

VŨ TẤT UYÊN

# VẢI LỌC GEOTEXTILE DÙNG TRONG XÂY DỰNG THỦY LỢI



NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

70

**VŨ TẤT UYÊN**

**VẢI LỌC GEOTEXTILE**  
**DÙNG TRONG XÂY DỰNG THỦY LỢI**

**NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP**  
**HÀ NỘI 1994**

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

PTS. DƯƠNG QUANG DIỆU

*Phụ trách bản thảo và sửa bản in:*

VŨ KHANH - PHẠM KHÔI

## LỜI MỞ ĐẦU

*Vải lọc geotextile hiện được dùng rộng rãi trong xây dựng thủy lợi để thay tầng lọc ngược truyền thống, tăng cường ổn định mái đất đắp và lọc trong các kết cấu tiêu nước.*

*Sách giới thiệu những tính chất cơ bản của geotextile, trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế, kỹ thuật thi công geotextile trong xây dựng thủy lợi.*

# MỤC LỤC

Trang

## *Chương 1 - TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẢI LỌC* **GEOTEXTILE**

1.1. Mở đầu	9
1.2. Nguyên liệu sản xuất	9
1.3. Hình dạng	12
1.4. Tính chất cơ lý	12
1.4.1. Tính đẳng hướng và bất đẳng hướng	14
1.4.2. Quan hệ giữa ứng suất và biến dạng khi chịu lực trong thời gian ngắn	15
1.4.3. Tính đàn hồi dẻo	15
1.4.4. Độ bền chống xé rách	17
1.4.5. Độ bền chống sờn mòn	18
1.4.6. Lực ma sát	18
1.5. Tính thấm nước và lọc cát	19
1.5.1. Tính thấm nước	19
1.5.2. Tính lọc cát	22
1.6. Tính chất hóa học	25

## **Chương II- VẢI GEOTEXTILE DÙNG TRONG CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ SÔNG VÀ ĐÁY SÔNG**

<b>2.1. Mở đầu</b>	<b>27</b>
<b>2.2. Kết cấu lọc ngược bằng vải geotextile</b>	<b>28</b>
2.2.1. Chức năng	28
2.2.2. Tài liệu cơ bản dùng cho thiết kế lớp vải geotextile	28
2.2.3. Các trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế	34
2.2.4. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "lọc cát"	35
2.2.5. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "Tính thấm của vải"	35
2.2.6. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "lấp tắc"	38
2.2.7. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "đẩy nổi"	38
2.2.8. Trạng thái phá hoại biến dạng của đất nền	40
2.2.9. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "trượt của lớp áo bảo vệ trên mặt vải"	41
2.2.10. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "vải lọc trượt trên nền đất"	42
2.2.11. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "đất nền trượt"	44
2.2.12. Trạng thái phá hoại của môi trường	49
2.2.13. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "đổ đá trên vải"	50
2.2.14. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "trái và nhận chìm vải trong nước"	54

2.2 15. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "lái đất thảm"	56
2.2 16. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "chịu nhiệt khi trải nhựa đường"	56
2.3. Vật liệu của lớp áo bảo vệ	57
2.3.1. Lớp áo bảo vệ bằng đá-rời	57
2.3.2. Lớp áo bảo vệ bằng đá lát, đá xây hoặc phụt vữa	57
2.3.3. Lớp áo bảo vệ bằng khối bê tông	59
2.3.4. Lớp áo bảo vệ bằng túi Geotextile nhồi cát	59
2.3.5. Vải lọc dùng trong bản cọc	60
2.3.6. Vùng nối tiếp và biên công trình	60
2.4. Những vấn đề cần chú ý khi thi công vải geotextile	64
2.4.1. Thi công trên khô	64
2.4.2. Thi công dưới nước	66
2.5. Thí dụ thiết kế vải lọc dùng trong kê lát mái	71
2.5.1. Tài liệu cơ bản	71
2.5.2. Thiết kế vải Geotextile	73

### **Chương III- VẢI GEOTEXTILE TĂNG CƯỜNG ỔN ĐỊNH ĐẤT ĐÁP**

3.1. Mở đầu	76
3.2. Vải geotextile tăng cường ổn định đất đắp trên nền yếu	79
3.2.1. Các trạng thái phá hoại	79
3.2.2. Tiêu chuẩn thiết kế ổn định vùng đất đắp	80
3.2.3. Tiêu chuẩn thiết kế ổn định chống trượt nền	82
3.2.4. Tiêu chuẩn thiết kế ổn định tổng thể	84
3.2.5. Vài nét về kỹ thuật thi công	85

3.3. Vải geotextile tạo mái rất dốc	86
3.3.1. Tiêu chuẩn thiết kế khoảng cách giữa 2 lớp vải	86
3.3.2. Tiêu chuẩn thiết kế ổn định tổng thể	87
3.3.3. Vải nét về kỹ thuật thi công	87
3.4. Giới thiệu một vài công trình đã xây dựng	88
3.4.1. Dê biển (Hong Kong)	88
3.4.2. Tường chắn đất (Pháp)	89

#### *Chương IV- VẢI GEOTEXTILE TRONG KẾT CẤU TIÊU NGANG*

4.1. Mở đầu	92
4.2. Nhiệm vụ và trạng thái làm việc của geotextile trong đường tiêu ngang	93
4.2.1. Nhiệm vụ	93
4.2.2. Các hiện tượng liên quan đến trạng thái làm việc của lớp lọc geotextile	94
4.2.3. Tính chất cơ lý của geotextile	96
4.3. Chỉ dẫn thiết kế	100
4.4. Một vài vấn đề về thi công	102
4.5. Giới thiệu một điểm thực nghiệm	102
Tài liệu tham khảo	104



## **Chương 1**

# **TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẢI LỌC GEOTEXTILE**

### **1.1. MỞ ĐẦU**

Geotextile là một loại vải Polyme, được dùng nhiều trong địa kỹ thuật với các mục đích khác nhau. Tính chất đặc trưng của Geotextile là mỏng, độ bền cao, dễ biến dạng, nên thường được dùng trong các kết cấu phẳng, nhiều lớp, mềm rời.

Trong xây dựng thường quan tâm đến các đặc điểm sau của Geotextile:

- a) Nguyên liệu sản xuất.
- b) Hình dạng.
- c) Tính chất cơ lý.
- d) Tính thấm và lọc cát.
- e) Tính chất hóa học.

### **1.2. NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT VẢI GEOTEXTILE**

Chủ yếu có 4 loại:

- a) Polyamide (PA)
- b) Polyester (Polyetylen, Terephthalate, PETP).
- c) Polyetylen (PE)
- d) Polypropylen (PP)

Sợi Geotextile cũng có thể sản xuất từ các Polyme khác như: Polyvinyl chloride, polyetylen clo hóa v.v...

Tài liệu này sẽ không đi sâu vào công nghệ sản xuất, chỉ quan tâm đến đặc tính của sợi Polyme trong xây dựng.

Quan hệ giữa sức bền kéo, độ giãn dài của sợi Polyme với nhiệt độ trong bảng 1.1.

**Bảng 1.1. Quan hệ giữa sức bền kéo, độ giãn dài lớn nhất với nhiệt độ của một số loại sợi Polyme**

	-20°C	0°C	20°C	40°C	80°C	120°C	140°C	160°C	180°C	195°C
<i>Sức bền kéo (N)</i>										
PE	47	44	36	26	9					
PP	131	130	133	127	88	62	46			
PP/PETP	92	87	85	80	68	45	34			
PA66	150	142	136	134	118	98		81		71
PA 6	156	149	138	137	127	107		89	66	
PETP	89	85	83	80	71	61		52		43
<i>Độ giãn dài đến đứt (%)</i>										
PE	11	14	25	51	> 50					
PP	11	12	14	16	32	80	140			
PP/PETP	9	9	10	11	13	22	47			
PA66	22	23	23	24	24	25		29		36
PA 6	22	24	22	24	28	29		36	27	
PETP	10	10	10	11	11	12		14		19

Sai số về sức bền kéo là  $\pm 0,5N$

Sai số về độ giãn dài đến đứt là  $\pm 0,5\%$ .

Khi chịu lực, biến dạng của Polyme có tính đàn hồi dẻo, quan hệ giữa biến dạng và ứng suất thay đổi theo thời gian: Với lực kéo không đổi, ứng suất trong Polyme giảm dần theo thời gian (hiện tượng rã), hoặc với ứng suất không đổi, biến dạng tăng dần theo thời gian (hiện tượng chảy dẻo).

Bảng 1.2 cho một số thông số cơ bản của các loại nguyên liệu thường dùng để chế tạo sợi Geotextile. Trong bảng LDPE và HDPE là 2 loại Polyetylen khác nhau.

**Bảng 1.2. Một số tính chất cơ bản của các loại Polyme thường dùng**

	PA6	PA6.6	PETP	PP	LDPE	HDPE
1- Khối lượng (Kg/m <sup>3</sup> )	1140	1140	1380	900-910	920-930	940-960
2- Tính kết tinh (%)	đến 60		30-40	60-70	40-55	60-80
3- Nhiệt độ thủy tinh hóa (C <sup>o</sup> )	30 - 60		75	- 15	- 100	
4- Nhiệt độ chảy (C <sup>o</sup> )	215-200	250	250-260	160-165	110-120	125-135
5 - T <sup>o</sup> gia công lớn nhất (C <sup>o</sup> )	190	200	200	130	90	100
8- T <sup>o</sup> gia công nhỏ nhất (C <sup>o</sup> )	< - 60		< - 60	- 40	- 40	- 40
7- Tính hút nước (ở 20°C và 65% độ ẩm)	đến 4		0,4	0	0	0
8- Tính hút nước (ở 20°C, ngập nước)	đến 10		1,0	0,01	0,01	0,01
9- Môđun đàn hồi khô (N/mm <sup>2</sup> )	(3-4)10 <sup>3</sup>		(12 - 18)10 <sup>3</sup>	(2-5)10 <sup>3</sup>		"
10- Sức chịu kéo khô (N/mm <sup>2</sup> )	700-900		800-1200	400-600	80-250	350-600
11- Sức bền chịu kéo ở nhiệt độ						
- 50°C	80		95	90	60	60
- 100°C	80		85	55	40	-
- 150°C	60		70	30	-	-
- 200°C	55		-	-	-	-
(phần trăm của lực kéo ở 20°C)						
12- Sức bền chịu kéo khi ướt (N/mm <sup>2</sup> )	600 - 800		800-1200	400-600	80-250	350-600

Số lượng phần vô định hình trong PE và PP nhỏ, nhưng nó dễ biến dạng, vì nhiệt độ làm việc của PE và PP cao hơn nhiệt độ thủy tinh hóa (xem bảng 1.2). Với PA và PETP nhiệt độ làm việc thấp hơn nhiệt độ thủy tinh hóa, nên sợi polyme không dễ biến dạng, mặc dù có số lượng phần vô định hình khá cao.

### 1.3- HÌNH DẠNG

Có thể chia ra làm 2 loại Geotextile chính; loại dệt bằng sợi xe và loại cán ép, chọn dùng loại nào tùy thuộc vào yêu cầu trong xây dựng.

Chiều rộng của vải Geotextile (dệt cũng như cán ép) thông thường từ 5,0 m đến 5,5 m. Nếu có yêu cầu đặc biệt có thể làm rộng hơn. Về nguyên tắc có thể sản xuất vải Geotextile dài bao nhiêu cũng được, song để vận chuyển dễ dàng, thường dùng từ 50m đến 200m.

Vải Geotextile có tính nén được, nên khi nói chiều dày, thường gắn liền với áp lực nén lên vải khi đo chiều dày. Xác định chính xác chiều dày của vải, có ý nghĩa quan trọng khi dùng Geotextile làm tầng lọc ngược. Ở áp suất thông thường, chiều dày của vải Geotextile nằm trong khoảng 0,2 đến 10 mm.

Khối lượng của Geotextile cán ép trong khoảng 100 đến 1000 g/m<sup>2</sup>, thường hay sử dụng loại có khối lượng từ 100 đến 300 g/m<sup>2</sup>. Vải Geotextile dệt, thường nặng hơn, khoảng 100 đến 2000 g/m<sup>2</sup>, thường dùng loại 100 đến 200 g/m<sup>2</sup>. Loại nhẹ, dùng làm lớp ngăn cách. Loại Geotextile dệt, trọng lượng lớn, có thể chịu kéo, thường dùng để tăng cường sức chịu của kết cấu đất. Loại cán ép nặng, hay dùng trong các kết cấu lọc.

### 1.4- TÍNH CHẤT CƠ LÝ

Tính chất cơ lý của Geotextile, phụ thuộc vào loại sợi và phương

pháp dệt. Trong quá trình sử dụng, Geotextile phải có sức bền chống rách, chống mòn, chống ma sát, chống kéo dãn v.v... Các lực trên có thể chỉ tác động trong thời gian ngắn (quá trình vận chuyển, thi công) và cũng có thể tác động suốt thời gian tồn tại của công trình. Bảng 1.3 trình bày tầm quan trọng của các chỉ tiêu cơ lý của Geotextile, tương ứng với các pha xây dựng khác nhau.

**Bảng 1.3. Ý nghĩa của các chỉ tiêu cơ lý của Geotextile trong các pha xây dựng.**

	Giai đoạn thi công	Công trình tạm	Công trình vĩnh cửu
Sức bền chống kéo	+	+	+
Lão hóa	-	+	+ +
Sức bền chống xung lực	+ +	0	0
Sức bền chống rách	+	-	0
Sức bền chống mòn	+	-	0
Sức bền chống lực ma sát	+	+	+
Sức bền chống dãn dãi	+	-	-

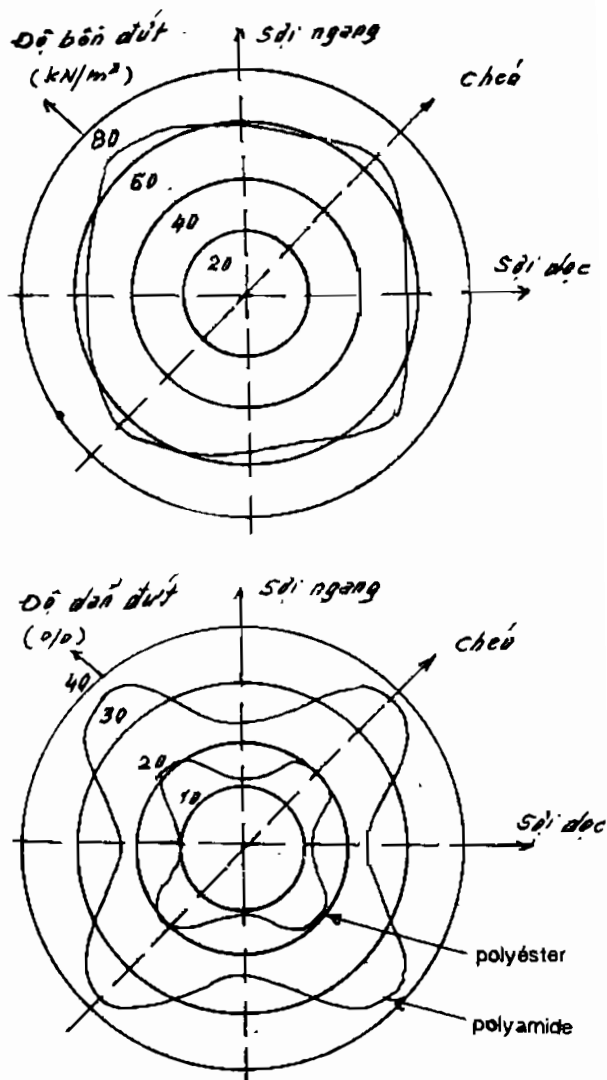
Trong bảng:      + +      đặc biệt quan trọng  
                       +      quan trọng  
                       0      ít xảy ra  
                       -      không đáng kể

Phần 1.2 đã giới thiệu sơ qua tính chất cơ lý của sợi Polyme. Dưới đây sẽ đi sâu vào tính chất cơ lý của vải Geotextile.

### 1.4.1- Tính đẳng hướng và bất đẳng hướng

Geotextile cân ép được coi là có tính đẳng hướng theo mặt phẳng của vải, nghĩa là quan hệ giữa ứng suất và biến dạng trong mọi hướng đều giống nhau. Vải Geotextile dệt bằng sợi, ngược lại, có tính không đẳng hướng. Nếu dệt dọc và ngang cùng 1 loại sợi, sức chịu theo hướng dọc và ngang giống nhau, nhưng theo hướng chéo đã có thay đổi. Hình 1.1 trình bày ứng suất và biến dạng của một miếng vải Geotextile vuông dệt bằng sợi PA và PETP theo các hướng khác nhau.

Trong hình 1.1a, ứng suất kéo đứt theo hướng chéo lớn hơn hướng dọc và



Hình 1.1- Ứng suất và biến dạng của vải Geotextile

ngang. Theo hình 1.1 b độ dãn dài khi bị kéo đứt theo hướng chéo cũng lớn hơn hướng dọc và ngang. Trong thực tế, tải trọng tác dụng lên công trình chỉ theo 1 chiều, do đó tính bất đẳng hướng được sử dụng trong xây dựng như là một lợi thế của vải Geotextile dệt so với cán ép. Hướng dọc của vải, thường bố trí sợi dọc to hơn sợi ngang, nên chịu lực mạnh hơn hướng ngang. Mặt khác chiều dọc dài hơn chiều ngang, đường khâu nối theo hướng này ít. Sức chịu lực của đường khâu nối chỉ bằng 50% sức chịu của vải, do đó càng nhiều đường nối, sức chịu tải của vải càng giảm. Khi Geotextile chịu lực 2 chiều, nên đặt chéo vải, bố trí để lực kéo tác dụng theo phương chéo. Nhiều khi giải pháp này mang lại hiệu quả kinh tế đáng kể.

#### **1.4.2- Quan hệ giữa ứng suất và biến dạng khi chịu lực trong thời gian ngắn**

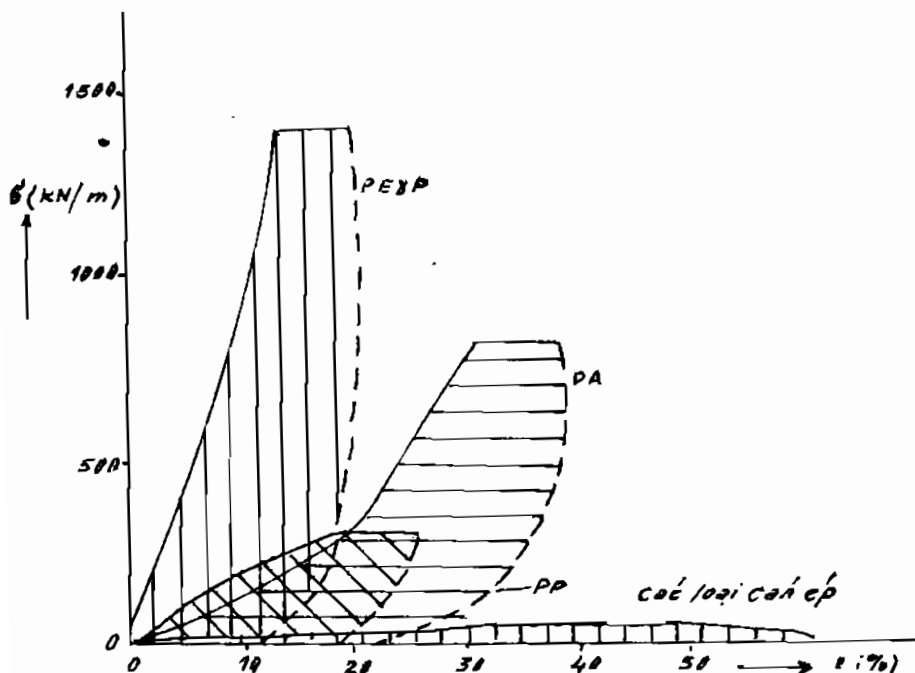
Miền quan hệ giữa ứng suất và biến dạng của Geotextile dệt từ sợi PETP, PA, PP và cán nóng từ các nguyên liệu khác nhau cho trên hình 1.2. Có thể thấy Geotextile cán nóng chịu lực rất yếu, nên ít được dùng trong các kết cấu chịu lực.

Các quan hệ ứng suất và biến dạng trên hình 1.1 và 1.2 dùng khi chịu lực trong thời gian ngắn. Nếu chịu lực trong thời gian dài phải kể đến hiện tượng biến dạng dẻo.

#### **1.4.3- Tính đàn hồi dẻo**

Tính chất cơ lý của Polyme biến đổi theo thời gian và được gọi là tính đàn hồi - dẻo.

Với lực kéo không đổi, nhỏ hơn lực kéo đứt tiêu chuẩn, sợi Polyme dãn càng ngày càng dài hơn nếu thời gian càng kéo dài. Đến đến một giới hạn xác định, vật liệu bị kéo đứt. Khoảng thời gian T để vật liệu bị phá hoại gọi là độ bền thời gian của vật liệu. Độ bền

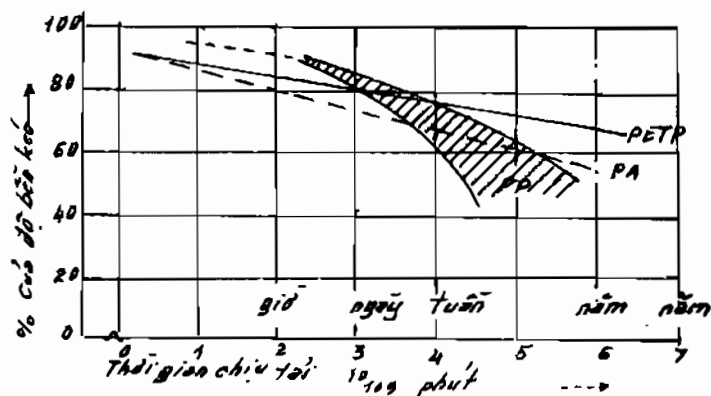


Hình 1.2- Ứng suất và biến dạng của Geotextile dệt và cán nóng từ các nguyên liệu khác nhau.

thời gian phụ thuộc nhiều vào độ lớn của lực: với lực kéo tiêu chuẩn sợi Polyme bị kéo đứt trong mấy giây, với lực bé hơn lực kéo tiêu chuẩn, lực càng bé T càng dài. Hình 1.3 cho quan hệ giữa lực kéo và độ bền thời gian của một số Polyme.

