

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG THÀNH PHẦN HỖN HỢP ĐẤT NHẹ GIA CỐ BẰNG XI MĂNG, BỌT KHÍ VÀ LƯỚI ĐÁNH CÁ THẢI ĐẾN CƯỜNG ĐỘ KHÁNG NÉN KHÔNG NỖ HÔNG

TS. NGỖ THỊ THANH HƯƠNG

Trường Đại học Công nghệ GTVT

Tóm tắt: Việc tận dụng đất bùn nạo vét làm vật liệu nhẹ là một giải pháp hữu ích để bảo vệ môi trường và tiết kiệm vật liệu tự nhiên trong xây dựng. Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của các thành phần hỗn hợp đất nhẹ gia cố xi măng, bọt khí và lưới đánh cá thải cùng với hàm lượng nước ban đầu trong đất bùn nạo vét tới cường độ chịu nén không nở hông. Kết quả phân tích biểu đồ ba chiều cho thấy các yếu tố ảnh hưởng tới cường độ kháng nén không nở hông của mẫu thí nghiệm theo thứ tự lần lượt là hàm lượng nước ban đầu, xi măng, bọt khí, lưới đánh cá thải, đồng thời xác định được thành phần tối ưu cho cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố.

Từ khóa: Đất nhẹ gia cố, xi măng, bọt khí, bùn nạo vét, lưới đánh cá, cường độ kháng nén không nở hông.

Abstract: Taking advantage of dredged sediments as lightweight materials is a useful solution protecting the environment as well as saving natural materials in the field of construction. This paper presents the research on the effects of cement, air foam and rejected fishing nets and the initial water content on dredged sediment to the unconfined compression strength of the reinforced lightweight soil. The results of three-dimensional chart analysis showed the factors affecting the compressive strength of the samples in order of the initial water content, cement, air foam and rejected fishing nets as well as determining the optimal composition for unconfined compression strength of reinforced lightweight soil.

Keywords: Reinforced lightweight soil, cement, air foam, dredged sediments, waste fishing net, unconfined compression strength.

1. Đặt vấn đề

Thực tế trong xây dựng công trình, một lượng lớn đất đã được nạo vét lên từ các kênh mương và

công trường xây dựng của các dự án cảng quy mô lớn. Hầu hết các loại đất nạo vét lên là đất sét có hàm lượng nước cao, quá yếu để sử dụng làm vật liệu san lấp nếu không trải qua các quá trình xử lý. Trước đây, đất nạo vét này thường được đổ tại các bãi thải ở biển. Tuy nhiên, điều này ngày càng trở nên khó khăn do các yếu tố về môi trường và yêu cầu về việc tái sử dụng đất nạo vét trong các dự án xây dựng cảng đang ngày càng cấp bách.

Phương pháp xử lý đất nhẹ gia cố với xi măng được phát triển ở Nhật Bản [1], [2] như một phương pháp tái sử dụng đất nạo vét thành vật liệu xây dựng. Đất nhẹ bao gồm đất sét từ quá trình nạo vét, xi măng và vật liệu làm nhẹ. Nhờ việc kết hợp các vật liệu làm nhẹ như bọt khí hoặc các hạt giãn nở polystyrol, nên trọng lượng riêng của đất nhẹ thường chỉ bằng khoảng 6-15 kN/m³ [1]. Đất nhẹ có trọng lượng thể tích tự nhiên thấp nhưng cường độ kháng cắt cao. Điều này làm cho đất nhẹ trở nên hữu ích như một vật liệu san lấp để bù đắp lại vấn đề chi phí cao, giảm tác động môi trường và giảm áp lực lên các lớp đất nền phía dưới. Lớp đất nhẹ gia cố này tương đối đồng nhất so với đất tự nhiên, và mật độ của nó có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi lượng bọt khí trộn với đất. Mật độ có xu hướng tăng nhờ phương pháp khử bọt khí trước khi đông cứng và cả áp lực nước trong quá trình đóng rắn dưới nước [3].

Đất nhẹ gia cố đã được sử dụng trong các ứng dụng khác nhau của các dự án xây dựng ven biển tại Nhật Bản để giảm tải trọng đối với các công trình ngầm và áp lực đất tác dụng lên các kết cấu tường chắn [4], [5].

