

# NGHIÊN CỨU CHỐNG THẨM CHO ĐẬP ĐẤT VÀ NỀN BẰNG MÀNG CHỐNG THẨM HDPE

**Lê Thị Huệ**

*Trường Đại học Lâm nghiệp*

## TÓM TẮT

Từ thực tế thiết kế, thi công, sử dụng và khắc phục sự cố, có thể thấy sự cố đập đất thường có các dạng như: sự cố mất ổn định về thấm phát triển trong nền và thân đập gây vỡ đập, sạt mái thượng lưu, sạt mái hạ lưu, tràn nước qua đỉnh đập và vỡ đập bắt nguồn từ sự cố các công trình khác. Một trong những nguyên nhân chính gây ra là do dòng thấm trong thân đập và nền. Với loại công trình đầu mối này đã tồn tại rất nhiều hình thức chống thấm, chúng khác nhau về vật liệu và giải pháp công trình. Bài viết giới thiệu vật liệu mới chống thấm cho thân đập và nền đặc biệt với nền thấm mạnh và tầng thấm dày đó là màng chống thấm HDPE. Đồng thời nghiên cứu sự phụ thuộc của chiều dài sân phủ vào 2 yếu tố là hệ số thấm của nền và chiều dày tầng thấm từ đó tạo cơ sở khoa học trong việc lựa chọn chiều dài sân phủ (chiều dài màng chống thấm HDPE) cũng như biện pháp chống thấm cho đập và nền hợp lý về mặt kinh tế và kỹ thuật.

**Từ khóa:** chống thấm, đập đất, màng chống thấm HDPE, màng địa kỹ thuật, sân phủ, thấm.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Với hồ chứa có đập tạo hồ chủ yếu là dùng vật liệu đất đắp (đập đất) trên nền thấm nước thì vấn đề thấm qua công trình là không tránh khỏi, đặc biệt là khi xây dựng đập trên nền bồi tích ven biển có chiều dày cát, cuội, sỏi lớn, hệ số thấm cao và biện pháp chống thấm truyền thống như: tường nghiêng kết hợp sân phủ bằng đất sét không triệt để. Do đó, qua thời gian sử dụng, do nhiều nguyên nhân khác nhau hoặc đôi khi do tổng hợp các nguyên nhân đã có một số công trình xảy ra sự cố. Quá trình

tim hiểu nguyên nhân các sự cố xảy ra với đập đất thì một trong những lý do chính là dòng thấm trong thân đập và qua nền đập hoặc qua các vai đập. Các hồ đập nhỏ ở Việt Nam phần lớn được xây dựng từ những năm 80 của thế kỷ trước, lúc này do trình độ thiết kế, thi công cũng như vật liệu chống thấm còn nhiều hạn chế, nhiều đập sau một thời gian làm việc thường bộc lộ các hiện tượng thiếu ổn định thấm như rò rỉ, mạch đùn, điển hình như Chánh Hùng (1985), Thạch Khê (1987), Núi Một (1998)...

**Bảng 1. Hiện trạng các đập đất phân chia theo nguyên nhân sự cố**

TT	Loại đập tạo hồ	Sạt mái thượng lưu (%)	Đỉnh đập thấp so thiết kế (%)	Thấm (%)
1	Loại lớn	33,3	0	31,11
2	Loại vừa	47,0	19,0	16,67
3	Loại nhỏ	29,2	19,8	18,75
4	Loại rất nhỏ	12,8	5,0	10,69
<b>Bình quân</b>		<b>30,58</b>	<b>10,95</b>	<b>19,31</b>

Qua bảng 1 cho thấy hiện tượng thấm xảy ra với loại đập lớn là lớn nhất (31,11%), hiện tượng sạt mái loại đập vừa bị sự cố là lớn nhất (47,0%), hiện tượng lũ tràn qua đỉnh thì loại đập loại nhỏ là chiếm tỷ lệ cao nhất (19,8%).