Độ bền thời gian phụ thuộc nhiều vào nguyên liệu sản xuất Polyme. Nhựa PETP và PA có độ bền thời gian tốt, kém hơn là PP và rất kém là PE. Với công trình tồn tại lâu (10 - 100 năm), tính đến độ bền thời gian, thường chỉ dùng lực kéo cho phép bằng 50 phần trăm lực kéo tiêu chuẩn đối với PETP, 40 phần trăm đối với PA và 25 phần trăm đối với PP và PE.





Hình 1.3- Quan hệ giữa độ bền thời gian và lực kéo

#### 1.4.4- Độ bền chống xé rách

Dưới tác dụng ngoại lực, vải bị thủng một số chỗ, hoặc một số sợi bị kéo đứt, sau đó phát triển rộng ra theo 1 hướng rõ ràng là đặc trưng của hiện tượng xé rách.

Có thể phân biệt giữa kéo đứt và xé rách như sau: Khi bị kéo với lực tiêu chuẩn, vải Geotextile bị dần dần dần cho đến khi bị đứt. Vết nứt có thể theo nhiều hướng, nhưng không bao giờ trùng với phương của lực kéo. Ngược lại khi bị xé rách, hướng của vết rách luôn trùng với phương của lực.

Để tăng cường sức bền chống rách, khi dệt vải Geotextile, thường đặt một số sợi dọc (hay sợi ngang) ở mép tấm vải, có độ bền cao hơn các sợi khác. Do công nghệ sản xuất sợi rất khác nhau, khó có thể đưa ra các số liệu đủ tin cậy về lực xé rách tiêu chuẩn. Khi thiết kế nếu thấy vải Geotextile có thể bị xé rách, cần phải làm các thí nghiệm để xác định lực xé rách tiêu chuẩn

#### 1.4.5 Độ bền chống sần, mòn

Geotextile là vật liệu dễ mòn, sần hơn các vật liệu khác. Trong quá trình thi công, khó tránh khỏi hiện tượng cọ sát giữa Geotextile với các vật liệu khác, cần có biện pháp giảm bớt những cọ sát nguy hiểm như: lấy đi các vật cứng, sắc nhọn ở dưới nền, tránh kéo lê các thiết bị, vật liệu trên vải Geotextile v.v...

Do tính phức tạp của hiện tượng sần và mòn, những số liệu về độ bền chống sần, mòn rất ít được công bố. Geotextile sản xuất từ sợi PA chống sần, mòn tốt hơn sợi PETP, PP hay PE.

#### 1.4.6 Lực ma sát

Nhiệm vụ của Geotextile trong địa kỹ thuật, là chịu các lực do đất truyền vào. Sự truyền lực này được thông qua ma sát trong mặt phẳng của vải. Trong công trình bảo vệ bờ, thường kéo dài vải Geotextile vào sâu trong bờ, dùng ma sát giữa vải và đất làm neo, giữ cho các lớp mái không trượt. Trong trường hợp này, hệ số ma sát của đất càng cao càng tốt. Lực ma sát phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: áp lực thẳng đứng, kích thước hạt, dạng mặt vải, trong miền khô hoặc ngập nước...

Hệ số ma sát của vải Geotextile chỉ có ý nghĩa khi vải đặt trên nền đất nhẵn, phẳng. Khi nền đất gồ ghề, vải Geotextile uốn theo các nếp của nền, thì cấu tạo mặt phẳng nền có ý nghĩa không chế đối với lực ma sát. Hệ số ma sát của Geotextile cho trong các sách, thường là ma sát với loại cát rời. Rất ít số liệu về ma sát của Geotextile với đất dính.

Với loại vải dệt thưa (tương đối so với đường kính hạt đất nền) lực cắt, tiếp tuyến với mặt tiếp xúc ít phụ thuộc vào hệ số ma sát tiêu chuẩn, mà phụ thuộc chủ yếu vào sự thâm nhập của hạt đất vào vải. Lực này lớn hơn lực ma sát nhiều lần.

## 1.5- TÍNH THẨM NƯỚC VÀ LỌC CÁT

Trong xây dựng đường bộ và đường sắt, Geotextile được dùng để tăng cường sức chịu của nền và thân đường. Trong các kết cấu tiêu ngàm, dùng làm lớp học. Trong thủy lợi, dùng thay tầng lọc ngược truyền thống. Với nhiệm vụ lọc ngược, phải đảm bảo không cho hạt đất lọt qua, nhưng phải cho nước thấm qua để giảm bớt lực đẩy nổi.

### 1.5.1- Tính thấm nước

Khi dòng thấm thẳng góc với mặt phẳng vải, tính thấm nước của vải được biểu diễn bằng công thức:

$$\Delta H = aV^n \quad (1.1)$$

Trong đó:  $\Delta H$  (m) - chênh lệch đầu nước khi đi qua vải;  
 $V$  (m/s) - vận tốc thấm;  
 $a$  - hệ số kháng;  
 $n$  - dao động trong khoảng 1 đến 2. Chảy tầng  $n = 1$ ,  
chảy rối  $n = 2$

Công thức 1.1 có thể viết dưới dạng khác :

$$i = bV^n \quad (1.2)$$

Trong đó:  $i$  - độ dốc thủy lực của dòng chảy ngang qua Geotextile ( $i = \Delta H/T_g$ ) với  $T_g$  là chiều dày của vải;  
 $b$  - hệ số sức kháng.

Với  $n = 1$ , công thức 1.2 trở thành công thức Darcy:

$$V = Ki \quad (1.3)$$

Trong đó:  $K$  - hệ số thấm. Theo 1.3 hệ số thấm được định nghĩa là vận tốc thấm khi  $i = 1$ .

Trong các sách kỹ thuật, thường gặp khái niệm về hằng số thấm:

$$\psi = \frac{K}{T_g} = \frac{V}{\Delta H} \quad (1.4)$$

Theo 1.4, hằng số thấm được định nghĩa là vận tốc thấm trên 1 đơn vị chênh lệch đầu nước khi đi qua vải Geotextile. Nếu dòng thấm đi trong mặt phẳng của vải, thường dùng khái niệm "tính chuyển nước". Tính chuyển nước được định nghĩa là tỷ số của lưu lượng dòng thấm trên 1 đơn vị chiều dài vải, khi độ dốc thủy lực  $i = 1$ , và tính theo công thức 1.5:

$$\theta = K_p \cdot T_g \text{ (m}^2\text{/s)} \quad (1.5)$$

Trong đó:  $K_p$  - hệ số thấm theo mặt phẳng vải;  
 $T_g$  - chiều dày lớp vải.

Tính thấm nước của Geotextile phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- a) Cấu tạo của vải Geotextile
- b) Đất nền phía dưới
- c) Lớp phủ phía trên
- d) Thủy áp lực
- e) Hiện tượng lấp tắc (blocking)
- f) Hiện tượng bịt dần (clogging)

Dưới đây đi sâu hơn vào vào các yếu tố này:

- Tính thấm nước của Geotextile được quyết định bởi kích thước các khe hở giữa hai sợi dệt, lượng khe hở trên 1 đơn vị diện tích, và kỹ thuật sản xuất Geotextile.

- Đất nền có hệ số thấm riêng, nên lưu lượng thấm qua vải trước tiên do tính thấm của đất nền quyết định.

- Lớp phủ phía trên vải thường là các vật liệu rời (đá học, đá dăm), đá che phủ và bịt kín 1 phần các khe hở, do đó giảm tính

thấm của vải Geotextile. Các lớp đá cũng ép xuống vải 1 lực, làm chiều dày của vải giảm nhỏ hơn. Với Geotextile cán nóng lực ép cũng làm giảm nhỏ kích thước mắt lưới, do đó ảnh hưởng đến tính thấm.

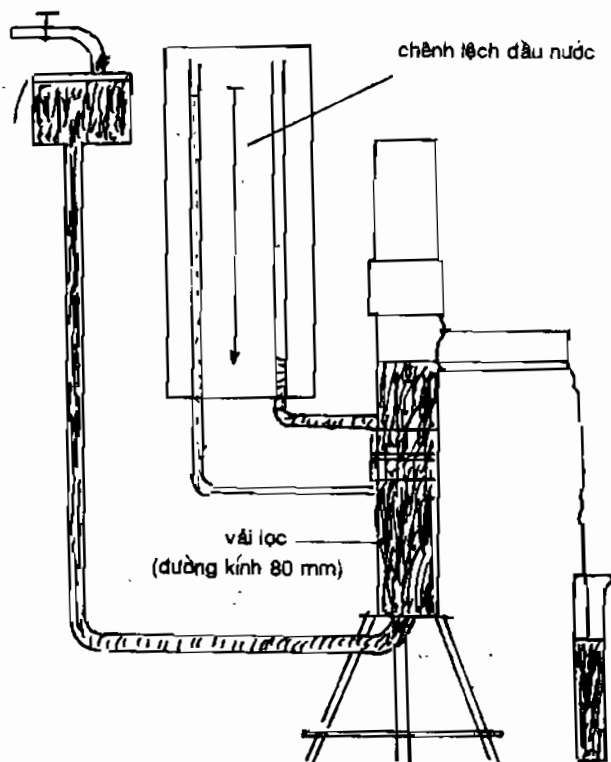
- Lấp tắc là hiện tượng các hạt đất thâm nhập một phần vào khe hở của vải, khép kín 1 phần hay toàn bộ khe hở, do đó giảm tính thấm nước. Khi độ lớn của khe hở giữa sợi dệt bằng đường kính của hạt đất, hiện tượng lấp tắc dễ xảy ra. Lấp tắc chỉ xảy ra khi dòng thấm ổn định theo 1 hướng, nếu đổi hướng theo chu kỳ, thì khi đổi hướng các hạt đất sẽ được đẩy ra khỏi khe hở.

- Bịt dần là hiện tượng các hạt sét hoặc phù sa lắng dần ở phía trên, trong vải hoặc ở phía dưới vải (mặt tiếp xúc giữa vải và nền đất) bịt dần khe hở của vải, giảm tính thấm nước của Geotextile theo thời gian.

- Thành phần của nước có ảnh hưởng đến tính thấm của Geotextile đặc biệt khi nước có các hạt có thể gây lấp tắc hoặc bịt dần. Ví dụ: thành phần sắt trong nước khi gặp oxy có thể tạo thành rỉ sắt, bịt dần khe hở của vải.

Tính thấm là thông số quan trọng của Geotextile, vì vậy có nhiều phương pháp thí nghiệm để xác định các thông số  $K$ ,  $\Delta H$ ,  $i$ ,  $n$ ,  $\psi$  trong các công thức trên. Phương pháp thí nghiệm xác định hệ số thấm  $K$  và hằng số thấm  $\psi$ , thường dựa trên giả thiết chảy tầng. Trong thực tế dòng thấm có thể nằm trong miền quá độ hay khu chảy rối. Vì vậy phương pháp xác định độ chênh đầu nước  $H$ , độ dốc thủy lực  $i$  với phạm vi biến động  $V$  tương đối rộng sẽ cho kết quả phù hợp với thực tế hơn. Hình 1.4 là sơ đồ thí nghiệm của DELFT để xác định các thông số của dòng thấm.

Hình 1.5 trình bày kết quả thí nghiệm trên tọa độ log. Trên hình vẽ  $U_f$  là vận tốc thấm,  $\Delta H_f$  và  $i_f$  lần lượt là tổn thất đầu nước và độ dốc thủy lực ứng với dòng thấm có  $U_f : 10 \text{ mm/s}$ . Có thể dùng hình vẽ để xác định  $\Delta H$  và  $i$  ứng với các  $U_f$  khác nhau. Vận tốc thấm  $U_f : 10 \text{ mm/s}$  là tương đối cao so với vận tốc thấm của nền đất thường



**Hình 1.4- Sơ đồ thí nghiệm dòng thấm của Delft**

gặp. Ngoài suy ra ngoài phạm vi  $U_f$  thí nghiệm cần rất thận trọng, vì chuyển từ miền thấm chảy tầng, sang thấm quá độ hay thấm rối, tính thấm của Geotextile đã thay đổi cơ bản.

### **1.5.2- Tính lọc cát**

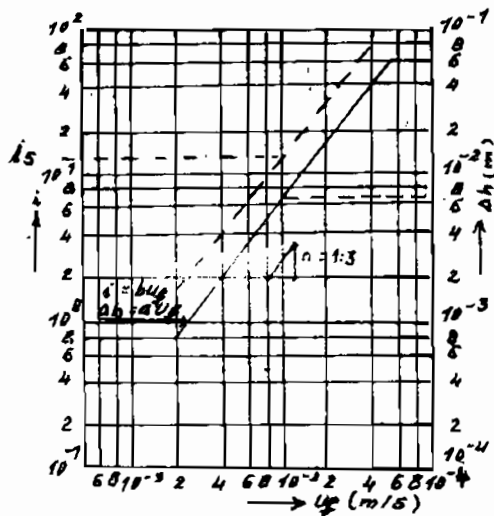
Trong điều kiện xác định, vải Geotextile có thể giữ các hạt đất không cho thấm xói khỏi nền. Khi kích thước khe hở lớn nhất của vải nhỏ hơn kích thước hạt đất thì toàn bộ hạt đất được giữ lại. Khi kích thước khe hở lớn hơn kích thước hạt, tính lọc cát sẽ phụ thuộc

vào áp lực nước lên công trình. Trong nhiều trường hợp, một số hạt đất nhỏ thoát qua vài lọc, các hạt lớn được giữ lại, dần hình thành tầng lọc ngược tự nhiên. Trong thiết kế, thường mong muốn xuất hiện tình hình này.

Tính lọc cát của vải Geotextile, đối với 1 loại đất nào đó có thể xác định bằng thí nghiệm trong phòng, với áp lực nước thiết kế. Đa số thí nghiệm nhằm mục đích xác định kích thước khe hở giữa các sợi dệt (ký hiệu  $O$ ), quan hệ chuẩn giữa  $O$  và kích thước của hạt đất (ký hiệu  $d$ ) nhằm đảm bảo không xảy ra thấm xói. Dưới đây giới thiệu vài phương pháp thí nghiệm và quan hệ chuẩn dùng tại một số nước.

Theo Delft Hydraulic Laboratory (DHL) O được xác định bằng thiết bị sàng tiêu chuẩn, trong đó vài Geotextile được dùng thay lưới sàng. Cát thiên nhiên được tách ra từng loại kích cỡ hạt. Cho 50 g cát khô cùng một đường kính vào sàng trong 5 phút, sau đó cân số cát lọt sàng và đọng lại trên mặt sàng. Tiếp tục sàng với một số đường kính hạt khác nhau, từ đó xác định được kích thước khe hở  $O_{98}$  và  $O_{90}$ .

$O_{90}$  bằng đường kính trung bình hạt cát có 90% trọng lượng đọng lại trên mặt sàng sau 5 phút thí nghiệm.  $O_{98}$  bằng đường kính trung bình hạt cát có 98% trọng lượng đọng lại trên mặt sàng sau 5 phút thí nghiệm.  $O_{98}$  thường được coi là  $O_{\max}$  (kích thước khe hở lớn nhất).



Hình 1.5- Quan hệ giữa các yếu tố của dòng thấm

Phương pháp thí nghiệm của American Society for testing and Material (ASTH) rất giống với thí nghiệm của DELFT, chỗ khác là: ASTH không dùng cát thiên nhiên đã qua phân loại, mà dùng các hạt thủy tinh tròn có đường kính xác định, thời gian sàng và đặc tính của thiết bị sàng cũng khác nhau. ASTM chọn  $O_{95}$  làm kích thước khe hở biểu kiến (apparent opening size), đặc trưng cho từng loại vải Geotextile.

Pháp và Đức không dùng phương pháp sàng khô, mà dùng áp lực nước để đẩy các hạt đất lọt qua vải, từ đó xác định khe hở  $O$ .

Do phương pháp thí nghiệm khác nhau, nên tiêu chuẩn thiết kế tính lọc cát cũng khác nhau. Ở Pháp (Comité Francais des Geotextiles et des Geomembranes) đã chọn tiêu chuẩn thiết kế là:

$$O_f \leq c.d_{85} \quad (1.6)$$

- Trong đó:  $O_f$  - kích thước khe hở chuẩn, xác định theo phương pháp thí nghiệm của Pháp;  
 $d_{85}$  - kích thước hạt đất nền, 85% trọng lượng đọng lại trên sàng;  
 $c$  - hệ số tính đến ảnh hưởng của Geotextile, nền đất và áp lực nước.

Ở Mỹ, tiêu chuẩn của ASTM là:

a) Với đất nền có 50 phần trăm trọng lượng hoặc ít hơn lọt mất sàng 0,074 mm, tiêu chuẩn thiết kế là:

$$d_{85}/O_{90} \geq 1 \quad (1.7)$$

b) Với các loại đất khác, nếu  $O_{95} = 0,211$  mm, khi  $d_{85} < 0,074$  mm, không nên dùng Geotextile làm tầng lọc.

Ở Hà Lan, tiêu chuẩn thiết kế dựa theo kết quả nghiên cứu của Delft Hydraulic Laboratory (DHL), sẽ được giới thiệu ở phần 2.2.4 (chương II).



## 1.6. TÍNH CHẤT HÓA HỌC

Một trong những tính chất quan trọng của Polyme tổng hợp là ít nhạy cảm với tác động của nhiều chất hóa học và môi trường. Trong đa số trường hợp, đây là lợi thế so với các vật liệu xây dựng truyền thống. Tuy nhiên Polyme cũng có một số điểm yếu, khi thiết kế phải tính đến. Bảng 1.4 cho khái niệm tổng quát về độ bền hóa học của một số loại Polyme thường dùng.

Dưới tác dụng của nhiệt độ và ánh sáng, đa số Polyme dễ bị oxy hóa (thermo, photo oxidation), dẫn đến giảm độ bền cơ lý, trở nên giòn và dễ nứt, rạn hơn. Để tăng độ bền chống oxy hóa và tia cực tím (U.V), trong quá trình sản xuất thường cho thêm một số phụ gia vào nguyên liệu ban đầu. Tài liệu này sẽ không trình bày sâu về vấn đề này, có thể tham khảo ở các tài liệu khác [1].

Khi nằm trong nước hoặc đất nhiễm bẩn, độ bền của vải Geotextile có thể giảm. Ngoài các phản ứng hóa, lý có thể xảy ra, khi bị nhiễm bẩn, nấm mốc có thể bám vào vải, lấy 1 số thức ăn có trong vải và phát triển nhanh. Thí nghiệm cho thấy với nhựa PA và PETP nấm mốc không làm giảm đáng kể sức bền, nhưng với PE và PP thì có ảnh hưởng.

Do điều kiện nhiễm bẩn khác nhau, khó đưa ra tiêu chuẩn tổng quát, thường phải tiến hành thí nghiệm với các điều kiện riêng của vùng xây dựng công trình. Phương pháp thí nghiệm là: đặt vải Geotextile trong môi trường nhiễm bẩn trong 3 tháng với nhiệt độ từ 30° đến 50°C sau đó lấy ra thí nghiệm. Nếu trọng lượng không tăng quá 3%, độ bền kéo không giảm quá 25%, độ giãn dài kéo đứt không nhỏ hơn 50% độ giãn dài kéo đứt tiêu chuẩn là nằm trong giới hạn cho phép.

Bảng 1.4- Độ bền của vải Geotextile

Loại Polyme	PA		PETP		PP		PE		PVC mềm	
	Ngắn	Dài	Ngắn	Dài	Ngắn	Dài	Ngắn	Dài	Ngắn	Dài
Độ bền chống:										
- Axit loãng	+	0	++	+	++	++	++	++	-	0
- Axit đặc	0	-	0	-	++	+	++	+	0	-
- Kiềm loãng	++	+	++	0	++	++	++	++	++	+
- Kiềm đặc	0	-	0	-	++	++	++	++	+	0
- Muối	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
- Dầu mỏ	++	++	++	++	+	0	+	0	+	0
- Glycol	+	0	++	0	++	++	++	++	++	++
- Vi sinh vật	++	+	++	++	++	++	++	++	+	0
- Tia cực tím	+	0	+	0	0	-	0	-	+	-
- Tia cực tím	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
(có cho phụ gia)										
- Nóng trên 100° (khô)	++	+	++	++	++	+	++	0	+	0
- Hơi nước nóng trên 100°	++	+	0	-	0	-	0	-	0	-
- Hút ẩm	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+
- Chất tẩy giặt	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
- Khuyếch hướng đảo	++	+	++	++	+	0	+	0	+	0

Ý nghĩa ký hiệu:

- Không chịu được

0 chịu yếu

+ Chịu khá

++ chịu tốt

## **Chương II**

# **VẢI GEOTEXTILE DÙNG TRONG CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ SÔNG VÀ ĐÁY SÔNG**

### **2.1. MỞ ĐẦU**

Bảo vệ bờ sông và đáy sông nhằm giữ hình dạng của dòng chảy không đổi, giữa các biên xác định.

Kết cấu bảo vệ đáy sông truyền thống là các loại bè chìm bằng rong rào cành cây, chất tải đá học cho chìm dần xuống đáy. Rong rào cành cây có tác dụng như lớp ngăn cách giữa bùn cát đáy với lớp đá học chất tải, giữ cho đá học liên kết thành một khối, không để từng viên đá rời, chìm dần trong cát, làm mất tác dụng lớp bảo vệ.

Bảo vệ đáy sông bằng bè chìm đất, thi công kéo dài, không đáp ứng được tốc độ và qui mô xây dựng hiện đại, gần đây đã được thay thế bằng loại kết cấu mới, trong đó vải Geotextile được dùng thay cho rong rào làm lớp ngăn cách giữa bùn cát đáy và đá học chống xói phía trên. Ngày nay với những thiết bị chuyên dùng, có thể trải vải xuống đáy sông, đáy biển ở độ sâu 15 m - 20 m. Kết cấu bảo vệ đáy kiểu mới này thi công nhanh, rẻ và an toàn hơn phương pháp truyền thống.

