Nghiên cứu cải tạo đất bùn nạo vét lòng sông thay thế cát trong công tác san lấp mặt bằng tỉnh An Giang

Research on the Improvement Method for Soft Clay Replacing Backfill Sand in An Giang Province

Trần Tuấn Kiệt
Lê Đức Lập

TÓM TẮT

Bài báo đề xuất phương pháp gia cường đất bùn sử dụng đệm cát và vải địa kỹ thuật thay thế cát san lấp mặt bằng tại An Giang. Kết quả nghiên cứu cho thấy biện pháp đề xuất đẩy nhanh quá trình thoát nước trong đất bùn, gia tăng 4.7% dung trọng khô, giảm 15.6% độ ẩm (so với 2% gia tăng dung trọng khô và 3% giảm độ ẩm khi phơi thông thường) sau 3 tuần phơi đất. Sau khi phơi và đầm chặt K>90, đất bùn có khả năng chịu lực tốt với độ lún 5m đất bùn nhỏ hơn 8cm khi chịu tải trọng phân bố đều 20 kPa. Phương án cải tạo đất bùn giúp thay thế 90% lượng cát trong công tác san lấp mặt bằng.

Từ khóa: Phơi đất, đất bùn nạo vét, cát san lấp, đệm cát, vải địa kỹ thuật

ABSTRACTS

The paper presents a research of evaluating the effect of non-woven geotextile combining with sand cushion on improving the mechanical properties of embedded clay to replace the backfill sand. By creating drainage path for saturated clay, sand cushion and geotextile enhanced 4.7% of its dry unit weight (2% for unreinforced cases) and reduced 15.6% water content (3% for unreinforced cases) after 3 weeks of drying. After drying and compacting clay with over 90% relative density, the settlement of 5m of backfil clay was less than 8cm under 20kPa of surcharge load. Besides, the proposed improvement method was applicable to reduced up to 90% sand emission for backfill work.

Keywords: embedded clay, soft clay improvement, geotextile, sand cushion, backfill sand.

Trần Tuấn Kiệt

Giảng viên, khoa Xây dựng, Trường ĐH. Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh,

Lê Đức Lập

Học viên thạc sỹ, khoa Xây dựng, Trường ĐH. Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

1. GIỚI THIỆU:

Tỉnh An Giang nhu cầu sử dụng cát san lấp rất lớn khoảng 6 triệu m^3/năm nhằm phục vụ công tác san lấp mặt bằng. Tuy nhiên nguồn cát khai thác từ hệ thống sông MeKong ngày càng khan hiếm do tuyến sông đã xây đê chắn lũ, nên lưu lượng lũ ít hơn, đồng thời giảm lượng phù sa cũng như cát bồi đắp hàng năm. Vì cát ngày càng khan hiếm, trong khi nhu cầu sử dụng cho các công trình trong san lấp mặt bằng ngày càng nhiều, cho nên không những gia tăng rất lớn chi phí xây dựng mà còn làm cạn kiệt nguồn tài nguyên cát của khu vực.

Bên cạnh đó, hàng năm các kênh, rạch được nạo vét để đảm bảo phục vụ tưới tiêu cho ngành nông nghiệp, thông luồng dòng chảy (hình 1). Lượng đất bùn nạo vét khoảng 1 triệu m^3/năm nếu không xử lý sẽ gây ô nhiễm môi trường. Lượng đất này thông thương được chất lên bờ song, đê bao làm tăng tải trọng, đồng thời giảm cường độ bờ sông, đê bao do quá trình thoát nước bùn, từ đó dễ gây mất ổn định, sạt lở.

Để tăng khả năng chịu lực cho đất đắp yêu cầu áp dụng các biện pháp gia cố đất nền phức tạp, tốn kém và đòi hỏi thời gian thi công dài. Cũng theo TCVN 4054 : 2005, đất bùn không được đề xuất làm đất nền đất đắp cho công trình xây dựng và công trình giao thông. Những nguyên nhân kỹ thuật kể trên cản trở việc áp dụng đất bùn yếu thay thế cho cát san lấp cho các công trình xây dựng tại tỉnh An Giang.

Phương pháp sử dụng bùn lòng sông làm đất đắp cho công trình đã được áp dụng tại nhiều công trình lấn biển (Shang và cộng sự., 1998; Wang và cộng sự., 2014; Liu và Liu, 2008; Shen và cộng sự., 2006). Tuy nhiên đặc điểm loại bùn này hàm lượng nước cao, có độ rỗng lớn, khả năng biến dạng lớn và chịu lực kém. Những nền móng này thường chịu biến dạng và có độ lún rất lớn (Liu and Zhou, 2005). Khi nghiên cứu về hệ số thấm và phương pháp tính độ lún cho lớp đất bùn yếu (Zhang và cộng sự., 2015) cho thấy hệ số rỗng và hàm lượng đất sét ảnh hưởng lớn đến hệ số thấm của loại đất này. Kết quả cho thấy hệ số rỗng của bùn giảm dần theo thời gian. Đất đắp bằng bùn nạo vét cần thời gian vài năm để có thể ổn định và cần có những xử lý, gia cường nhằm đẩy nhanh quá trình cố kết trong đất bùn loại này.

