặn: 0,3 - 0,5m;

lớp đắp bao đỉnh nền: 0,3 - 0,5m; và lớp mái taluy: 1m.

Theo khía cạnh thứ hai, như được thể hiện tại điểm 6 yêu cầu bảo hộ, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp thi công nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn bao gồm các bước:

a) Chuẩn bị mặt bằng và vật liệu làm nền đường bao gồm tro bay, cát nhiễm

mặn, vải địa kỹ thuật và đất dính;

- b) Bóc hữu cơ;
- c) Đóng cọc móc;
- d) Thoát nước để tránh hóa lỏng vật liệu tro bay;
- đ) Đầm nén nền đường đến độ chặt >90%;
- e) Thi công lớp tro bay bằng cách sau:

Trải vải địa kỹ thuật tại theo vị trí đã định vị, sử dụng máy may cầm tay may kết nối các tấm lại với nhau bằng hai đường chỉ may thành dạng túi,

kéo căng vải địa kỹ thuật theo khuôn đường đã định,

cắt may các phễu bơm tro,

bơm tro vào các lỗ phễu đã may sẵn đến cao độ thích hợp, tưới nước lên bề mặt để nước thấm xuống lớp tro cho đến khi đủ độ ẩm,

tháo lớp vải địa kỹ thuật phía trên để hở mặt trên của lớp tro bay, lớp vải địa kỹ thuật sau khi được tháo có thể tiếp tục đưa lên sử dụng để may túi của lớp tro bay phía trên, tiếp tục tưới nước để không gây phát tán tro bụi ra môi trường khi thi công,

tiến hành san gạt sơ bộ bề mặt kết hợp tưới nước để đảm bảo không phát tán bụi và đảm bảo độ ẩm phần tro, định vị lại khuôn đường và cho máy đào vét và ép mái taluy đến khi đạt độ chặt theo yêu cầu,

dùng máy ủi san gạt bằng phẳng bề mặt kết hợp đầm nén để thu được lớp tro bay theo yêu cầu;

g) Thi công lớp cát nhiễm mặn trên bề mặt lớp tro bay vừa được thi công ở bước e) bằng phương pháp đổ lấn, sau đó thi công phần mái taluy của lớp cát nhiễm mặn tương ứng cùng lúc với việc thi công lớp cát này;

h) Lắp lại các bước từ e đến g tùy theo chiều cao của nền đắp;

i) Thi công lớp đắp bao đỉnh nền bằng đất chọn lọc lọc;

k) Thực hiện biện pháp phòng ngừa ăn mòn;

1) Kiểm soát chất lượng.

Theo một phương án ưu tiên, như được thể hiện tại điểm 7 yêu cầu bảo hộ, trong phương pháp thi công nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn, công đoạn đầm nén đối với từng lớp vật liệu được thực hiện theo trình tự bắt đầu bằng hai lượt đầm nén không rung, rồi 5 đến 8 lượt đầm nén có rung, khối lượng trên một đơn vị bề rộng đầm nén tốt hơn là nằm trong khoảng 2300-2900 kg/m và dải tần rung nằm trong khoảng 1800-2200 vòng/phút.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là ảnh chụp bằng kính hiển vi hình dạng hạt tro bay điển hình của nhà máy nhiệt điện đốt than phun thông thường.

Hình 2 là ảnh chụp bằng kính hiển vi hình dạng hạt tro bay điển hình của nhà máy nhiệt điện đốt than tầng sôi.

Hình 3 là hình vẽ thể hiện mặt cắt ngang của kết cấu nền đường theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên có tham khảo Hình 3 kèm theo. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng các phương án này chỉ nhằm mục đích làm rõ giải pháp hữu ích mà không nhằm giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích.