Do vậy việc nghiên cứu giải pháp chống thấm cho đập đất đắp trên nền có tầng thấm dày ( $T \geq 8$  m) bằng vật liệu mới như màng chống thấm HDPE là rất cần thiết nhằm đem lại hiệu quả kinh tế, kỹ thuật cao, với mục tiêu là phải đảm bảo các tiêu chuẩn về ổn định thấm và xói

ngâm, hạn chế lưu lượng thấm mất nước.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Màng chống thấm HDPE là màng polyme tổng hợp ở dạng cuộn hoặc tấm, mỏng, dễ uốn, có hệ số thấm rất thấp, được sử dụng để chống thấm cho công trình. Thành phần cấu tạo màng chống thấm HDPE (High Density Polyethylene) có thành phần cơ bản gồm: 95 ÷ 97% polyme; 2,0 ÷ 2,7% bột than; còn lại là chất chống tia cực tím, chất chống oxy hoá và chất ổn định

nhiệt.

Màng chống thấm HDPE có những đặc chính như: Hệ số thấm rất thấp  $K_{th} = 10^{-12} \div 10^{-16}$  cm/s; Mềm dẻo, độ đàn hồi lớn, dễ lắp đặt trong các địa hình phức tạp; Có khả năng chịu kéo và sức kháng xuyên thủng tốt; Không bị tác động bởi các loại hoá chất và sinh vật, có tính trơ với kiềm, dầu và các loại chất thải khác; Không gây tác hại môi trường, có thể lót chống thấm cho hồ chứa nước uống; Sản phẩm được thi công theo phương pháp hàn nhiệt mối hàn kép, hoặc hàn đùn thi công kỹ thuật phân ống xuyên; Vật liệu được sản xuất từ hạt nhựa HDPE nguyên sinh có phụ gia chống lão hóa, chống tia cực tím, kháng hoá chất, có tuổi thọ thiết kế khoảng 50 năm; Có khả năng kháng tia tử ngoại (UV), chịu được hóa chất.

Với công trình là đập đất ta sử dụng màng chống thấm HDPE nhằm mục đích: Hạn chế lưu lượng thấm của đập; Giảm áp lực thấm dưới bản đáy để tăng ổn định cho công trình; Giảm gradient thấm ở cửa ra để tránh các biến hình thấm cho đất nền.

Hiện nay màng chống thấm HDPE đã được ứng dụng rộng rãi ở một số dự án: làm lớp lót đáy chống thấm cho các nhà máy thải xỉ, bãi chôn lấp rác, nhà máy hoá chất, phân bón, ngăn các loại hoá chất độc hại thấm thấu làm ô nhiễm nguồn nước ngầm (Bãi thải xỉ nhiệt điện Mông Dương 2, Quảng Ninh; Bãi rác Lương Hòa, Nha Trang; Bãi rác Sơn Tây, Hà Nội; Khu xử lý chất thải rắn Phước Hiệp, Củ Chi, TP Hồ Chí Minh; Bãi rác hồ xử lý nước thải Đà Nẵng); Lót đáy và mái hồ nuôi thủy sản, chống thấm hồ cảnh quan, hồ sân Golf, hồ chứa nước khu công nghiệp (Hồ nuôi tôm Phú Vang, Thừa Thiên Huế; Hồ nuôi tôm tại Thanh Hóa; Hồ nuôi tôm Cát Hải, Bình Định; Hồ sân Golf, hồ cảnh quan Vinpearl Phú Quốc; Công trình hồ bùn đỏ - Nhà máy Alumin Nhân Cơ, Đắk Nông; Nhà máy Nhiệt điện Nông Sơn - Quảng Nam); làm màng phủ nổi hầm Biogas (Hồ Biogas Sóc Trăng).

## **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết và phương pháp điều tra khảo sát thực tế để thu

thập thông tin đặc thù về các đối tượng liên quan như: đập đất, nền, màng chống thấm HDPE. Trên cơ sở đó sử dụng phương pháp hệ thống hóa một cách khoa học, logic đồng thời áp dụng phương pháp mô hình toán thông qua phần mềm tính toán để giải bài toán thấm của đập khi lựa chọn giải pháp chống thấm bằng màng HDPE.

Cụ thể để giải bài toán thấm này ta sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn. Đây là một phương pháp rất tổng quát và hữu hiệu, cho lời giải rất chính xác đối với các bài toán kỹ thuật khác nhau, cho phép giải các bài toán thấm có: miền tính toán có dạng bất kỳ, kể cả điểm góc, có điều kiện biên bất kỳ và miền thấm có thể đồng chất hoặc không đồng chất. Với sự hỗ trợ của máy tính điện tử, phương pháp phần tử hữu hạn đã trở thành thông dụng và là một công cụ mạnh để giải các loại bài toán thấm khác nhau: có áp và không áp, ổn định và không ổn định, phẳng và không gian...