Hình 1. Nạo vét thông luồng lòng kênh phục vụ ngành nông nghiệp và giao thông đường sông

Để xử lý và gia cố lớp bùn yếu dưới nền móng công trình, nhiều nghiên cứu đã cho thấy vải địa kỹ thuật là một giải pháp hữu hiệu. Palmeira và cộng sự., (1998) đã phân tích ngược trường hợp đê trên nền đất yếu được gia cố bằng vải địa kỹ thuật. Nghiên cứu sử dụng phương pháp giải tích để tính toán hệ số an toàn của nền đập được và không được gia cố bằng vải địa kỹ thuật do Jewel, (1996) đề xuất. Nghiên cứu cho thấy đối với hệ số an toàn đối với đê gia cố vải địa kỹ thuật tối thiểu, Fs = 1.2 trong thiết kế thông thường.

Zhou và cộng sự., 2008 nghiên cứu biện pháp gia cố đệm cát kết hợp với lưới vải địa kỹ thuật Geogrid và túi địa kỹ thuật Geocell. Kết quả nghiên cứu cho thấy kết cấu liên hợp vải địa kỹ thuật và đệm cát gia tăng khả năng chịu lực cho lớp đất yếu. Hệ kết cấu liên hợp này giúp tăng hệ số nền K_o thêm 30 lần và độ lún giảm 44% và làm giảm ứng suất tại bề mặt lớp đất yếu so với đất yếu khi không được gia cố.

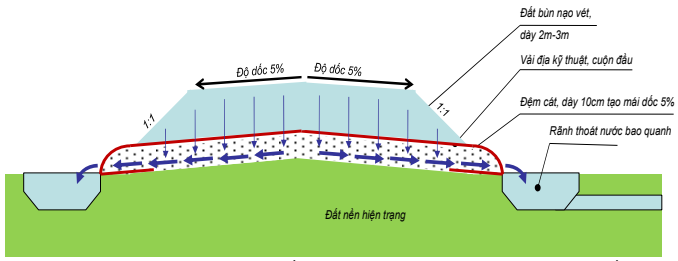
Đệm cát kết hợp với vải địa kỹ thuật đã được áp dụng làm nền móng cho đê chắn trên nền đất yếu đề xuất trong nghiên cứu của Yu và cộng sự., 2005. Nghiên cứu cho thấy đệm cát kết hợp với vải địa kỹ thuật đóng 2 vai trò: (1) vải địa kỹ thuật ngăn cản biến dạng ngang và tăng tính ổn định cho đê; (2) vải địa kỹ thuật ngăn cản dịch chuyển ngang của đất nền dưới đê. Đất nền càng yếu càng gây ra dịch chuyển ngang lớn và càng làm tăng hiệu quả của vải địa kỹ thuật, đặc biệt khi lớp đệm cát nằm dưới hoặc kẹp giữa lớp đất yếu. Nghiên cứu thể hiện vải địa kỹ thuật có mô đun đàn hồi và độ rộng càng lớn càng đem lại hiệu quả cao trong ổn định nền đê.

Lớp cát mỏng kẹp giữa lớp vải địa chất gia cường đất sét và ảnh hưởng của nó đến ứng xử chịu cắt và biến dạng của mẫu đất đã được nghiên cứu và khảo sát sử dụng thí nghiệm cắt đất trực tiếp (Abdi và cộng sự. 2009), thí nghiệm kéo tuột vải địa kỹ thuật (Abdi & Arjomand 2011; Abdi & Zandieh 2014) và thí nghiệm nén 3 trục (Unnikrishnan và cộng sự. 2002). Kết quả nghiên cứu cho thấy lớp cát mỏng này cải thiện tương tác bề mặt (lực ma sát) giữa đất sét và vải địa kỹ thuật từ đó gia tăng cường độ cho đất sét. Lớp cát cũng đóng vai trò là biên thoát nước nhằm làm giảm áp lực nước lỗ rỗng xuất hiện trong quá trình tải trọng tác dụng lên mẫu. Các nghiên cứu của Unnikrishnan và cộng sự. (2002); Abdi và cộng sự. (2009); Abdi & Arjomand (2011); Abdi & Zandieh (2014) cũng đã chỉ ra bề dày tối ưu của lớp cát này khoảng từ 8-15mm đối với thí nghiệm không cố kết, không thoát nước (UU) và thí nghiệm cắt đất trực tiếp và thậm chí đến 8cm đối với thí nghiệm kéo tuột vải địa kỹ thuật. Ngoài ra với vai trò là biên thoát nước, các nghiên cứu của Raisinghani & Viswanadham (2010) và Lin & Yang (2014) đã cho thấy vải địa kỹ thuật còn là đóng vai trò ngăn chặn sự xâm nhập của đất sét vào biên thấm này.

Bên cạnh đó, một số công trình nghiên cứu trong nước về công trình trên nền đất yếu. Lê Bá Vinh và cộng sự, 2003 nghiên cứu giải pháp xử lý nền và tính toán ổn định của công trình đường cấp III trên nền có lớp đất yếu mỏng. Nghiên cứu tập trung các biện pháp xử lý nền đất yếu bằng đệm cát kết hợp vải địa kỹ thuật và cừ tràm. Nghiên cứu đề xuất phương pháp tính toán hệ số an toàn chống trượt đối với nền tự nhiên và xét ảnh hưởng của vải địa kỹ thuật gia cố tăng ổn định của nền đất yếu dưới nền đường.

