

# Phân tích thực nghiệm và FEM của vải địa kỹ thuật Geotube

Trần Thanh Hà<sup>1</sup>, Lê Nho Thiện<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Viện Công nghệ GTVT, trường Đại học Công nghệ GTVT

**TỪ KHOẢ**

Geotube  
Plaxis  
Phương pháp phần tử hữu hạn

**TÓM TẮT**

Bài báo này đề cập đến việc thực hiện thử nghiệm túi treo để tiêu nước bùn thải tại hồ Powai, Mumbai, Ấn Độ. Túi treo và sàn công tác được chế tạo tại phòng thử nghiệm vật liệu địa kỹ thuật tổng hợp tại IIT Bombay. Các tính chất của đất và vải địa kỹ thuật được báo cáo. Dựa trên thử nghiệm túi treo, tốc độ dòng chảy của vật liệu bùn và mực nước được ghi lại trong một khoảng thời gian cụ thể. Phân tích phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) sử dụng PLAXIS đã được sử dụng để phân tích ống địa kỹ thuật vải địa kỹ thuật. Kết quả thử nghiệm cho thấy việc lựa chọn đúng loại ống địa kỹ thuật và vật liệu lấp đầy là rất quan trọng tại hiện trường cho dự án.

**KEYWORDS**

Geotube  
Plaxis  
FEM

**ABSTRACT**

The present paper addresses the performance of a hanging bag test for dewatering of slurry sludge at Powai Lake, Mumbai, India. The hanging bag and working platform were fabricated at the geosynthetics testing laboratory at IIT Bombay. The properties of soil and geotextile geotube are reported. Based on the hanging bag test, the flowrate of slurry material and water level are recorded at a specific time period. The finite element method (FEM) analysis using PLAXIS was used for the analysis of the geotextile geotube. The test results show that proper selection of geotube and filling material is very important at the site for the project.

**1. Giới thiệu**

Khái niệm geotube không phải là mới. Nhiều người đã dùng bao đay chứa đầy cát để bảo vệ đập khỏi lũ lụt. Geotube có thể được sử dụng để bảo vệ bờ biển, kiểm soát xói lở, tiêu nước bùn thải đô thị và nhà máy xử lý nước uống, nhà máy giấy và bột giấy, ao nuôi trồng thủy sản và nông nghiệp. Hệ thống này không đắt tiền. Thật dễ dàng để xử lý nước cống / bùn. Koerner và Koerner (2006 & 2010), Leshchinsky và cộng sự (1996), Pilarczyk (2000) và Heibaum (2010) đã thực hiện nhiều công trình khác nhau về geotube. Trong bài báo này, ống địa kỹ thuật và khung đã được chế tạo và thử nghiệm điển hình đã được tiến hành và kết quả được ghi lại. Sau đó FEM trên ống vải địa kỹ thuật cũng được báo cáo.

Đặc tính của đất hồ powai là: hàm lượng nước = 41 %, trọng lượng riêng = 2,74, giới hạn chảy = 53,38 %, giới hạn dẻo = 30,78 %, chỉ số dẻo = 22,59, hàm lượng độ ẩm tối ưu = 27,37 % và dung trọng khô = 18,56 kN/m<sup>3</sup>.

Các đặc tính của vải địa kỹ thuật dệt polyester đa sợi là: khối lượng = 338 gm/m<sup>2</sup>, độ dày = 0,0975 mm, độ bền kéo chiều rộng = 136 × 48 kN/m, độ giãn = 13 × 8 %, độ rách hình thang = 0,75 × 0,38 kN, độ bền đâm thủng = 0,95 kN, độ thấm = 0,0224 s<sup>-1</sup>.

**2. Thử nghiệm túi treo**

**2.1. Quy trình thí nghiệm**

Thiết bị tiến hành thử nghiệm được chế tạo tại phòng thí nghiệm thử nghiệm địa kỹ thuật tổng hợp tại IIT Bombay và kích thước của túi vải địa kỹ thuật lớn cũng được chế tạo bằng cách khâu vải địa kỹ thuật ở phía dưới và mặt bên của túi như trong Hình 1.

Quy trình được áp dụng cho thử nghiệm túi treo trong nghiên cứu này tuân theo GRI-GT14(2004). Việc thí nghiệm được tiến hành theo cách sau:

(1). Cân bằng thiết lập thử nghiệm túi treo sao cho đảm bảo sự sắp xếp hợp lý.