Tham khảo Hình 3, kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn có tiết diện hình thang với cạnh đáy của hình thang rộng hơn so với cạnh đỉnh của hình thang, khác biệt ở chỗ kết cấu này bao gồm nhiều lớp vật liệu từ tro bay, cát nhiễm mặn, đất chọn lọc lọc, đất dính và vải địa kỹ thuật, trong đó:

Các lớp tro bay 1 xen kẽ với các lớp cát nhiễm mặn 2 theo phương thẳng đứng;

Các lớp vải địa kỹ thuật 3 được bao lấy mặt đáy và các mặt bên của mỗi lớp tro bay 2 để ngăn cách mặt dưới của lớp tro bay với mặt trên của lớp cát nhiễm mặn 2 bên dưới;

Lớp đắp bao đỉnh nền 4 là đất chọn lọc lọc để hạn chế nước mưa, nước

mặt xâm nhập vào phần tro bay và cát nhiễm mặn ở bên dưới. Và

Các lớp mái taluy 5 được đắp bằng đất dính.

Theo một phương án ưu tiên, kết cấu nền đường gồm có ba lớp tro bay 1 xen kẽ với hai lớp cát nhiễm mặn 2.

Tốt hơn là đất dính để làm mái taluy 5 là đất có chỉ số dẻo lớn hơn 7.

Tốt hơn là dung trọng khô của đất làm taluy nằm trong khoảng từ 1,52 - 1,60 T/m³. Dung trọng này giúp cho nền đường có thể chịu được ảnh hưởng của lũ lụt.

Tốt hơn là chiều dày của các lớp vật liệu của kết cấu nền đường như sau:

lớp tro bay 1: 1 - 4m;

lớp cát nhiễm mặn 2: 0,3 - 0,5m;

lớp đắp bao đỉnh nền 4: 0,3 - 0,5m;

lớp mái taluy 5: 1m.

Để tạo ra kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn như nêu ở trên, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp thi công nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn bao gồm các bước sau:

a) Chuẩn bị mặt bằng và vật liệu làm nền đường bao gồm tro bay, cát nhiễm mặn, vải địa kỹ thuật và đất dính.

Trong đó việc chuẩn bị mặt bằng về cơ bản giống như đối với việc thi công các loại nền đường đã biết, bao gồm việc cắt, di chuyển và đổ thải cây, bụi cây, cao su, ... trên tuyến và trong phạm vi khu vực sẽ sử dụng để đắp nền đường, thoát nước, và các khu vực cụ thể khác trên bản vẽ. Trong khi dọn dẹp mặt bằng và phát cỏ, cần thực hiện các cảnh báo cần thiết đối với xói mòn đất, ô nhiễm nước, ... Tất cả các cây, móng chìm, ..., nằm trong phạm vi đắp nên được cắt đến cao độ ít nhất dưới mặt đất 500mm và hố đào sẽ được đắp trả bằng vật liệu phù hợp và đầm nén đến mức bề mặt tại các điểm này tương tự như khu vực xung quanh.

Tro bay bể chứa có thể vận chuyển đến công trường bằng xe tải tự đổ để giảm thiểu mất mát độ ẩm và bụi. Tro bay bể nói chung có đủ độ ẩm để phòng ngừa gây bắn và thậm chí có thể vượt quá độ ẩm để thi công đường trong khi vận chuyển.

Trong các trường hợp như vậy, kiểm tra các thời điểm và xuất hàng từ các khu vực khô của bề là cần thiết.

Tro bay có thể yêu cầu lưu trữ tạm tại công trường khi khả năng cung cấp đến công trường lớn hơn năng lực thi công của nhà thầu. Trong những trường hợp như vậy, để tránh khả năng phải mở rộng và trong trường hợp công trường không đủ chỗ để trữ, phòng ngừa tro bay phát tán bằng cách phun nước trên khu vực dự trữ cách ngày. Mặt khác, bề mặt của khu vực lưu trữ tro bay có thể được che phủ bằng một lớp đất mỏng hoặc các vật liệu hạt khác mà không làm bẩn. Cấm các phương tiện giao thông qua khu vực này để giữ độ ẩm và phòng ngừa phát tán tro bay bám ở lớp các phương tiện vào không khí.