Sử dụng phần mềm GeoStudio, Modul Seep/W của Canada để giải quyết bài toán thấm. Bộ phần mềm GeoStudio 2012 là phiên bản nâng cấp của Geo-Slope V.5 được lập bởi GEO-Slope International Ltd – Canada, là phần mềm thương mại đã được quốc tế hoá, phần mềm gồm có 8 chương trình con và có khả năng mô phỏng các bài toán trong địa kỹ thuật và địa môi trường. Modul SEEP/W là phần mềm phần tử hữu hạn được dùng để mô hình hoá chuyển động của nước và phân bố áp lực nước lỗ rỗng trong môi trường đất đá. SEEP/W có thể phân tích các bài toán: Dòng thấm có áp, dòng thấm không áp, ngầm do mưa, thấm từ bồn chứa, áp lực nước lỗ rỗng dư, thấm ổn định và không ổn định, thấm cho đất bão hoà và đất không bão hoà...

## **3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

### **3.1. Nghiên cứu xác định chiều dài màng chống thấm HDPE (Ls)**

#### **3.1.1. Tiêu chí lựa chọn chiều dài màng chống thấm HDPE và số liệu đầu vào 1**

*a. Tiêu chí lựa chọn chiều dài màng chống thấm HDPE*

Trị số chiều dài màng HDPE (chiều dài sân

trước hay sâu phủ)  $L_s$  được xác định bằng cách lấy theo trị số lớn theo 2 điều kiện là không chế lưu lượng thấm qua mặt cắt đập và không

$$+ q \leq q_{cp}$$

$$+ q_{cp} = \frac{Q_{cp}}{L_d}$$

Thường lấy  $K_t = 1\%$  đến  $2\%$ ;  $W_h$ : dung tích hồ chứa ứng với MNDBT;  $T = 30$  ngày.

Không chế gradien J:  $J \leq J_{cp}$ .

Các trị số giới hạn  $q_{cp}$  và  $J_{cp}$  với trường hợp điển hình của Hồ chứa nước Chánh Hùng để so sánh lựa chọn các thông số màng chống thấm HDPE:

$$V_h = 2,959 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (ứng với MNDBT)}$$

$L_d = 541$  m (chiều dài đập đất ứng với MNDBT)

$Q_{cp} = 11,41 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$  và  $q_{cp} = 2,11 \times 10^{-5} \text{ (m}^3/\text{s. m)}$  (lấy  $K_t = 1\%$ )

Với đất thân đập là đất á sét:  $[J_d] = 0,85$  (công trình cấp III), theo TCVN 8216:2009 [Tiêu chuẩn thiết kế đập đất đập nén].

Với đất nền là á sét:  $[J_n] = 0,45$ ; cát hạt trung:  $[J_n] = 0,28$  (công trình cấp III), theo TCVN

4253:2012 [Công trình thủy lợi - Nền và các công trình thủy công].

Với đất đắp sân phủ đập là đất á sét:  $[J_{spd}] = 10,0$  (công trình cấp III), theo TCVN

8216:2009 [Tiêu chuẩn thiết kế đập đất đập nén].

Với sân phủ đập là màng chống thấm

chế gradien J cụ thể như sau:

Không chế lưu lượng thấm qua mặt cắt đập theo các công thức:

$$+ Q_{cp} = \frac{W_{cp}}{T}$$

$$+ W_{cp} = K_t \cdot W_h$$

HDPE:  $[J_{HDPE}] = 15,0$  (lấy bằng gradient cho phép của đất sét làm sân phủ, theo TCVN 8216:2009 [Tiêu chuẩn thiết kế đập đất đập nén]). Hạ lưu đập có thiết bị tiêu nước kiểu lắng trụ đá đò:  $[J_{ra}] = 0,6$  (công trình cấp III), theo TCVN 4253:2012 [Công trình thủy lợi - Nền và các công trình thủy công].

b. Các số liệu đầu vào và các trường hợp tính

Các thông số tính toán lấy theo số liệu tổng hợp với đập đất đã xây dựng ở Việt Nam thường gặp:

- Bề rộng đỉnh đập:  $B = 5$  m.

- Chiều cao đập:  $H_d = 15$  m.

- Mái đập thượng lưu:  $m_1 = 2,75$ .