Kè lát mái là loại kết cấu bảo vệ bờ thường gặp nhất. Kè lát mái gồm một số lớp như: lớp áo bảo vệ ngoài cùng chống xói của dòng nước mặt, lớp lọc tiếp giáp với nền giữ cho dòng thấm không đẩy hạt đất ra ngoài. Giữa lớp áo và lớp lọc còn một số lớp trung gian.

Kết cấu lọc truyền thống là các lớp hạt rời có đường kính khác

nhau, bố trí theo một thứ tự nhất định, gọi là tầng lọc ngược. Tầng lọc ngược truyền thống có các ưu điểm sau: tuổi thọ lâu bền, nối tiếp giữa tầng lọc với đất nền (phía dưới) và lớp áo bảo vệ (phía trên) tốt, dễ biến dạng phù hợp với biến dạng của công trình, khi hư hỏng dễ sửa..., nhưng có nhược điểm là chiều dày lớn, chất lượng khó kiểm soát, thời gian thi công kéo dài, tốn công lao động và đất.

Hiện nay các nước công nghiệp đã dùng vải Geotextile thay cho tầng lọc ngược truyền thống. Lớp lọc bằng vải có các ưu điểm như: giảm được chiều dày, chịu được ứng suất kéo theo mặt phẳng của mái, sản xuất công nghiệp, thi công nhanh và tương đối rẻ, nhưng có nhược điểm: tuổi thọ của vật liệu khó xác định, không dễ biến dạng phù hợp với biến dạng của nền,... dễ hư hỏng và khi hỏng khó sửa.

## **2.2. KẾT CẤU LỌC NGƯỢC BẰNG VẢI GEOTEXTILE**

### **2.2.1. Chức năng**

- Ngăn ngừa hiện tượng thấm xói của đất nền, do đó tránh được những lún sụt cục bộ.

- Vải không được trượt theo mặt phẳng nền. Lớp áo bảo vệ đặt trên vải không bị trượt theo mặt phẳng của vải.

- Không được làm tăng áp lực đẩy nổi lên kết cấu lát mái, lát đáy sông.

- Có đủ sức bền cơ học, hóa học, sinh học để đảm bảo tuổi thọ của công trình.

### **2.2.2. Tài liệu cơ bản dùng cho thiết kế lớp vải Geotextile**

#### **2.2.2.1. Nhiệm vụ, hình dạng, điều kiện làm việc của kè lát mái.**

- Nhiệm vụ của kè lát mái hiện nay và tương lai.
- Kích thước, hình dạng của kết cấu lát mái.
- Biến động của dòng nước ngầm và nước mặt.
- Sóng gió, sóng do chạy tàu.

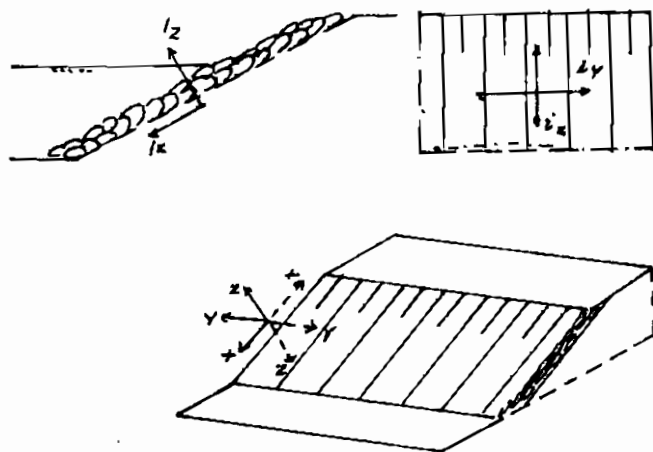
- Tính chất của đất nền: cấp phối hạt, hệ số thấm  $K$ , tính dính  $C$ , góc ma sát  $\varphi$ .
- Chất lượng nước (đặc tính hóa học và sinh học).

### 2.2.2.2. Độ dốc thủy lực $i$

Độ dốc thủy lực  $i$  là tổn thất đầu nước trên một đơn vị chiều dài:

$$i = \frac{\Delta H}{L} \quad (2.1)$$

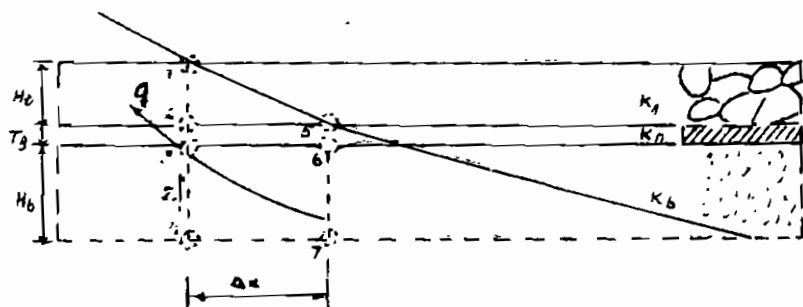
Trong đó:  $\Delta H$  - tổng tổn thất đầu nước;  
 $L$  - chiều dài của dòng thấm.



Hình 2.1. Các thành phần của dòng thấm

Độ dốc  $i$  có thể có 3 thành phần:  $i_x, i_y, i_z$ . Ví dụ: sóng lèo, sóng rút gây ra  $i_x, i_y$  song song với mặt phẳng của vải, dòng thấm gây ra  $i_z$  thẳng góc với mặt phẳng của vải (hình 2.1).

Xét thành phần  $i_z$  thẳng góc với các lớp trong kết cấu lát mái, trong từng lớp sẽ có các giá trị sau (hình 2.2):



Hình 2.2. - Hình ảnh dòng thấm qua kết cấu lát mái

lớp đệm, sát nền:

$$i_b = \frac{\Delta H_b}{H_b} \quad (2.2)$$

lớp vải Geotextile:

$$i_g = \frac{\Delta H_g}{T_g} \quad (2.3)$$

lớp áo bảo vệ:

$$i_t = \frac{\Delta H_t}{H_t} \quad (2.4)$$

Trong các công thức trên  $\Delta H_b, \Delta H_g, \Delta H_t$  là tổn thất đầu nước qua từng lớp và  $H_b, H_t, T_g$  là chiều dày các lớp.

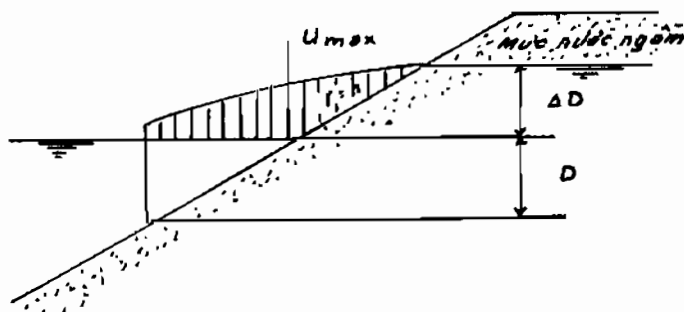
Độ dốc thủy lực  $i$  của kê lát mái, bằng tổng tổn thất đầu nước chia cho tổng chiều dày các lớp trong kê lát mái.

### 2.2.2.3- Áp lực đẩy nổi

#### a) Cửa dòng thấm:

Áp lực đẩy nổi của dòng thấm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: biên độ triều, mức nước ngầm, cao trình mặt nước, tính thấm của đất, các kết cấu tiêu nước nếu có.

Với những công trình lớn, yêu cầu tính toán chính xác, có thể xác định áp lực đẩy nổi theo phương pháp phần tử hữu hạn, hay thực nghiệm bằng phương pháp tương tự điện (Electrical analogue). Với công trình nhỏ, có thể tính gần đúng theo phương pháp của Vander Wer, theo sơ đồ trên hình 2.3. Giả thiết dòng thấm 2 chiều, đất đồng chất, tính được áp lực đẩy nổi  $U_{max}$  tại giao điểm giữa mặt nước và mái (hình 2.3).



Hình 2.3. Sơ đồ tính áp lực đẩy nổi theo Vander Wer

Chỉ được tính theo sơ đồ này, khi có ít nhất 20% chiều dài mái kè (tính từ chân mái đến giao điểm với mực nước ngầm) nằm dưới mặt nước sông. Áp lực đẩy nổi lớn nhất ( $U_{max}$ ) được xác định cho 2 trường hợp: thấm ổn định và thấm không ổn định. Trong cả 2 trường hợp  $U_{max}$  xuất hiện trên đường mặt nước khi:

$$\frac{\Delta D}{D + \Delta D} < 0,80 \div 0,85$$

và tính bằng công thức

$$U_{\max} = C \cdot \Delta h \quad (2.5)$$

Trong đó  $\Delta h$ , là hiệu số giữa mức nước mặt và nước ngầm.

Với dòng thấm ổn định

$$C = \sqrt{1 - \left( \frac{\Delta D}{D + \Delta D} \right)^{\pi/\theta}} \quad (2.6)$$

Với dòng thấm không ổn định

$$C = \frac{1}{\pi} \arccos \left[ 2 \left( \frac{\Delta D}{D + \Delta D} \right)^{\pi/\theta} - 1 \right] \quad (2.7)$$

trong đó

$$\theta = \arctan n + \frac{\pi}{2}$$

$$\text{với mái dốc } m = \frac{1}{n}$$

Với thấm ổn định,  $U_{\max}$  sẽ lớn hơn thấm không ổn định. Nếu chân mái bố trí hàng cọc bản chống thấm, với đến chiều sâu  $H$  (tính từ chân mái)  $C$  được tính theo công thức sau:

$$C = \sqrt{1 - \left( \frac{\Delta D}{D + H + \Delta D} \right)^{\pi/\theta}} \quad (2.8)$$

Với dòng thấm không ổn định

$$C = \frac{1}{\pi} \arccos \left[ 2 \left( \frac{\Delta D}{D + H + \Delta D} \right)^{\pi/\theta} - 1 \right] \quad (2.9)$$

Trị số  $\Delta D$  trong các công thức trên, một cách gần đúng lấy bằng  $1/2$  hiệu số giữa cao trình mặt nước sông cao nhất và trung bình (nếu ở vùng ảnh hưởng triều), hoặc bằng chính hiệu số đó ở các hồ điều tiết và vùng sông không ảnh hưởng triều.

b) Cửa sóng:



Trong quá trình truyền sóng vào bờ, đã liên tục xảy ra các hiện tượng như sóng vỡ, sóng leo, sóng rút và sóng phản xạ, từ đó tác động vào kè lát mái. Trong pha sóng leo, mực nước ngầm trên mái được nâng cao. Trong pha sóng rút, mặt nước sông hạ thấp đột ngột, khi mực nước ngầm còn cao, đã phát sinh áp lực đẩy nổi vào các cấu kiện lát mái. Áp lực đẩy nổi lớn nhất xuất hiện ở gần điểm mặt nước hạ xuống thấp nhất trong pha sóng rút.

Giá trị của áp lực đẩy nổi phụ thuộc vào chiều cao sóng, tính thấm của đất nền và của các lớp áo bảo vệ, vải Geotextile và lớp đệm.

#### 2.2.2.4. Hệ số thấm K của đất nền

Khe rỗng trong đất nhỏ, dòng thấm thường là chảy tầng, theo quy luật Darcy:

$$V = k.i \text{ (m/s)} \quad (2.10)$$

trong đó K - hệ số thấm.

Hệ số thấm của đất được xác định bằng thí nghiệm, trong các phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật. Trong giai đoạn quan sát hiện trường, có thể tham khảo các trị số trong bảng 2.1.

**Bảng 2.1. Hệ số thấm K của một số loại đất**

Loại đất	K (m/s)
1- Sét	$10^{-8}$ đến $10^{-12}$
2- Bùn	$10^{-7}$ đến $10^{-9}$
3- Á sét	$10^{-5}$ đến $10^{-8}$
4- Cát nhỏ	$10^{-4}$ đến $10^{-6}$
5- Cát vừa	$10^{-3}$ đến $10^{-5}$
6- Cát thô	$10^{-2}$ đến $10^{-4}$
7- Cuội sỏi	$10^{-1}$ đến $10^{-3}$

Tính chất của dòng thấm qua vải Geotextile còn thay đổi tùy theo chất lượng tiếp xúc của vải với đất nền. Có 2 trường hợp xảy ra:

- *Vải và nền tiếp xúc tốt* - Lưu lượng thấm qua vải bằng lưu lượng thấm qua đất nền, dòng thấm thẳng góc với mặt phẳng vải.

- *Vải và nền tiếp xúc không tốt* - Có chỗ dòng nước chảy song song mặt vải, trước khi thấm xuyên qua vải. Lưu lượng thấm qua vải, do đó có chỗ lớn hơn lưu lượng thấm qua đất nền nhiều. Khi này có thể xói đất nền dưới lớp vải, nơi xuất hiện dòng chảy tập trung, có áp (giống hiện tượng mạch đùn).

### 2.2.3. Các trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế

Tải trọng tác động lên công trình bảo vệ bờ và đáy sông, được phân thành các loại sau:

- a) *Áp lực nước*: Có loại biến đổi chậm (ví dụ - do lưu lượng nước sông thay đổi), có loại biến đổi nhanh (ví dụ - do sóng gió, sóng chạy tàu).

Khi tính áp lực nước lên vải Geotextile thường quan tâm đến các yếu tố như: độ dốc thủy lực, hệ số thấm, trạng thái thấm (thấm đều hay tập trung, ổn định hay biến động có chu kỳ, các hiện tượng làm thay đổi hệ số thấm của vải...).

- b) *Lực cơ học*: thường tính đến các lực sau: Tải trọng của lớp bảo vệ phủ trên vải, áp lực của nước và đất, lực gây ra khi nền lún không đều, lực xé rách do cọ sát, va chạm. Trong kết cấu lát mái vải Geotextile làm nhiệm vụ truyền lực cắt (Shear force), do các lớp phủ phía trên vải gây ra, cho đất nền thông qua ma sát. Vì vậy vải phải có độ bền tốt.

- c) *Tác động của môi trường*: như nhiệt độ, ánh sáng, không khí, nước, độ nhiễm bẩn của nước và không khí. Tác động của cây cỏ và các loài sinh vật, kể cả con người.

#### 2.2.4. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "lọc cát"

Tính lọc cát được đặc trưng bởi 2 thông số  $O$  và  $d$  (xem điểm 1.5). Nghiên cứu của Hà Lan (DHL), cho thấy trạng thái phá hoại lọc cát phụ thuộc vào trạng thái dòng thấm (ổn định hay chu kỳ), vào sự có cho phép xói một phần hạt nhỏ để hình thành lớp lọc tự nhiên, có cho phép có những hư hỏng nhỏ hay không. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "lọc cát" đối với kênh, sông cho ở bảng 2.2.

Bảng 2.2

Trạng thái	Thông số	Tiêu chuẩn thiết kế
1) Thấm ổn định	$O_{90}/d_{90}$	$\leq 2$
2) Thấm chu kỳ (hình thành tầng lọc tự nhiên)	$O_{98}/d_{85}$	$\leq 2$
3) Thấm chu kỳ (không hình thành tầng lọc tự nhiên):		
- Không cho phép hư hỏng	$O_{98}/d_{15}$	$\leq 1,5$
- Cho phép hư hỏng nhỏ	$O_{98}/d_{15}$	$\leq 1,0$

Các tiêu chuẩn thiết kế của Mỹ, Pháp đã giới thiệu ở điểm 1.5.2.

Cần nhấn mạnh: Trạng thái phá hoại lọc cát không chỉ phụ thuộc vào các thông số trên, mà còn vào chất lượng thi công, ví dụ: Vải Geotextile có tiếp xúc tốt với đất nền hay không, các đường khâu nối có đảm bảo chất lượng hay không v.v...

#### 2.2.5. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "tính thấm của vải"

Áp lực dòng thấm và tính thấm của vải có thể thay đổi do dòng chảy thay đổi và do hiện tượng lấp tắc, bịt dần.

Nếu dòng thấm quá cao, có thể gây ra những hậu quả sau:

a) *Tăng lực đẩy nổi*- Trong thực tế vải được chận bởi lớp đá bảo vệ, nên toàn tấm vải không thể bị đẩy nổi, song giữa khoảng cách 2 viên đá, lực đẩy nổi có thể làm vải phập phồng, tạo điều kiện xuất hiện dòng chảy giữa vải và nền, dẫn đến xói cục bộ mặt nền. Hiện tượng xói cục bộ nếu xảy ra, ảnh hưởng trở lại đến sự chịu lực của vải: tăng ứng suất kéo, làm vải bị dãn, chảy v.v...

b) *Giảm lực ma sát* - Tăng lực đẩy nổi, dẫn đến giảm ma sát giữa vải và đất nền, và mái có thể bị trượt. Nếu vải được neo giữ không cho trượt, sẽ dẫn đến tăng ứng suất kéo trong vải.

c) *Xói nền*- Nếu tính thấm của vải quá nhỏ (chọn không đúng hoặc do hiện tượng lấp tắc, bịt dần), lưu lượng thấm không thoát hết qua vải, chảy giữa lớp vải và nền, gây xói mặt nền và lún không đều.

Lớp vải lọc trong kê lát mái phải có hệ số thấm lớn hơn đất nền, để nước ngầm có thể dễ dàng thoát qua vải, không gây ra *áp lực dư*.

"Áp lực dư" là phần đầu nước tổn thất cộng thêm, trên một đơn vị chiều dài của đường thấm, so với tổn thất đầu nước thấm qua nền. Không cho phép xuất hiện áp lực dư, nghĩa là đảm bảo sự mất ổn định của vải lọc không xảy ra sớm hơn sự mất ổn định của lớp nền, làm cho vải lọc và đất nền kết hợp hài hòa, đó là yêu cầu chủ yếu. Theo yêu cầu này, có tiêu chuẩn thiết kế sau:

$$i_g < i_b \quad (2.11)$$

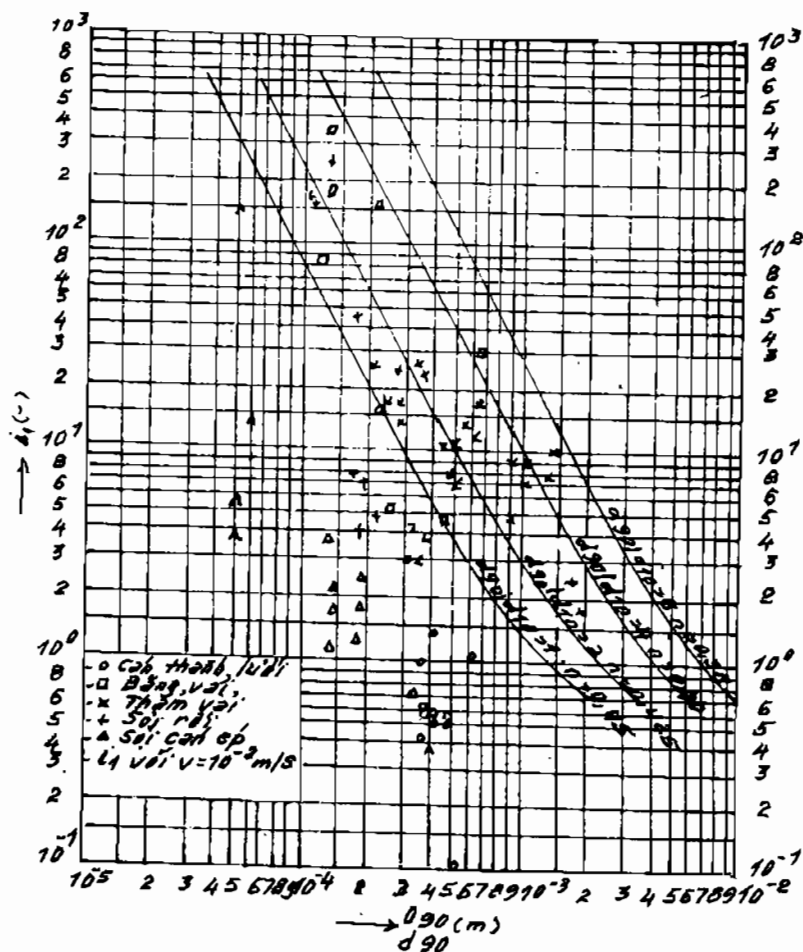
trong đó  $i_g$  - độ dốc thủy lực của vải lọc;

$i_b$  - độ dốc thủy lực của nền

Công thức 2.11 có thể viết dưới dạng sau:

$$\Delta h_g \leq i_b \cdot T_g \quad (2.12)$$

trong đó  $\Delta h_g$  là tổn thất đầu nước qua vải,  $T_g$  là chiều dày vải. Trong thực tế khó xác định  $T_g$  (khi nằm trong công trình đã chịu nén), nên



Hình 2.4 Biểu đồ xác định độ dốc thủy lực  $i_g$  th

thường dùng giá trị nhỏ nhất, khoảng 1 mm.

Xét đến các yếu tố có thể làm giảm tính thấm của vải như lấp tắc, bị dãn v.v..., thường chọn loại vải có khả năng thấm nước từ 10 đến 1000 lần lớn hơn khả năng thấm nước của đất nền. Dựa vào thực nghiệm, DHL cho biểu đồ xác định  $i_g$  và  $i_b$  trên hình 2.4:

## 2.2.6. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "lấp tắc"

Hiện tượng lấp tắc, phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- *Khe hở của vải và đường kính hạt đất*- Khi tỷ số  $0_{90}/d_{90} = 1$  lấp tắc dễ xảy ra nhất. Nếu đường kính của khe vải đều ( $0 = \text{const}$ ) và gần trùng với đường cấp phối hạt đất (hình 2.5 - a), nguy cơ lấp tắc là lớn nhất. Nếu đường kính khe vải không đều (to, nhỏ khác nhau) thì tuy 2 đường cấp phối của khe vải và hạt đất có gần trùng nhau (hình 2.5-b), lấp tắc cũng ít xảy ra. Trường hợp đường cấp phối của khe vải và hạt đất cách xa nhau (hình 2.5 - c và 2.5 - d) lấp tắc ít xảy ra.