b) Bóc hữu cơ

Bóc hết lớp đất trên toàn bộ bề mặt móng nền đắp đến chiều sâu cụ thể, và được lưu trữ với chiều cao không quá 2m để sử dụng làm lớp mái taluy bảo vệ nền.

c) Đóng cọc móc

Sau khi mặt bằng đã được dọn sạch, thiết lập giới hạn của nền đắp như các đường thẳng, cong, mái taluy, đánh cấp và cắt ngang theo bản vẽ. Giới hạn của nền đường nên được đánh dấu cố định bởi các cọc móc ở hai bên với khoảng cách tiêu chuẩn như hướng dẫn trước khi bắt đầu thi công. Nền đắp nên được xây dựng có độ rộng hơn so với thiết kế để có thể cắt gọt, đảm bảo rằng các vật liệu còn dư với độ chặt yêu cầu và trong các phạm vi cụ thể, và mái taluy phù hợp. Các cọc móc và các cọc chi tiết khác phải được duy trì càng lâu theo yêu cầu công việc.

d) Thoát nước để tránh hóa lỏng vật liệu tro bay

Vật liệu tro bay rất nhạy cảm với nước, dễ bị hóa lỏng. Do đó, công tác thoát nước tạm trong quá trình thi công cần phải được lưu ý đặc biệt.

đ) Đầm nén nền đường đến độ chặt tối ưu

Mặt đất cần được san phẳng, xới, trộn với nước và được đầm nén bằng đầm để đạt được độ chặt >90%.

e) Thi công lớp tro bay 1

Lớp đắp bao ta luy bằng đất được thi công song song với quá trình đắp nền bằng tro bay. Ngay sau khi đầm nén xong tro bay, phải tiến hành thi công lớp bảo vệ trên cùng. Không nên bổ sung lớp đắp bao ta luy bên sau khi đã thi công lỗi.

Đối với lớp tro bay, cần gia công vải địa kỹ thuật thành các túi vải địa kỹ thuật để bơm tro bay vào. Túi được gia công theo trình tự sau:

- trải vải địa kỹ thuật tại theo vị trí đã định vị, sử dụng máy may cầm tay may kết nối các tấm lại với nhau bằng hai đường chỉ may thành dạng túi,
- kéo căng vải địa kỹ thuật theo khuôn đường đã định,
- cắt may các phễu bơm tro với khoảng cách 4m /1 lỗ.

Sau đó, bơm tro vào các lỗ phễu đã may sẵn đến cao độ thích hợp, tưới nước lên bề mặt để nước thấm xuống lớp tro cho đến khi đủ độ ẩm.

Tháo lớp vải địa kỹ thuật phía trên để hở mặt trên của lớp tro bay, lớp vải địa kỹ thuật sau khi được tháo có thể tiếp tục đưa lên sử dụng để may túi của lớp tro bay phía trên, tiếp tục tưới nước để không gây phát tán tro bụi ra môi trường khi thi công.

Tiến hành san gạt sơ bộ bề mặt kết hợp tưới nước để đảm bảo không phát tán bụi và đảm bảo độ ẩm phân tro, định vị lại khuôn đường và cho máy đào vét và ép mái taluy đến khi đạt độ chặt theo yêu cầu.

Dùng máy ủi san gạt bằng phẳng bề mặt kết hợp đầm nén để thu được lớp tro bay 1 theo yêu cầu.

Độ ẩm của vật liệu đắp phải được kiểm tra tại hiện trường trước khi bắt đầu đầm nén. Độ ẩm của tro bay cho đầm nén thường thường thay đổi từ độ ẩm tối ưu OMC đến $OMC \pm 2\%$.

