

NGHIÊN CỨU GIA CỐ ĐẤT TẠI CHỖ LÀM ĐƯỜNG GIA THÔNG NÔNG THÔN HUYỆN CỬ CHI, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

LÊ TÂN

Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh

Tác giả liên hệ: letan@iuh.edu.vn

DOIs: <https://doi.org/10.46242/jstiuh.v67i01.5037>

Tóm tắt. Hiện nay, nguồn vật liệu tự nhiên đáp ứng yêu cầu kỹ thuật trong xây dựng đường ô tô đang ngày càng cạn kiệt, đây cũng là nguyên nhân góp phần làm tăng giá thành xây lắp và ảnh hưởng không nhỏ đến tiến độ thi công công trình. Vì vậy, nghiên cứu sử dụng vật liệu tại chỗ thay thế nguồn vật liệu thiên nhiên truyền thống như: cấp phối sỏi ong, cấp phối sỏi đỏ,... trong xây dựng kết cấu áo đường trở nên thiết thực và cấp bách hơn bao giờ hết. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu gia cố đất với xi măng tro bay tại huyện Củ Chi, thành phố Hồ Chí Minh, với các thông số kỹ thuật hết sức khả quan (mô đun đàn hồi, cường độ chịu nén, cường độ ép chệch), trong đó nổi bật là giá trị mô đun đàn hồi của đất gia cố sau 28 ngày tuổi đều đạt và vượt mô đun đàn hồi yêu cầu trong tiêu chuẩn TCVN 10379-2014 [2] là 400 MPa. Cụ thể, mẫu đất gia cố 6% xi măng tro bay có mô đun đàn hồi đạt giá trị từ 832-880 MPa, mẫu đất gia cố 8% xi măng tro bay có mô đun đàn hồi đạt giá trị từ 986-1094 MPa, mẫu đất gia cố 10% xi măng tro bay có mô đun đàn hồi đạt giá trị từ 1188-1281 MPa. Đồng thời mẫu đất gia cố xi măng tro bay cũng có mô đun đàn hồi vượt trội so với cấp phối thiên nhiên ($E=150-200$ MPa) được quy định trong tiêu chuẩn 22TCN 211-2006 [7].

Từ khóa. Đất gia cố xi măng, tro bay, chất kết dính vô cơ, gia cố đất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đường giao thông nông thôn luôn đóng vai trò quan trọng trong hệ thống giao thông đường bộ của đất nước. Phát triển mạng lưới giao thông nông thôn là mục tiêu chiến lược của Đảng và nhà nước (ngành giao thông) nhằm nâng cao dân trí và khai thác tiềm năng kinh tế của nhiều vùng và nhiều địa phương.

Trong những năm qua, việc xây dựng cơ sở hạ tầng đặc biệt là giao thông đường bộ của huyện Củ Chi – Thành phố Hồ Chí Minh đang gặp rất nhiều khó khăn. Nguồn vật liệu thiên nhiên (cấp phối sỏi đỏ) đạt chất lượng sử dụng trong kết cấu áo đường hiện nay đã cạn kiệt; vật liệu đá thiên nhiên thì gần như không có trên địa bàn tỉnh. Vì vậy, sử dụng loại vật liệu nào để thay thế vật liệu truyền thống trong kết cấu áo đường chính là nhiệm vụ cấp bách và cần thiết trong giai đoạn hiện nay cũng như hướng phát triển lâu dài cho hệ thống giao thông nông thôn của huyện. Phần lớn trên địa bàn huyện Củ Chi, độ sâu từ mặt đất xuống 2,5÷5,5m chủ yếu có cấu tạo là loại á sét và á cát. Đặc điểm của vật liệu này là có trữ lượng rất lớn và dễ dàng khai thác tại chỗ. Các kết quả nghiên cứu cho thấy vật liệu này thích hợp cho công nghệ gia cố đất bằng chất kết dính vô cơ [1].

2. TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU ĐẤT GIA CỐ

2.1 Nghiên cứu gia cố đất trên thế giới

Vào năm 1939, việc sử dụng đất gia cố xi măng làm kết cấu áo đường đã được thực hiện đầu tiên ở Matxcova và kết quả thu được rất khả quan và khích lệ. Đến thập niên 60 (1968) liên bang Xô Viết đã nghiên cứu xây dựng được trên 3000 km đường gia cố và đến năm 1976 thì Liên Xô (cũ) đã xây dựng được 10.000km đường băng đất gia cố ở nhiều nước cộng hòa có thổ nhưỡng và khí hậu rất khác nhau.

Trong thập niên 70, đất gia cố xi măng đã được ứng dụng rộng rãi trong công tác xây dựng đường bộ ở nhiều quốc gia trên thế giới. Ở các nước như Mỹ, Đức, Liên Xô cũ, Ấn Độ thực tế đã cho thấy rất nhiều tuyến đường gia cố đất có chất lượng rất tốt, khai thác ổn định qua hàng chục năm.

Đất gia cố vôi đã được biết đến từ khá lâu nhưng nghiên cứu đầy đủ và có hệ thống thì mới chỉ vài chục năm trở lại đây. Kết quả nghiên cứu của các tác giả V.M.Bezruk, E.G.Boricova, V.V.Okhotin,... đã chỉ ra rằng, khi gia cố đất bằng vôi các quá trình hình thành cấu trúc thứ sinh đã làm biến đổi cơ bản tính chất của đất, giúp đất có khả năng chịu lực và ổn định nước, phân tán trong đất tạo nên chất kết dính “vôi-đất”.

Trong quá trình biến cứng chất dính kết này có tác dụng liên kết các khung cốt liệu của đất lại với nhau và tạo cho hỗn hợp đất – vôi trở nên toàn khối và vững chắc.

Những nghiên cứu của các nhà khoa học ở nhiều nước đã chứng tỏ rằng vôi có tác dụng làm giảm hoặc mất hết tinh dẻo của hầu hết các loại đất. Các kết quả nghiên cứu ở Liên Xô cũ, Mỹ, Đức và một số nước khác đã cho thấy vôi thủy hóa cũng có hiệu quả với hầu hết các loại đất sét phân tán mịn, mặc dù cường độ không cao như với các loại hỗn hợp đất đá dăm hay đất sỏi.