- *Điều kiện thủy lực*- Nếu áp lực thấm biến đổi có chu kỳ, các khe bị lấp tắc trong pha trước, có thể được rửa thông trong pha sau. Nếu áp lực thấm xuất hiện thường xuyên và ổn định, hiện tượng lấp tắc dễ xảy ra.

## 2.2.7. Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "đẩy nổi"

Vải Geotextile sẽ không bị đẩy nổi, nếu áp lực thấm  $F_w$  nhỏ hơn thành phần trọng lực thẳng góc với mái  $G_1$  của lớp đá bảo vệ đặt trên vải (hình 2.6).

$$F_w \leq G_1$$

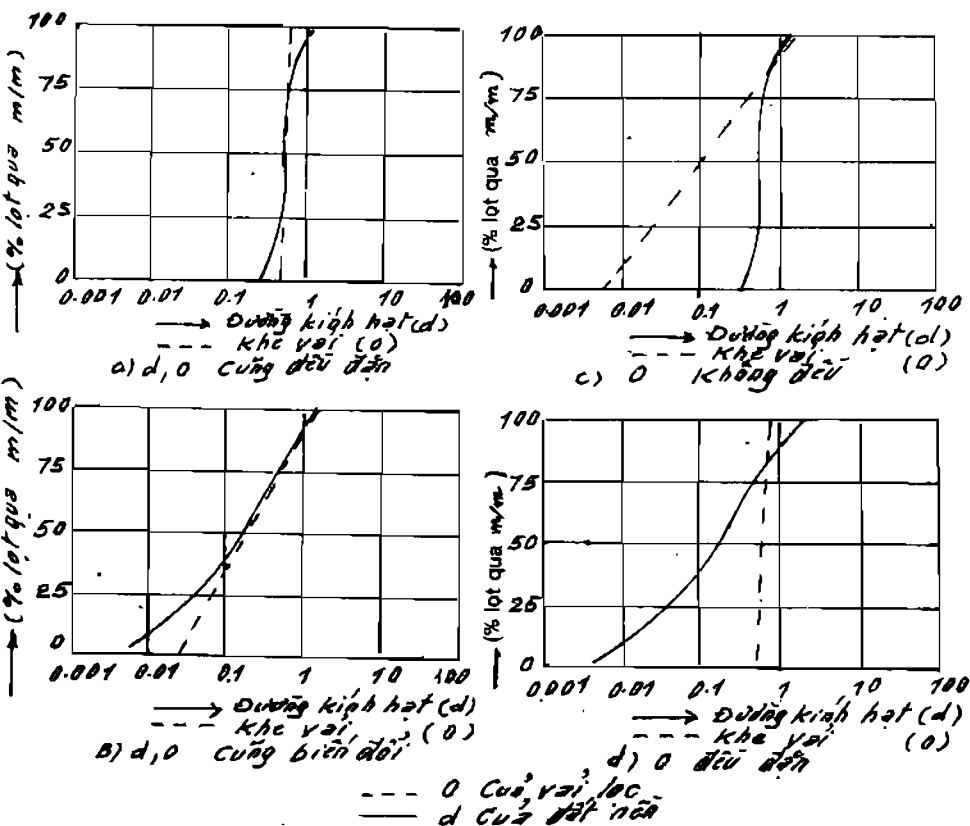
trong đó

$$F_w = \rho_w g \cdot \Delta h_j dx \quad (2.13)$$

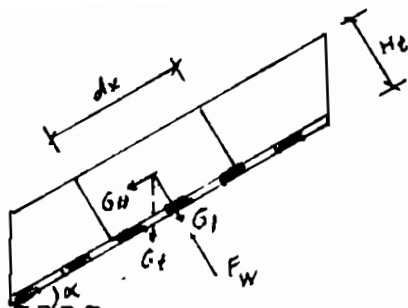
$$G_l = \rho'_l g H_l dx \cos \alpha \quad (2.14)$$

từ đó, có tiêu chuẩn thiết kế chống chảy nổi 2.15

$$\Delta h_g \leq \frac{\rho'_l}{\rho_w} \cdot H_l \cos \alpha \quad (2.15)$$



Hình 2.5. Các dạng đường cấp phối của khe vải và hạt đất thường gặp.



Hình 2.6- Sơ đồ tính áp lực đáy nổi

trong đó:

$\Delta h_g$  - chênh lệch đầu nước khi đi qua vải (m);

$\rho_w$  - tỷ trọng nước ( $\text{Kg/m}^3$ );

$\rho'_t = \frac{(\rho_s - \rho_w)}{(1 - n)}$  ( $\text{Kg/m}^3$ ) dung trọng của lớp đá nằm trong nước;

$\rho_s$  - tỷ trọng của đá ( $\text{Kg/m}^3$ );

$n$  - độ rỗng của lớp đá bảo vệ;

$g$  - gia tốc trọng trường;

$\alpha$  - góc mái.

## 2.2.8. Trạng thái phá hoại biến dạng của đất nền

Xét 2 trường hợp: lún không đều và vận chuyển hạt đất dưới lớp vải.

### 2.2.8.1- Lún không đều:

Lún không đều gây cho vải những hậu quả sau:

- Mặt nền lồi, lõm làm tăng lực kéo và sức căng của vải.
- Làm biến đổi tính thấm và tính lọc cát của vải.



- Tầng khoáng trống giữa vải và nền, tạo thành dòng nước dưới lớp vải, dẫn đến xói lở nền đất. Vải lọc lúc này tựa như nhịp cầu dựa trên 2 móng, chịu toàn bộ tải trọng của lớp đá phủ trên vải.

Muốn không bị phá hoại, vải lọc phải chịu được lực kéo và độ giãn dài thích hợp. Trong nhiều trường hợp, tính đến hiện tượng lún không đều, khi trải vải trên mặt nền đã chủ động tạo trước các vết gấp (hoặc gổ đầu khi nối), khi lún không đều, vải dư ở các vết gấp trải ra, giúp vải vẫn bám sát nền.

#### **2.2.8.2- Xói nền đất dưới lớp vải**

Thường do các nguyên nhân sau:

- Khe hở của vải quá lớn, không lọc được hạt đất.
- Vải lọc bị xé rách.
- Vải tiếp xúc với nền không tốt, tạo thành dòng chảy giữa vải và nền.

Hậu quả gây ra cho vải lọc, giống trường hợp lún không đều. Điểm khác cơ bản là: lún không đều phát triển có giới hạn, còn xói nền gần như không có giới hạn.

#### **2.2.9- Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "trượt của lớp áo bảo vệ trên mặt vải"**

Nếu mái quá dốc, lớp đá bảo vệ có thể trượt trên mặt vải, trong khi vải vẫn giữ được nguyên vị trí do ma sát giữa vải và nền lún, hoặc do neo, ghim vải vào nền đất. Có thể tính cân bằng chống trượt theo sơ đồ trên hình 2.7, với giả thiết lớp áo bảo vệ là đá đổ độ rỗng lớn, áp lực đẩy nổi lên đá không đáng kể.

Điều kiện ổn định là:

$$G_{II} < f_1 \cdot G_1 \quad (2.16)$$

trong đó  $G_{II}$  - thành phần song song với mái của trọng lượng lớp áo bảo vệ ( $G_I$ );

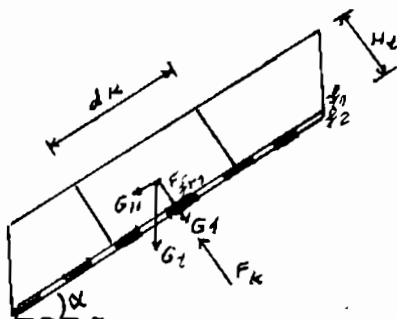
$G_I$  - thành phần thẳng góc với mái của  $G_I$ ;

$f_1$  - hệ số ma sát giữa lớp áo bảo vệ và vải lọc

từ 2.16, tiêu chuẩn thiết kế ổn định của lớp áo bảo vệ là:

$$\frac{G_{II}}{G_I} = \operatorname{tg} \alpha < f_1 \quad (2.17)$$

trong đó  $\alpha$  là góc mái dốc.

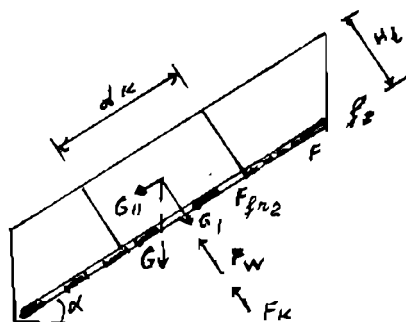


Hình 2.7- Sơ đồ tính ổn định chống trượt lớp áo bảo vệ.

Để dễ thi công, có thể buộc thêm các bó rơm rào vào vải theo phương ngang của mái. Bó rơm rào sẽ giữ cho đá không lăn xuống chân dốc khi đổ đá bằng các phương tiện cơ giới. Thường bố trí thêm các lăng thể tựa bằng đá xếp ở chân mái để nâng cao tính ổn định của lớp áo bảo vệ.

#### 2.2.10- Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "vải lọc trượt trên nền đất"

Tính cân bằng chống trượt theo sơ đồ trên hình 2.8. Trường hợp này phải tính đến áp lực đẩy nổi  $F_w$  lên vải.



Hình 2.8- Sơ đồ tính ổn định của vải lọc

Trạng thái ổn định đạt được khi:

$$G_{11} < f_2(G_1 - F_w) \quad (2.18)$$

trong đó -  $G_{11}$  thành phần song song với mái của  $G_1$ ;  
-  $G_1$  thành phần thẳng góc với mái của  $G_1$

$$G_{11} = \rho'_t g dx H_1 \sin \alpha$$

$$G_1 = \rho'_t g dx H_1 \cos \alpha$$

$$F_w = \rho_w g \Delta h_g dx$$

Thay các biểu thức trên vào 2.18 có tiêu chuẩn thiết kế chống trượt của vải:

$$\Delta h_g < \frac{\rho'_t H_1 (f_2 \cos \alpha - \sin \alpha)}{\rho_w f_2} \quad (2.19)$$

Từ 2.19 có thể tính được góc  $\alpha$  ổn định, khi biết các thông số khác. Trong đó:

$f_2$ - Hệ số ma sát giữa vải lọc và đất nền

$f_2$ - tang  $\theta$  khi  $\theta < \varphi$

$f_2$ - tang  $\varphi$  khi  $\theta \geq \varphi$

$\theta$ - góc ma sát giữa vải và nền;

- $\varphi$ - góc nội ma sát của đất nền;  
 $\Delta h_g$ - tổn thất đầu nước khi thấm qua vải (m);  
 $\rho_w$ - tỷ trọng nước;  
 $\rho'_l$ - dung trọng của đá bảo vệ ngập trong nước;  

$$\rho'_l = (\rho_s - \rho_w)(1 - n) \quad (\text{Kg/m}^3)$$
  
 $\rho_s$ - tỷ trọng của đá;  
 $n$ - hệ số rỗng của lớp đá bảo vệ;  
 $\alpha$ - góc mái;  
 $H_l$ - chiều dày của lớp áo bảo vệ.

Công thức 2.19 cho thấy, khi có dòng thấm, mái dốc phải chọn thoải hơn thông thường. Nếu trạng thái phá hoại 2.19 bị vượt ở phần dưới của mái, trong khi phần trên được neo giữ ổn định, lực kéo trong vải sẽ xuất hiện và bằng:

$$F = G_{II} - f_2(G_I - F_w) \quad (2.20)$$

hoặc

$$F = gdx(\rho'_l H_l \sin \alpha - f_2 \rho'_l H_l \cos \alpha + f_2 \rho_w \Delta h_g) \quad (2.21)$$

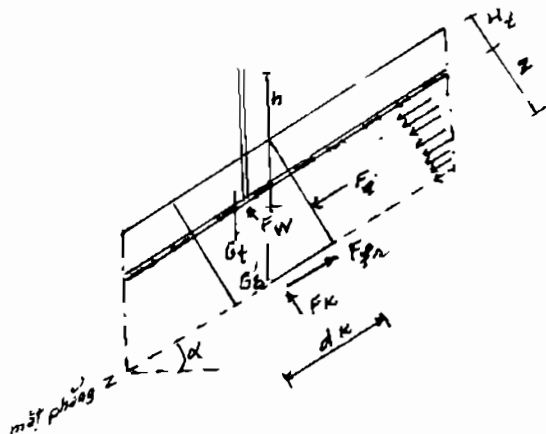
### 2.2.11- Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "đất nền trượt"

Xét 2 trường hợp sau: tính thấm của vải rất kém và tính thấm của vải rất cao.

#### 2.2.11.1- Tính thấm của vải rất kém

Trường hợp này, dòng thấm không thoát được qua vải, sẽ chảy trong nền đất, theo phương song song với mái (hình 2.9).

Lực do dòng thấm gây ra đối với phần tử mái đang xét là:



Hình 2.9- Sơ đồ tính ổn định chống trượt của nền dưới lớp vải có tính thấm rất kém

$$F_i = \rho_w g z dx i \quad (2.22)$$

trong đó  $i$  là độ dốc thủy lực của dòng thấm trong đất nền.

Điều kiện ổn định chống trượt theo mặt phẳng  $Z$  của phần tử  $dx$  là:

$$(G_t + G'_b) \sin \alpha + F_i \leq [(G_t + G'_b) \cos \alpha - F_w] \tan \varphi \quad (2.23)$$

trong đó:

$G_t - \rho_t H_t dx$  (trọng lượng của lớp áo bảo vệ)

$G'_b - \rho'_b g z dx$  (trọng lượng của lớp nền bị trượt)

$F_w - \rho_w g \bar{h} dx$  (lực đẩy nổi lên lớp áo bảo vệ)

$\rho_t$ - dung trọng của lớp áo bảo vệ

$\rho'_b$ - dung trọng của đất nền trong nước.

Các ký hiệu khác, xem hình 2.9. Thay vào 2.23, sẽ có tiêu chuẩn thiết kế ổn định chống trượt nền như sau:

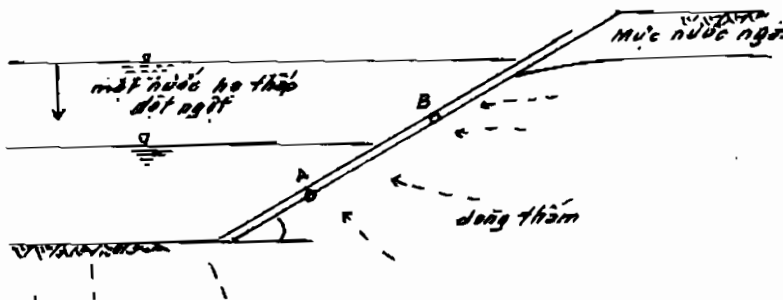
$$\operatorname{tang} \varphi \geq \frac{(\rho_t H_t + \rho'_b z) \operatorname{tg} \alpha + \frac{\rho_w j z}{\cos \alpha}}{\rho_t H_t + \rho'_b z - \frac{\rho_w h}{\cos \alpha}} \quad (2.24)$$

trong đó  $\varphi$  là góc nội ma sát của đất nền.

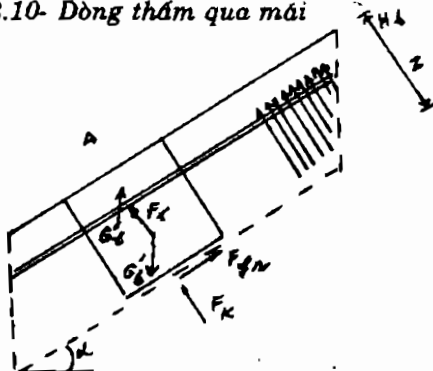
### 2.2.11.2- Tính thấm của vại rất cao

Có thể chia 2 vùng mái để xem xét: vùng dưới và vùng trên cao trình mặt nước. (hình 2.10)

a) Dưới cao trình mặt nước (hình 2.11)



Hình 2.10- Dòng thấm qua mái



Hình 2.11- Lực tác dụng lên vại khi dòng thấm thẳng góc với mái.

Điều kiện cân bằng là:

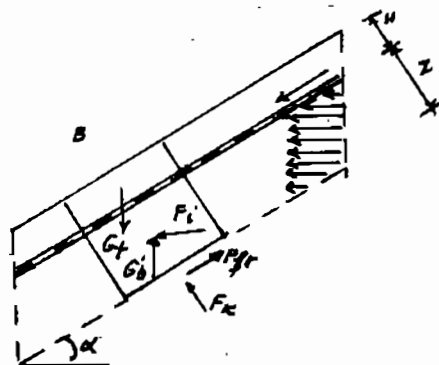
$$\operatorname{tang} \varphi > \frac{(G'_t + G'_b) \sin \alpha}{(G'_t + G'_b) \cos \alpha - F_i} \quad (2.25)$$

Tiêu chuẩn thiết kế ổn định chống trượt dưới dạng đầy đủ:

$$\operatorname{tang} \varphi > \frac{(\rho'_t \frac{H_t}{Z} + \rho'_b) \sin \alpha}{(\rho'_t \frac{H_t}{Z} + \rho'_b) \cos \alpha - \rho_w i} \quad (2.26)$$

Công thức 2.26 cho phép tính mái dốc  $\alpha$  khi biết các thông số khác.

b) Trên cao trình mặt nước (hình 2.12)



Hình 2.12- Lực tác dụng lên vãi khi dòng thấm theo phương ngang.

Điều kiện cân bằng là:

$$\operatorname{tang} \varphi > \frac{(G_t + G'_b) \sin \alpha + F_i \cos \alpha}{(G_t + G'_b) \cos \alpha - F_i \sin \alpha} \quad (2.27)$$

Tiêu chuẩn thiết kế ổn định chống trượt viết dưới dạng đầy đủ:

$$\tan\varphi > \frac{(\rho_t \frac{H_t}{Z} + \rho'_b)\sin\alpha + \rho_w \cos\alpha}{(\rho_t \frac{H_t}{Z} + \rho'_b)\cos\alpha - \rho_w \sin\alpha} \quad (2.28)$$

Với giả thiết tính thấm của vải rất cao, có thể cho rằng đường bão hòa nằm trong mặt phẳng vải. Khi đó độ dốc thủy lực  $i$  của dòng thấm, một cách gần đúng bằng  $\tan\alpha$ . Với giả thiết này công thức 2.28 có dạng sau:

$$\tan\varphi > \frac{(\rho_t \frac{H_t}{Z} + \rho'_b + \rho_w)\tan\alpha}{\frac{\rho_t H_t}{Z} + \rho'_b - \rho_w \tan^2\alpha} \quad (2.29)$$

Công thức 2.29 cho phép tính góc  $\alpha$  ổn định, khi biết các thông số khác. Công thức 2.29 đúng với đất cát không có tính dính. Đối với đất dính, tính theo 2.29 sẽ thiên về an toàn.

### 2.2.11.3. Tác động đối với vải Geotextile

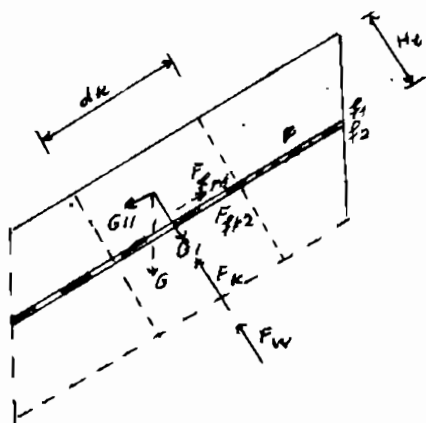
Khi vượt trạng thái phá hoại (công thức 2.26 và 2.28), vải bị kéo căng và dãn dài giống như đã nói ở điểm 2.2.8 và 2.2.10, nhưng với lực kéo lớn hơn nhiều. Trong các trường hợp trước, các lớp lát mái đã truyền lực vào vải thông qua ma sát giữa mặt trượt với vải, nhưng khi đất nền trượt, đất nền kéo vải xuống theo. Lực kéo xuất hiện trong vải được tính bởi công thức:

$$F = f_1 G_1 + f_2 (G_1 - F_w) \quad (2.30)$$

Sơ đồ tính và ý nghĩa các ký hiệu xem hình 2.13. Điều kiện bất lợi nhất xuất hiện khi lực đẩy nổi  $F_w = 0$ , lúc đó lực kéo trong vải tính bằng:



$$F = \rho_1 g H_1 dx \cos \alpha (f_1 + f_2) \quad (2.31)$$



Hình 2.13- Nền trượt, treo lên vải.

## 2.2.12- Trạng thái phá hoại của môi trường

Ảnh hưởng của môi trường đến độ bền của vải, gồm mấy yếu tố chính:

### 2.2.12.1- Tia cực tím:

Dưới tác dụng của tia cực tím (U.V), vải Polyme bị lão hóa nhanh hơn bình thường. Trong kẻ lát mái, thường có lớp áo bảo vệ phủ trên vải (đá hoặc bê tông), ngăn không cho tia cực tím tác động trực tiếp lên vải. Tuy nhiên trong quá trình sử dụng, lớp áo bảo vệ có thể bị hư hỏng cục bộ, vải có thể lộ ra dưới ánh sáng. Biện pháp đối phó với tia cực tím là:

- Vải được che phủ cẩn thận bởi lớp áo bảo vệ. Thường xuyên theo dõi và bảo dưỡng để lớp áo bảo vệ không bị hư hỏng.
- Trong điều kiện có thể, giữ cho vải luôn ngập nước (khoảng vài chục cm).

- Thêm phụ gia bền với tia cực tím vào nguyên liệu, trong quá trình sản xuất Geotextile.

#### **2.2.12.2. Nhiệt độ:**

Nhiệt độ cao có thể làm vải biến dạng và giảm độ bền chịu lực. Nhiệt độ cao có thể xảy ra khi bảo quản vải trong kho. Biện pháp đề phòng là:

- Thêm phụ gia bền nhiệt vào nguyên liệu ban đầu.
- Giữ vải trong kho thoáng mát.
- Cấm đốt củi, rác rưởi trên mái kê có dùng vải Geotextile.