Độ ẩm giới hạn có thể được thay đổi tùy thuộc vào điều kiện thời tiết. Tùy điều kiện cụ thể, có thể thay đổi công đầm nén để đạt được độ chặt tốt nhất và không có vấn đề về bụi.

Cần đặc biệt lưu ý độ ẩm của tro bay lớp trên cùng, nhất là khi phải tưới bổ sung nước, gây ra độ ẩm của lớp này cao hơn dãy độ ẩm thích hợp. Khi đó, tro bay

có thể hóa lỏng và rất khó để vận chuyển cũng như đầm nén.

Do vậy, khi yêu cầu bổ sung thêm nước vào vật liệu đắp, nước phải được tưới bằng vòi phun đủ khả năng tưới đồng đều không gây hiện tượng thừa nước. Nước sẽ được trộn bằng cánh trộn, đĩa trộn hoặc bằng bừa bằng các phương pháp thích hợp đến tận khi độ ẩm đồng đều cho toàn bộ chiều sâu của lớp. Nếu vật liệu vận chuyển đến công trường quá ướt, cần phải được làm khô đến khi đạt độ ẩm chấp nhận được cho đầm nén.

g) Thi công lớp cát nhiễm mặn 2 trên bề mặt lớp tro bay 1 vừa được thi công ở bước e) bằng phương pháp đổ lán, sau đó thi công phần mái taluy 5 của lớp cát nhiễm mặn 2 tương ứng cùng lúc với việc thi công lớp cát này.

h) Lặp lại các bước e) đến g) phụ thuộc vào chiều cao của nền đắp.

i) Thi công lớp đắp bao đỉnh nền 4 bằng đất chọn lọc lọc. Hoàn thành việc thi công nền đường.

k) Thực hiện biện pháp phòng ngừa ăn mòn.

Hàm lượng sulfat trong tro có thể gây ra hiện tượng sulfat hóa các kết cấu bê tông xung quanh. Do vậy, khi cần, có thể thực hiện việc sơn bảo vệ bề mặt các kết cấu bê tông xung quanh bằng nhựa đường hoặc vật liệu tổng hợp, với độ ẩm phù hợp để bảo vệ bê tông.

Giảm thiểu tiếp xúc trực tiếp với tro bay để tránh gây ăn mòn các cấu kiện bằng gang đúc, đồng, dây dẫn, PVC hoặc đường ống bằng cách bọc đất sét nhẹ, ny lông, quét nhựa đường hoặc bọc và đầm nén bằng các vật liệu trơ như là các loại đất đệm có chiều dày 500mm là phù hợp.

Khi lượng thấm là đáng kể, sử dụng đường ống để thoát nước ra khỏi phạm vi nền đường đắp.

l) Kiểm soát chất lượng

Nếu tro bay sử dụng từ nhiều nguồn, việc kiểm soát là bắt buộc để xác định kiểu tro bay đang thi công. Các thí nghiệm yêu cầu thực hiện về tro bay để sử dụng như là vật liệu đắp cho nền đường được chỉ ra bên dưới. Tần suất thí nghiệm chỉ ra là số lượng tối thiểu cần thực hiện. Tỷ lệ thí nghiệm từng bước khi cần thiết phụ

thuộc vào biện pháp đầm nén quyết định sử dụng tại công trường.

Thí nghiệm đầm nén: 2 thí nghiệm cho mỗi 3000m^3 ,

Thí nghiệm độ ẩm: Một thí nghiệm cho mỗi 250m^3 .

Các mẫu lấy để thí nghiệm độ ẩm phải đại diện cho tất cả các vật liệu được sử dụng đắp. Do tro bay có thể khô rất nhanh trong không khí, nên các mẫu không được lấy ở trên bề mặt, nhưng phải đại diện cho độ ẩm toàn bộ nói chung.

Thực hiện kiểm soát với từng lớp thông qua kiểm soát độ chặt của mỗi 1000m^2 diện tích đầm nén, hoặc khối lượng của một ngày thi công để đánh giá, tùy thuộc theo phương thức nào đến trước. Việc xác định độ chặt được thực hiện theo phương pháp dao vòng.