Bên cạnh việc gia cố đất bằng chất kết kết vô cơ (dùng xi măng hoặc vôi) chất kết dính hữu cơ cũng được áp dụng khá rộng rãi. Ở một số nước Châu Âu và Châu Phi sử dụng bitum lỏng trong công tác gia cố đất làm đường giao thông và thu được kết quả rất khả quan.

Hiện nay nhiều nước trên thế giới đang áp dụng gia cố đất bằng phương pháp tổng hợp [2]. Phương pháp này có ưu điểm là ứng dụng được cho mọi loại đất có thể khai thác gần nơi thi công nhất. Ở một số nước phát triển, người ta còn sử dụng keo polime tổng hợp làm chất dính kết trong công tác gia cố đất. Phương pháp này có nhiều ưu điểm, tuy nhiên giá thành còn khá đắt.

2.2 Nghiên cứu gia cố đất ở Việt Nam

Ở nước ta, việc nghiên cứu để sử dụng đất gia cố trong xây dựng giao thông đã được tiến hành tương đối sớm. Tiên phong trong lĩnh vực này là bộ môn Đường bộ - thuộc Trường Đại học Bách Khoa vào năm 1961. Tiếp sau là các cơ quan đầu ngành trong lĩnh vực xây dựng như: Trường Đại học giao thông, Trường Đại học Xây dựng, Viện Thiết kế giao thông, Viện kỹ thuật giao thông,... đã tiến hành nghiên cứu với qui mô ngày càng mở rộng. Viện kỹ thuật giao thông (nay là Viện Khoa học công nghệ Giao thông vận tải) và Phân Viện Khoa học công nghệ Giao thông vận tải phía Nam đã tổ chức thi công thí điểm nhiều tuyến đường đất gia cố xi măng và gia cố vôi ở nhiều địa phương như: Hà Nội, Hà Bắc, Vĩnh Phúc, Long An, Vĩnh Long, Đồng Tháp, ... đã đạt được nhiều kết quả khích lệ.

Phương pháp gia cố đất được nghiên cứu chủ yếu cho đến nay là sử dụng chất dính kết vô cơ (xi măng và vôi), trong đó phổ biến nhất vẫn là vôi và xi vôi vì nguồn vật liệu này rất dồi dào và có giá thành hạ [1]. Một số công trình thí điểm đất gia cố vôi điển hình ở Việt Nam:

Thí điểm đất gia cố vôi trên đường Trần Hưng Đạo, Hà Nội năm 1963.

Đoạn thí điểm phần mở rộng đường Hàng Bột cũ (nay là đường Tôn Đức Thắng) do Trường Đại học Xây dựng kết hợp với Công ty xây dựng cầu đường Hà Nội thực hiện năm 1974. Kết cấu áo đường gồm lớp móng dưới bằng đất gia cố 8% vôi, dày 18cm; lớp móng trên đất gia cố 12% vôi, dày 15cm; lớp mặt nhựa thấm nhập sâu dày 8cm. Kết quả khảo sát cường độ kết cấu áo đường từ năm 1974÷1978 liên tục tăng lên, mặt đường khai thác tốt trong điều kiện lưu lượng xe cao.

Tuyến đường thí điểm do Bộ Kiến trúc triển khai tại thị xã Hưng Yên, có kết cấu khá đơn giản gồm 1 lớp đất gia cố 18% vôi, trên láng nhựa 3kg/m². Tình trạng chung của tuyến đường đáp ứng được yêu cầu khai thác.

Tuyến đường đê bao thành phố Nam Định do Bộ Kiến trúc làm năm 1967. Kết cấu là đất gia cố 9% xi vôi, dày 20cm, lớp mặt láng nhựa 3,5kg/ m². Sau 18 tháng sử dụng, độ võng đàn hồi dưới bánh xe trục 8 tấn khá nhỏ từ 1÷1,3mm, mặt đường khai thác khá ổn định.

Năm 1994, Viện Khoa học công nghệ Giao thông vận tải (KHCN GTVT) phối hợp với Sở Giao thông vận tải (GTVT) Lâm Đồng thí điểm gia cố đất đồi bằng vôi bột trên Quốc lộ 27. Kết cấu áo đường chỉ có duy nhất 1 lớp đất gia cố 8% vôi, dày 20cm. Tuy nhiên, trong hơn 1 năm đưa vào sử dụng mặt đường vẫn khai thác ổn định.

Năm 1995, Viện KHCN GTVT tiếp tục phối hợp với Sở GTVT Hà Tây tiến hành thí điểm gia cố đất bằng vôi trên Tỉnh lộ 21 (nay là tỉnh lộ 80). Tại đoạn thí điểm trên Tỉnh lộ 80 (thuộc địa bàn tỉnh Hà Tây), kết cấu áo đường có lớp móng đất gia cố 10% vôi, dày 30cm, lớp mặt nhựa thấm nhập sâu dày 7cm. Sau 2 năm sử dụng mặt đường vẫn ổn định, đảm bảo yêu cầu khai thác trong điều kiện lưu lượng xe khá cao.

Năm 1996, Phân Viện KHCN GTVT phía Nam kết hợp với Tổng công ty xây dựng công trình 8 chi nhánh phía Nam thí điểm gia cố đất tại chỗ trên Quốc lộ 62 – thuộc tỉnh Long An. Kết cấu áo đường gồm lớp móng dưới bằng đất gia cố 7% vôi, dày 20cm; lớp móng trên đất gia cố 10% vôi dày 22cm; lớp mặt bê tông nhựa nóng dày 6cm. Sau 10 năm khai thác sử dụng mặt đường vẫn ổn định và làm việc tốt trong điều kiện lưu lượng xe cao.

Bên cạnh việc nghiên cứu ứng dụng gia cố đất bằng vôi thì công tác gia cố đất bằng xi măng cũng từng bước được nghiên cứu thử nghiệm. Tuy nhiên, hiện nay chủ yếu được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, ít triển khai thí điểm.

Gần đây, nhằm nâng cao hiệu quả của việc gia cố đất, nhiều nơi đã nghiên cứu sử dụng các biện pháp gia cố tổng hợp như cải tạo thành phần hạt của đất trước khi gia cố hoặc phối hợp thêm các chất phụ gia như LIG, SA44/LS40 cùng với vôi. Với xi măng thì chưa có thay đổi gì đáng kể vì gia cố đất bằng xi măng thường gặp phải vấn đề khó khăn là thời gian đông cứng nhanh (từ 3÷4 giờ), đồng thời hỗn hợp đất xi măng sau gia cố dễ bị co ngót nứt nẻ; gây ảnh hưởng lớn đến biện pháp thi công và cường độ của kết cấu trong quá trình khai thác sử dụng. Vì vậy, tác giả có hướng nghiên cứu là sử dụng xi măng tro bay để gia cố đất. Với tro bay làm chất phụ gia cho xi măng sẽ khắc phục được các vấn đề trên đồng thời góp phần giải quyết tình trạng ô nhiễm môi trường do các nhà máy nhiệt điện dùng than gây ra.

3. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Trong phạm vi đề tài (bài báo), chỉ giới hạn lấy mẫu nghiên cứu gia cố tại các khu vực nhất định trong địa bàn huyện Củ Chi. Thống kê chi tiết trong bảng dưới đây:

Bảng 1. Mô tả vị trí và phương pháp lấy mẫu ngoài thực địa

STT	Ký hiệu mẫu	Vị trí lấy mẫu	Phương pháp lấy mẫu	Độ sâu lấy mẫu (m)
1	H01	Cạnh đường Trần Thị Nị, xã Trung Lập Thượng, huyện Củ Chi.	Khoan, đào	1,0 - 2,5
2	H02	Cạnh đường 576, xã Trung Lập Hạ, huyện Củ Chi.	Khoan, đào	0,5 - 1,5
3	H03	Cạnh đường Phạm Thị Công, xã Tân Thông Hội, huyện Củ Chi.	Khoan, đào	1,0 - 2,0
4	H04	Cạnh đường Phạm Thị Sắc, xã Tân Thông Hội, huyện Củ Chi.	Khoan, đào	0,5 - 2,0
5	H05	Cạnh đường Đoàn Thị Điểm, xã Tân Phú Trung, huyện Củ Chi.	Khoan, đào	1,0 - 2,5

Mô tả hình trụ hồ khoan

Tại vị trí lấy các mẫu H01; H02; H03; H04; H05; ở độ sâu từ 0,5÷4,5m chỉ gặp 1 lớp đất loại á sét; màu xám lẫn nâu vàng; trạng thái từ nửa cứng đến cứng; tính dẻo tương đối.

4. PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

4.1. Các đặc trưng lý hóa của đất tại các hố khoan nghiên cứu

Các mẫu nghiên cứu được gửi tới Trung tâm tư vấn kiểm định địa chất nền móng công trình – thuộc Tổng hội địa chất Việt Nam để phân tích. Kết quả cụ thể được trình bày dưới đây [8]:

4.1.1 Thành phần hạt

Bảng 2. Thành phần các nhóm hạt của đất

STT	Ký hiệu mẫu	Hàm lượng hạt sạn (%) (2÷5)mm	Hàm lượng hạt cát (%) (0,05÷2)mm	Hàm lượng hạt bụi (%) (0,005÷0,05)mm	Hàm lượng hạt sét (%) (<0,005mm)
1	H01	-	71,2	15,6	13,2
2	H02	-	65,7	13,2	21,1
3	H03	-	68,4	14,8	16,8
4	H04	-	70,5	15,3	14,2
5	H05	-	61,8	22,7	15,5

4.1.2 Chi tiêu cơ lý:

Bảng 3. Khối lượng thể tích tự nhiên, độ ẩm tự nhiên, chỉ số dẻo, hệ số rỗng của đất

STT	Ký hiệu mẫu	Khối lượng thể tích tự nhiên ρ_v (g/cm ³)	Độ ẩm tự nhiên W_{TN} (%)	Chỉ số dẻo Ip (%)	Hệ số rỗng e
1	H01	1,68	7,2	9,4	0,672
2	H02	1,73	10,7	13,2	0,583
3	H03	1,78	8,3	12,6	0,649
4	H04	1,69	7,8	10,5	0,682
5	H05	1,72	9,4	12,7	0,577

4.1.3 Thành phần hóa

Bảng 4. Thành phần hóa học của đất

STT	Ký hiệu mẫu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MKN	Tổng Σ
1	H01	91,04	4,35	1,69	0,57	1,83	99,48
2	H02	86,39	7,75	1,38	0,73	2,62	98,87
3	H03	87,42	6,17	2,33	0,62	2,15	98,69
4	H04	85,16	8,62	1,59	0,54	3,63	99,54
5	H05	89,26	4,84	1,28	0,81	2,96	99,15

Qua phân tích kết quả thành phần hạt, chỉ tiêu cơ lý hóa của các mẫu đất, tác giả nhận thấy tất cả các mẫu đất trên đều thuộc loại đất sét. Loại đất này rất thích hợp cho công nghệ gia công [1].

4.2. Các đặc trưng cơ lý hóa của xi măng tro bay dùng trong nghiên cứu gia công đất

Số liệu do nhà sản xuất Công ty xi măng Holcim cung cấp [9].

4.2.1 Các chỉ tiêu cơ lý

Bảng 5. Chi tiêu cơ lý của xi măng tro bay

STT	Chỉ tiêu	Xi măng Holcim (%)	Tro bay
1	Lượng nước tiêu chuẩn (%)	27,8	
2	Độ ổn định thể tích (mm)	0,0	
3	Thời gian bắt đầu ninh kết (phút)	155	
4	Thời gian kết thúc ninh kết (phút)	185	
5	Độ mịn trên sàng 0,08mm (%)	1,2	
6	Độ mịn trên sàng 0,045mm (%)	6,74	17,61
7	Bề mặt riêng (cm ² /g)	835	
8	Cường độ chịu nén ở 3 ngày tuổi (MPa)	38,7	
9	Cường độ chịu nén ở 7 ngày tuổi (MPa)	46,5	
10	Cường độ chịu nén ở 28 ngày tuổi (MPa)	55,3	

4.2.2 Thành phần hóa:

Bảng 6. Thành phần hóa học của xi măng tro bay

STT	Thành phần	Xi măng Holcim (%)	Tro bay (%)
1	SiO ₂	19,08	42,17
2	Al ₂ O ₃	5,13	22,84
3	Fe ₂ O ₃	2,56	12,36
4	CaO	61,49	6,63
5	MgO	1,93	3,41
6	SO ₃	2,74	-
7	K ₂ O	0,89	0,47
8	Na ₂ O	-	0,82
9	Tổng	94,2	93,6

Tác giả nhận thấy các chỉ tiêu cơ lý hóa của xi măng Holcim thuộc loại PC 40 nên rất phù hợp với công tác gia cố đất. Các đặc trưng lý hóa của tro bay, đặc biệt hàm lượng SiO₂ và Al₂O₃ rất cao làm tăng tính dẻo của xi măng, giúp kết cấu áo đường giảm co ngót, nứt nẻ trong quá trình thi công và khai thác sử dụng.