Đất nhẹ gia cố (reinforced lightweight soil - RLS) sử dụng lưới đánh cá thải được phát triển để giải quyết việc tái chế cả đất nạo vét và lưới đánh cá bỏ đi. Tái sử dụng các vật liệu như dây cước, vải, sợi và lưới làm tăng khả năng kháng cắt của vật liệu composite và thay đổi tính giòn của chúng

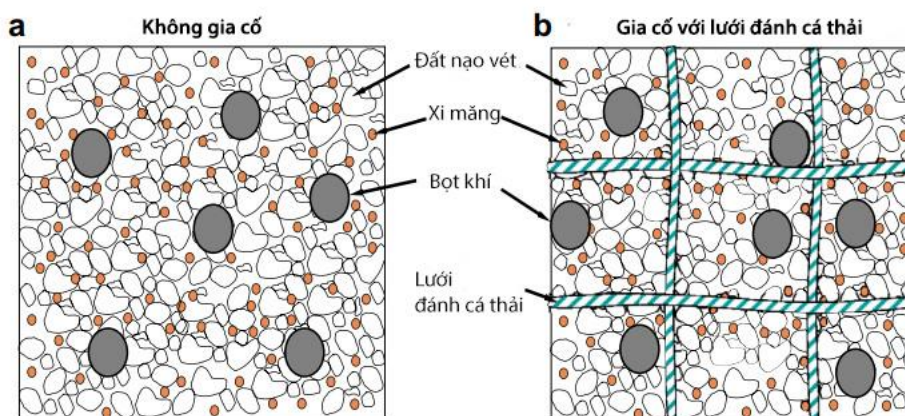
thành tính dẻo [6], [7]. Các nhà nghiên cứu đã xem xét ảnh hưởng của hàm lượng sợi đến độ bền cắt của cát bằng cách thử nghiệm cắt trực tiếp [8]. Kết quả nghiên cứu nhận được là cường độ kháng cắt và mô đun đàn hồi của cát được gia cố bằng sợi chỉ phụ thuộc vào số lượng sợi sử dụng chứ không phụ thuộc vào sự phân bố của sợi trong cát. Đồng thời, gia cố sợi có tác dụng làm tăng góc ma sát của đất.

Việc xem xét ảnh hưởng của thành phần hỗn hợp đất nhẹ gia cố đến cường độ kháng cắt cũng như cường độ kháng nén không nở hông cần được xem xét khi ứng dụng vật liệu trong xây dựng công trình. Do vậy, bài báo này dựa trên các kết quả thí nghiệm tham khảo sẽ phân tích ảnh hưởng thành phần của hỗn hợp bao gồm xi măng, bột khí, lưới đánh cá thải và hàm lượng nước trong đất ban đầu đến cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố.

2. Thu thập số liệu thí nghiệm

Các kết quả thí nghiệm dưới đây được mô tả trong nghiên cứu của Kim và cộng sự [9] và của Park [10].

2.1 Thành phần hỗn hợp của đất nhẹ gia cố



Hình 1. Sơ đồ: (a) đất không được gia cố và (b) đất nhẹ được gia cố bằng lưới đánh cá

2.2 Kết quả thí nghiệm

Mẫu thí nghiệm được chế bị với hỗn hợp có tỷ lệ thành phần khác nhau về hàm lượng xi măng, nước và bột khí đã trình bày trong bảng 1. Xi măng được thêm vào hỗn hợp đất ở bốn tỷ lệ khác nhau (8%, 12%, 16% và 20% trọng lượng của đất chưa được xử lý). Hàm lượng nước thay đổi từ 125% đến 250% và hàm lượng bột khí thay đổi từ 1% đến 5% trọng lượng của đất chưa được xử lý. Để đánh giá

Theo nghiên cứu của Kim và cộng sự [9], hình 1 minh họa sơ đồ cấu tạo của đất nhẹ gia cố và không gia cố. Để tăng cường độ kháng nén không nở hông của đất sét nạo vét cũng như tái sử dụng lưới đánh cá bỏ đi được thêm vào đất sét nạo vét như trong hình 1 (b). RLS bao gồm đất sét nạo vét, xi măng, bột khí và lưới đánh cá thải. Hàm lượng nước tự nhiên của đất sét nạo vét khoảng 125% và chỉ số dẻo 20,7%. Đất sét mềm từ quá trình nạo vét được phân loại là đất sét có độ dẻo thấp - CL, theo hệ thống phân loại đất USCS. Loại xi măng được sử dụng trong hỗn hợp này là loại xi măng Portland thông thường. Chất tạo bột loại protein có thể giãn nở khối lượng lên đến 20 lần được sử dụng cho hỗn hợp vật liệu nhẹ. Lưới đánh cá polyetylen, mắt lưới kích thước 2,2 x 2,2 cm, đường kính sợi lưới 0,8 mm, độ bền kéo khoảng 120 kN/m. Lưới đánh cá thải sẽ được cắt thành hình chữ nhật khoảng 5 x 4 cm để vừa với kích thước của hệ khuôn, được thêm vào và trộn bằng tay với hỗn hợp đất để đạt được độ đồng nhất tương đối. Sau đó, hỗn hợp này được cho vào hệ khuôn có đường kính 72 mm và cao 148 mm, sau đó được xử lý ở nhiệt độ không đổi $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