Theo một phương án ưu tiên, trong phương pháp thi công nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn theo giải pháp hữu ích, công đoạn đầm nén đối với từng lớp vật liệu được thực hiện theo trình tự bắt đầu bằng hai lượt đầm nén không rung, rồi 5 đến 8 lượt đầm nén có rung, khối lượng trên một đơn vị bề rộng đầm nén tốt hơn là nằm trong khoảng $2300\text{-}2900\text{ kg/m}$ và dải tần rung nằm trong khoảng $1800\text{-}2200$ vòng/phút.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đặc biệt thích hợp đối với các công trình đường ven biển bởi các yếu tố liên quan đến chiều dài quãng đường vận chuyển vật liệu đến công trình. Nguồn vật liệu cát nhiễm mặn được vận chuyển trực tiếp từ các điểm tập kết sau khi nạo vét và vận chuyển trực tiếp đến công trình. Hơn nữa, phần lớn các nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam phân bố dọc theo các tỉnh ven biển điều này mang lại thuận lợi lớn về nguồn cung cấp tro bay. Việc tận dụng được nguồn vật liệu địa phương không chỉ giúp giảm giá thành thi công nền đường, giá thành nhiên liệu máy móc vận chuyển mà còn giúp giảm thiểu tác động môi trường liên quan đến khí thải, khói bụi và rơi vãi vật liệu trong quá trình vận chuyển.

Các vật liệu được sử dụng trong giải pháp hữu ích là cát nhiễm mặn và tro bay được sử dụng dựa trên mục đích tận dụng, xử lý nguồn chất rắn thải từ các hoạt động khác. Nguồn cát nhiễm mặn chủ yếu được khai thác từ các hoạt động nạo vét

bến cảng, đáy biển, khai thông luồng lạch, điều chỉnh dòng chảy. Vì vậy, sẽ rất có lợi khi tận dụng nguồn cát nhiễm mặn, hơn nữa, Việt Nam có trữ lượng cát nhiễm mặn lớn nhưng hầu như chỉ phục vụ cho xuất khẩu và chưa phục vụ cho mục đích trong nước. Với tro bay, đây là chất thải rắn của ngành công nghiệp nhiệt điện, như đã đề cập ở trên lượng tro xỉ trong đó phần lớn là tro bay (khoảng 75%) được thải ra mỗi năm rất lớn. Vì thế, việc tái sử dụng nguồn tro bay này, cụ thể là làm vật liệu đắp nền đường là hữu ích và cần thiết để giải quyết bài toán xử lý chất thải rắn của ngành nhiệt điện. Với việc tận dụng các vật liệu trên sẽ giúp giảm đáng kể mức đầu tư cho công trình, trong bối cảnh các vật liệu đắp truyền thống như đất, cát sông đang dần cạn kiệt và giá thành liên tục tăng.

Yêu cầu bảo hộ

1. Kết cấu nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn có tiết diện hình thang với cạnh đáy rộng hơn so với cạnh đỉnh, khác biệt ở chỗ kết cấu này bao gồm nhiều lớp vật liệu từ tro bay, cát nhiễm mặn, đất chọn lọc lọc, đất dính và vải địa kỹ thuật, trong đó:

các lớp tro bay (1) xen kẽ với các lớp cát nhiễm mặn (2) theo phương thẳng đứng;

các lớp vải địa kỹ thuật (3) được bao lấy mặt đáy và các mặt bên của mỗi lớp tro bay (2);

lớp đắp bao đỉnh nền (4) là đất chọn lọc; và

các lớp mái taluy (5) được đắp bằng đất dính.