4.3. Các thí nghiệm trong phòng dùng trong nghiên cứu gia cố đất

4.3.1 Phương pháp thí nghiệm

Các chỉ tiêu cơ lý như: thành phần hạt, khối lượng thể tích tự nhiên, độ ẩm, chỉ số dẻo,... thực hiện theo TCVN 4195÷86 đến TCVN 4202÷86

Đảm nén tiêu chuẩn thực hiện theo TCVN 333-06 (phương pháp II-A) tạo mẫu thí nghiệm để xác định mô đun đàn hồi vật liệu và cường độ chịu nén đều thực hiện theo TCVN 333-06 (phương pháp II-A). Thí nghiệm mô đun đàn hồi vật liệu theo TCVN 9843-2013 [4], thí nghiệm độ ổn định nước - ổn định nhiệt và thí nghiệm cường độ chịu nén thực hiện theo 22TCN 59-84 [5], thí nghiệm độ bền ép chèn thực hiện theo TCVN 8862-2011 [6].

4.3.2 Thí nghiệm gia cố

Theo kết quả phân tích thành phần hạt trình bày trong bảng 2, tác giả nhận thấy: mẫu H01 có hàm lượng sét thấp nhất (13,2%), chỉ số dẻo thấp nhất (9,4%); mẫu H02 có hàm lượng sét cao nhất (21,1%) và chỉ số dẻo cao nhất (13,2%).

Kết quả phân tích thành phần hóa trình bày trong bảng 4, tác giả nhận thấy mẫu H01 có hàm lượng SiO₂ cao nhất (91,04%), mẫu H02 có hàm lượng SiO₂ nằm trong nhóm thấp nhất.

Dựa trên cơ sở những khác biệt đặc trưng trên, có thể định hướng sử dụng 2 mẫu H01 và H02 để tiến hành nghiên cứu gia cố. Khi đó, với những kết quả gia cố đạt được trên 2 mẫu này, có thể đánh giá một cách tương đối ảnh hưởng của loại đất đến hiệu quả của việc gia cố khi sử dụng chất liên kết là xi măng tro bay.

Các mẫu đất được gia cố với tỷ lệ là 6%, 8% và 10% xi măng tro bay so với trọng lượng khô của đất. Số liệu được đo ở điều kiện bản dưỡng 7,14,28 ngày tuổi và đủ 28 ngày rồi tiếp tục ngâm nước 4 ngày.

5. MINH GIẢI KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Do số liệu kết quả thí nghiệm của hai mẫu H01 và H02 rất nhiều nên tác giả không trình bày chi tiết từng kết quả thí nghiệm mà sẽ trình bày kết quả trung bình cộng của mỗi mẫu thí nghiệm ứng với từng loại thí nghiệm.

5.1. Số liệu mẫu H01 (đường Trần Thị Nị, xã Trung Lập Thượng, huyện Củ Chi, thành phố Hồ Chí Minh)

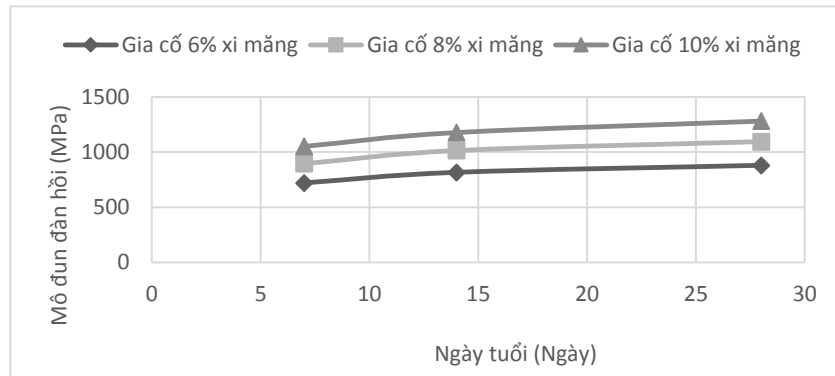
5.1.1. Mô đun đàn hồi

Bảng 7 trình bày giá trị mô đun đàn hồi của mẫu H01 thí nghiệm ở 7,14 và 28 ngày tuổi với hàm lượng chất gia cố lần lượt là 6, 8 và 10% xi măng tro bay.

Bảng 7. Mô đun đàn hồi ứng với áp lực nén P=0,6MPa

Tổ hợp mẫu	Mô đun đàn hồi ứng với áp lực nén P=0,6MPa (MPa)		
	Số ngày tuổi (ngày)		
	7	14	28
Mẫu chưa gia cố	512,7		
Gia cố 6% xi măng	720,3	815,8	879,5
Gia cố 8% xi măng	894,9	1013,6	1094,2
Gia cố 10% xi măng	1052,4	1177,5	1280,7

Từ kết quả trên, tác giả xây dựng đồ thị quan hệ sự gia tăng mô đun đàn hồi theo số ngày tuổi tương ứng với hàm lượng chất gia cố là 6, 8 và 10% ở cấp áp lực nén P=0,6MPa.



Hình 1. Sự gia tăng mô đun đàn hồi theo thời gian ứng với cấp áp lực nén P=0,6MPa

Tác giả nhận thấy mô đun đàn hồi tăng khá đều ở 7,14 và 28 ngày tuổi khi hàm lượng chất gia cố tương ứng là 6,8 và 10%.