hiệu quả gia cố của lưới đánh cá thải đối với cường độ của đất nhẹ gia cố, lưới được đưa ngẫu nhiên vào hỗn hợp đất ở năm mức phần trăm khác nhau (0 đến 0,179% trọng lượng của đất chưa được xử lý). Các mẫu thí nghiệm được xác định cường độ nén sau 28 ngày.

Kết quả thí nghiệm của 51 mẫu thí nghiệm được trích dẫn tổng hợp từ nghiên cứu khác của Park [10] được trình bày theo bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm cường độ kháng nén không nở hông của mẫu đất nhẹ gia cố bằng xi măng, bọt khí và lưới đánh cá thải

STT	% Xi măng	% Hàm lượng nước	% Bọt khí	% Lưới đánh cá	qu (kN/m ²)
1	8	156	2	0	10,86
2	12	156	2	0	33,15
3	20	156	2	0	80,16
4	12	125	2	0	37,95
5	12	187	2	0	10,15
6	12	218	2	0	16,24
7	12	250	2	0	12,2
8	12	156	1	0	57,56
9	12	156	3	0	25,06
10	12	156	5	0	11,56
11	8	156	2	0,179	9,76
12	12	156	2	0,179	27,23
13	16	156	2	0,179	64,37
14	12	125	2	0,179	48,69
15	12	187	2	0,179	13,95
16	12	218	2	0,179	14,94
17	12	156	1	0,179	58,9
18	12	156	3	0,179	25,2
19	12	156	4	0,179	14,42
20	12	156	5	0,179	11,71
21	8	156	2	0,036	16,21
22	12	156	2	0,036	61,86
23	16	156	2	0,036	93,14
24	12	125	2	0,036	63,02
25	12	187	2	0,036	29,76
26	12	218	2	0,036	21,44
27	12	250	2	0,036	8,7
28	12	156	1	0,036	54,87
29	12	156	3	0,036	23,85
30	12	156	4	0,036	23,09
31	12	156	5	0,036	16,81
32	12	156	2	0,107	59,49
33	16	156	2	0,107	78,19
34	20	156	2	0,107	89,82
35	12	125	2	0,107	61,28
36	12	187	2	0,107	26,35
37	12	250	2	0,107	7,93
38	12	156	1	0,107	66,79
39	12	156	3	0,107	27,4
40	12	156	4	0,107	25,06
41	8	156	2	0,143	20,1
42	12	156	2	0,143	56,22
43	16	156	2	0,143	76,01
44	20	156	2	0,143	100,7
45	12	125	2	0,143	79
46	12	187	2	0,143	32,06
47	12	218	2	0,143	17,5
48	12	250	2	0,143	8,17
49	12	156	1	0,143	62,81
50	12	156	3	0,143	31,7
51	12	156	5	0,143	15,2