2. Kết cấu nền đường theo điểm 1, trong đó kết cấu này gồm có ba lớp tro bay (1) xen kẽ với hai lớp cát nhiễm mặn (2).

3. Kết cấu nền đường theo điểm 1, trong đó đất dính để làm mái taluy (5) là đất có chỉ số dẻo lớn hơn 7.

4. Kết cấu nền đường theo điểm 3, trong đó dung trọng khô của đất làm taluy (5) nằm trong khoảng từ 1,52 - 1,60 T/m³.

5. Kết cấu nền đường theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tốt hơn là chiều dày của các lớp vật liệu như sau:

lớp tro bay (1): 1 - 4m;

lớp cát nhiễm mặn (2): 0,3 - 0,5m;

lớp đắp bao đỉnh nền (4): 0,3 - 0,5m; và

lớp mái taluy (5): 1m.

6. Phương pháp thi công nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn bao gồm các bước:

a) Chuẩn bị mặt bằng và vật liệu làm nền đường bao gồm tro bay, cát nhiễm mặn, vải địa kỹ thuật và đất dính;

b) Bóc hữu cơ;

c) Đóng cọc móc;

d) Thoát nước để tránh hóa lỏng vật liệu tro bay;

đ) Đầm nén nền đường đến độ chặt >90%;

e) Thi công lớp tro bay (1) bằng cách sau:

- trải vải địa kỹ thuật tại theo vị trí đã định vị, sử dụng máy may cầm tay may kết nối các tấm lại với nhau bằng hai đường chỉ may thành dạng túi,

- kéo căng vải địa kỹ thuật theo khuôn đường đã định,

- cắt may các phễu bơm tro với khoảng cách 4m/1 lỗ,

- bơm tro vào các lỗ phễu đã may sẵn đến cao độ thích hợp, tưới nước lên bề mặt để nước thấm xuống lớp tro cho đến khi đủ độ ẩm,

- tháo lớp vải địa kỹ thuật phía trên để hở mặt trên của lớp tro bay, lớp vải địa kỹ thuật sau khi được tháo có thể tiếp tục đưa lên sử dụng để may túi của lớp tro bay phía trên, tiếp tục tưới nước để không gây phát tán tro bụi ra môi trường khi thi công,

- tiến hành san gạt sơ bộ bề mặt kết hợp tưới nước để đảm bảo không phát tán bụi và đảm bảo độ ẩm phần tro, định vị lại khuôn đường và cho máy đào vét và ép mái taluy (5) đến khi đạt độ chặt theo yêu cầu;

- dùng máy ủi san gạt bằng phẳng bề mặt kết hợp đầm nén để thu được lớp tro bay (1) theo yêu cầu;

g) Thi công lớp cát nhiễm mặn (2) trên bề mặt lớp tro bay (1) vừa được thi công ở bước e) bằng phương pháp đổ lán, sau đó thi công phần mái taluy (5) của lớp cát nhiễm mặn (2) tương ứng cùng lúc với việc thi công lớp cát này;

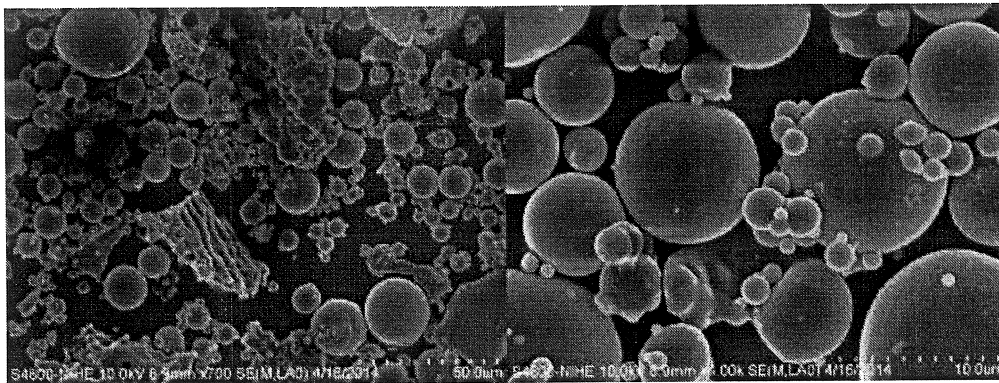
h) Lặp lại các bước từ e đến g tùy theo chiều cao của nền đắp

i) Thi công lớp đắp bao đỉnh nền (4) bằng đất chọn lọc.