Lê Xuân Roanh, 2014 đề xuất công nghệ xử lý nền và thi công đê, đập chắn sóng trên nền đất yếu. Nghiên cứu phân tích một số công nghệ xử lý nền đất sét yếu bao gồm (1) xử lý nền đê bằng đệm cát đóng vai trò lớp chịu lực và lớp thoát nước cho nền đê, (2) xử lý nền bằng bấc thấm làm tăng khả năng thoát nước trong nền qua hệ thống thoát nước đứng, (3) xử lý nền bằng giếng cát vừa đóng vai trò là biên thấm đứng, vừa đóng vai trò chịu tải trọng, tăng cường sức chịu tải cho nền, (4) ứng dụng vải địa kỹ thuật gia cố nền phân cách nền đê và thân đê, phân bố đều áp lực đất đắp, tăng độ bền chống trượt của khối đất đắp, giảm mặt cắt ngang đê, (5) xử lý nền bằng bè cây, (6) xử lý nền bằng cọc đệm cát và (7) gia cố bằng cọc xi măng đất. Nghiên cứu cho thấy phương pháp sử dụng vật liệu như cát hoặc cọc vật liệu rời giúp rút ngắn khoảng cách thoát nước bằng cách bố trí các hành lang thoát nước theo phương thẳng đứng và phương ngang, đồng thời trên bề mặt đất nền lại phủ lớp cát thoát nước và lớp gia tải nhằm đẩy nhanh cố kết.

Mặc dù rất nhiều nghiên cứu đưa ra nhiều biện pháp và ứng xử của đất gia cường bằng vải địa kỹ thuật kết hợp với đệm cát, tuy nhiên, những ứng xử cố kết và giải pháp cải tạo đất sét bùn khai thác từ lòng sông ĐBSCL được gia cường bởi vải địa kỹ thuật và đệm cát chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ. Nghiên cứu đề xuất biện pháp gia tăng sức chịu tải của đất bùn nạo vét đáy kênh nhờ phương pháp phơi đất kết hợp thúc đẩy sự cố kết của đất bùn sét sử dụng đệm cát và vải địa kỹ thuật. Đất bùn được khai thác và xử lý tại bãi phơi (Hình 2) theo nguyên lý vải địa kỹ thuật ngăn cách bùn nạo vét xâm nhập vào đệm cát, duy trì khả năng thoát nước của đệm cát, từ đó đẩy nhanh quá trình cố kết và thoát nước trong đất bùn.



Hình 2. Mô hình thoát nước trong đất bùn nạo vét thi công tại bãi phơi và dự trữ đất

2. VẬT LIỆU VÀ MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM HIỆN TRƯỜNG

Nghiên cứu sử dụng đất bùn nạo vét bờ kênh được lấy mẫu tại kênh Hang Tra, xã Cần Đăng, huyện Châu Thành, tỉnh An Giang. Đất bùn nạo vét lòng kênh chuyển lên xe tải và chuyển về bãi dự trữ đất. Đất bùn được thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý, đồng thời thực hiện các mô hình thí nghiệm hiện trường.

2.1 Tính chất vật lý và cơ học của đất bùn nạo vét lòng sông

Phân tích thành phần hạt cho thấy phần trăm hạt mịn (cỡ hạt nhỏ hơn 0.01mm) chiếm 78.3% và còn lại là 21.7% là thành phần hạt thô. Đất có chỉ số dẻo, PI = 27,3. Đất đất bùn được phân loại theo USCS của Hoa Kỳ (Unified Soil Classification System) là loại đất OH-MH (đất sét bùn dẻo cao). Một số tính chất cơ học được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1: Tính chất vật lý đất bùn nạo vét lòng kênh Hang Tra, tỉnh An Giang

Tính chất	Giá trị
Dung trọng tự nhiên, γ, g/cm^3	1.67
Độ ẩm tự nhiên, ω %	49.66
Dung trọng khô, γ_d, g/cm^3	1.15
Hệ số rỗng ban đầu, e_o	1,38
Độ bão hòa, Sr, %	95.6
Dung trọng khô lớn nhất, , γ_{d-max} , g/cm^3	1.517
Độ ẩm tối ưu, OMC, %	20
Giới hạn dẻo, PL	30,2
Giới hạn chảy, LL	57,6
Chỉ số deo, PI	27,3
Tỷ trọng, Gs	2.65
Phân loại đất theo USCS	OH và MH
Góc ma sát trong, ϕ, độ	11.2^0
Lực dính, c, kPa	21.9

Kiểm tra cường độ chịu cắt theo thí nghiệm cắt phẳng TCVN 4199:1995 cho thấy, đất bùn góc ma sát trong, ϕ = 11.2^0 với lực dính, c = 21.9 kPa . Với cường độ chịu cắt như trên, đất bùn sét khi chưa cải tạo nhỏ hơn so với cát san lấp (góc ma sát trong, ϕ = 32-35^0 với cát chặt vừa) do đó không đủ khả năng chịu lực trong công tác san nền công trình.

Đất bùn nạo vét được xác định hệ số cố kết trong thí nghiệm nén cố kết 1 trục theo TCVN 4200:2012. Do khó khăn trong quá trình vận chuyển và bảo quản mẫu nguyên trạng, mẫu được chế bị tại độ chặt k=0.74, tương ứng với dung trọng khô mẫu tại điều kiện tự nhiên (chưa xử lý) γ_d =0,74 x γ_{dmax} = 1.15 g/cm3.

Bên cạnh đó, nhằm xác định ứng xử cố kết của đất sét theo các cấp đầm chặt khác nhau, đất bùn sét được chế bị tại k = 0.85 (dung trọng khô, γ_d= 1.29 g/cm^3) và K = 90 (γ_d = 1.37 g/cm^3). Kết quả được trình bày trong bảng 2 dưới. Tương quan chỉ số nén Cr và Cc cho thấy khi độ chặt K của đất sét bùn tăng lên, các chỉ số này giảm xuống. Như vậy, khi đất sét bùn được đầm chặt, độ lún của đất nền có xu hướng giảm xuống dưới tác dụng của tải trọng. Đây là cơ sở để đánh giá sự cải thiện tính chất của đất sau khi phơi và đầm nén.