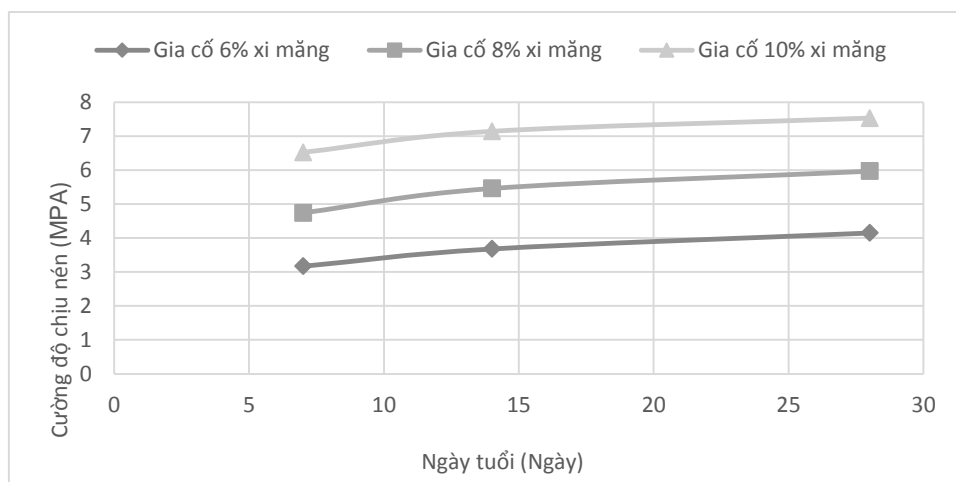
5.1.2. Cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ

Bảng 8 trình bày giá trị cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ của mẫu H01 thí nghiệm ở 7, 14 và 28 ngày tuổi với hàm lượng chất gia cố lần lượt là 6, 8 và 10% xi măng tro bay.

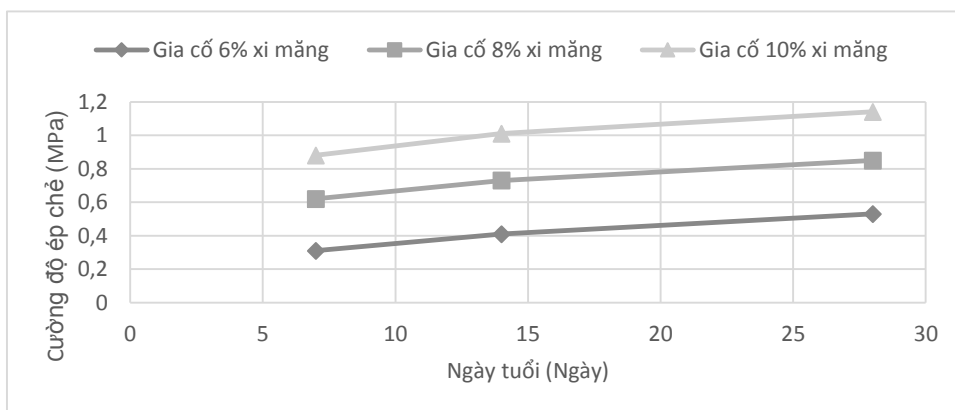
Bảng 8. Cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ ở 7, 14 và 28 ngày tuổi

Tổ hợp mẫu	Cường độ (MPa)					
	Chịu nén			Ép chẻ		
	Số ngày tuổi (ngày)					
	7	14	28	7	14	28
Mẫu chưa gia cố	2,26			0,25		
Gia cố 6% xi măng	3,17	3,68	4,15	0,31	0,39	0,43
Gia cố 8% xi măng	4,74	5,46	5,97	0,62	0,73	0,85
Gia cố 10% xi măng	6,52	7,14	7,53	0,88	1,01	1,14

Từ kết quả trên, tác giả xây dựng đồ thị biểu diễn sự gia tăng cường độ chịu nén và cường độ ép dẻo theo thời gian



Hình 2. Đồ thị thể hiện sự gia tăng cường độ chịu nén theo thời gian



Hình 3. Đồ thị thể hiện sự gia tăng cường độ ép chẻ theo thời gian

Tác giả nhận thấy cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ phát triển mạnh ở 7 và 14 ngày tuổi, sau đó tăng đều đến 28 ngày tuổi khi hàm lượng chất gia cố tương ứng là 6,8 và 10%.

Để đánh giá sự ảnh hưởng của nước đến độ bền của đất gia cố, các mẫu sau khi bảo dưỡng 28 ngày được ngâm nước đến trạng thái bão hòa (thời gian bão hòa là 4 ngày), sau đó tiến hành thử nghiệm. Kết quả được trình bày trong bảng 9 và bảng 10.

Bảng 9 cho thấy sự giảm trị số mô đun đàn hồi của mẫu bảo dưỡng đủ 28 ngày tuổi rồi tiếp tục ngâm bão hòa nước 4 ngày so với mẫu chỉ bảo dưỡng 28 ngày.

Qua bảng 9 ta thấy: trong điều kiện mẫu bị ngâm bão hòa nước, giá trị mô đun đàn hồi giảm từ 7,3 - 10,8%.

Bảng 9. Giá trị mô đun đàn hồi sau ngâm bão hòa

Tổ hợp mẫu	Mô đun đàn hồi ứng với áp lực nén P=0,6MPa		
	Bảo dưỡng 28 ngày	Bảo dưỡng 28 ngày + ngâm 4 ngày	Giá trị mô đun đàn hồi giảm sau ngâm bão hòa (%)
Mẫu chưa gia cố	512,7		
Gia cố 6% xi măng	958,7	855,2	10,8
Gia cố 8% xi măng	1051,1	950,2	9,6
Gia cố 10% xi măng	1205,7	1117,7	7,3

Bảng 10 dưới đây so sánh sự giảm cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ của mẫu bảo dưỡng đủ 28 ngày tuổi rồi tiếp tục ngâm nước 4 ngày so với mẫu chỉ bảo dưỡng 28 ngày.

Bảng 10. So sánh sự giảm cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ

Tổ hợp mẫu	Cường độ (MPa)					
	Chịu nén			Ép chẻ		
	Bảo dưỡng 28 ngày	Bảo dưỡng 28 ngày + ngâm 4 ngày	Giá trị giảm sau ngâm (%)	Bảo dưỡng 28 ngày	Bảo dưỡng 28 ngày + ngâm 4 ngày	Giá trị giảm sau ngâm (%)
Mẫu chưa gia cố	2,26			0,25		
Gia cố 6% xi măng	4,15	3,72	10,4	0,43	0,39	9,3
Gia cố 8% xi măng	5,97	5,28	11,6	0,85	0,76	10,6
Gia cố 10% xi măng	7,53	6,84	9,2	1,14	1,04	8,8

Từ kết quả bảng 10 ta thấy: trong điều kiện mẫu bị ngâm bão hòa nước, cường độ chịu nén giảm từ 9,2 ÷ 11,6%, cường độ ép chẻ giảm từ 8,8 ÷ 10,6%.