(2). Túi vải địa kỹ thuật ướt được gắn vào bộ thí nghiệm túi treo được thiết lập bằng hệ thống mặt bích gồm 8 bu lông kim loại được gắn ở đầu bộ thí nghiệm túi treo.

(3). Việc chuẩn bị bùn bao gồm tỷ lệ nước và chất rắn (w/s) bằng 3,0. Trộn vật liệu đất bằng máy khuấy để thu được hỗn hợp sệt đồng nhất, thêm phèn làm chất keo tụ với liều lượng 133 ppm như trong Hình 2.

(4). Một khay thép không gỉ có kích thước sâu 175 mm và đường kính 60 cm được đặt dưới túi để thu nước thải và một số trầm tích mịn như trong Hình 3 và 4.

(5). Ghi lại thời điểm mực nước giảm đi 7,5 cm. Tiếp tục ghi lại thời gian cho mỗi lần tăng 7,5 cm khi mực nước trong túi giảm từ trạng thái ban đầu xuống chiều cao 72 cm cho đến khi nước ngừng chảy ra khỏi túi vải địa kỹ thuật.

(6). Thu thập các trầm tích đi qua vải địa kỹ thuật từ chảo thép không gỉ ở đáy túi treo trong toàn bộ quá trình thử nghiệm và phân tích kích thước hạt được thực hiện.

\*Liên hệ tác giả: thienln@utt.edu.vn

Nhận ngày 16/04/2024, sửa xong ngày 29/05/2024, chấp nhận đăng ngày 14/06/2024

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2024.710>

(7). Lọc nước theo thời gian, 1 phút, 10 phút, 30 phút được thu vào chai kín để có thể kiểm tra chất lượng tiêu nước qua vải địa kỹ thuật. Việc tiêu nước trầm tích hoặc vật liệu nạo vét từ túi vải địa kỹ thuật cũng được thu thập để kiểm tra môi trường. Các quan sát về nước đen và nước sạch được so sánh trước và sau khi thử nghiệm được thể hiện trong Hình 5.

(8). Cắt túi vải địa kỹ thuật để kiểm tra chất lắng bên trong túi vải địa kỹ thuật như trong Hình 6. Một mẫu đại diện từ vật liệu đất đã tiêu nước được giữ lại bên trong túi được thu thập để xác định độ ẩm và mật độ trong phòng thí nghiệm.



Hình 1. Thiết bị thí nghiệm túi treo.



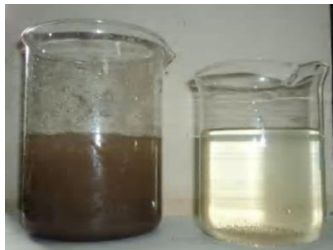
Hình 2. Chất keo tụ được thêm vào bùn.



Hình 3. Thu gom nước thải và cặn mịn khi bắt đầu thử nghiệm.



Hình 4. Thu gom nước thải và cặn mịn khi kết thúc thử nghiệm.



Hình 5. Mẫu được lấy - (a) Trước và (b) Sau xét nghiệm.



Hình 6. Sự hình thành chất lắng bên trong Geotube.

2.2. Kết quả và thảo luận

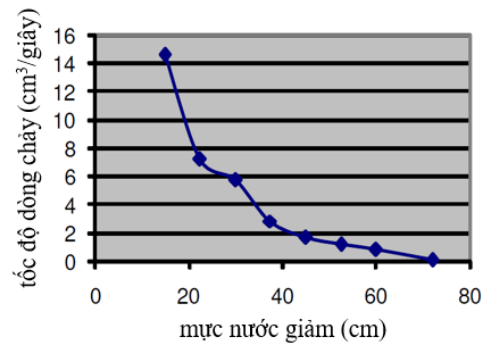
Bảng 1 trình bày kết quả thử nghiệm túi treo với vải địa kỹ thuật dệt sợi polyester với bùn hồ Powai.

Trong đó,  $t_0$  = thời gian đổ đầy túi = 9,50 phút,  $t_e$  = thời gian đã trôi qua,  $t_i = t_e - t_0$  = thời gian khởi tạo,  $t_i'$  = thời gian khởi tạo đã sửa đổi và  $t_r$  = thời gian tăng dần.