Bảng 2: Hệ số cố kết, Cv theo cấp tải của đất bùn nạo vét lòng kênh Hang Tra, tỉnh An Giang

Độ chặt, K	Hệ số rỗng, e	Hệ số cố kết, Cv, cm^2/sec	Chỉ số nén, Cr	Chỉ số nén Cc	Áp lực tiền cố kết, σc, kPa
0.74	1.361	5.61 E-04	0.068	0.315	53
0.82	1.146	5.78 E-04	0.042	0.198	56
0.90	0.965	6.05 E-04	0.021	0.125	62

2.2 Vải địa kỹ thuật

Vải không dệt được sử dụng thi công thử nghiệm ngoài hiện trường nhằm kiểm nghiệm ảnh hưởng của đệm cát và vải địa kỹ thuật quá trình thoát nước trong đất bùn. Các tính chất cơ học của vải được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Tính chất cơ học của vải địa kỹ thuật

Tính chất	Giá trị
Loại vải	Không dệt
Khối lượng riêng (g/m2)	125
Bề dày, (mm)	1.5
Khả năng chịu kéo (kN/m) - phương dọc vải	9.0
Biến dạng dài khi phá hoại phương dọc vải, (%)	62.5
Kích thước lỗ O90 (mm)	0.12
Lưu lượng thấm ở 100mm cột nước, l/m^2/giây	170

2.3 Tính chất của đệm cát

Đệm cát được sử dụng là loại cát san lấp thông thường tại địa phương. Cát sử dụng có modun độ lớn, 1.03 với 3.5% cỡ hạt nhỏ hơn 0.12mm (lỗ mở O90 của vải địa kỹ thuật) cho phép vải địa kỹ thuật như một tầng lọc, ngăn chặn đất sét xâm nhập vào lớp đệm cát. Các tính chất của cát được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Tính chất vật lý và phân loại đệm cát

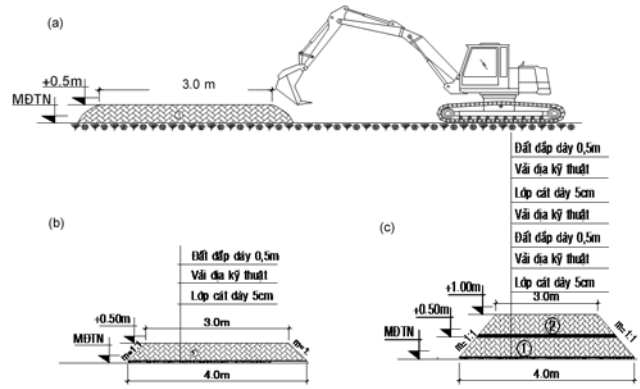
Tính chất	Giá trị
Tỷ trọng, Gs	2.72
Hệ số rỗng lớn nhất, e_{max}	1.078
Hệ số rỗng nhỏ nhất, e_{min}	0.692
Hệ số cấp phối, Cc	0.98
Hệ số đồng đều, Cu	2
Phân loại đất USCS	SP
Dung trọng khô lớn nhất, $\gamma_{d\text{-}max}$, g/cm^3	1.575
Dung trọng khô lớn nhất, $\gamma_{d\text{-}min}$, g/cm^3	1.283

2.4 Biện pháp thí nghiệm hiện trường

Đất bùn được xử lý phơi tại hiện trường với 3 phương pháp bao gồm được mô tả trong bảng 5. Kích thước và mô hình bãi phơi được thể hiện trong hình 3

Bảng 5. Mô hình thí nghiệm hiện trường của đất bùn

Phương pháp	Mô tả	Thời gian thí nghiệm
PP.1	Phơi 1 lớp bùn bề dày 0.5m theo phương pháp thông thường,	3 tuần
PP.2	Phơi 1 lớp đất bùn dày 0.5m kết hợp đệm cát và vải địa kỹ thuật, 1 lớp, 0.5m bề dày	3 tuần
PP.3	Phơi 2 lớp đất bùn dày 0.5m kết hợp đệm cát và vải địa kỹ thuật	6 tuần



Hình 3. Sơ đồ thi công phơi đất bùn theo các phương pháp (a) phương pháp phơi thông thương, (b) phơi 1 lớp gia cường và (c) phơi 2 lớp gia cường

Trong quá trình phơi, độ lún, sụt của bãi phơi được theo dõi trong thời gian 6 tuần. Sau thời gian 6 tuần, đất phơi được vận chuyển đến công trường san lấp, lu lèn bằng xe Kobe 10 tấn, thi công lu lèn nền san lấp đạt K=0.9. Ngoài ra, độ đầm chặt của nền san lấp sau khi lu lèn được kiểm tra sử dụng phương pháp dao vòng theo TCVN 8729 : 2012.

3. KẾT QUẢ

Đất bùn nạo vét được phơi theo phương pháp thông thường được so sánh với phương pháp đệm cát kết hợp với vải địa kỹ thuật nhằm đưa ra ảnh hưởng của đệm cát và vải địa kỹ thuật đến sự thay đổi các chỉ tiêu cơ lý của đất phơi.