- Mái đập hạ lưu:  $m_2 = 2,50$ .

- Cột nước trước đập:  $H_1 = H_d - \lambda$ , (lấy  $\lambda = 3$  m)  $= 15 - 3 = 12$  m

- Lắng trụ thoát nước:  $H_{TL} = 0,2H_d$ ;  $b' = 2$  m;  $m_1' = m_2' = 2$ .

- Chiều dày tầng thấm:  $T = 8$  m;  $11$  m;  $14$  m.

- Hệ số thấm nền:  $K_n = \eta \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ . ( $\eta = 1; 1,5; 2$ ).

- Hệ số thấm của đất đắp đập:  $K_d = 10^{-5} \text{ m/s}$ .

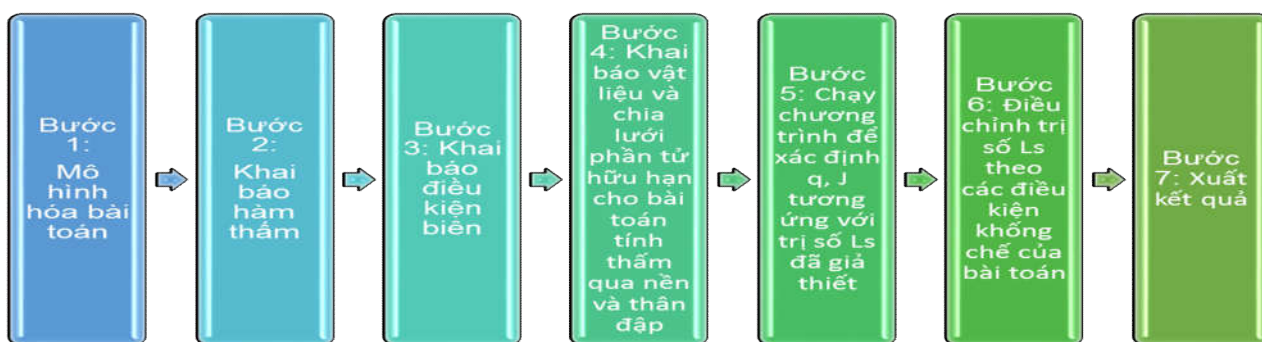
- Tổng hợp các trường hợp tính toán như trong bảng 2.

**Bảng 2. Tổng hợp các trường hợp tính thấm**

Trường hợp tính	$H_d$ (m)	T(m)	$K_n$ ( $10^{-5}$ m/s)
1	15	8	1,0
2	15	8	1,5
3	15	8	2,0
4	15	11	1,0
5	15	11	1,5
6	15	11	2,0
7	15	14	1,0
8	15	14	1,5
9	15	14	2,0

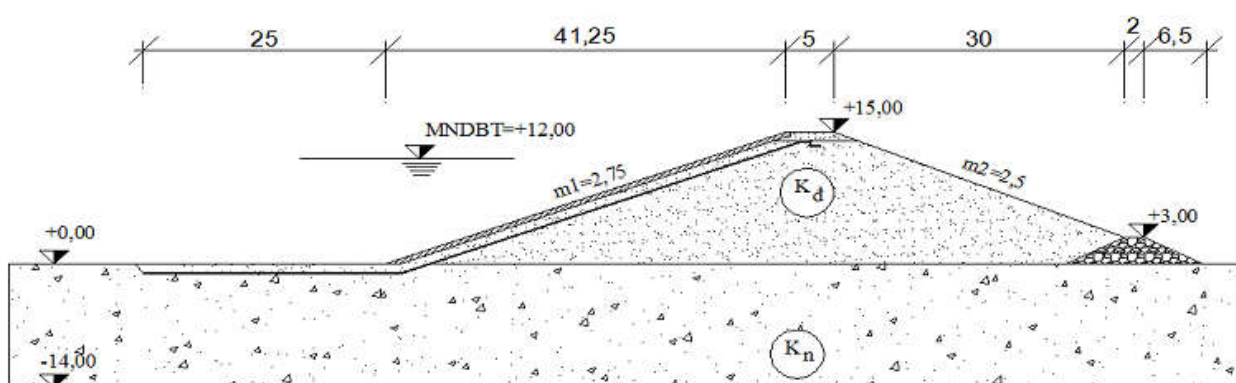
### 3.1.2. Trình tự tính toán ứng với một trường hợp

Ta có trình tự tính toán tương ứng với 1 trường hợp tính ở bảng 2 như ở hình 1.