#### **2.2.12.3- Gió:**

Gió có thể bào mòn lớp phủ bảo vệ, do đó phơi vải ra dưới ánh sáng. Dưới sức hút của gió, vải trải trên nền đất có thể phập phồng, nếu hiện tượng kéo dài, vải có thể bị mòn. Biện pháp bảo vệ là dùng đá học chặn và che phủ phần vải lộ ra ngoài.

#### **2.2.13- Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "đổ đá trên vải"**

Nếu lớp áo bảo vệ là đá đổ, khi thi công đổ đá bằng cơ giới, dễ làm cho vải bị phá hỏng. Các nhân tố sau đây liên quan đến hiện tượng phá hỏng vải lọc khi đổ đá:

- Lực va chạm của đá rơi trên vải.
  - Hình dạng của viên đá: những viên đá nhọn, nhiều góc cạnh dễ làm rách vải.
  - Ứng suất kéo sẵn có trong vải (do neo giữ vải vào nền đất).
- Ứng suất kéo sẵn có càng lớn, thì trạng thái hư hỏng càng đến sớm.

- Tính chất của Geotextile như: trọng lượng của đơn vị diện tích ( $\text{Kg/m}^2$ ), sức bền chống kéo, độ giãn dài kéo đứt. Vải có trọng lượng nặng và độ giãn dài kéo đứt lớn chịu lực va chạm tốt hơn vải nhẹ.

- Độ cứng nền. Đất càng cứng, chắc, năng lượng nhiệt xuất hiện do thả đá càng lớn. Đất xốp, mềm, chịu lực va chạm tốt hơn.

- Thả đá trên khô hay dưới nước. Nếu thả dưới nước, lực va chạm sẽ giảm nhiều.

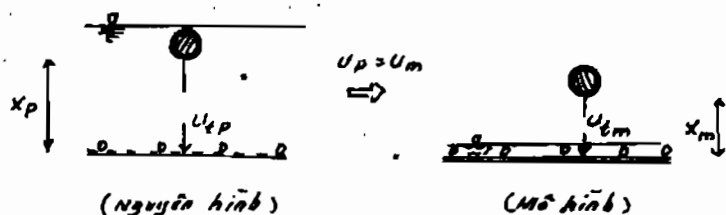
Có thể giảm khả năng hư hỏng của vải khi thả đá, nếu áp dụng các biện pháp sau:

- Trải trên vải một lớp rong rêu, lau sậy (khâu hay buộc vào vải).

- Trải trên vải lớp đá dăm hay cuội sỏi dày 0,10m.

Nếu bán khoán không biết có cần dùng các biện pháp bảo vệ vừa giới thiệu không, có thể tiến hành một số thí nghiệm đơn giản để xác định. Tiến hành thí nghiệm tại hiện trường, với đúng loại vải, loại đá, nền đất sẽ dùng trong xây dựng.

Tính tương tự của thí nghiệm thả đá trên khô được thực hiện không mấy khó khăn, theo đúng kích thước thật. Để dễ quan sát, thí nghiệm thả đá dưới nước có thể thay bằng thả trên khô, nếu tính đối chiều cao thả đá thích hợp, đảm bảo vận tốc va chạm khi thả đá trên khô bằng vận tốc va chạm khi thả đá dưới nước (hình 2.14).



Hình 2.14- Chiều cao tính đối khi thí nghiệm thả đá trên khô thay cho thả đá dưới nước.

Dưới nước, vận tốc va chạm  $U$ , khi thả đá ở chiều cao  $x$  được tính bằng:

$$U = \sqrt{\frac{C_2}{C_1} [\exp(-2C_1 x) - 1]} \quad (2.32)$$

trong đó

$$C_1 = \frac{3}{4} C_D \frac{\rho_w}{\rho_s d}, \quad C_2 = \frac{\rho_w - \rho_s}{\rho_s} g$$

Trong không khí, ở chiều cao  $x$ , vận tốc  $U$  bằng

$$U = \sqrt{2gx} \quad (2.33)$$

Cân bằng 2.32 và 2.33 sẽ tìm được độ cao  $X_m$  của thí nghiệm:

$$X_m = \frac{C_2}{2gC_1} [\exp(-2C_1 X_p) - 1] \quad (2.34)$$

Trong các công thức trên  $C_D$  - hệ số sức cản, với khối vuông rơi theo phương song song với 2 mặt cạnh  $C_D = 1,1$ , rơi theo phương đường chéo góc  $C_D = 0,8$ . Các khối tròn  $C_D = 0,4$ . Các khối hình côn  $C_D = 0,5$ . Với đá khối, đá hộc khai thác bằng nổ mìn  $C_D = 1,0$ .

$\rho_w, \rho_s$  - dung trọng của nước và đá;

$d$  - đường kính viên đá.

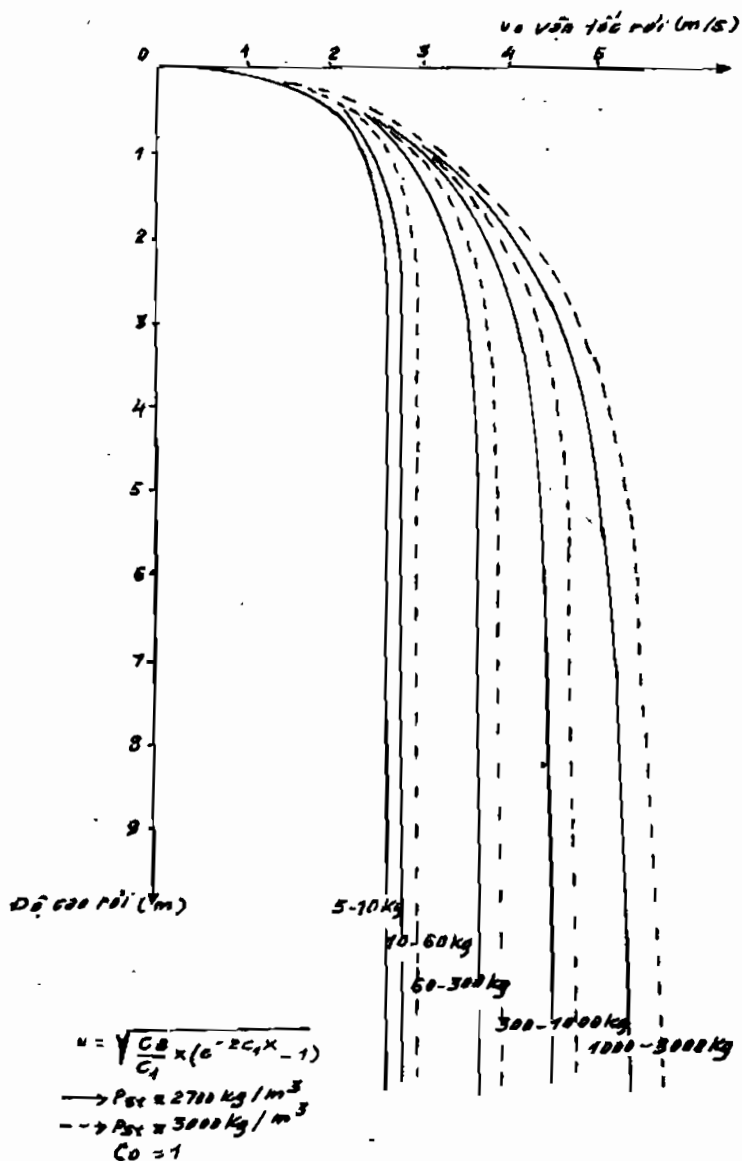
Vận tốc rơi của các loại đá trọng lượng khác nhau, khi chọn  $C_D = 1,0$  cho trên đồ thị hình 2.15.

Sau đây là một số kết quả thí nghiệm đổ đá bằng cơ giới tại hiện trường:

- Vải Geotextile từ sợi PP, trọng lượng  $825 \text{ g/m}^2$ , đặt trên nền cát, bị phá hoại khi thả các viên đá nặng từ 60 đến 300 Kg, ở độ cao 2,5m. Nếu buộc thêm một lớp lau sậy, rong rêu, vải được bảo vệ tốt.

- Vải chế tạo từ PP, trọng lượng  $1040 \text{ g/m}^2$ , không bị phá hoại khi thả khối xi phospho nặng 400 Kg ở độ cao 8m.

- Nếu nền có lẫn đá, vải chế tạo từ PE và PETP, trọng lượng



Hình 2.15. Quan hệ giữa vận tốc rơi và chiều cao thả đá.

1240 g/m<sup>2</sup> bị phá hoại khi thả đá nặng 30 Kg.

- Vải Geotextile trọng lượng 200 g/m<sup>2</sup> có sức bền kéo khoảng 36 KN/m, bị phá hoại khi thả khối đá vôi nặng 180 Kg bằng cần trục.

- Nếu xếp lớp đá bảo vệ bằng thủ công, nguy cơ vải bị rách, hư hỏng do xung lực va chạm giảm nhẹ rất nhiều.

- Ngoài nguy cơ rách vải khi thả đá, đề phòng đá bị trượt hoặc lăn xuống chân mái.

#### 2.2.14- Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "trải và nhận chìm vải trong nước"

Có thể trải vải xuống đáy sông bằng nhiều phương pháp: phao nổi và nhấn chìm, trượt trên mặt sàn nghiêng, thả dần từ các khung tròn quấn vải gắn trên sà lan v.v...

Lực tác dụng lên tấm thảm vải Geotextile (vải có gắn rong rào hoặc các khối bê tông) phụ thuộc vào vận tốc dòng chảy, chiều sâu nước, và lực nổi của thảm. Quan hệ giữa các yếu tố trên, dựa trên kết quả thí nghiệm, trình bày trên hình 2.16.

Lực neo giữ đầu thảm xuống đáy sông  $F_A$  được tính từ lực  $N$  tác động lên thảm vải:

$$N = \frac{F_A}{B} = \frac{\rho_w U^2 L'}{\alpha} \quad (2.35)$$

trong đó:

$F_A$  - lực neo;

$B$  - chiều rộng của thảm;

$\rho_w$  - dung trọng nước;

$U$  - vận tốc dòng chảy;

$L'$  - đường chiếu lên mặt nước, của phần chìm dưới nước của thảm (m) xem hình 2.16.

$$\alpha = \frac{\rho_w U^2 B L'}{F_A}$$



Thảm vải với một lớp rong rào có lực nổi khoảng  $0,20 \text{ KN/m}^2$ . Nếu phương của dòng chảy nghiêng một góc  $30^\circ$  với đáy sông, lực tác dụng lên thảm tăng lên gấp đôi.

### 2.2.15- Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "lai đất thảm"

Khi lai đất, một đầu thảm được gắn vào một dầm thép (thường dùng khi nhấn chìm thảm), hoặc vào hệ thống phao nổi.

De Jong và Peerlkamp, dựa vào tài liệu thực đo, đưa ra công thức tính lực lai đất như sau:

$$F_T = \left[ \frac{1}{2} (C_D \rho_w \frac{A_2}{A_s} - 3,2) U^2 + 13,8U - 2,5 \right] A_s \quad (2.36)$$

trong đó  $F_T$ - lực lai đất;

$C_D$ - hệ số cản của dầm hoặc phao (khoảng 1,2);

$A_C$ - phần diện tích cản nước của thảm ( $\text{m}^2$ );

$A_s$ - diện tích tấm thảm;

$U$ - vận tốc dòng chảy tương đối với tấm thảm (tính cả vận tốc tàu lai đất - thường khoảng 0,3 đến 1,2m/s).

Khi  $U = 1,2 \text{ m/s}$ , riêng lực tác dụng lên thảm có diện tích  $1200\text{m}^2$  khoảng 11,5 KN, sẽ tạo lực kéo trong vải khoảng 0,6KN/m. Tổng lực cản (kể cả lực cản của dầm và phao là 17KN). Khi có sóng cao 0,5m đến 0,8m các lực trên tăng thêm 30%.

### 2.2.16- Trạng thái phá hoại và tiêu chuẩn thiết kế "chịu nhiệt khi trải nhựa đường"

Khi trải nhựa asphalt lên vải Geotextile, nhiệt độ ở điểm tiếp xúc  $T_c$ , phụ thuộc vào nhiệt độ ban đầu của nhựa đường ( $T_a$ ), nhiệt độ ban đầu của vải ( $T_g$ ), và biểu diễn bằng công thức 2.37:



$$T_c = \frac{b_a T_a + b_g T_g}{b_a + b_g} \quad (2.37)$$

Trong đó  $b_a$  và  $b_g$  là hệ số tiếp xúc nhiệt của nhựa và vải. Thường dùng  $b_a = 1715$ ,  $b_g = 474$ .

Giả thiết

$$T_a = 140^\circ\text{C} \text{ (asphalt)}$$

$$T_g = 10^\circ\text{C} \text{ (polypropylene)}$$

$T_c$  tính được từ công thức 2.37 là  $112^\circ\text{C}$ . Mỗi loại vải Polyme chịu được nhiệt độ tối hạn khác nhau. Khi trải nhựa, chỉ được dùng loại vải chịu được nhiệt độ cao.

## 2.3- VẬT LIỆU CỦA LỚP ÁO BẢO VỆ

Một số hình thức kết cấu của lớp áo bảo vệ, khi dùng Geotextile thường dùng, được trình bày trên hình 2.17. Dưới đây nói sâu thêm một số điểm.

### 2.3.1. Lớp áo bảo vệ bằng đá rời

Khi thi công đổ đá, dễ phòng vải bị xé rách. Trong giai đoạn khai thác, không cho phép đá trượt trên vải, dễ làm hỏng vải. Để phòng các hiện tượng phá hoại trên, nên bố trí thêm một lớp trung gian giữa vải và lớp áo bảo vệ bằng đá dăm hay rong rào, như trình bày trên hình 2.17 a.

### 2.3.2. Lớp áo bảo vệ bằng đá lát, đá xây hoặc phụt vữa

Nếu lát đá thủ công, sẽ giảm được lực va chạm làm hỏng vải. Xếp, chèn đá trực tiếp lên vải, có thể làm giảm khả năng thấm của vải, vì vậy thường bố trí thêm lớp trung gian đá dăm hay cuội sỏi.



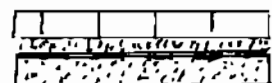
a) Đá đố



b) Đá to phụt vữa xi măng



c) Đá nhỏ phụt vữa asphalt



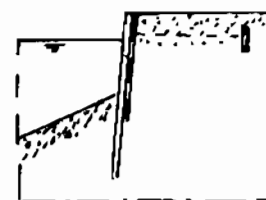
d) Đá xẻ



e) Khối bê tông lát sẵn



f) Vải Geotextile nhồi cát



g) Vải lọc dùng với bản cọc

**Hình 2.17- Kết cấu thường dùng của lớp áo bảo vệ**

Nếu xây hoặc phụt vữa xi măng vào các khe hở của đá, để liên kết lớp áo bảo vệ bằng đá khối, sẽ không có thêm yêu cầu mới. Nếu phụt vữa asphalt nóng, phải tính theo công thức 2.37 (điểm 2.2.16).

### 2.3.3. Lớp áo bảo vệ bằng khối bê tông

Gồm các khối bê tông đúc sẵn, gắn vào vải tại hiện trường (hình 2.17c). Thường dùng dây cáp (bằng thép hay sợi tổng hợp) sau qua các lỗ đúc sẵn để gắn bê tông với vải. Nói chung, thi công gắn các khối bê tông lên vải ít khi gây hư hỏng vải, nhưng phải tính đến những thay đổi sau:

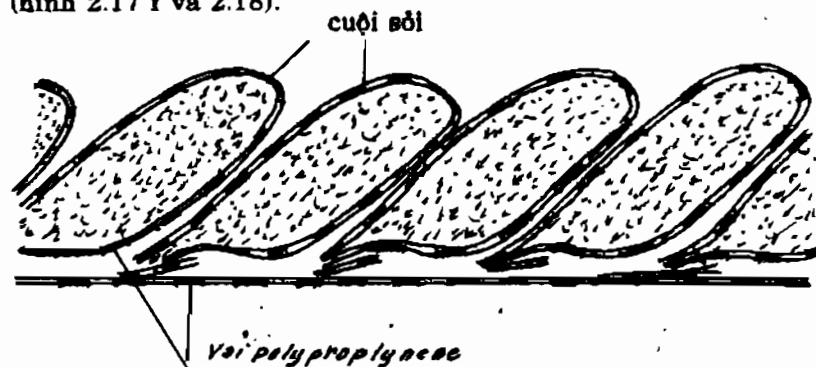
- Tính thấm của vải giảm.
- Hệ số ma sát giữa vải và bê tông đã biến đổi.

Cũng có khi khối bê tông được đổ tại chỗ, chèn lên các chốt gắn trước lên vải (hoặc các vòng giấy có sẵn khi sản xuất vải), tạo thành một hệ thống liên. Khi đó cần tính đến những thay đổi sau:

- Tính thấm của vải giảm do: một phần diện tích bị khối bê tông đè lên, phần khác do vữa bê tông dính vào diện tích vải còn lại.
- Ứng suất kéo trong vải, khi chuyển chở và ráp các tấm thấm lớn hơn bình thường.

### 2.3.4. Lớp áo bảo vệ bằng túi Geotextile nhồi cát

Có thể dùng các túi vải nhồi cát hoặc cuội sỏi làm lớp áo bảo vệ (hình 2.17 f và 2.18).



Hình 2.18- Áo bảo vệ bằng túi vải nhồi sỏi cuội

Trường hợp này, vải vừa có chức năng lọc cát, vừa có chức năng chống xói. Cần chú ý đến các điểm sau:

- Đường kính hạt của vật liệu nhồi phải tương đối đều, để tránh hiện tượng phân tầng dưới tác dụng của sóng và lực đẩy nổi.
- Chỉ dùng ở chỗ không có các va chạm cơ học có thể làm hỏng vải.
- Dùng bảo vệ mái sông, trực tiếp với ánh sáng mặt trời sẽ nhanh lão hóa, nên thường được dùng bảo vệ đáy sông.
- Khối lượng vải dùng lớn. Ở vùng mực nước thay đổi, một phần hạt nhỏ của vật liệu nhồi bị lọt qua vải, có thể bị sеп, lún.

### **2.3.5. Vải lọc dùng trong bản cọc**

Kết cấu kết hợp vải và bản cọc chống thấm được giới thiệu trên hình 2.17g. Khi mới xây dựng, về nguyên tắc, riêng bản cọc đã không cho hạt đất lọt qua. Tuy nhiên sau một thời gian sử dụng, bản cọc có thể bị hư hỏng (đặc biệt là bản cọc gỗ), hiện tượng thấm xói có thể xảy ra. Để hoàn toàn yên tâm, người quản lý công trình thường muốn bố trí vải lọc giữa đất và bản cọc, đặc biệt khi đất có nhiều hạt rời rạc.

### **2.3.6. Vùng nối tiếp và biên công trình**

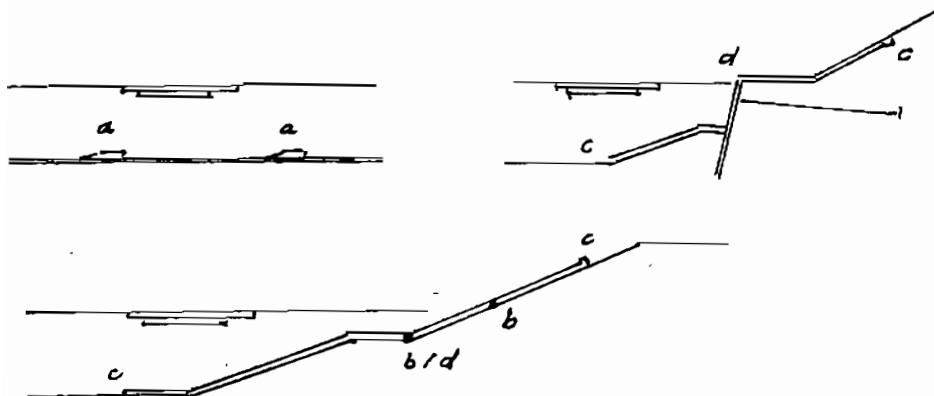
Vùng nối tiếp và biên công trình thường là những điểm yếu, hư hỏng thường bắt đầu từ đó, nên cần có biện pháp bảo vệ đặc biệt. Có thể phân biệt 4 loại sau:

- 1) Chuyển tiếp cùng hệ thống
- 2) Chuyển tiếp khác hệ thống
- 3) Vùng biên công trình
- 4) Nối tiếp với các bộ phận đặc biệt của công trình.

Sau đây trình bày kỹ hơn vào từng điểm:

### 2.3.6.1- Chuyển tiếp cùng hệ thống

Khái niệm cùng hệ thống có nghĩa là cùng một hình thức kết cấu (các điểm a trong hình 2.19). Trong đa số trường hợp, phần dưới nước được thực hiện bằng gối đầu vãi lên nhau.



Hình 2.19- Các hình thức nối tiếp và biên công trình

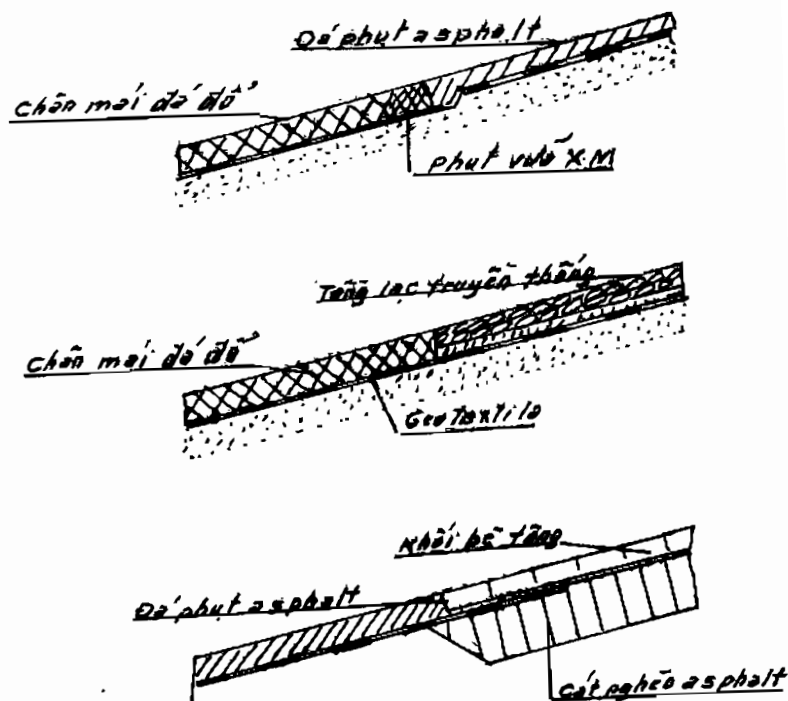
Trong kết cấu bảo vệ mái, gối đầu vãi chỉ được thực hiện theo phương thẳng góc với đường đỉnh mái. Không bố trí gối đầu theo phương ngang (song song với đường đỉnh mái), vì vãi có thể bị trượt. Nếu bảo vệ đáy sông, gối đầu vãi có thể thực hiện theo các phương. Hình thức gối đầu vãi của các thâm lấp sắn, được giới thiệu trên hình 2.20.