3.1 Tương quan độ chặt của đất bùn theo phương pháp và thời gian phơi

Do trong quá trình phơi đất, độ ẩm của đất không đồng đều, thông thường độ ẩm nhỏ (đất khô phía trên mặt) và độ ẩm lớn (đất ướt) ở trong lòng khối đất phơi, do đó, rất khó xác định chính xác độ ẩm thực tế của đất phơi. Dung trọng khô trung bình của đất phơi được xác định theo độ sụt trung bình của đất phơi được tính từ số liệu quan trắc lún tại 8 điểm (hình 14).

Giả thiết đất ban đầu trước khi phơi có độ ẩm đồng đều, ω, với tổng khối lượng tự nhiên, M. Do khối lượng hạt đất (khối lượng đất khô) không đổi trong quá trình phơi đất, dung trọng khô trung bình của đất phơi theo thời gian được tính toán từ độ sụt trung bình, theo công thức:

$$\gamma_k = \frac{M}{V(1+\omega)} \qquad (1)$$

Trong đó V = thể tích của khối đất phơi tại thời điểm tính toán (tính theo độ sụt trung bình). Độ thay đổi dung trọng khô của đất phơi được tính toán dựa theo độ sụt trung bình (độ thay đổi chiều cao đất phơi) theo thời gian phơi. Thông số của đất phơi ban đầu và sau 3 tuần đối với đất phơi thông thường và đất phơi kết hợp đệm cát và vải địa kỹ thuật cho trong bảng 6.

Bảng 6. Chỉ tiêu cơ lý của đất bùn nạo vét sau khi phơi theo 3 phương pháp khác nhau

Đại lượng	Trước khi phơi	Kết quả sau khi phơi theo các phương pháp phơi		
		PP.1	PP.2	PP.3 (*)
Dung trọng khô trung bình, g/cm3	1.115	1.138	1.167	1.206
Độ ẩm trung bình, % (**)	49.66	46.54	34.07	31.20
Độ chặt, K	0.74	0.75	0.77	0.80
Hệ số rỗng, e	1.377	1.329	1.271	1.198
Độ bão hòa, Sr, %	95.6	92.8	71.1	69.0
Chiều cao đất phơi trung bình, cm	50.0	49.0	47.8	46.2

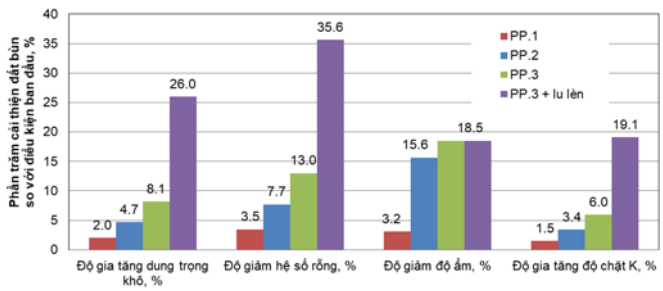
(*) Kết quả tính toán về độ sụt và chiều cao đất phơi trung bình cho 1 lớp đất có bề dày ban đầu 0.5m; (**) Giá trị trung bình từ độ ẩm của 5 mẫu đất phân bố đều theo bề dày của đất phơi

Kết quả cho thấy đệm cát và vải địa kỹ thuật giúp đẩy nhanh quá trình làm chặt đất và giảm lượng nước trong khối đất sét nạo vét. Nhìn chung, dung trọng khô và độ chặt của mẫu đất tăng lên với các mức độ khác nhau tùy theo các phương pháp phơi khác nhau.

Đánh giá độ cải thiện các chỉ tiêu cơ lý của đất phơi theo các phương pháp và thời gian phơi được thể hiện trong hình 4. Sau 3 tuần phơi, dung trong khô trung bình tăng chỉ tăng lên 2.0% (PP.1) khi phơi bằng phương pháp thông thường, tuy nhiên, đệm cát và vải địa kỹ thuật giúp tăng 4.7% sau 3 tuần phơi (PP.2) và 8.1% sau 6 tuần phơi với 2 lớp (PP.3).

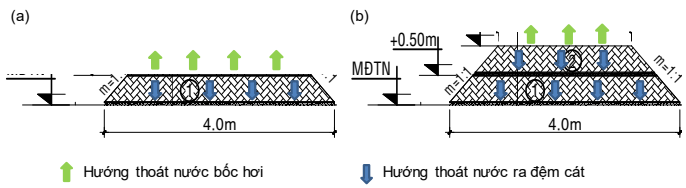
3.2 Tương quan hệ số rỗng và độ ẩm trong đất bùn theo phương pháp và thời gian phơi

Khi sử dụng vải địa kỹ thuật kết hợp với đệm cát, sau 3 tuần phơi đất theo PP.2, và sau 6 tuần với PP.3 độ ẩm trung bình của khối đất bùn giảm rất lớn lần lượt là 15.6% và 18.5% so với độ ẩm ban đầu (hình 4). Như vậy, một lượng lớn nước trong khối đất phơi đã thoát ra ngoài khi phơi đất kết hợp với vải địa kỹ thuật và đệm cát. Quá trình này được giải thích theo cơ chế thoát nước khối đất phơi trong đó nước được thoát xuyên qua vải địa kỹ thuật xuống lớp đệm cát ra ngoài, từ đó giúp giảm nhanh độ ẩm của khối đất trong quá trình phơi (hình 5).