Bảng 1. Kết quả thử nghiệm túi treo.

Mức nước giảm, cm	$t_e$ , min	$t_i$ , min	$t_i'$ , min	$t_r$ , min	Tốc độ dòng chảy, $cm^3/s$
7,5	2,24	-7,26	0	-	-
15	9,30	-0,20	7,06	7,06	14,66
22,5	23,29	13,79	21,29	14,2	7,27
30	41,10	31,6	39,1	17,8	5,81
37,5	77,20	67,7	75,2	36,1	2,86
45	138,3	128,8	136,3	61,1	1,69
52,5	221,5	212,0	219,5	83,2	1,24
60	340,4	330,9	338,4	118	0,87
72	1060	1050	1058	712	0,14

Hình 7 cho thấy mối quan hệ giữa tốc độ dòng chảy và mực nước từ thử nghiệm túi treo.



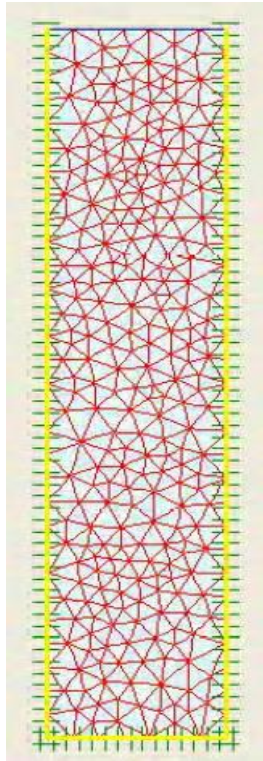
Hình 7. Mối quan hệ giữa tốc độ dòng chảy và mực nước giảm.

Hình 7 cho thấy độ sâu của bùn giảm dần tới 72 cm so với trạng thái ban đầu của bùn. Vì đất có chỉ số dẻo cao nên chất lắng dày đặc được hình thành bên trong ống vải địa kỹ thuật. Kết quả là quá trình tiêu nước bị chậm lại. Do đó tốc độ dòng chảy không cao. Đôi khi, chất keo tụ được thêm vào cùng với bùn để đạt được hiệu quả tiêu nước tốt hơn của ống địa kỹ thuật.

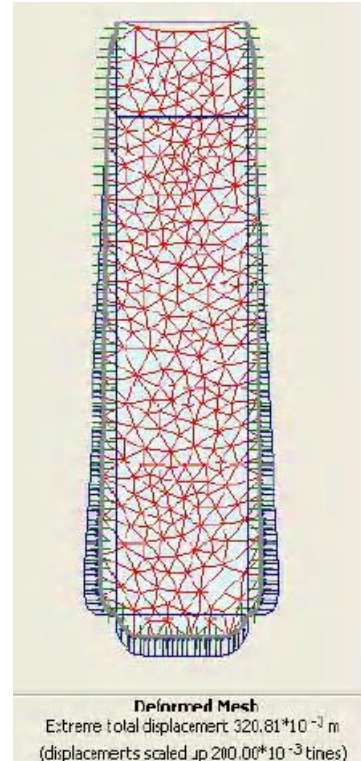
Thử nghiệm túi treo rất hữu ích cho việc lựa chọn và chức năng thích hợp của ống địa kỹ thuật để loại bỏ dòng chảy bao bì theo thời gian. Kích thước lỗ hở biểu kiến và độ thấm của vải địa kỹ thuật không chỉ là thông số mà việc kiểm tra túi treo cũng là yêu cầu bắt buộc đối với việc thiết kế ống địa kỹ thuật đối với các nhà thiết kế và nhà thầu. Thử nghiệm túi treo lớn có thể mô phỏng thử nghiệm hiện trường. Trước khi thi công thành công, bắt buộc phải có ít nhất một cuộc thí nghiệm vải địa kỹ thuật túi treo để kiểm soát chất lượng và đảm bảo chất lượng.