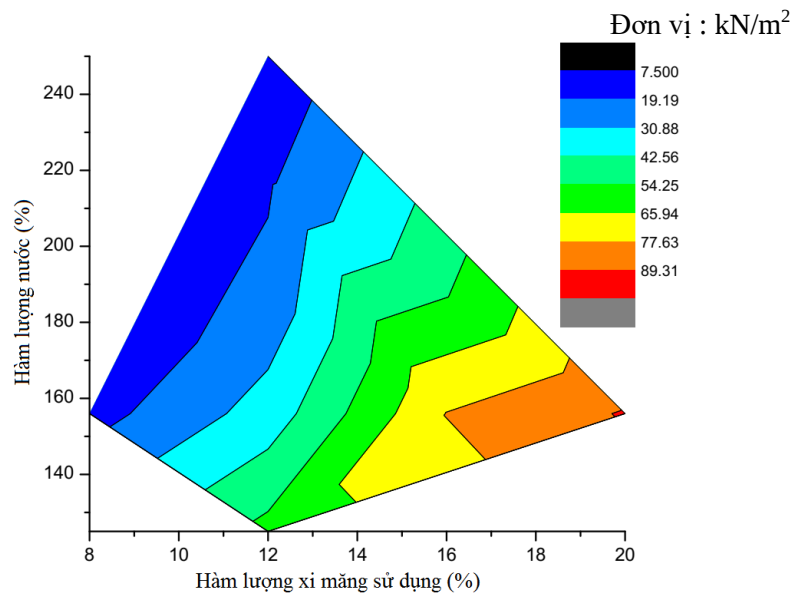
3. Kết quả và thảo luận

Cường độ kháng nén không nở hông của mẫu đất nhẹ gia cố theo hàm lượng xi măng sử dụng và hàm lượng nước ban đầu có trong bùn của các mẫu

thí nghiệm từ Bảng 1 được biểu diễn như Hình 2. Có thể nhận thấy lượng xi măng sử dụng càng nhiều thì cường độ kháng nén không nở hông càng cao, và ngược lại hàm lượng bùn ban đầu càng lớn thì

cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố càng thấp. Đồng thời, với hàm lượng nước ban

đầu thấp, cần sử dụng hàm lượng nước và lượng xi măng càng cao để đạt được cường độ cao.

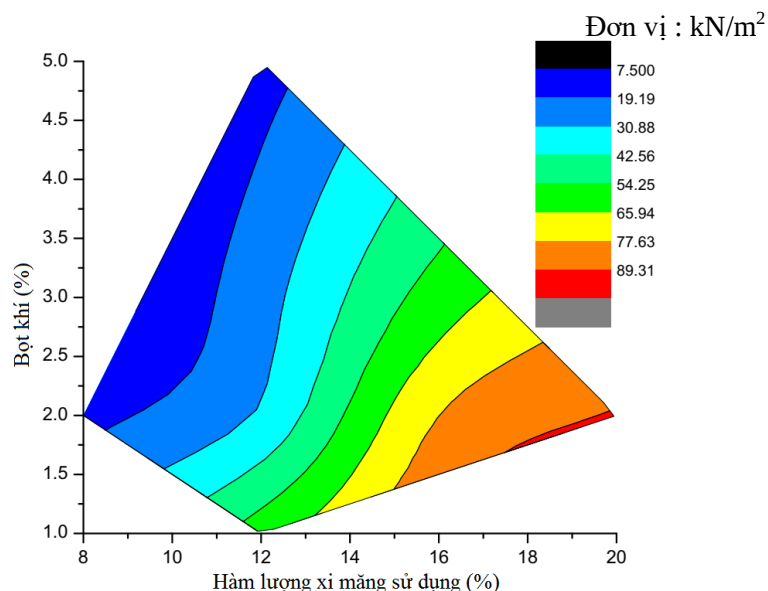


Hình 2. Cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố theo hàm lượng xi măng và hàm lượng nước có trong bùn ban đầu