Hình 4. Phần trăm cải thiện các chỉ tiêu cơ lý của đất bùn theo các phương pháp phơi khác nhau

Hiệu quả của quá trình phơi đất còn được đánh giá thông qua hệ số rỗng trung bình của khối đất theo các phương pháp phơi khác nhau. Nhìn chung, hệ số rỗng của đất đều giảm (đất chặt hơn) trong quá trình phơi đất. Tuy nhiên, hệ số rỗng giảm rất ít, chỉ 3.5% khi sử dụng cách phơi thông thường trong 3 tuần (PP.1). Trong khi đó, hệ số rỗng giảm đáng kể 7.7 và 13% khi phơi đất theo PP.2 và PP.3 trong đó kết hợp đất phơi với đệm cát và vải địa kỹ thuật (hình 5).



Hình 5. Quá trình bốc hơi và thoát nước trong khối đất phơi kết hợp đệm cát và vải địa kỹ thuật (a) theo PP.2 và (b) theo PP3.

3.3 Hiệu quả đầm từ đất sau khi phơi kết hợp đệm cát và vải địa kỹ thuật

Đất sau khi phơi theo PP.3 được đầm chặt và lu lèn đạt độ chặt trung bình K = 0.93. Các chỉ tiêu cơ lý của đất sau khi phơi đất và lu lèn được thể hiện trong bảng 7. Kết quả tính toán các chỉ tiêu cơ lý cho thấy, quá trình lu lèn làm giảm phần lớn độ rỗng trong đất sau khi phơi, từ đó gia tăng 19% độ chặt trong đất từ K = 0.8 đến K = 0.93. Tuy nhiên, quá trình lu lèn không làm thay đổi độ ẩm trong đất, do đó lu lèn không được áp dụng khi đất bùn chưa được phơi và xử lý thoát nước.

Bảng 7. Chỉ tiêu cơ lý của đất bùn nạo vét sau khi phơi theo PP.3 kết hợp với lu lèn

Đại lượng	Giá trị
Dung trọng khô trung bình, g/cm^3 (*)	1.405
Độ ẩm trung bình, % (**)	31.2
Độ chặt, K	0.93
Hệ số rỗng, e	0.886
Độ bão hòa, Sr, %	93.3

(*) xác định từ thí nghiệm dao vòng theo TCVN 8729 : 2012.

(**) Đất sau khi phơi khô được giữ nguyên độ ẩm để thực hiện lu lèn

3.4 Đánh giá khả năng nén lún của đất sau khi xử lý

Nhằm đánh giá tính nén lún của đất sét bùn sau khi xử lý phơi theo PP.3 kết hợp với lu lèn, độ lún của đất nền san lấp được xác định theo bề dày san lấp, H_0 thay đổi từ 1m đến 5m với cấp tải trọng nền san lấp, q = 20kPa.

Độ lún của đất san nền được xác định theo đường cong quan hệ e-p theo các độ chặt của đất san nền.

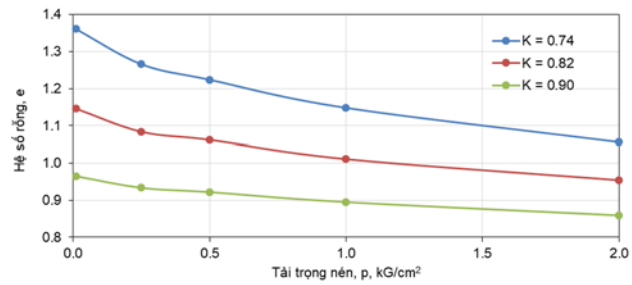
Độ lún được xác định theo:

$$S = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} H_0 \qquad (2)$$

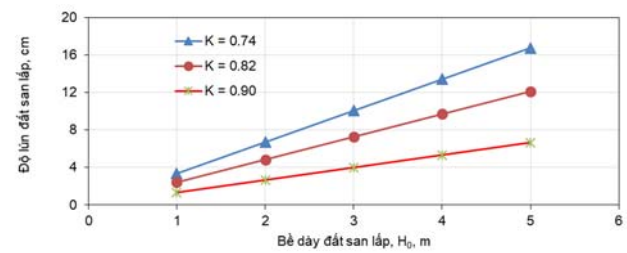
Trong đó: e_0 = hệ số rỗng ban đầu của đất san lấp tương ứng với ứng suất hữu hiệu bản thân đất san lấp, σ_0

e_1 = hệ số rỗng của đất san lấp tương ứng với ứng suất hữu hiệu đất san lấp sau khi chất tải trọng, σ_1.

Quá trình xác định e_0 và e_1 dựa vào quan hệ giữa hệ số rỗng e và tải trọng nén p thu được từ thí nghiệm nén cố kết của đất bùn theo các độ chặt khác nhau (hình 6).



Hình 6. Đường cong e-p của đất sét bùn theo các hệ số đầm chặt, K.



Hình 7. Tương quan độ lún của đất san lấp theo bề dày và độ chặt

Kết quả tính toán lún cho thấy, khi đất bùn chưa được xử lý (K =0.74) độ lún của nền rất lớn 3.4cm, ngay cả khi bề dày đất đắp 1m và tăng lên 16.7cm khi bề dày lớp đất đắp là 5m bề dày.,

Bên cạnh đó, với độ chặt K = 0.82, độ lún của đất san lấp cũng tương đối lớn, gần 8cm khi bề dày đất san lấp từ 3m trở lên. Đối với đất san lấp đã được đầm chặt đến K=0.90, độ lún của đất nhỏ hơn 8cm ngay cả khi đắp đất với bề dày 5m và chịu tải trọng phân bố đều, q = 20 kPa. Như

vậy, đất sau khi xử lý phơi và đầm chặt với K>90 có khả năng chịu tải tốt đảm bảo độ lún đất đắp dưới tải trọng q = 20kPa.