Hình 2.20- Hình thức gối đầu của thâm lấp sắn

### 2.3.6.2- Chuyển tiếp khác hệ thống

Kề lát mái thường chia ra làm nhiều bộ phận, có kết cấu khác nhau, vật liệu khác nhau (ví dụ: vùng ngập nước, vùng trên khô). Nối chuyển sang vùng có kết cấu khác, gọi là chuyển tiếp khác hệ thống (các điểm b trên hình 2.19). Hình 2.21 giới thiệu kỹ hơn một số hình thức chuyển tiếp khác hệ thống trên mái.



Hình 2.21- Chuyển tiếp khác hệ thống trên mái

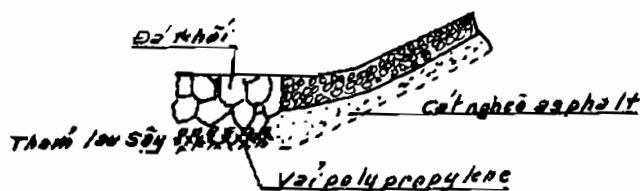
Nói chung, vãi Geotextile gói đầu vào hệ thống kết cấu khác thêm một đoạn dài. Biện pháp này, làm cho vùng nối tiếp không bị hở, ngay cả khi bị lún nhẹ.

Hình 2.22 giới thiệu hình thức chuyển tiếp ở chân kè lát mái.

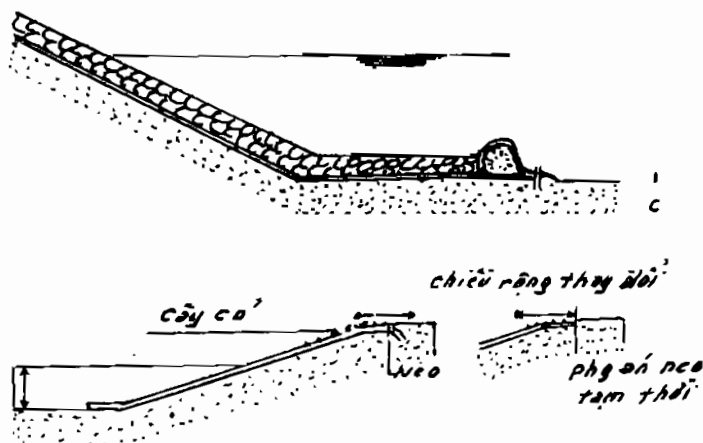
### 2.3.6.3- Vùng biến công trình

Một số hình thức kết cấu thường dùng trình bày trên hình 2.23.

Hình 2.23 a, là hình thức kết thúc chân mái bằng túi vải, nhồi cát. Hình 2.23 b là biện pháp kết thúc đỉnh mái bằng cách neo vào đất.



Hình 2.22- Chuyển tiếp khác hệ thống ở chân mái

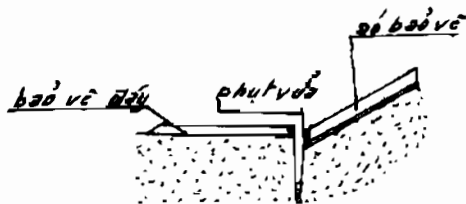


Hình 2.23- Hình thức chuyển tiếp ở biên công trình

Kinh nghiệm cho thấy khi đổ đá trên vải, dễ làm rách vải, sinh lún không đều, làm cho tiếp xúc giữa vải và nền xấu đi. Trong trường hợp này, đã bố trí các vết gấp dự trữ, để giảm lực kéo trong vải.

#### 2.3.6.4- Nối tiếp với bộ phận đặc biệt của công trình

Ví dụ nối vải với bản cọc, với dầm neo trong kết cấu bảo vệ đáy, với cọc neo ở đỉnh mái.... Các hình thức nối tiếp rất đa dạng và phức tạp, khó có thể giới thiệu đầy đủ. Nguyên tắc cơ bản và tránh lực tập trung, cố gắng phân bố đều lực vùng nối tiếp. Nối tiếp theo tuyến, không theo



Hình 2.24. Nối tiếp Geotextile với bản cọc

điểm, không cắt vải thành các lỗ để sâu giầy, sâu vào cọc, mà buộc theo từng băng, hoặc kiểu các ống măng sông. Hình 2.24 giới thiệu một hình thức nối tiếp với các bộ phận đặc biệt.

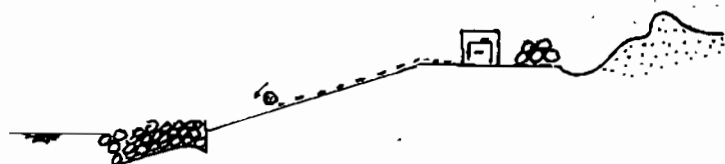
## 2.4- NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN CHÚ Ý KHI THI CÔNG VẢI GEOTEXTILE

### 2.4.1- Thi công trên khô

#### 2.4.1.1- Dặt vải trên mái

a) *Trải vải:* Vải được cắt sẵn theo chiều dài yêu cầu, cuộn lại và thả lăn từ đỉnh xuống chân kè lát mái (hình 2.25).





Hình 2.25- Trải vải lên mái

Trước khi trải vải, mái phải bạt thật phẳng đảm bảo cho vải tiếp xúc tốt với nền. Những vật cứng, sắc, nhọn phải được dọn sạch.

Nếu vải được khâu nối tại hiện trường, mép vải phải chồng lên nhau ít nhất 0,20m.

b) *Khâu nối*: Đường khâu thường cách mép vải 0,05 m. Nếu khâu tại hiện trường, bằng máy, độ bền đường khâu chỉ bằng 50% độ bền của vải. Nếu khâu gấp 2 đường, độ bền của đường khâu được cải thiện hơn. Đường khâu không nên đặt thẳng góc với phương có tải trọng lớn nhất. Độ bền của chỉ, độ lớn của kim, độ dài của mũi khâu phải được chọn phù hợp với loại vải đang dùng.

c) *Gối đầu*: Nếu không khâu nối, phải đặt vải gối đầu lên nhau. Chiều dài gối đầu được quyết định bởi các yếu tố sau:

- Độ chính xác trải vải.
- Biến dạng của nền.
- Kích thước hòn đá sẽ đổ trực tiếp lên vải.

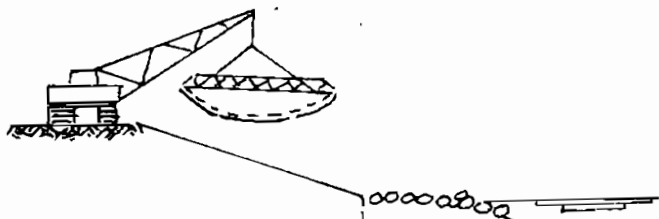
Thông thường chiều dài gối đầu  $L = 0,50 \text{ m}$ . Nếu nền đất dễ lún, có thể chọn theo công thức sau:

$$L = \sqrt[3]{d_n / \rho_s} \quad (2.38)$$

trong đó:  $d_n$  - đường kính hòn đá  
 $\rho_s$  - tỷ trọng của đá.

### 2.4.1.2- Thảm vải Geotextile lắp sẵn

Thường dùng các cần cẩu, có trang bị thêm khung chuyên dùng, để đặt các thảm lắp sẵn vào vị trí (hình 2.26).



Hình 2.26- Đặt thảm lắp sẵn

Lực kéo lớn nhất trong vải thường xuất hiện trong khâu chuyên chở và đặt thảm. Nếu thảm quá nặng, có thể dùng thêm các sợi cáp đỡ thảm để giảm lực kéo trong vải.

### 2.4.2- Thi công dưới nước

#### 2.4.2.1- Bảo vệ đáy sông bằng thảm Geotextile và bó rong rêu, chặn bằng đá rời

a) Bãi thi công thảm: Ở vùng triều, thường chọn vùng bờ thoải dưới mức triều cường, để khi triều lên các thảm lắp ráp xong, nổi lên mặt nước có thể lai dắt ngay đến các vị trí đã định. Bãi thi công cũng có thể là mái sông, cao hơn mực nước sông (hình 2.27).

Ưu điểm là: không bị phụ thuộc vào mực nước, và có thể cung cấp vật liệu bằng cả đường bộ và đường thủy. Thường bạt mái thoải hơn 1/3, đất nền phải rắn chắc và phủ thêm một lớp nhựa đường. Khi hạ thủy, đáy trượt thảm xuống nước với tốc độ chậm, để giảm ma sát, dễ làm cháy vải. Để giảm nhiệt độ, có thể phun nước lên



Hình 2.27- Bãi thi công trên mái sông

thảm và bãi thi công khi hạ thủy.

Trường hợp mái ngắn, không đủ chiều dài lắp một thảm hoàn chỉnh có thể kéo dài phần đã lắp xong xuống nước, và tiếp tục lắp ráp phần còn lại trên mái khô (hình 2.27).

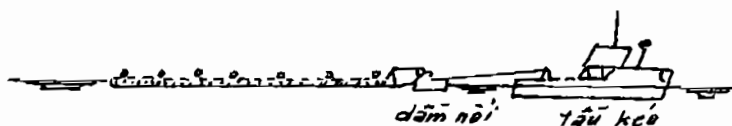
b) *Lắp ráp và vận chuyển*: Thường dùng các loại vải đặc biệt có sẵn các vòng sợi để buộc rào vào thảm. Các vòng sợi chịu được lực kéo khoảng (5 - 10)KN, và thường làm bằng sợi PP.

Vải Geotextile là vật liệu chịu kéo chủ yếu của thảm. Các bó rơng rào chỉ có nhiệm vụ căng vải, làm cho vải phẳng, để nối hơn trong quá trình vận chuyển và đánh chìm. Để truyền lực đều cho vải, các bó rơng rào ở mép vải, cần tăng cường thêm cho đủ độ cứng.

Vùng đầu thảm, giành ra khoảng (1 - 2) m vải dư để buộc vào dầm nổi. Dầm này đồng thời cũng là dầm neo khi đánh chìm (hình 2.28). Mặt thảm cũng buộc thêm giây vào dầm để tăng cường sức chịu kéo khi di chuyển. Cũng có thể dùng phao nổi để buộc thảm khi vận chuyển (hình 2.29).

Khi buộc, cần kéo đầu thảm cao hơn mặt nước, để nước không trào lên mặt thảm, tăng lực cản khi vận chuyển và tăng tải trọng tác dụng lên thảm.

c) *Nhận chìm*: Sau khi đặt đúng vị trí, nhận chìm thảm bằng



Hình 2.28- Vận chuyển thềm bằng dầm nổi

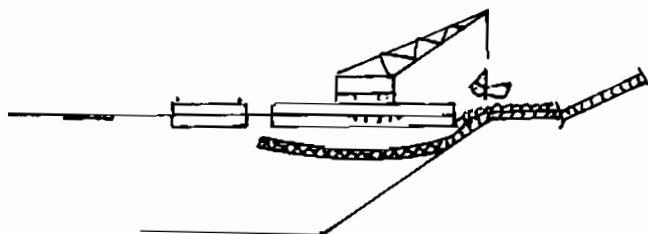


Hình 2.29- Vận chuyển thềm bằng phao

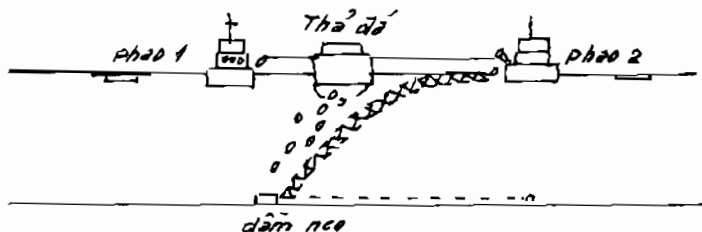
cách đổ lên thềm một lớp đá. Để phòng vải bị xé rách, lúc đầu chỉ đổ đá nhỏ, nhẹ trọng lượng không quá vài chục Kg (cuội sỏi và đá hộc). Trọng lượng đủ nhận chìm thềm khoảng  $(150 - 200) \text{ Kg/m}^2$ . Khi thềm đã nằm ở đáy sông, tiếp tục thả đá to hơn, nặng khoảng  $(60 - 300) \text{ Kg}$ , tùy theo tính toán ổn định, để cuối cùng đạt khoảng  $500 \text{ Kg/m}^2$ . Nếu thềm đặt trên mái (hình 2.30), đầu tiên phải neo đầu thềm vào bờ (lợi dụng khi triều lên) đổ đá lên trên để cố định vị trí. Phải rải đá cho đều để thềm chìm đều, đánh chìm thềm dần dần từ nông ra sâu.

Nếu thềm được đặt dưới đáy sông (hình 2.31), một đầu được gắn vào dầm neo, đầu kia vào dầm giữ. Lúc đầu cả 2 dầm được giữ nổi trên mặt nước, bằng phao. Khi đánh chìm, dầm được tháo khỏi phao. Hệ thống phao còn có tác dụng định hướng, giữ cho thềm đặt đúng vị trí.

Sau khi tháo dầm neo ra khỏi phao 1, sà lan mở đáy tiến vào đổ đá, đổ dần từ đầu tiến vào giữa. Cụ ly di chuyển của sà lan được xác định bởi giây cáp căng giữa 2 phao, tạo thuận lợi đổ đá đều trên mặt thềm. Phao 2 cố định đầu khác của thềm. Phao 2 giữ thềm bằng hệ



Hình 2.30- Neo-dầu thăm vào bờ



Hình 2.31- Nhấn chìm thăm xuống đáy sông

thống tời, khi đổ đá, nếu mặt thăm trở thành quá dốc, thả tời, giảm mái dốc, giữ cho đá không bị trượt theo mặt dốc.

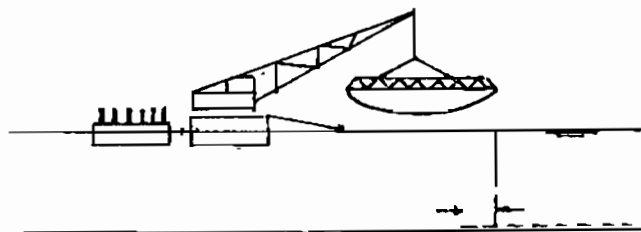
#### 2.4.2.2- Bảo vệ bằng thăm lấp sẵn

Thăm lấp sẵn có thể dùng để bảo vệ mái hay đáy sông. Chất lượng của thăm quyết định bởi độ bền liên kết giữa vải và các khối bê tông.

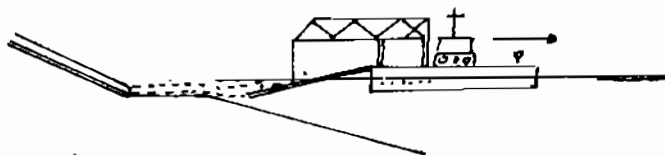
a) *Trái thăm*: Yêu cầu quan trọng là phải trái đúng vị trí, đảm bảo hai thăm lân cận gối đầu lên nhau đúng thiết kế. Hiện nay, thường dùng các phương pháp trái thăm sau:

- Trái thăm bằng cần cấu nối, có gắn thêm đối trọng (hình 2.32). Do sức nâng của cần cấu không lớn, nên khi dùng phương pháp này, kích thước và trọng lượng của thăm lấp sẵn bị giới hạn, do đó sau khi đặt thăm vào vị trí, phải đổ thêm đá phủ lên trên.

- Trải bằng cách để thảm trượt trên một sàn nghiêng (Hình 2.33). Phương pháp này hay dùng khi thi công kê lát mái: vừa dùng tời hạ sàn cho độ dốc tăng dần, vừa rải sà lan ra phía nước sâu để thảm tụt dần và trải lên mái đúng vị trí quy định.

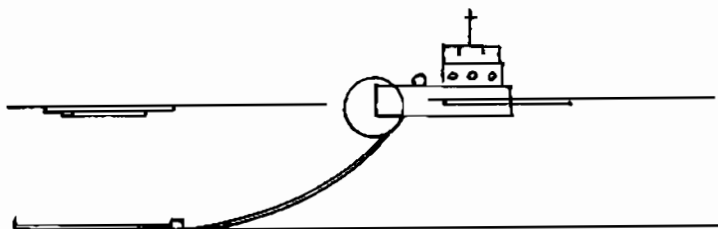


Hình 2.32- Trải thảm xuống đáy sông bằng cần cẩu



Hình 2.33- Trải thảm lên mái, bằng ván trượt

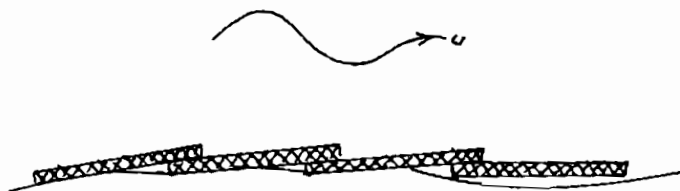
- Trải bằng cách nhà dần thâm từ một ống đặt trên sà lan (hình 2.34): vừa nhả ống, vừa cho tàu di chuyển, thảm sẽ tự chìm xuống đáy. Đã có những thiết bị chuyên dùng có thể trải thảm dài tới 200 m và hơn nữa. Đó là ưu điểm chủ yếu của phương pháp này.



Hình 2.34- Nhà dần thâm từ ống

Trải thảm ở vùng sông cong, khó khăn hơn vùng sông thẳng. Thường không dùng các loại thảm hình chữ nhật, mà dùng các loại thảm có hình dạng thích hợp, để khi đặt đúng vị trí, thảm phủ được toàn bộ diện tích cần bảo vệ.

Ở những vùng vận tốc dòng nước mạnh, phần gối đầu giữa 2 thảm nên đặt xuôi theo dòng chảy (hình 2.35) để giảm lực đẩy nổi lên vùng nối tiếp.



Hình 2.35- Gối đầu thuận dòng chảy

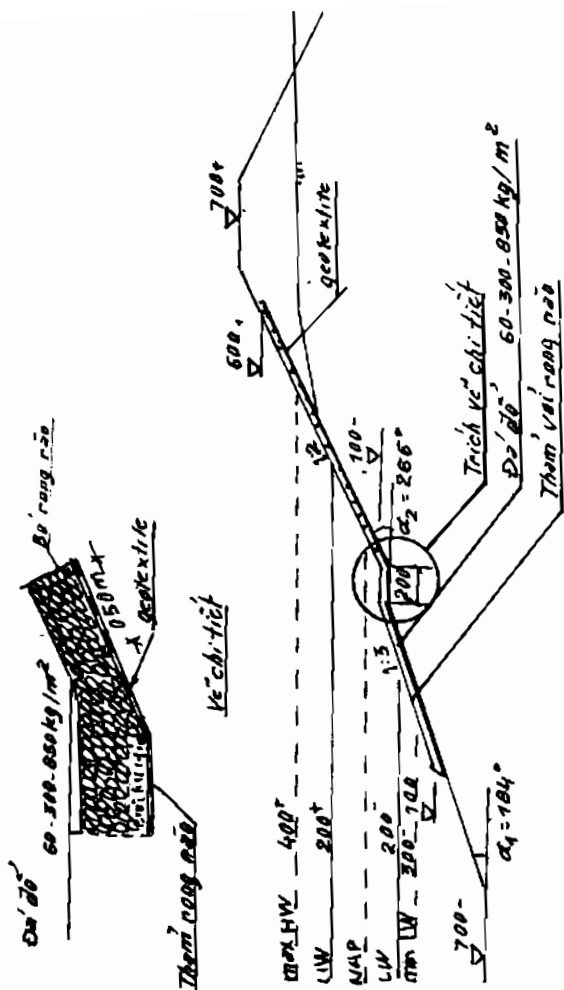
## 2.5. THÍ DỤ THIẾT KẾ VẢI LỌC DÙNG TRONG KÈ LÁT MÁI

### 2.5.1. Tài liệu cơ bản

a) Mật cát dè: như hình 2.36

b) Tính chất đất nền:

Cấp phối:	$d_{10}$	: 0,1 mm
	$d_{50}$	: 0,15 mm
	$d_{90}$	: 0,20 mm
Dung trọng khô	:	1800 KG/m <sup>3</sup>
Dung trọng ướt	:	2120 KG/m <sup>3</sup>
Góc nội ma sát	:	30°
Hệ số dính C	:	0
Hệ số thấm K	:	10 <sup>-4</sup> m/s.



Hình 2.36- Một cắt dề (thiết kế sơ bộ)

c) Các thông số về dòng chảy:

Vận tốc U : 1,0 m/s

Chiều cao sóng  $H_s$  : 1,0m

Sóng leo r : 1,8m

Mức nước (xem hình 2.36).



## 2.5.2- Thiết kế vải Geotextile

a) *Tính lọc cát:* Dưới tác dụng của sóng gió và chạy tàu áp lực thấm không ổn định, luôn thay đổi. Với cấp phối hạt đất nền đã cho, ít khả năng hình thành tầng lọc ngược tự nhiên, khi một phần hạt đất lọt qua vải. Do đó chia 2 khu vực xem xét: dưới mặt nước và trên mặt nước.

- Phần dưới mặt nước, áo bảo vệ bằng đá đổ, cho phép nền lún ít nhiều.