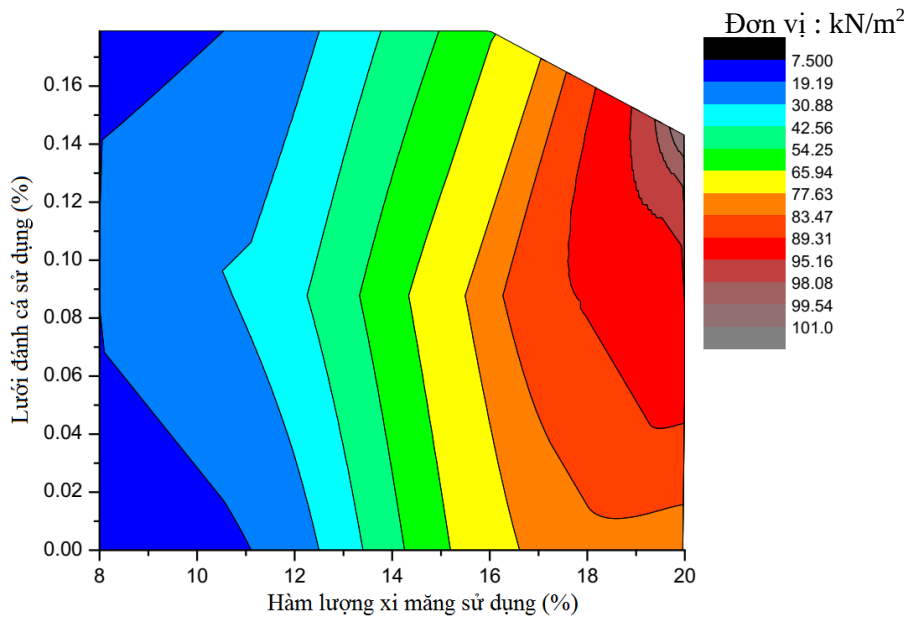
Tương tự như hàm lượng nước ban đầu, hàm lượng thể tích bọt khí cho vào hỗn hợp đất nhẹ gia cố càng lớn thì cường độ càng giảm và cần lượng xi măng lớn để nâng cao cường độ kháng nén không nở hông (hình 3). Có thể thấy rằng thể tích bọt khí sử dụng 2%, hàm lượng nước 156% với lượng xi măng sử dụng 12% cho một kết quả tiết kiệm và tối ưu trong việc sử dụng nguyên vật liệu và đạt được cường độ kháng nén không nở hông tương đối tốt.

Hình 4 cho ta thấy cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố theo hàm lượng xi

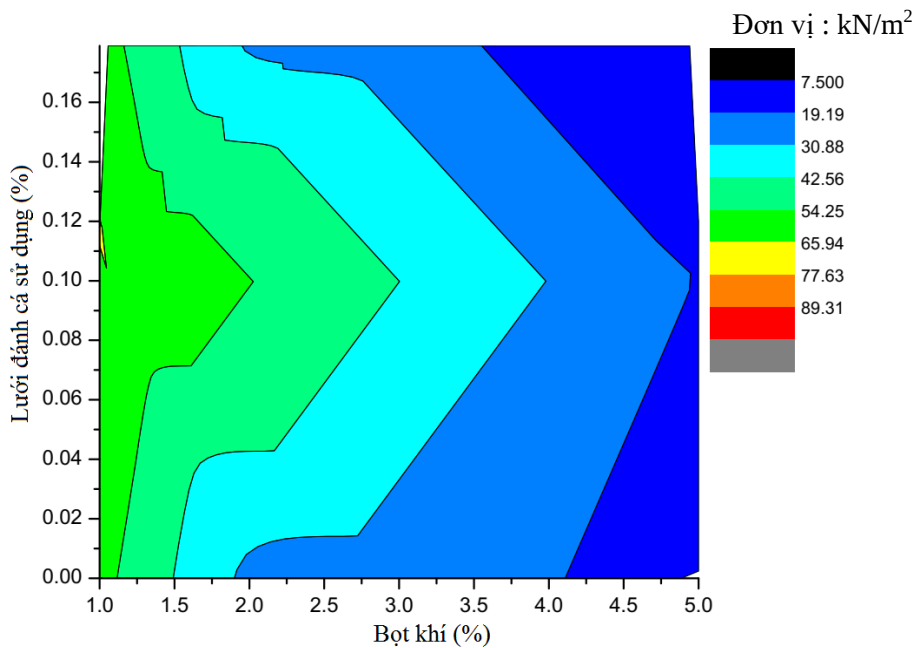
măng và lưới đánh cá thải sử dụng. Có thể nhận thấy rằng với việc sử dụng biểu đồ 3 chiều, hình 4 chỉ ra rằng hàm lượng lưới đánh cá thải sử dụng tối ưu là khoảng 0,1% với lượng xi măng sử dụng ít nhất nhưng cho cường độ kháng nén không nở hông tương đương. Theo biểu đồ cũng chỉ ra rằng sử dụng 0,14% lưới đánh cá cùng với 20% xi măng cho cường độ kháng nén không nở hông là lớn nhất. Việc sử dụng nhiều lưới đánh cá nằm ngoài khoảng tối ưu cũng sẽ không làm tăng cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố.