3.5 Đánh giá hiệu quả kinh tế phương án phơi đất kết hợp vải địa kỹ thuật

Qua quá trình phân tích các số liệu nêu trên, về mặt kỹ thuật thì phương án san lấp mặt bằng sử dụng đất đắp kết hợp vải địa kỹ thuật và đệm cát cơ bản đáp ứng được nhu cầu sử dụng; tuy nhiên so sánh giữa hai phương án về mặt kinh tế, ta nhận thấy: phương án san lấp mặt bằng sử dụng cát bơm có giá thành cao hơn 2 lần so với phương án san lấp mặt bằng sử dụng đất đắp kết hợp vải địa kỹ thuật và đệm cát, mặc dù trong quá trình thi công thì phương án 2 có nhiều công tác hơn phương án 1, tuy nhiên nếu xem tổng kinh phí thì phương án 2 có kinh phí thấp hơn. Vì vậy phương án san lấp mặt bằng sử dụng đất đắp kết hợp vải địa kỹ thuật và đệm cát đem lại hiệu quả kinh tế tốt hơn so với phương án sử dụng cát trong công tác san lấp mặt bằng (bảng 8)

Bảng 8. So sánh dự toán san lấp mặt bằng theo 2 phương án sử dụng cát và sử dụng bùn sau xử lý

STT	KHOẢN MỤC CHI PHÍ	THÀNH TIỀN (VNĐ)	
		PA1 – sử dụng cát san lấp	PA2 – sử dụng bùn sau xử lý phơi và đầm chặt
1	CHI PHÍ XÂY DỰNG TRƯỚC THUẾ	106.529.840	43.673.382
2	- Chi phí vật liệu	103.149.520	16.508.678
3	- Chi phí nhân công	823.160	2.228.144
4	- Chi phí máy thi công	2.557.160	24.936.560

Chi phí đầu tư san lấp mặt bằng sử dụng cát cao hơn đất đắp 40,9% trong đó chi phí vật liệu cát chiếm 96,8% tổng chi phí của PA1. Chi phí đầu tư san lấp mặt bằng sử dụng đất bùn nạo vét nhỏ hơn do chi phí vật liệu giảm (chỉ chiếm 37.8 % tổng chi phí). Nguyên nhân do vật liệu san lấp (bùn nạo vét) có khối lượng lớn nhất trong các vật liệu, tuy nhiên do tận dụng đất của các dự nạo vét thông luồng sông kênh rạch không mất tốn kinh phí mua vật liệu; đệm cát có khối lượng nhỏ, chi phí vật liệu thấp. Chi phí máy móc và nhân công cho phương án này chiếm tỷ trọng lớn 62.1 % do phương án đòi hỏi kỹ thuật xử lý đất bùn kết hợp với vải địa kỹ thuật. Lượng cát sử dụng cho san lần lượt mặt bằng 1000m^3 đối với 02 phương án lần lượt là; 1000m^3 với phương án 1 và 100m^3 phương án 2 với cùng một độ chặt. Như vậy lượng cát sử dụng cho công trình giảm đi 90%.

5. KẾT LUẬN:

Nghiên cứu đề xuất biện pháp xử lý đất bùn nạo vét theo phương pháp phơi bùn kết hợp với vải địa kỹ thuật và đệm cát. Kết quả nghiên cứu dựa trên so sánh theo 3 phương án phơi đất: (PP.1) Phơi 1 lớp bùn bề dày 0.5m theo phương pháp thông thường, (PP.2) Phơi 1 lớp đất bùn dày 0.5m kết hợp đệm cát và vải địa kỹ thuật, 1 lớp, 0.5m bề dày và (PP.3) Phơi 2 lớp đất bùn dày 0.5m kết hợp đệm cát và vải địa kỹ thuật. Nghiên cứu cho thấy biện pháp đệm cát và vải địa kỹ thuật thực sự hiệu quả trong đẩy mạnh quá trình thoát nước, cải thiện tính chất cơ lý của đất bùn trong quá trình phơi. Một số kết quả cụ thể như sau:

➢ Đệm cát và vải địa kỹ thuật giúp đẩy nhanh quá trình làm chặt đất và giảm lượng nước trong khối đất sét nạo vét. Sau 3 tuần phơi, dung trong khô trung bình tăng chỉ tăng lên 2.0% (PP.1) khi phơi bằng phương pháp thông thường. Tuy nhiên, đệm cát và vải địa kỹ thuật giúp tăng dung trọng khô trung bình của đất phơi lên 4.7% sau 3 tuần phơi (PP.2) và 8.1% sau 6 tuần phơi với 2 lớp (PP.3).

➢ Phương pháp phơi kết hợp đệm cát và vải địa kỹ thuật thực sự hiệu quả trong đẩy nhanh thoát nước. Sau 3 tuần phơi đất, đất phơi theo phương pháp thông thường chỉ giảm 3% độ ẩm. Nếu phơi 3 tháng theo PP.2, và sau 6 tuần với PP.3 độ ẩm trung bình của khối đất bùn giảm rất lớn lần lượt là 15.6% và 18.5% so với độ ẩm ban đầu.

➢ Vải địa kỹ thuật và đệm cát thúc đẩy quá trình làm chặt đất trong khi phơi đất. Đối với cách phơi thông thường (PP.1), hệ số rỗng giảm rất ít, chỉ 3.5% trong 3 tuần. Trong khi đó, hệ số rỗng giảm đáng kể 7.7% và 13% khi phơi đất theo PP.2 và PP.3 trong đó kết hợp đất phơi với đệm cát và vải địa kỹ thuật.