5.1.3 Số liệu độ ổn định nước – nhiệt

Các mẫu gia cố sau khi được bảo dưỡng 28 ngày tuổi tiếp tục đem ngâm bão hòa – sấy khô 5 và 12 chu kỳ để xác định độ tổn thất khối lượng, độ hút nước và sau đó tiến hành nén phá hủy để xác định lại cường độ chịu nén. Kết quả được trình bày trong bảng 11 và bảng 12 dưới đây

Bảng 11. Số liệu thí nghiệm 5 chu kỳ bão hòa – sấy khô

Tổ hợp mẫu	Độ tổn thất khối lượng (%)	Độ hút nước (%)	Cường độ chịu nén (MPa)
Gia cố 6% xi măng	0,68	0,93	3,59
Gia cố 8% xi măng	0,63	0,87	5,26
Gia cố 10% xi măng	0,58	0,81	6,60

Bảng 12. Số liệu thí nghiệm 12 chu kỳ bão hòa – sấy khô

Tổ hợp mẫu	Độ tổn thất khối lượng (%)	Độ hút nước (%)	Cường độ chịu nén (MPa)
Gia cố 6% xi măng	0,73	1,07	3,50
Gia cố 8% xi măng	0,67	0,94	5,09
Gia cố 10% xi măng	0,62	0,85	6,39

5.2. Số liệu mẫu H02 (đường 576, xã Trung Lập Hạ, huyện Củ Chi)

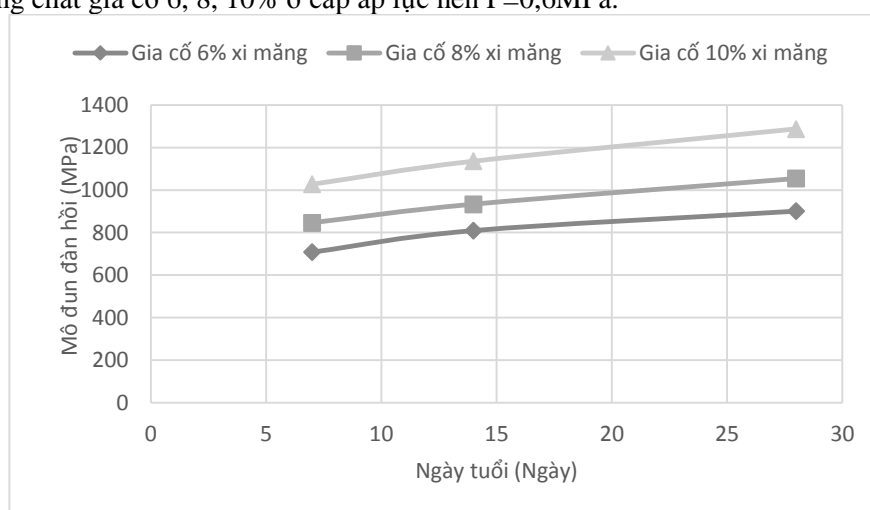
5.2.1. Mô đun đàn hồi

Bảng 13 trình bày giá trị mô đun đàn hồi của mẫu H02 thí nghiệm ở 7, 14 và 28 ngày tuổi với hàm lượng chất gia cố lần lượt là 6, 8 và 10% xi măng tro bay.

Bảng 13. Mô đun đàn hồi ứng với áp lực nén P=0,6MPa

Tổ hợp mẫu	Mô đun đàn hồi ứng với áp lực nén P=0,6MPa		
	Số ngày tuổi (ngày)		
	7	14	28
Mẫu chưa gia cố	421,8		
Gia cố 6% xi măng	738,6	809,8	831,7
Gia cố 8% xi măng	864,5	933,6	985,9
Gia cố 10% xi măng	1027,8	1135,7	1186,5

Từ kết quả trên, tác giả xây dựng đồ thị quan hệ sự gia tăng mô đun đàn hồi theo số ngày tuổi tương ứng với hàm lượng chất gia cố 6, 8, 10% ở cấp áp lực nén P=0,6MPa.



Hình 4. Sự gia tăng mô đun đàn hồi theo thời gian ứng với cấp áp lực nén P=0,6MPa

NGHIÊN CỨU GIA CỐ ĐẤT TẠI CHỖ ...

Tác giả nhận thấy mô đun đàn hồi tăng khá đều ở 7, 14 và 28 ngày tuổi khi hàm lượng chất gia cố tương ứng là 6, 8 và 10%.

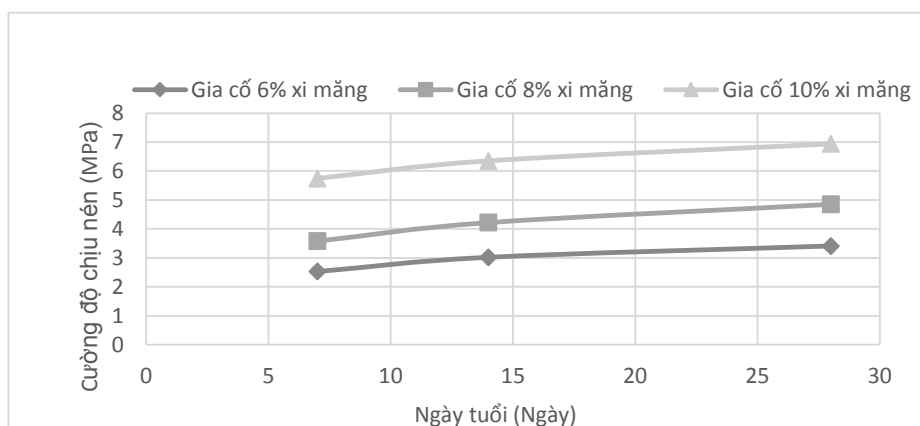
5.2.2. Cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ

Bảng 14 trình bày giá trị cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ của mẫu H02 thí nghiệm ở 7, 14 và 28 ngày tuổi với hàm lượng chất gia cố lần lượt là 6, 8 và 10% xi măng tro bay.