Hình 3. Cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố theo hàm lượng xi măng và thể tích bọt khí



Hình 4. Cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố theo hàm lượng xi măng và lưới đánh cá thải



Hình 5. Cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố theo hàm lượng thể tích bột khí và lưới đánh cá thải

Sử dụng thể tích bột khí nhiều ảnh hưởng lớn tới cường độ kháng nén không nở hông của mẫu dù có sử dụng nhiều lưới đánh cá (hình 5). Có thể thấy hai hỗn hợp lưới đánh cá và bột khí không ảnh hưởng lẫn nhau tới việc tăng cường độ kháng nén không nở hông như xi măng và hàm lượng nước ban đầu. Từ bốn biểu đồ trên cho thấy, ảnh hưởng của các yếu tố đến cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố lần lượt sẽ là hàm lượng nước ban đầu, hàm lượng xi măng, hàm lượng bột khí, hàm lượng lưới đánh cá thải. Tùy thuộc vào mục đích sử dụng từ đó xác định yêu cầu cần đạt của cường độ kháng nén không nở hông của đất

gia cố, sử dụng các biểu đồ trên có thể xác định được cấp phối tối ưu sử dụng cho đất gia cố.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày được việc sử dụng và tận dụng một số vật liệu phế thải vào sản xuất chế tạo đất nhẹ bao gồm: đất bùn nạo vét, xi măng, lưới đánh cá thải và bột khí.

Số liệu thí nghiệm xác định cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố được sưu tầm từ các bài báo xuất bản tại các tạp chí uy tín trên thế giới. Bằng việc sử dụng biểu đồ ba chiều, các yếu tố

ảnh hưởng đến cường độ kháng nén không nở hông của đất nhẹ gia cố đã được phân tích và đánh giá.

Việc sử dụng biểu đồ ba chiều có thể giúp xác định hàm lượng thành phần tối ưu trong việc thiết kế thành phần cho đất bùn gia cố bằng xi măng, bột khí và lưới đánh cá thải.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tsuchida., "Tsuchida, T., 1995. Super geo-material project in coastal zone. In: *Proceedings of the International Symposium on Ocean Space Utilization COSU'95, Yokohama*, pp. 22–31.,".
2. Tsuchida và cộng sự., "Tang, Y.X., Tsuchida, T., Shirai, A., Ogata, H., Shiozaki, K., 1996. Triaxial compression characteristics of super geo-material cured underwater. In: *Proceedings of the 31st Conference on Geotechnical Engineering*, pp. 2493–2494.,".
3. Tsuchida và Egashira., "Tsuchida, T., Egashira, K., 2004. The Lightweight Treated Soil Method New Geomaterials for Soft Ground Engineering in Coastal Areas. A.A. Balkema Publisher, London.,".
4. Tsuchida và cộng sự., "Tsuchida, T., Fujisaki, H., Makibuchi, M., Shinsha, H., Nagasaka, Y., Hikosaka, K., 2000. Use of light-weight treated soils made of waste soil in airport extension project. *Journal of Construction Management and Engineering, JSCE* 644 (VI-46), 3–23 (in Jap),".
5. Otani và cộng sự., "Otani, J., Mukunoki, T., Kikuchi, Y., 2002. Visualization for engineering property of in-situ light weight soils with air foams. *Soils and Foundations* 4 (3), 93–105.,".
6. Long và cộng sự., "Long, P.V., Bergado, D.T., Abuel-Naga, H.M., 2007. Geosynthetics reinforcement application for tsunami reconstruction: evaluation of interface parameters with silty sand and weathered clay. *Geotextiles and Geomembranes* 25 (4–5), 311–323.,".
7. Sawwaf., "Sawwaf, M.A.E., 2007. Behavior of strip footing on geogrid-reinforced sand over a soft clay slope. *Geotextiles and Geomembranes* 25 (1), 50–60.,".
8. Yetimoglu và Salbas., "Yetimoglu, T., Salbas, O., 2003. A study on shear strength of sands reinforced with randomly distributed discrete fibers. *Geotextiles and Geomembranes* 21, 103–110.,".
9. Y. T. Kim, H. J. Kim, and G. H. Lee (2008), "Mechanical behavior of lightweight soil reinforced with waste fishing net", *Geotextiles and Geomembranes*, vol. 26, no. 6, pp. 512–518, Dec., doi: 10.1016/j.geotextmem.2008.05.004.
10. H. I. Park and Y. T. Kim (2011), "Prediction of strength of reinforced lightweight soil using an artificial neural network", *Engineering Computations*, vol. 28, no. 5, pp. 600–615, Jan., doi: 10.1108/02644401111141037.

Ngày nhận bài: 27/4/2020.

Ngày nhận bài gửi lần cuối: 28/5/2020.