Hình 1. Trình tự tính toán

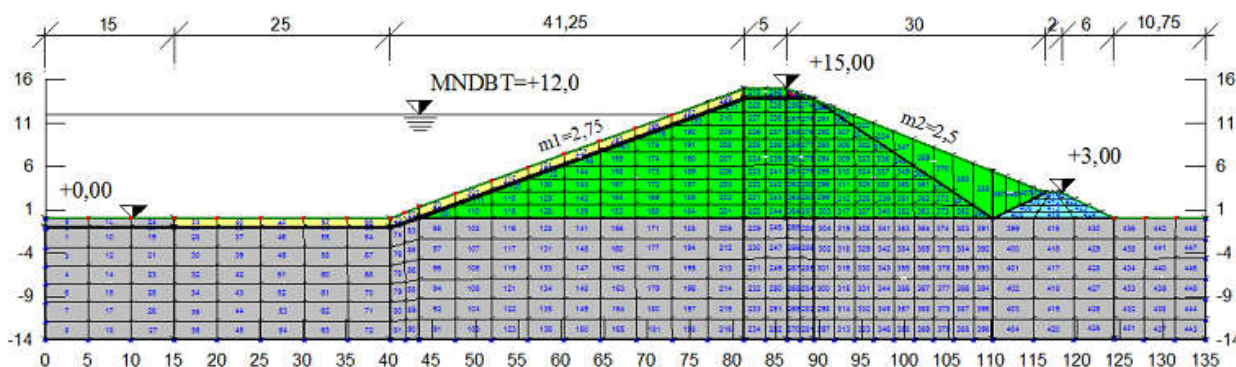
Kết quả bước 1: Mô hình tính toán cho 1 trường hợp tính ở bảng 2 được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Mô hình tính toán

Kết quả bước 4: Trình bày lưới phần tử hữu hạn của bài toán tính thấm qua nền và thân đập (hình 3). Lưới phần tử có dạng hình tứ giác và

tam giác. Đồng thời khai báo vật liệu nền, thân đập, vật liệu chống thấm, lăng trụ thoát nước.



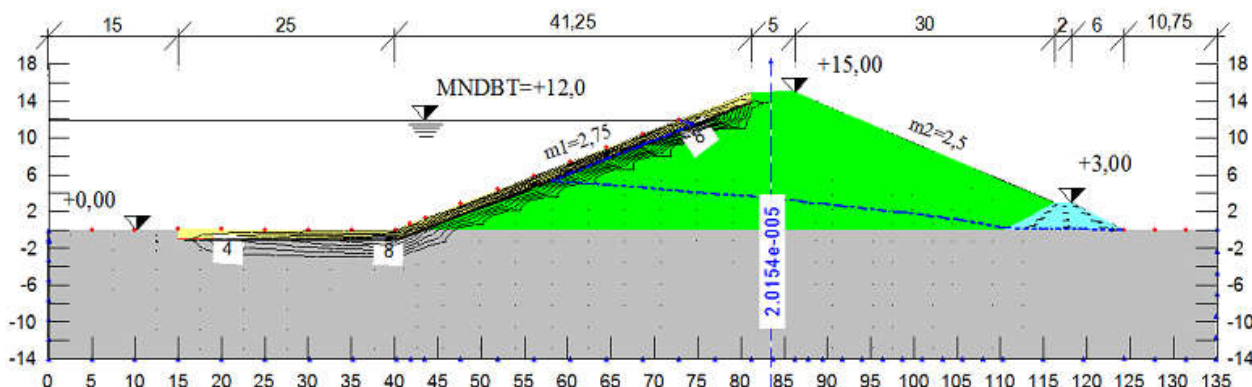
Hình 3. Sơ đồ chia lưới phần tử và khai báo vật liệu

Các hướng điều chỉnh ở bước 6:

- Nếu  $J_{max} = J_{cp}$ ;  $q = q_{cp}$  chọn ngay giá trị  $L_s$  giả thiết;
- Nếu  $J_{max} < J_{cp}$ ;  $q = q_{cp}$  chọn ngay giá trị  $L_s$  giả thiết;
- Nếu  $J_{max} = J_{cp}$ ;  $q < q_{cp}$  chọn ngay giá trị  $L_s$  giả thiết;