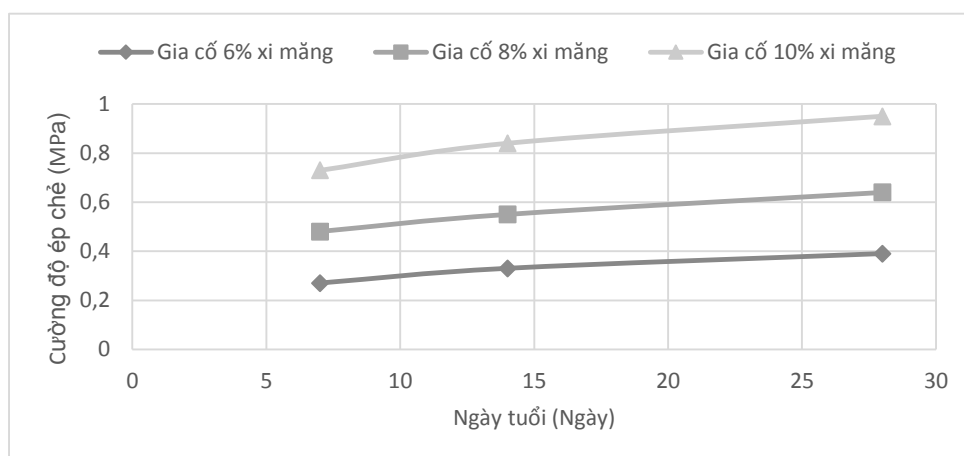
Bảng 14. Cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ ở 7, 14 và 28 ngày tuổi

Tổ hợp mẫu	Cường độ (MPa)					
	Chịu nén			Ép chẻ		
	Số ngày tuổi (ngày)					
	7	14	28	7	14	28
Mẫu chưa gia cố	1,95			0,18		
Gia cố 6% xi măng	2,53	3,02	3,41	0,27	0,33	0,37
Gia cố 8% xi măng	3,58	4,22	4,65	0,48	0,55	0,64
Gia cố 10% xi măng	5,74	6,35	6,94	0,73	0,84	0,95

Từ kết quả trên, tác giả xây dựng đồ thị biểu diễn sự gia tăng cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ theo thời gian.



Hình 5. Đồ thị thể hiện sự gia tăng cường độ chịu nén theo thời gian



Hình 6. Đồ thị thể hiện sự gia tăng cường độ ép chẻ chịu nén theo thời gian

Tác giả nhận thấy cường độ chịu nén và cường độ ép chế phát triển mạnh ở 7 và 14 ngày tuổi, sau đó tăng đều đến 28 ngày tuổi khi hàm lượng chất gia cố tương ứng là 6,8 và 10%.

Để đánh giá sự tác động của nước đến độ bền của đất gia cố, các mẫu sau khi bảo dưỡng 28 ngày được ngâm nước đến trạng thái bão hòa, sau đó tiến hành thử nghiệm. Kết quả được trình bày trong bảng 15 và bảng 16.

Bảng 15 cho thấy sự giảm trị số mô đun đàn hồi của mẫu bảo dưỡng đủ 28 ngày tuổi rồi tiếp tục ngâm bão hòa trước 4 ngày so với mẫu chỉ bảo dưỡng 28 ngày.

Qua bảng 16 ta thấy: trong điều kiện mẫu bị ngâm bão hòa nước, giá trị mô đun đàn hồi giảm từ 8,4-11,2%.

Bảng 15. Mô đun đàn hồi sau ngâm bão hòa

Tổ hợp mẫu	Mô đun đàn hồi ứng với áp lực nén P=0,6MPa (MPa)		
	Bảo dưỡng 28 ngày	Bảo dưỡng 28 ngày + ngâm 4 ngày	Giá trị mô đun đàn hồi giảm sau ngâm bão hòa (%)
Mẫu chưa gia cố	421,8		
Gia cố 6% xi măng	831,7	738,5	11,2
Gia cố 8% xi măng	985,9	889,3	9,8
Gia cố 10% xi măng	1186,5	1086,8	8,4

Bảng 16 dưới đây so sánh sự giảm cường độ chịu nén và cường độ ép chế của mẫu bảo dưỡng đủ 28 ngày tuổi rồi tiếp tục ngâm nước 4 ngày so với mẫu chỉ bảo dưỡng 28 ngày.

Bảng 16. So sánh sự giảm cường độ chịu nén và cường độ ép chế

Tổ hợp mẫu	Cường độ MPa					
	Chịu nén			Ép chế		
	Bảo dưỡng 28 ngày	Bảo dưỡng 28 ngày + ngâm 4 ngày	Giá trị giảm sau ngâm (%)	Bảo dưỡng 28 ngày	Bảo dưỡng 28 ngày + ngâm 4 ngày	Giá trị giảm sau ngâm (%)
Mẫu chưa gia cố	1,95			0,18		
Gia cố 6% xi măng	3,41	3,03	11,1	0,37	0,33	10,8
Gia cố 8% xi măng	4,65	4,15	10,8	0,64	0,57	10,9
Gia cố 10% xi măng	6,94	6,29	9,4	0,95	0,86	9,5

Từ kết quả bảng 16 ta thấy trong điều kiện mẫu bị ngâm bão hòa nước, cường độ chịu nén giảm từ 9,4-11,1%, cường độ ép chế giảm từ 9,5-10,9%.

5.2.3. Số liệu độ ổn định nước – nhiệt

Các mẫu gia cố sau khi được bảo dưỡng 28 ngày tuổi tiếp tục đem ngâm bão hòa sấy khô 5 và 12 chu kỳ để xác định độ tổn thất khối lượng, độ hút nước và sau đó tiến hành nén phá hủy để xác định lại cường độ chịu nén. Kết quả được trình bày trong bảng 17 và bảng 18 dưới đây.

Bảng 17. Số liệu thí nghiệm 5 chu kỳ bão hòa - sấy khô

Tổ hợp mẫu	Độ tổn thất khối lượng (%)	Độ hút nước (%)	Cường độ chịu nén (MPa)
Gia cố 6% xi măng	0,57	0,97	2,91
Gia cố 8% xi măng	0,52	0,91	4,02
Gia cố 10% xi măng	0,45	0,85	6,09

Bảng 18. Số liệu thí nghiệm 12 chu kỳ bão hòa - sấy khô

Tổ hợp mẫu	Độ tổn thất khối lượng (%)	Độ hút nước (%)	Cường độ chịu nén (MPa)
Gia cố 6% xi măng	0,68	1,04	2,82
Gia cố 8% xi măng	0,59	0,95	3,94
Gia cố 10% xi măng	0,51	0,86	5,78

5.3. Nhận xét

Nhìn chung các kết quả thí nghiệm của cả hai mẫu H01 và H02 đều đạt rất cao. Các thông số mô đun đàn hồi, cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ đều gia tăng theo thời gian và theo hàm lượng xi măng gia cố.