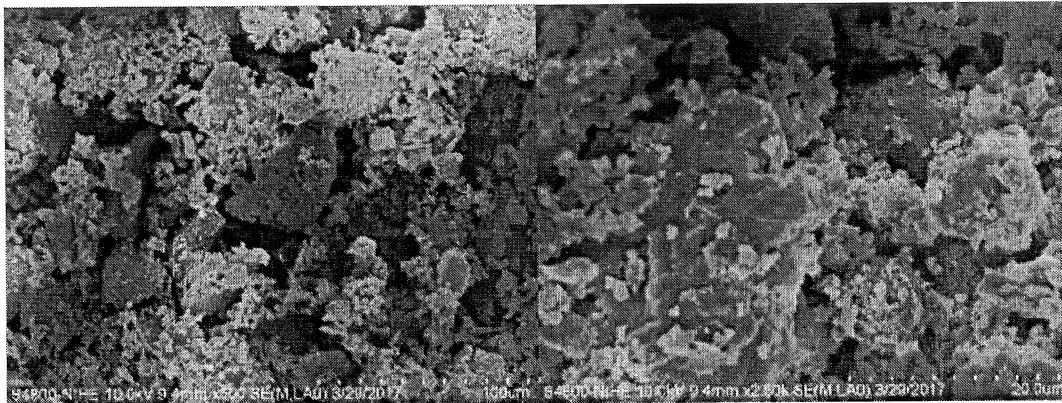
k) Thực hiện biện pháp phòng ngừa ăn mòn

l) Kiểm soát chất lượng

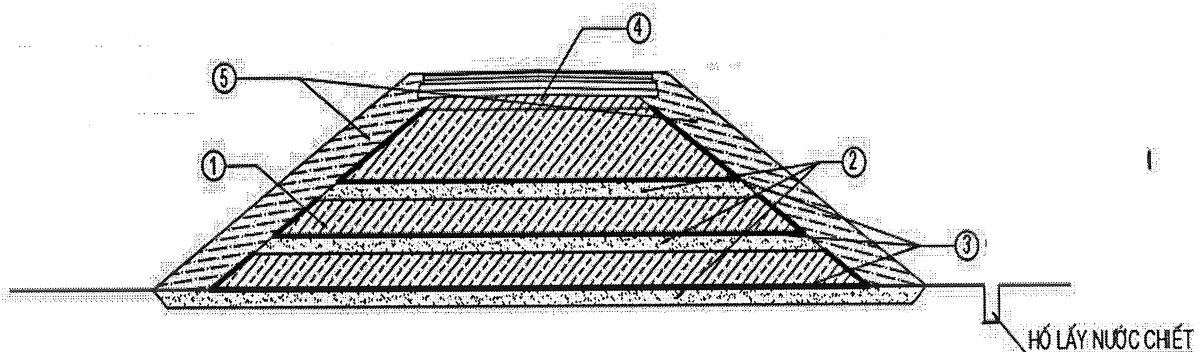
7. Phương pháp thi công nền đường từ vật liệu tro bay và cát nhiễm mặn theo điểm 6, trong đó công đoạn đầm nén đối với từng lớp vật liệu được thực hiện theo trình tự bắt đầu bằng hai lượt đầm nén không rung, rồi 5 đến 8 lượt đầm nén có rung, khối lượng trên một đơn vị bề rộng đầm nén tốt hơn là nằm trong khoảng 2300-2900 kg/m và dải tần rung nằm trong khoảng 1800-2200 vòng/phút.



HÌNH 1



HÌNH 2



HÌNH 3