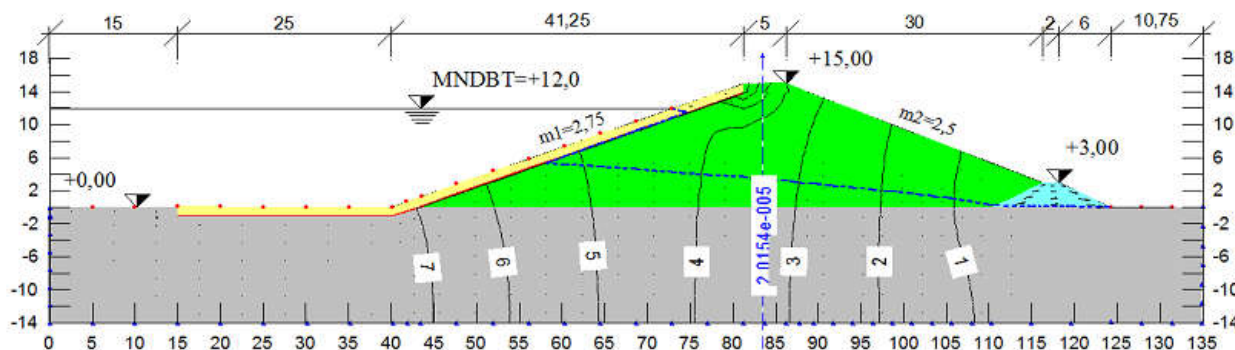
- Nếu  $q > q_{cp}$  giả thiết lại chiều dài sân phủ (tăng  $L_s$  cho đến khi đạt  $q \approx q_{cp}$ );
- Nếu  $J_{max} > J_{cp}$  giả thiết lại chiều dài sân phủ (tăng  $L_s$  cho đến khi đạt  $J \approx J_{cp}$ );
- Nếu  $J_{max} < J_{cp}$ ;  $q < q_{cp}$  giả thiết lại chiều dài sân phủ (giảm  $L_s$  cho đến khi đạt được một trong các điều kiện không chế).

Kết quả bước 7: Sau khi tìm được chiều dài toán thể hiện như hình 4. sân phủ phù hợp  $L_s = 25$  m ta có kết quả tính



Hình 4. Kết quả lưu lượng thấm (q), gradient (J) tương ứng với trị số  $L_s$

Kết quả đường đẳng cột nước được biểu diễn ở hình 5.



Hình 5. Sơ đồ đường đẳng cột nước

*Nhận xét:* Với giả thiết chiều dài sân trước  $L_s = 25$  m (chiều dài sân phủ HDPE) ta thấy lưu lượng thấm tính toán  $q = 2,015 \cdot 10^{-5} (m^3/s.m)$  thỏa mãn lưu lượng thấm cho phép  $q < q_{cp} = 2,11 \cdot 10^{-5} (m^3/s.m)$ ;  $J_{đáp} < [J_{đáp}] = 0,85$ ;  $J_{v \max} = 8,0 < [J_{HDPE}] = 15,0$  và  $J_{spmax} = 8,0 < [J_{HDPE}] = 15,0$  thỏa mãn gradient của sân phủ, nền và thân

đập cho phép. Như vậy, phương án này đảm bảo ổn định thấm cho công trình. Ngoài ra trị số  $q$  xấp xỉ trị số  $q_{cp}$ :  $q \approx q_{cp}$ .

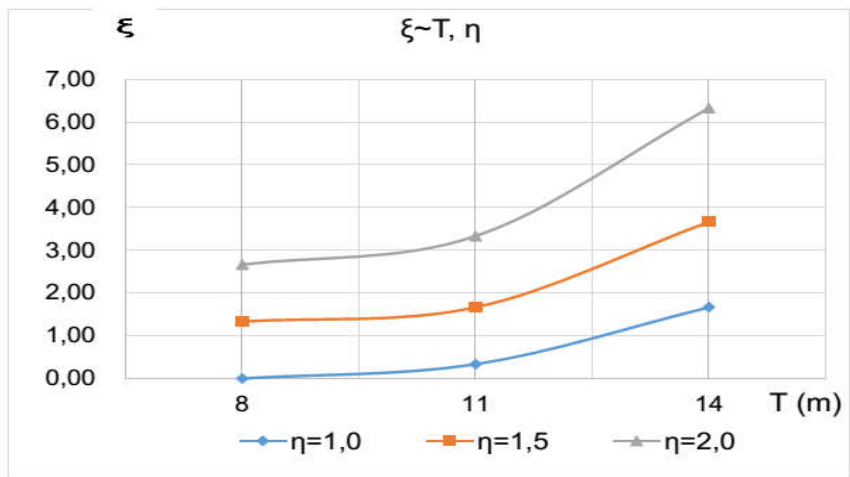
### 3.1.3. Kết quả tính toán

Ta có tổng hợp kết quả tính toán chiều dài sân phủ khi thay đổi chiều dày tầng thấm và hệ số thấm của nền như bảng 3.