3. Phân tích phần tử hữu hạn

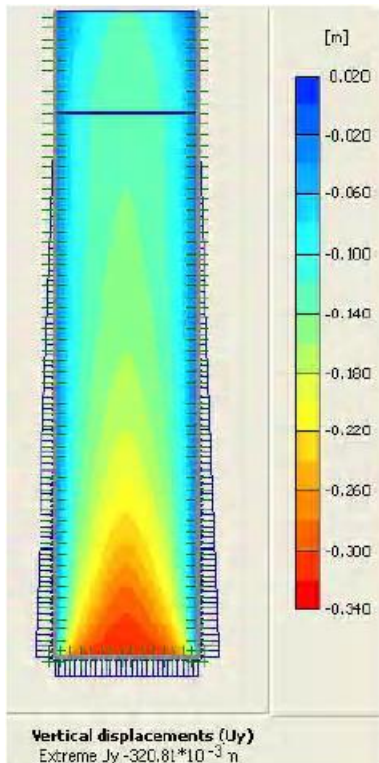
Một phân tích phần tử hữu hạn cũng đã được đánh giá bằng PLAXIS. Lưới không biến dạng và biến dạng của túi treo được thể hiện tương ứng trên Hình 8 và Hình 9. Hình 10 và 11 cho thấy sự dịch chuyển gia tăng theo chiều dọc và chiều dọc của ống địa kỹ thuật.



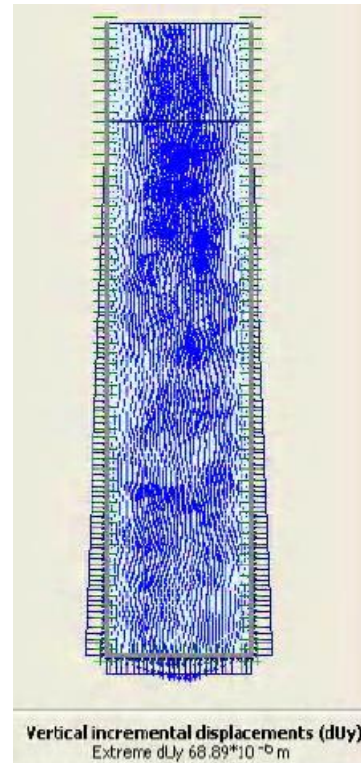
Hình 8. Lưới Geotube không biến dạng.



Hình 9. Lưới Geotube bị biến dạng.



Hình 10. Chuyển vị thẳng đứng thu được bằng phân tích phần tử hữu hạn.



Hình 11. Chuyển vị tăng dần theo chiều dọc thu được bằng phân tích phần tử hữu hạn.

Từ thí nghiệm túi treo kết quả chuyển vị thẳng đứng của ống địa kỹ thuật phù hợp với kết quả thu được từ phương pháp phần tử hữu hạn.

#### 4. Kết luận

Thử nghiệm túi treo mang lại sự tự tin cho việc lựa chọn loại vải địa kỹ thuật thích hợp để tiêu nước và bảo vệ bờ biển. Tốc độ dòng chảy là thông số rất quan trọng. Thử nghiệm có thể đưa ra ý tưởng về việc lựa chọn chính xác ống vải địa kỹ thuật dựa trên vật liệu được lắp đầy tại chỗ. Thử nghiệm ống địa kỹ thuật không dựa vào kích thước lỗ mở biểu kiến. Phân tích phần tử hữu hạn cho thấy sự tập trung ứng suất ở đáy của ống địa kỹ thuật.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Broere, W. and Brinkgreve R.(2004). Plaxis manual, Plaxis.
- [2]. GRI-GT 14 (2004). Standard test method for hanging bag test for field assesment of fabrics used for geotextile tubes and containers, GSI, Folsom, Pennsylvania.
- [3]. Heibaum, M. (2010). Tests on geosynthetics used in waterways, 9th international conference on geosynthetics, Guarujá, Brazil, 3, 1197-1200.
- [4]. Koerner, G. R., and Koerner, R.M. (2006). Geotextile tube assessment using a hanging bag test. Geotextile and Geomembranes, 24, 129-137.
- [5]. Koerner, G. R. and Koerner, R.M. (2010). Performance test for the selection of fabric and additives when used as a geotextile bag, containers and tubes, Geotechnical testing journal, 3, 1-7.
- [6]. Leshchinsky, D., Leshchinsky, O., Ling, H.I. and Gilbert, D.A. (1996). Geosynthetic tubes for confining pressurized slurries. Journal of geotechnical engineering, ASCE, 122(8), 682-690.
- [7]. Pilarczyk, K.W. (2000). Geosynthetic and geosystem in hydraulic and coastal engineering. A.A. Balkema Publisher, Rotterdam, The Netherlands.