➢ Đánh giá tính nén lún của đất bùn chịu tải trọng phân bố đều 20 kPa cho thấy khi đất bùn chưa được xử lý (K =0.74) và đất đắp xử lý chưa đầm chặt (K = .082) có độ lún lớn. Đất bùn sau xử lý, đầm chặt đến K=0.90 trở lên cho độ lún của đất nhỏ hơn 8cm khi đắp đất với bề dày 5m.

➢ Đánh giá chi phí đầu tư phương án xử dụng cát san lấp và đất sét bùn xử lý gia cường đệm cát và vải địa kỹ thuật cho thấy phương án tận dụng sét bùn nạo vét đã qua xử lý tiết kiệm 40.9% tổng chi phí đầu tư. Bên cạnh việc giảm chi phí tổng đầu tư, phương án sử dụng bùn nạo vét đã tận dụng lượng bùn thải từ của các dự nạo vét thông luồng sông kênh rạch, tiết kiệm 90% lượng cát cần sử dụng, đem lại hiệu quả kinh tế, môi trường cho các dự án san lấp mặt bằng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Abdi, M. R., Sadrnejad, A., & Arjomand, M. A. (2009). Strength enhancement of clay by encapsulating geogrids in thin layers of sand. Geotext. Geomem., 27(6), 447–455.

Abdi, M. R., & Arjomand, M. A. (2011). Pullout tests conducted on clay reinforced with geogrid encapsulated in thin layers of sand. Geotextiles and Geomembranes, 29(6), 588–595.

Abdi, M. R., & Zandieh, A. R. (2014). Experimental and numerical analysis of large scale pull out tests conducted on clays reinforced with geogrids encapsulated with coarse material. Geotext. Geomem., 42(5), 494–504.

Jewell, R. A. (1996). Soil reinforcement with geotextiles. Construction Industry Research and Information Association. Special Publication 123, UK, 332 p.

Lê Bá Vinh & Trần Tiến Quốc Đạt (2003). Nghiên cứu giải pháp sử lý nền và tính toán ổn định của công trình đường cấp III trên nền có lớp đất yếu mỏng, Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh, Đại học Bách Khoa, http://www.nsl.hcmus.edu.vn/greenstone/collect/hnkhbk/index/assoc/HASH0163.dir/doc.pdf, ngày truy cập 30/03/2016

Lê Xuân Roanh (2014). Công nghệ xử lý nền và thi công đê, đập phá sóng trên nền đất yếu, Hội đập lớn và phát triển nguồn nước Việt Nam - VNCOLD - http://www.vncold.vn/Web/Content.aspx?distid=3506 - truy cập 30/03/2016

Lin, C.Y., & Yang, K.H. (2014). Experimental study on measures for improving the drainage efficiency of low-permeability and low-plasticity silt with nonwoven geotextile drains. J. Chin. Inst. Civ. Hydraul. Eng., 26(2), 71–82 (in Chinese).

Liu, B.H., & Liu,W. (2008). Current situation and countermeasures of sea reclamation in China. Guangzhou Environ. Sci. 2, 26–30, in Chinese

Liu, Z.Q., Zhou, & C.Y. (2005). One-dimensional non-linear large deformation con- solidation analysis of soft clay foundation by FDM. Acta Sci. Nat. Univ. Sunyatseni 44 (3), 25–28, in Chinese.

Palmeira, E. M., Pereira, J. H. F., & Da Silva, A. R. L. (1998). Backanalyses of geosynthetic reinforced embankments on soft soils. Geotextiles and Geomembranes, 16(5), 273–292.

Raisinghani, D. V., & Viswanadham, B.V.S. (2010). Evaluation of permeability characteristics of a geosynthetic-reinforced soil through laboratory tests. Geotext. Geomem., 28(6), 579–588.

Shang, J.Q., Tang, M., & Miao, Z. (1998). Vacuum preloading consolidation of reclaimed land: a case study. Can. Geotech. J. 35 (5), 740–749.

Shen, Y.M., Feng, N.H., Zhou, Q., Liu, Y.M., & Chen, Z.Y. (2006). The status and its influence of reclamation on Jiangsu coast. Mar. Sci. 10, 39–43, in Chinese.

TCVN 8729 : 2012. Đất xây dựng công trình thủy lợi - phương pháp xác định khối lượng thể tích của đất tại hiện trường. Bộ Xây dựng.

TCVN 4054 : 2005. Đường ô tô, yêu cầu thiết kế. Bộ Giao thông Vận tải.

Unnikrishnan, N., Rajagopal, K., & Krishnaswamy, N.R. (2002). Behaviour of reinforced clay under monotonic and cyclic loading. Geotextiles and Geomembranes, 20(2), 117–133.

Wang, W., Liu, H., Li, Y., & Su, J. (2014). Development and management of land reclamation in China. Ocean Coast. Manag. 102, 415–425.

Yu, Y., Zhang, B., & Zhang, J. M. (2005). Action mechanism of geotextile-reinforced cushion under breakwater on soft ground. Ocean Engineering, 32(14-15), 1679–1708.

Zhou, H., & Wen, X. (2008). Model studies on geogrid- or geocell-reinforced sand cushion on soft soil. Geotextiles and Geomembranes, 26(3), 231–238.

Zhang, M., Zhu, X., Yu, G., Yan, J., Wang, X., Chen, M., & Wang, W. (2015). Permeability of muddy clay and settlement simulation. Ocean Engineering, 104, 521–529.

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SỸ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn

Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.