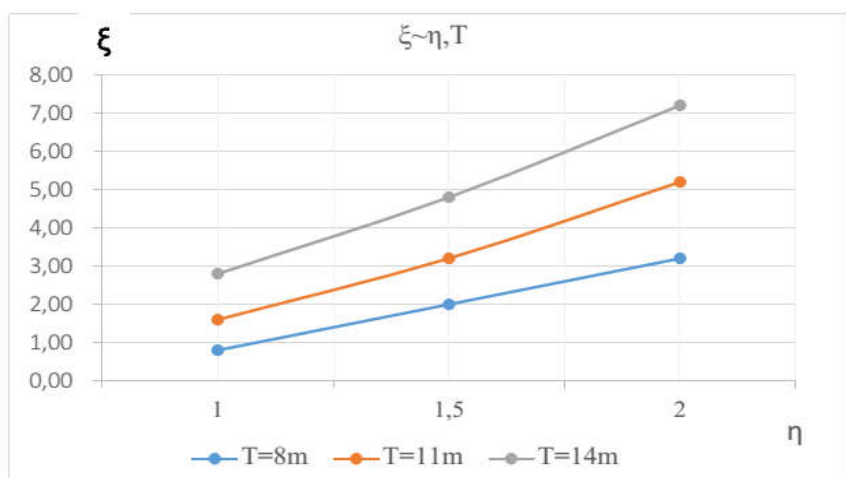
Bảng 3. Kết quả tính chiều dài sân phủ ( $L_s$ )

T (m)	$L_s$ (m)			$\xi = L_s/Hđ$		
	$\eta = 1,0$	$\eta = 1,5$	$\eta = 2,0$	$\eta = 1,0$	$\eta = 1,5$	$\eta = 2,0$
8	0	20	40	0,00	1,33	2,67
11	5	25	50	0,33	1,67	3,33
14	25	55	95	1,67	3,67	6,33

Hình 6 và hình 7 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa chiều dài sân phủ với chiều dày tầng thấm và hệ số thấm của nền.



Hình 6. Biểu đồ quan hệ  $\xi \sim \eta, T$



Hình 7. Biểu đồ quan hệ  $\xi \sim \eta, T$

### 3.2. Phân tích kết quả

#### 3.2.1. Ảnh hưởng hệ số thấm của nền

Trị số của hệ số thấm của nền được đánh giá thông qua giá trị của  $\eta = K_n/K_d$ . Ứng với một chiều cao đập nhất định thì yêu cầu về chiều dài sân trước (được đánh giá theo trị số  $\xi = L_s/H_d$ ) tăng theo hệ số thấm của nền. Căn cứ vào hình 7, ta thấy khi  $\eta < 1,5$  thì trị số  $\xi$  tăng tương đối đều đặn (gần như tuyến tính) theo  $\eta$ , nhưng khi  $\eta > 1,5$  thì độ cong của đường quan hệ  $\xi \sim \eta$  càng rõ rệt. Điều này cho thấy khi hệ số thấm của nền vượt quá trên 1,5 lần so với hệ số thấm của đập thì chiều dài sân phủ yêu cầu tăng rất nhanh và khi đó giải pháp làm sân phủ bằng màng chống thấm HDPE không còn hợp lý do khối lượng màng HDPE lớn. Khi đó người thiết kế cần thực hiện so sánh kinh tế kỹ thuật với các phương án khác có thể áp dụng cho đập đang nghiên cứu.