- Phần trên mặt nước, áo bảo vệ bằng đá nhỏ phủ vữa asphalt, không cho phép nền lún. Theo tiêu chuẩn trong bảng 2.2 có:

Vải Geotextile 1 (phần mái dưới nước)  $0_{98}/d_{15} \leq 1,5$

Vải Geotextile 2 (phần mái trên khô)  $0_{98}/d_{15} \leq 1,0$

Đã biết  $d_{15}$  : 0,11 mm, vậy có

Geotextile 1 :  $0_{98} \leq 0,165$  mm

Geotextile 2 :  $0_{98} \leq 0,110$  mm

b) *Tính thấm:* Đã biết  $d_{90}/d_{10} = 2$

và  $d_{90} = 0,20$  mm, tra biểu 2.4

có  $i_b = 60$

Vậy tiêu chuẩn thiết kế chống thấm là  $\Delta h_g \leq 60 T_g$

Giả thiết  $T_g = 1$  mm sẽ có  $\Delta h_g \leq 60$  mm.

c) *Tính lấp tắc:* Cấp phối hạt đất tương đối đều, khe hở của vải không đều nên lấp tắc không dễ xảy ra, áp lực thấm do sóng gây ra luôn đổi chiều, tạo điều kiện rửa thông lấp tắc.  $0_{98}$  chọn ở phần a) bé hơn  $d_{90}$ : 0,20 mm nên không dễ lấp tắc. Tuy nhiên để phòng lấp tắc, chọn hệ số an toàn thấm bằng 2, sẽ dẫn đến kết quả

$$\Delta h_g \leq 30 \text{ mm}$$

d) *Lực đẩy nổi:* Trong trường hợp xét, lực đẩy nổi nhỏ không gây nguy hiểm.

c) Đá đổ trượt trên vải:

Điều kiện ổn định là:  $\tan \alpha < f_1$

Trong đó  $f_1$  - ma sát giữa đá đổ và vải.

Đá đổ chỉ dùng ở phần mái ngập nước, theo hình vẽ có  $\tan \alpha = 1/3$ . Do đó, điều kiện ổn định là:

$$f_1 > 1/3$$

Vải có buộc thêm rong rào, nên khi thi công khả năng đá trượt trên vải ít xảy ra.

f) Vải trượt trên nền: Vì đã chọn hệ số thấm của vải lớn hơn hệ số thấm của nền, nên không có áp lực đẩy nổi lên vải, vì vậy điều kiện ổn định là:

$$f_2 > \tan \alpha$$

Vì góc mái phần trên mặt nước và dưới mặt nước khác nhau nên,

Với Geotextile 1 :  $f_2 > 1/3$

Với Geotextile 2 :  $f_2 > 1/2$

g) Môi trường: Phần mái trên khô, lớp áo bảo vệ được phủ vữa asphalt, vải không lộ ra dưới ánh sáng mặt trời, nên tốc độ phá hoại của tia cực tím là nhỏ.

h) Lực va chạm khi đổ đá: Trước khi đổ đá lớn, đã phủ một lớp đảm bảo vệ dày 0,15 m để giảm lực va chạm xé rách vải.

i) Nhiệt độ khi phủ nhựa đường:

Nhiệt độ ban đầu của asphalt  $T_a$ :  $140^\circ\text{C}$ . Hệ số tiếp xúc  $b_g$ :  $1715 \text{ J/m}^2\text{Cs}^{1/2}$ , nhiệt độ ban đầu của vải  $T_g$ :  $20^\circ\text{C}$ .

Tính theo công thức 2.37, có:

$$b_g \geq 380 \text{ J/m}^2\text{Cs}^{1/2}$$

Từ những tính toán trên, tiêu chuẩn thiết kế đối với vải như sau:

*Geotextile 1* (mái dưới nước):

$$O_{98} \leq 0,165 \text{ mm}$$

$$\Delta h_g \leq 30 \text{ mm}$$

$$\text{độ bền kéo} > 6,64 \text{ KN/m}$$

$$\text{độ giãn dài } \varepsilon_{\max} \leq 10\%$$

$$f_1 \geq 1/3$$

$$f_2 \geq 1/3$$

$$b_g \geq 380 \text{ J/m}^2 C_s^{1/2}$$

*Geotextile 2* (mái trên khô):

$$O_{98} \leq 0,11 \text{ mm}$$

$$\Delta h_g \leq 30 \text{ mm}$$

$$f_2 \geq 1/2$$

$$b_g \geq 380 \text{ J/m}^2 C_s^{1/2}$$

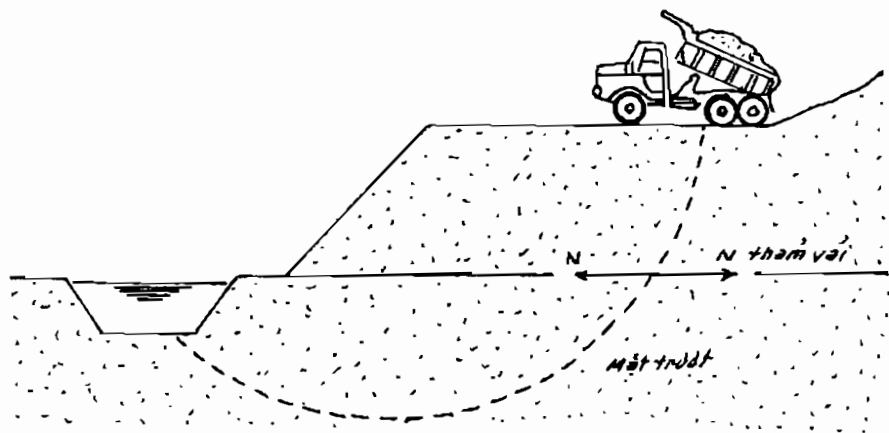
## Chương III

### VẢI GEOTEXTILE TĂNG CƯỜNG ỔN ĐỊNH ĐẤT ĐẬP

#### 3.1. MỞ ĐẦU

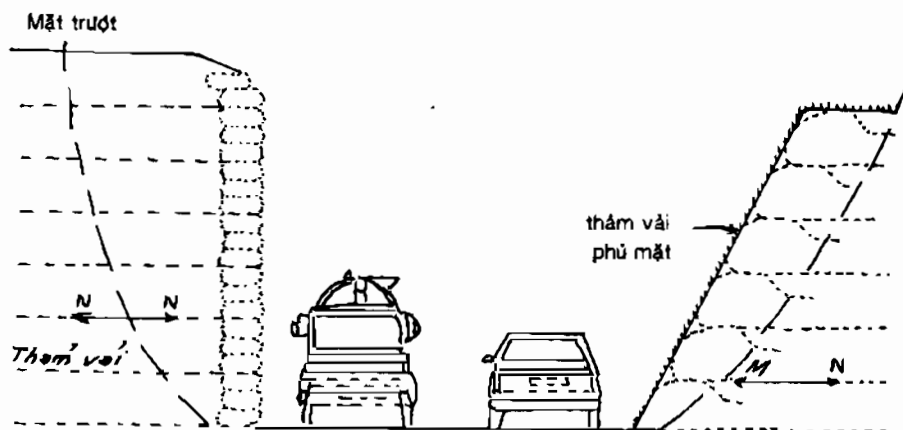
Ngoài việc dùng thay tầng lọc ngược truyền thống, trong xây dựng Thủy lợi còn dùng Geotextile để tăng cường ổn định đất đắp, trong 2 trường hợp sau:

a) Tăng cường ổn định đất đắp trên nền mềm yếu (nền đường, nền đê sông, đê biển - hình 3.1).



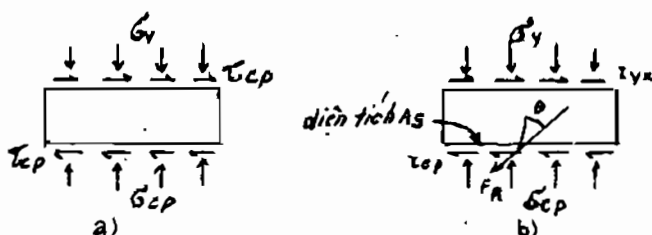
Hình 3.1- Đắp đất trên nền mềm yếu

b) Giữ mái đất đắp gần như thẳng đứng (tác dụng như tường chắn đất - hình 3.2).



Hình 3.2- Giữ mái đất đắp gần thẳng đứng

Những năm gần đây, nhiều phương pháp tính toán thiết kế tin cậy cho loại kết cấu mới này đã được công bố. Theo Jewell (1982) khi đưa vải Geotextile có định hướng vào đất đắp, sức chống trượt của đất tăng lên rõ rệt. Để dễ hình dung, xét một phần tử đất đắp bình thường và một phần tử đất đắp được tăng cường vải Geotextile (hình 3.3). Với đất rời, không có vải tăng cường (hình 3.3 -a).



Hình 3.3- Sơ đồ tính ứng suất cát trong đất đắp  
a- bình thường; b- tăng cường vải Geotextile

ứng suất cắt lớn nhất tính theo công thức (3.1):

$$(\tau_{yx})_{\max} = \sigma_y \tan \varphi_{\max} \quad (3.1)$$

Khi có tầng cường, giả thiết vải Geotextile chịu được lực kéo  $F_R$  hợp với đường thẳng đứng một góc  $\theta$  (hình 3.3.-b), thì ứng suất cắt lớn nhất tính theo công thức (3.2):

$$(\tau_{yx})_{\max} = \sigma_y \tan \varphi_{\max} + \frac{F_R}{A_s} (\cos \theta \tan \varphi_{\max} + \sin \theta) \quad (3.2)$$

Trong đó  $A_s$  là diện tích vùng đất được trải vải tầng cường. So sánh 3.1 và 3.2 thấy, khi có Geotextile tầng cường, sức chống trượt của đất đắp được tăng đáng kể (thành phần thứ 2 về trái công thức 3.2).

Những yếu tố sau có ảnh hưởng đến sức chống trượt của lớp đất đắp được tăng cường vải Geotextile:

- Khả năng chịu lực của Geotextile.
- Góc giữa mặt phẳng vải và mặt phẳng thẳng đứng ( $\theta$ ).
- Lực ma sát giữa vải và đất.
- Sự giãn dài của Geotextile theo thời gian.
- Khả năng chống lão hóa của Geotextile.

Ưu điểm chủ yếu của loại đất đắp tăng cường Geotextile là:

- Khối lượng đất đắp giảm.
- Độ ổn định chống trượt cao.
- Có thể đắp đất trên nền đất mềm yếu.
- Rút ngắn thời gian thi công.

Ở những vùng mái đất đã bị trượt, có thể dùng vải tầng cường, chừa lại, để đạt độ ổn định cao hơn trước.

Trong kết cấu đất đắp tăng cường, Geotextile cùng tham gia chịu lực với đất, nên phải có sức bền chống kéo cao (khoảng 100 KN/m đến 800 KN/m hoặc cao hơn). Độ giãn dài của vải phải nhỏ.

Với tải trọng thiết kế, độ dãn dài tối đa không vượt quá  $(5 \div 6)\%$  độ dãn dài ban đầu. Đối với những công trình tồn tại lâu năm, để đảm bảo độ dãn dài không vượt quá độ dãn dài cho phép, thường dùng loại vải có độ bền chống kéo cao gấp 3 - 4 lần lực kéo thiết kế.

Ma sát giữa vải và đất giữ vai trò truyền lực từ đất cho vải chịu, nên xác định chính xác hệ số ma sát có ý nghĩa quan trọng khi thiết kế. Nếu vật liệu đắp là đất rời (ví dụ cát), thí nghiệm cho thay góc ma sát giữa vải và đất gần bằng góc nội ma sát  $\varphi$  của đất đắp. Nếu vật liệu đắp là các loại đất dính, cần làm thí nghiệm để xác định hệ số ma sát này.

### **3.2- VẢI GEOTEXTILE TĂNG CƯỜNG ỔN ĐỊNH ĐẤT ĐẮP TRÊN NỀN YẾU**

#### **3.2.1- Các trạng thái phá hoại**

Thường xét 4 trạng thái phá hoại sau:

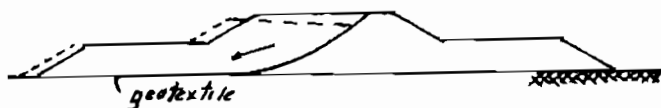
- Mất ổn định trong vùng đất đắp (hình 3.4-a)
- Mất ổn định tổng thể (hình 3.4-b)
- Nền trượt (hình 3.4-c)
- Vượt quá sức chịu của nền (hình 3.4-d)

Phương pháp xác định sức chịu của nền đã được Prandtl đề xuất từ 1921. Sau đó Pilot đã xác định bằng thực nghiệm các thông số tính toán theo Prandtl.

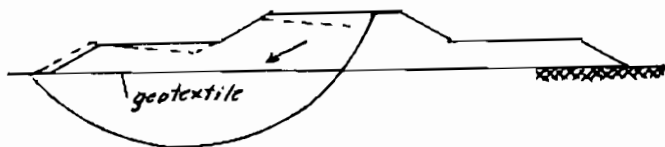
Nói chung các loại đất thường gặp đủ sức chịu tải trọng đất đắp, trường hợp nền mềm yếu thường đắp dần theo từng giai đoạn, khi lớp trước đã cố kết một phần, tiếp tục đắp cao thêm. Đôi khi dùng phương pháp tiêu đứng, đẩy nhanh cố kết để nâng cao sức chịu của nền. Vải Geotextile tăng cường không làm tăng sức chịu nén của nền. Lực, mà vải tăng cường tham gia chịu cùng đất, không được vượt quá lực

chống trượt giữa vải và nền (shear resistance), vì nếu vượt quá lực chống trượt vải sẽ bị kéo ra khỏi đất, và lớp đất đắp bị trượt.

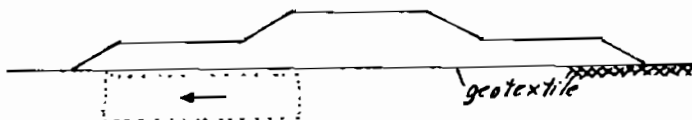
a) Mất ổn định vùng đất đắp.



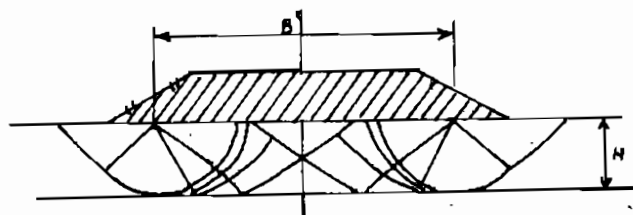
b) Mất ổn định tổng thể.



c) Nền trượt.



d) Vượt quá sức chịu của nền.



**Hình 3.4** Các trạng thái phá hoại khi đắp đất trên nền mềm yếu tăng cường Geotextile

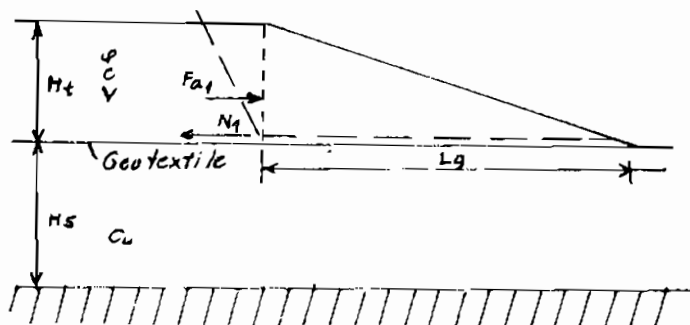
Khí sức chịu của nền đã được đảm bảo, chỉ còn lại 3 trạng thái phá hoại a, b, c. Dưới đây sẽ phân tích kỹ, để rút ra các chỉ tiêu thiết kế đối với vải Geotextile.

### 3.2.2- Tiêu chuẩn thiết kế ổn định vùng đất đắp

Giả thiết sức chống trượt của lớp trên của nền nhỏ hơn áp lực



chủ động của lớp đất đắp, lớp đất đắp bị trượt theo phương ngang (hình 3.5).



Hình 3.5- Sơ đồ tính ổn định vùng đất đắp

Trạng thái cân bằng đạt được khi lực kéo  $N_1$  do vải tham gia chịu, cân bằng với áp lực chủ động của đất  $F_{a1}$ :

$$N_1 = F_{a1} \quad (3.3)$$

trong đó

$$F_{a1} = \frac{1}{2} K_a \gamma H_t^2 \quad (3.4)$$

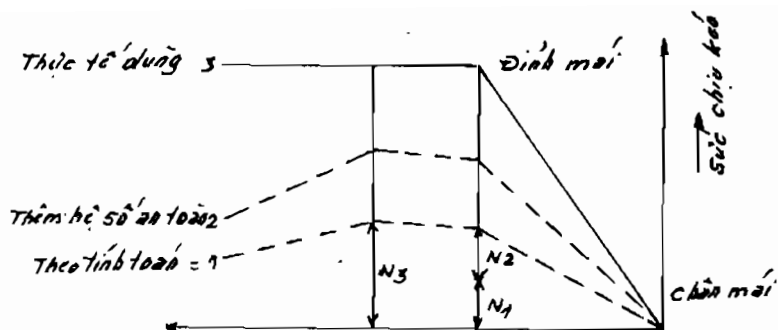
$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \quad (3.5)$$

trong đó  $K_a$  - hệ số Rankine cho áp lực chủ động của đất.

$\gamma$  - dung trọng đất đắp.

$\varphi$  - góc nội ma sát.

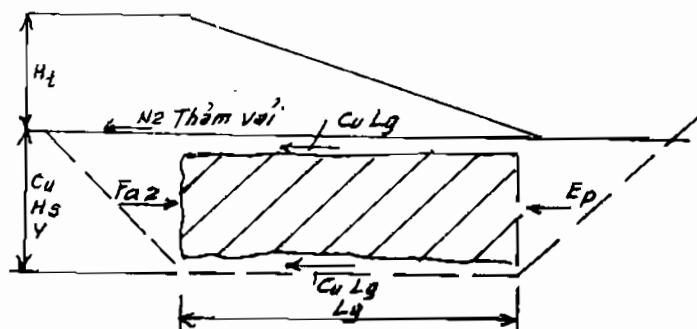
Áp lực của đất truyền sang vải thông qua ma sát giữa đất đắp và mặt trên vải, vì vậy  $N_1$  không được lớn hơn lực ma sát giữa đất đắp và vải. Khi chịu lực, vải bị dãn dài, nên đã xuất hiện đồng thời ma sát giữa mặt dưới vải và đất nền. Do khối chế độ dãn dài trong phạm vi rất nhỏ, nên trong tính toán thường bỏ qua lực ma sát giữa nền và vải. Khi biết  $N_1$ , có thể chọn loại vải thích hợp, như hướng dẫn trên hình 3.6.



Hình 3.6- Sơ đồ chọn vải Geotextile.

### 3.2.3- Tiêu chuẩn thiết kế ổn định chống trượt nền

Thông chí tính ổn định phần nền có gạch chéo trên hình 3.7:



Hình 3.7- Sơ đồ tính ổn định chống trượt nền.

Diện tích có gạch chéo trong hình 3.7 có chiều dài ( $L_g$ ) tính từ chân đến hình chiếu của đỉnh mái, chiều cao ( $H_g$ ) tự cho một số trị số, rồi chọn trường hợp bất lợi nhất.

Theo sơ đồ 3.7, điều kiện ổn định chống trượt của nền là:

$$F_p + 2C_u L_g \geq F_{a2} \quad (3.6)$$

trong đó  $F_{a2}$  - lực đẩy  
 $F_p$  - lực giữ  
 $C_u$  - độ bền chống cắt (shear strength) (KN/m<sup>2</sup>)  
 $F_{a2}$  và  $F_p$  được tính theo công thức sau:

$$F_{a2} = \frac{1}{2} \gamma_w H_s^2 + \frac{1}{2} \gamma_{sat} H_s^2 K_a - 2C_u H_s \sqrt{K_a} + q_{s1} H_s K_a \quad (3.7)$$

$$F_p = \frac{1}{2} \gamma_w H_s^2 + \frac{1}{2} \gamma_{sat} H_s^2 K_p + 2C_u H_s \sqrt{K_p} \quad (3.8)$$

trong đó  $\gamma_w$  - dung trọng nước (KN/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_{sat}$  - dung trọng đất ngập nước (KN/m<sup>3</sup>)  
 $q_{s1}$  - áp lực chất tải tĩnh (KN/m<sup>2</sup>)  
 $K_a, K_p$  - hệ số Rankine.

Nếu nền hoàn toàn bão hòa nước, áp lực nước kể rỗng trở thành lớn nhất,  $\varphi = 0$ , sẽ có:

$$F_{a2} = \frac{1}{2} \gamma H_s^2 - 2C_u H_s + q_{s1} H_s \quad (3.9)$$

$$F_p = \frac{1}{2} \gamma H_s^2 + 2C_u H_s \quad (3.10)$$

trong đó  $\gamma$  - dung trọng thể tích (tổng trọng lượng trên đơn vị thể tích) (KN/m<sup>3</sup>)  
 $H_s$  - chiều dày lớp đất (m)

Điều kiện ổn định 3.6, khi thay biểu thức 3.9 và 3.10 vào sẽ là

$$q_{s1} H_s - 4C_u H_s \leq 2C_u L_g \quad (3.11)$$

Vải chịu phần lực cát phía trên của hình gạch chéo, có trị số bằng:

$$N_2 = C_u L_g \quad (3.12)$$

Biết  $N_2$ , có thể chọn loại vải thích hợp.