Kết quả thí nghiệm trong điều kiện mẫu ngâm bão hòa (4 ngày) cho thấy tất cả các giá trị mô đun đàn hồi, cường độ chịu nén và cường độ ép chẻ đều giảm nhưng không đáng kể, chỉ trên dưới 10% so với mẫu 28 ngày.

Kết quả thí nghiệm trong điều kiện ngâm bão hòa – sấy khô 5 chu kỳ và 12 chu kỳ để phản ánh điều kiện làm việc thực tế của kết cấu chịu tác động bởi thời tiết (nắng, mưa), cho thấy độ tổn thất khối lượng rất thấp (chưa đến 0,7%), độ hút nước cũng vậy (khoảng 1%), cường độ chịu nén cũng chỉ giảm từ 11,9 - 17,3% so với mẫu bảo dưỡng 28 ngày.

Như vậy việc gia cố đất bằng vật liệu xi măng tro bay mang lại hiệu quả rõ rệt, các thông số kỹ thuật đều đạt và vượt tiêu chuẩn TCVN 10379-2014 [2]. Với những loại đất gần giống như mẫu H01 và H02 ta hoàn toàn tin tưởng vào giải pháp gia cố đất nhằm tận dụng nguồn đất tại chỗ sẵn có, nâng cao khả năng chịu tải và có thể ứng dụng thay thế cho lớp móng bằng vật liệu đá dăm trong kết cấu áo đường.

6. KẾT LUẬN

Kết quả thí nghiệm trong phòng với các mẫu nghiên cứu H01 và H02 so với tiêu chuẩn cho phép của đất gia cố đạt rất cao. Các đặc trưng về cường độ (mô đun đàn hồi, khả năng chịu nén và độ bền ép chẻ) gia tăng tỷ lệ thuận với hàm lượng xi măng gia cố đất.

Trong điều kiện ngâm bão hòa nước, khả năng chịu tải của đất gia cố xi măng tro bay vẫn đạt rất cao. Có khả năng chịu được những ảnh hưởng, tác động từ môi trường như: sự thay đổi nhiệt độ, điều kiện tiêu thoát nước.

Kết quả thí nghiệm trong phòng cho thấy sử dụng đất tại chỗ ở Huyện Củ Chi gia cố với xi măng tro bay là giải pháp hợp lý và có tính khả thi cao. Sử dụng tro bay làm chất phụ gia cho xi măng vừa có tác dụng giảm co ngót và nứt nẻ, tạo điều kiện thuận lợi trong thi công cho hỗn hợp đất gia cố; vừa có ý nghĩa hạn chế ô nhiễm môi trường khi vận hành các nhà máy nhiệt điện đốt than.

Trong khoảng thời gian 3 tháng với nguồn kinh phí hạn hẹp, tác giả chỉ giới hạn phạm vi nghiên cứu thí nghiệm trong phòng với 1 số loại đất nhất định, chưa thể triển khai nghiên cứu với nhiều loại đất, với nhiều chất liên kết khác. Hơn nữa, tác giả cũng chưa có điều kiện triển khai thi công thực nghiệm để kiểm chứng, đánh giá lại. Vì vậy, bên cạnh những kết quả đạt được đề tài chắc chắn còn nhiều hạn chế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] V.M. Bezug, A.X. Elenovits, *Áo đường bằng chất gia cố (bản dịch)*. Hà Nội: Khoa học kỹ thuật, 1981.
- [2] TCVN 10379:2014 - *Gia cố đất bằng chất kết dính vô cơ, hóa chất hoặc gia cố tổng hợp, sử dụng trong xây dựng đường bộ*. Hà Nội, 2013.
- [3] 22TCN 333:06 - *Quy trình đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm*. Bộ Giao thông vận tải, 2006.
- [4] TCVN 9843:2013 - *Thí nghiệm mô đun đàn hồi đất gia cố*. Hà Nội, 2013.
- [5] 22TCN 59:84 - *Thí nghiệm độ ổn định nước - nhiệt và cường độ chịu nén của đất gia cố*. Bộ Giao thông vận tải, 1984.
- [6] TCVN 8862:2011 - *Thí nghiệm độ bền ép chẻ của đất gia cố*. Bộ Giao thông vận tải, 2011.
- [7] 22TCN 211:2006 - *Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế*. Bộ Giao thông vận tải, 2007.

[8] Tập hợp báo cáo Kết quả thí nghiệm đất gia cố xi măng tro bay huyện Củ Chi, thành phố Hồ Chí Minh: Trung tâm tư vấn kiểm định địa chất nền móng công trình, 2022.

[9] Kết quả thí nghiệm xi măng tro bay: Công ty xi măng Holcim Việt Nam, 2022.

RESEARCH ON LAND STRENGTH AT RURAL ROAD WORKS ON CU CHI DISTRICT, HO CHI MINH CITY

LE TAN

Faculty of Civil Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh City

Corresponding: letan@iuh.edu.vn

Abstract. Nowadays, in the construction of motorways, the source of natural materials to meet technical requirements is increasingly depleted, which causes the contribution to the increase in construction costs and significant influence on the construction progress. submit. Consequently, it is practical and urgent to do research by using local materials to replace traditional natural materials such as bee gravel, red gravel, etc. in road pavement construction has become more practical and urgent than ever. over. In terms of positive technical parameters (elastic modulus, compressive), this paper presents the results of research on soil reinforcement with fly ash cement in Cu Chi district, Ho Chi Minh city. It is notable that this paper highlights the value of the elastic modulus of the reinforced soil after 28 days of age; all reached and exceeded the standard TCVN 10379-2014 [2]. In more detail, soil samples reinforced with 6% fly ash cement have an elastic modulus of 832-880 MPa, soil samples reinforced with 8% fly ash cement have an elastic modulus of 986-1094 MPa, samples soil reinforced with 10% fly ash cement has elastic modulus of 1188-1281 MPa. At the same time, the fly ash cement-reinforced soil sample also has a superior elastic modulus compared to the natural grade ($E=150-200$ MPa) in the standard 22TCN 211-06 [7].

Keywords. Cement reinforced soil, fly ash, inorganic binder, soil reinforcement.

Ngày gửi bài: 07/01/2023

Ngày chấp nhận đăng: 21/03/2023