#### 3.2.2. Ảnh hưởng của chiều dày tầng thấm

Quan hệ  $\xi \sim T, \eta$  cho thấy với một chiều cao đập và hệ số thấm nền xác định thì chiều dài yêu cầu của sân phủ tăng theo chiều dày tầng thấm  $T$ : tầng thấm càng dày thì yêu cầu chiều dài sân phủ càng lớn. Tuy nhiên, với kết quả hình 6 thì quy luật tăng của  $L_s$  theo  $T$  còn phụ thuộc vào chiều cao đập hay tỉ số  $T/H_d$ . Với  $T/H_d < 0,6$  thì trị số  $\xi$  tăng tuyến tính theo  $T$ , còn với  $T/H_d > 0,6$  thì  $\xi$  tăng rất nhanh theo  $T$ . Điều này đòi hỏi người thiết kế cần cân nhắc khi lựa chọn giải pháp sân phủ cho những đập đắp trên nền có chiều dày tầng thấm quá lớn, khi đó có thể kết hợp sân phủ với cừ (đóng cừ ở đầu sân phủ) để tăng nhanh chiều dài đường viền thấm...

### 4. KẾT LUẬN

Màng chống thấm HDPE là một loại vật liệu mới, có hiệu quả chống thấm rất cao, có

thể sử dụng chống thấm cho nhiều loại công trình khác nhau, trong đó có đập đất trên nền thấm mạnh và có chiều dày lớn kết hợp với thân đập có hệ số thấm lớn thì làm tường nghiêng nối liền với sân phủ đều bằng màng HDPE. Đồng thời nghiên cứu tổng quát xác định chiều dài sân phủ (Ls) phụ thuộc vào 2 thông số là chiều dày tầng thấm và hệ số thấm của nền đã xây dựng được các biểu đồ tổng hợp quan hệ  $L_s = f(T, K_d)$  là hình 6 và hình 7. Các biểu đồ này cho phép xác định nhanh trị số Ls tương ứng với các điều kiện cụ thể của công trình nhằm phục vụ so sánh để lựa chọn phương án hợp lý trước khi đi vào tính toán thiết kế chi tiết. Trong trường hợp xác định được trị số Ls quá lớn thì cần xem xét kết hợp với các giải pháp chống thấm khác để đảm bảo

điều kiện kinh tế.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Xuân Hồng (2009), Một số sự cố công trình thủy lợi xảy ra trong thời gian qua, Hội đập lớn và PT nguồn nước Việt Nam, (<http://www.vncold.vn/Web/Content.aspx?distid=2156>).
2. Nguyễn Cảnh Thái (2004), Bài giảng cao học “Thiết kế đập vật liệu đại phương”, Trường Đại học Thủy lợi.
3. Đỗ Văn Đệ (chủ biên) và Nguyễn Quốc Tới, Vũ Minh Tuấn, Nguyễn Sỹ Han, Nguyễn Khắc Nam, Hoàng Văn Thắng (2010), *Phần mềm SEEP/W ứng dụng vào tính toán thấm cho các công trình thủy và ngầm*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.
4. TCVN2015 - xuất bản lần 2, *Công trình thủy lợi – yêu cầu kỹ thuật trong thiết kế, thi công và nghiệm thu màng chống thấm HDPE*.
5. Phan Sỹ Kỳ (2002), Sự cố một số công trình Thủy lợi ở Việt Nam và các biện pháp phòng tránh, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

## WATERPROOFING RESEARCH FOR EARTH DAM AND BACKGROUND WITH HDPE WATERPROOFING MEMBRANE

Le Thi Hue

Vietnam National University of Forestry

### SUMMARY

From the actual design, construction, use and troubleshooting, it can be seen that the earth dam incident often takes the form of instability problems developed in the foundation and the dam body causing dam break and roof collapse. Upstream, downstream slope, overflow over the top of the dam and dam break originated from incidents of other works. One of the causes is the seepage current in the dam body and the foundation. With this type of focal building already exists many forms of waterproofing, they differ in construction solutions and materials. The article introduces new waterproofing material for the dam body and the special foundation with strong and thick permeable floors that is HDPE waterproofing membrane. At the same time, studying the dependence of the length of the covered yard on two factors, the permeability coefficient of the ground and the thickness of the permeable floor, thereby creating a scientific basis in choosing the length of the covered yard as well as waterproofing measures for dams, and economically and technically sound.

**Keywords:** covered yard, earth dam, geomembrane, HDPE waterproofing membrane, permeable, waterproofing.

Ngày nhận bài : 12/6/2020

Ngày phản biện : 28/7/2020

Ngày quyết định đăng : 06/8/2020