### 3.2.4- Tiêu chuẩn thiết kế ổn định tổng thể (trượt sâu).

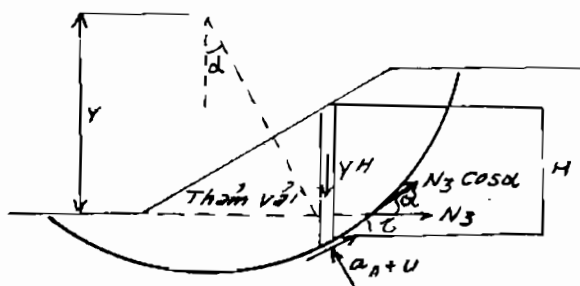
Ổn định tổng thể được tính theo phương pháp trượt vòng cung. Như đã biết, khi dùng vải tăng cường, hệ số an toàn chống trượt bằng:

$$K_1 = \frac{\text{Momen giữ}}{\text{Momen đẩy}} \quad (3.13)$$

Khi dùng vải, Momen giữ được tăng cường thêm một lượng  $\Delta M$ . Giả thiết lực giữ của vải có phương tiếp tuyến với cung trượt và đặt ở điểm cắt tuyến giữa vải và cung trượt (hình 3.8), có thể tính ngay được:

$$\Delta M = N_3 Y \quad (3.14)$$

trong đó  $N_3$  là sức chống kéo của vải.



Hình 3.8- Sơ đồ tính trượt sâu, vòng cung.

Hệ số an toàn chống trượt sâu, khi dùng vải tăng cường tính bằng:

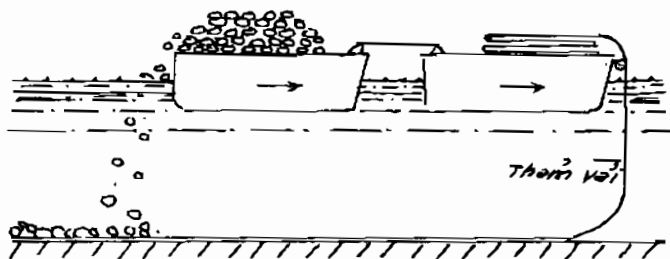
$$K_2 = \frac{\text{Momen giữ} + N_3 Y}{\text{Momen đẩy}} \quad (3.15)$$

$N_3$  thường bị hạn chế bởi sức chống kéo của loại vải dùng và độ bền chống cắt giữa vải và nền.

### 3.2.5- Vải nét về kỹ thuật thi công

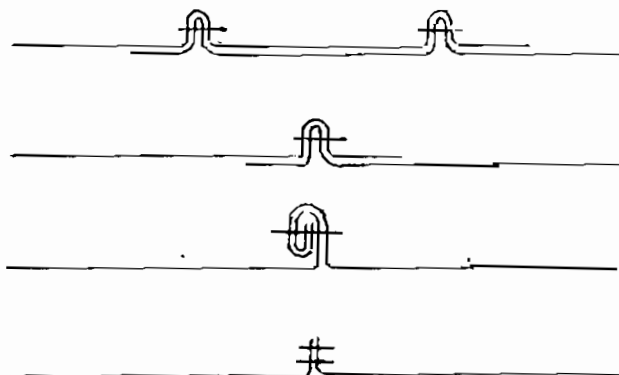
Thường dùng 2 loại: loại thảm vải rộng khâu nối sẵn ở xưởng máy, và loại khâu nối ngay tại hiện trường.

Khi thảm đặt dưới mặt nước, hoặc trên nền bùn nhão, thường dùng loại thảm khâu nối sẵn. Kích thước của thảm thay đổi theo yêu cầu, song thường dùng loại  $(50.100) m^2$ . Nếu đặt dưới mặt nước, thảm được gấp zíc zắc đặt trên sà lan (hình 3.9), đến vị trí xây dựng được thả dần xuống đáy sông. Để neo giữ, thường đổ lên thảm một lớp mỏng đá rời.



Hình 3.9- Trải thảm xuống đáy sông

Khi điều kiện cho phép, có thể khâu nối thảm ngay tại hiện trường. Dùng máy khâu điện, 4 lao động có thể khâu một đường dài 3000 m trong một ngày. Trường hợp không có máy có thể khâu nối bằng thủ công. Một số kiểu khâu nối được giới thiệu trên hình 3.10.

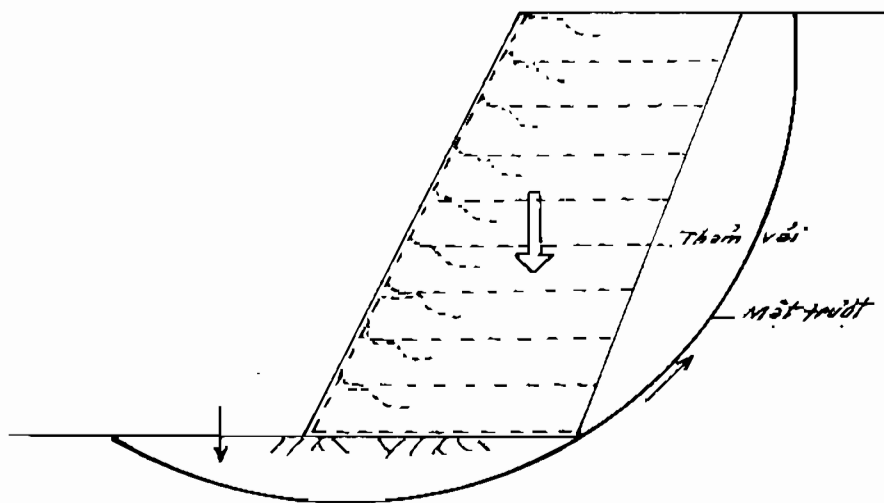


Hình 3.10 - Một số kiểu khâu nối.

Trường hợp không khâu nối được, có thể gối đầu vải lên nhau. Nối tiếp bằng gối đầu, sẽ tốn nhiều vải hơn, chỉ nên dùng khi không thể khâu nối được.

### 3.3. VẢI GEOTEXTILE TẠO MÁI RẤT DỐC (THAY TƯỜNG CHẤN ĐẤT)

Thường được dùng ở miền núi, khi sức chịu của nền rất tốt (hình 3.11).



Hình 3.11- Vải Geotextile tạo mái rất dốc

Trong tính toán, thường xét 2 vấn đề sau:

- ổn định trong 1 lớp, hay khoảng cách giữa 2 lớp vải.
- ổn định tổng thể.

#### 3.3.1- Tiêu chuẩn thiết kế khoảng cách giữa 2 lớp vải

Khoảng cách lớn nhất giữa 2 lớp vải, được xác định từ 2 điều kiện sau:

- Phân bố áp lực bên trong lớp đất được bọc vải.
- Sức chịu kéo của vải.

Thông thường giả thiết áp lực bên phân bố đều theo mặt phẳng thẳng đứng (hình 3.12). Theo Terzaghi - Peck (1967) áp lực đó bằng:

$$\sigma'_H = 0,65 K_a (1,5 q_s + \gamma Z) \quad (3.16)$$

trong đó:  $K_a$  - hệ số Rankine  
 $\gamma$  - dung trọng thể tích  
 $Z$  - chiều cao tường chắn đất  
 $q_s$  - áp lực tĩnh của lớp chất tải.  
 $0,65$  - hệ số an toàn.

Từ hình 3.12, với sức chịu kéo của vải  $N_{max}$ , lập được công thức tính khoảng cách  $H$  giữa 2 lớp vải như sau:

$$H = \frac{N_{max}}{0,65 K_a (1,5 q_s + \gamma \sum H)} \quad (3.17)$$

Chiều dài vải kéo sâu vào đất ( $L$ ) được tính theo công thức:

$$L = \frac{N_{max} \cdot K}{\gamma H \tan \varphi} \quad (3.18)$$

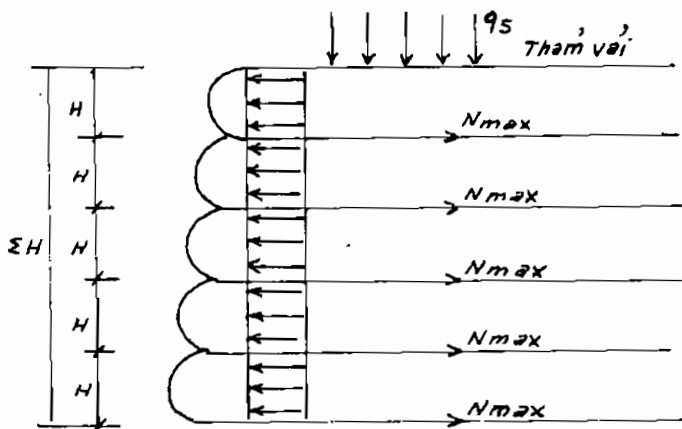
trong đó:  $K$  - hệ số an toàn  
 $\varphi$  - góc ma sát trong của đất

### 3.3.2- Tiêu chuẩn thiết kế ổn định tổng thể

Ổn định tổng thể được kiểm tra theo phương pháp trượt sâu, vòng cung, đã giới thiệu ở phần 3.2.4. Loại công trình này chỉ được xây dựng ở vùng nền đất tốt, nên thường ít xảy ra trượt sâu.

### 3.3.3- Vài nét về kỹ thuật thi công

*Cần chú ý:* Loại công trình này không xây trên nền mềm yếu, vì



Hình 3.12 - Sơ đồ tính khoảng cách H.

dễ bị trượt sâu. Khi thi công cần đầm nện chặt lớp đất đắp. Lớp đất đắp cần tiêu thoát nước ngầm tốt, đó là điều rất cần thiết cho sự ổn định của công trình.

Khi đắp đất dùng một khung giá tạm giữ vải theo đúng mái dốc thiết kế.

### 3.4- GIỚI THIỆU MỘT VẢI CÔNG TRÌNH ĐÃ XÂY DỰNG

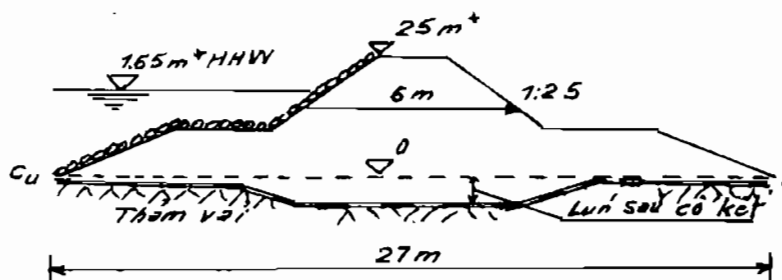
#### 3.4.1- Đê biển (Hồng Kông)

Tháng 4/1982, một đoạn đê biển dài 3,5 km được xây dựng ở Deep Bay - Hồng Kông. Những yêu cầu cơ bản đối với công trình là:

- Đảm bảo mái đê ổn định trong thời gian ngắn.
- Do đất ở Hồng Kông rất hiếm không thể tạo mái đê thoải phù hợp với sức chịu của nền (có sức bền chống trượt từ 5 đến 10 KN/m)
- Không để đất đắp lún sâu xuống nền bùn, vì sẽ ảnh hưởng đến hồ nuôi cá bên cạnh.



Để đảm bảo các yêu cầu đã đặt vãi Geotextile tăng cường trên lớp nền mềm yếu (hình 3.13).



Hình 3.13- Hình dạng đê biển tại Deep Bay - Hồng Kông

Vải có chiều rộng 5m, được khâu nối tại hiện trường bằng thủ công.

Đặt vải trên nền bùn cũng được thực hiện bằng nhân lực.

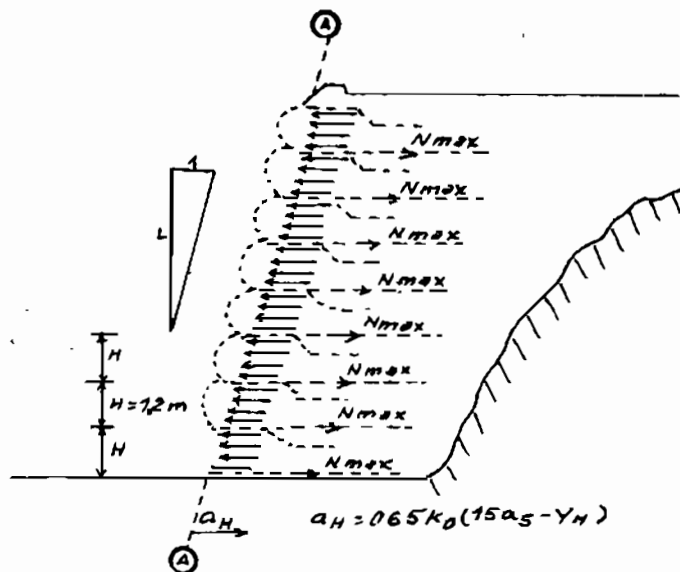
Đắp đất bằng cơ giới. Công trình được hoàn thành vào tháng 11/1982.

Tốc độ thi công trung bình khoảng 150m đê trong 1 tuần lễ.

### 3.4.2- Tường chắn đất (Pháp)

Công trình có chiều dài 170m, chiều cao thay đổi từ 2 m đến 9,6m, được xây dựng ở vùng núi nước Pháp (Prapoutel les sept Laux - hình 3.14).

Các chỉ tiêu của lớp đất đắp như sau:



Hình 3.14- Sơ đồ tính khoảng cách H của tường chắn đất  
"Prapoutel les sept Laux"

Góc ma sát trong  $\varphi = 30^\circ$

Lực dính  $c = 30 \text{ KN/m}^2$

Dung trọng  $\eta = 18 \text{ KN/m}^3$

Chất tải  $q_s = 10 \text{ KN/m}^2$

Mái dốc  $m \approx 1/4$

Độ bền chống kéo của vải  $N_{\max} = 50 \text{ KN/m}$

Khoảng cách H giữa 2 lớp vải được tính theo công thức 3.17:

$$H = \frac{N_{\max}}{0,65 K_a (1,5 q_s + \gamma \sum H)} = \frac{50}{0,65 \cdot 0,33 (1,5 \cdot 10 + 18 \cdot 9,6)} = 1,25 \text{ m}$$

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = 0,33$$

Chiều dài neo giữ vãi tính theo công thức 3.18:

$$L_{n-1} = \frac{1,3N_{\max}}{\eta H_{n-1} \tan \varphi}$$

Trong đó, hệ số an toàn  $K = 1,30$ . Chiều dài  $L$  được tính cho từng lớp, cuối cùng chọn lớp trên cùng  $L = 5$  m, lớp dưới cùng  $L = 4$  m.

Kiểm tra ổn định tổng thể (trượt sâu), có hệ số  $K_{\min} = 1,90$ .

## **Chương IV**

# **VẢI GEOTEXTILE TRONG KẾT CẤU TIÊU NGANG**

### **4.1- MỞ ĐẦU**

Trong chương này, kết cấu tiêu ngang được hiểu là các công trình đặt ngầm dưới mặt đất để tháo nước. Kết cấu tiêu ngang thường dùng trong các trường hợp sau:

- Khống chế nước ngầm trong đất canh tác, sân bãi thể thao, vui chơi giải trí hay khu dân cư với mục đích: cải thiện điều kiện canh tác, điều kiện sử dụng mặt đất, nâng cao sức chịu của đất.
- Tập trung và phân tán dòng ngầm với mục đích chống thấm, chống xói ngầm cho đê đập.

Công trình tiêu có thể là tạm thời, cũng có thể là vĩnh cửu.

Khi thiết kế hệ thống tiêu, phải giải quyết những vấn đề sau:

- Chiều sâu và khoảng cách của đường tiêu.
- Độ dốc của đường tiêu.
- Vật liệu và kết cấu.
- Phương pháp thi công, lắp đặt.

Hai điểm đầu thường được trình bày kỹ trong các giáo trình Thủy nông, tài liệu này giới thiệu sâu hai điểm dưới.

Thường dùng các loại ống có khoan lỗ làm đường tiêu ngầm. Bọc quanh ống là lớp lọc bằng các loại vật liệu như: các vật liệu hữu

cơ, cát cuội sỏi, các sợi polime tổng hợp.

Vật liệu hữu cơ thường dùng là rơm, rong rêu cành cây, sợi lanh, sợi dừa, vỏ sò, ốc hến v.v... Loại vật liệu này thường có tại chỗ, giá rẻ nhưng chất lượng không đồng đều, độ bền kém.

Cát, cuội sỏi thường không có tại chỗ, phí vận chuyển làm giá thành cao, chỉ dùng trong các đường tiêu có yêu cầu chất lượng cao, thời gian làm việc lâu dài.

Khoảng vài chục năm qua, vải Geotextile được đưa vào làm lớp lọc của đường tiêu. Ưu điểm của loại này là: Chế tạo công nghiệp nhiều loại vải thích hợp với các yêu cầu tiêu nước khác nhau, với độ đồng đều cao, chất lượng tốt. Tùy loại vải, giá lớp lọc có thể rẻ hơn hoặc bằng giá các lớp lọc khác.

Dưới đây giới thiệu những kiến thức cần biết khi dùng Geotextile trong kết cấu tiêu ngang.

## **4.2- NHIỆM VỤ VÀ TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA GEOTEXTILE TRONG ĐƯỜNG TIÊU NGANG**

### **4.2.1- Nhiệm vụ**

Đường tiêu ngầm có nhiệm vụ nhận nước từ trong đất thoát ra, song lại không để các hạt đất theo nước đi vào làm tắc đường tiêu. Nước thoát ra được chuyển đi theo đường tiêu đến một nơi xác định. Vì vậy hệ thống tiêu có 3 chức năng chủ yếu:

- Thoát nước ngầm.
- Lọc các hạt đất.
- Tiêu nước.

Geotextile dùng trong đường tiêu, có nhiệm vụ thoát nước ngầm và lọc các hạt đất.

## **4.2.2- Các hiện tượng liên quan đến trạng thái làm việc của lớp lọc Geotextile**

### **4.2.2.1- Hiện tượng lấp tắc và bít dần**

Phát triển theo 2 giai đoạn với những tính chất và mức độ khác nhau:

Giai đoạn đầu khi đất đắp chưa kịp cố kết, hệ số thấm lớn nước ngầm thoát dễ dàng vào đường tiêu, độ dốc thủy lực lớn, xói ngầm phát triển mạnh, hạt đất đủ loại to, nhỏ được đẩy sát và vào trong đường tiêu. Giai đoạn này tương đối ngắn.

Giai đoạn sau bắt đầu từ khi các hạt lớn được giữ lại tạo thành cốt đất, chỉ các hạt nhỏ tiếp tục bị đẩy vào đường tiêu. Giai đoạn này thường khá dài.

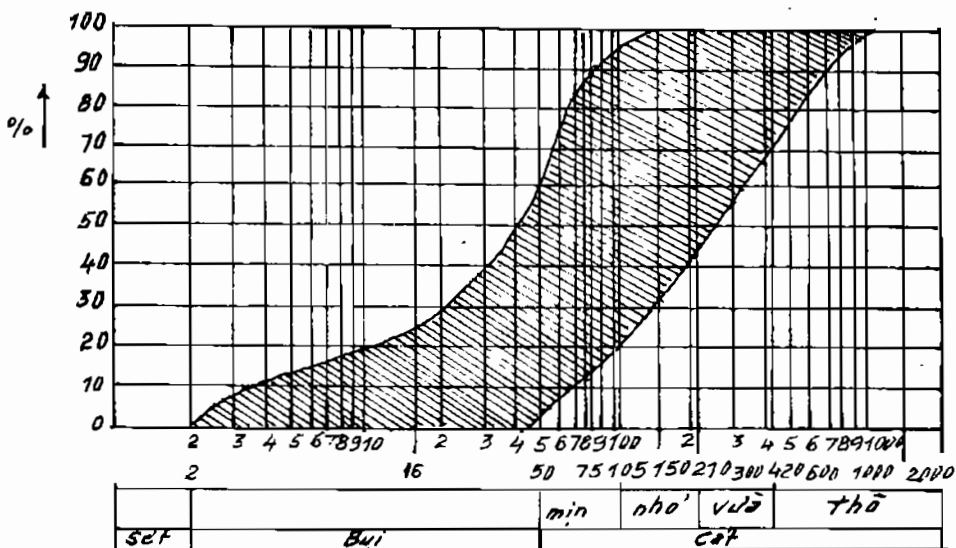
Đối với hệ thống tiêu, hiện tượng lấp tắc trong giai đoạn đầu cần được đặc biệt quan tâm và tìm cách hạn chế. Xói các hạt nhỏ ở vùng đất quanh đường tiêu trong giai đoạn sau có thể cho phép, và trong nhiều trường hợp lại có lợi, vì sẽ tạo thành lớp lọc ngược tự nhiên lân cận đường tiêu, làm tăng khả năng thoát nước vào đường tiêu.

Hiện tượng lấp tắc phụ thuộc chủ yếu vào loại đất nền và loại Geotextile dùng làm lớp lọc.

Đường cấp phối loại đất hay gây xói ngầm được giới thiệu trên hình 4.1

Bất kỳ đường cấp phối thực tế nào, nằm hoàn toàn hay phần lớn trong vùng tối sẫm trên hình 4.1 được coi là loại đất dễ bị xói ngầm. Loại đất này nhiều hạt cát nên tính dính nhỏ, những hạt cát lại chưa đủ lớn nên dễ bị đẩy vào đường tiêu nếu không có lọc. Xây dựng đường tiêu trong loại đất này, bắt buộc phải có lọc.

Mặt khác, kết cấu của đất cũng ảnh hưởng lớn đến xói ngầm và lấp tắc. Chất lượng kết cấu của đất thường được biểu diễn bằng tỷ



Hình 4.1- Đường cấp phối loại đất dễ bị xói ngầm

số đường kính các khối kết tụ trên đường kính các hạt cơ bản. Tỷ số này càng lớn, kết cấu đất càng tốt, hiện tượng lấp tắc càng ít xảy ra. Khi đào đường tiêu, các khối kết tụ bị phá vỡ, kết cấu đất trở thành xấu hơn, đặc biệt khi đào đắp đất trong điều kiện bão hòa nước. Kinh nghiệm cho thấy, tuy đất có cùng đường cấp phối, nhưng kết cấu khác nhau, thì mức độ xói ngầm và lấp tắc xảy ra cũng khác nhau.

#### 4.2.2.2- Tác động hóa sinh

Vải Geotextile khi tiếp xúc với các chất hóa học có trong nước ngầm vẫn giữ được độ bền, tính chất cơ lý ít thay đổi theo thời gian. Lớp lọc Geotextile trong đường tiêu có thể đảm bảo hoạt động trong khoảng 30 năm.

Một số chất hóa học tuy không làm hỏng vải, nhưng có thể bịt dần các khe hở giữa các sợi vải, làm giảm tính thấm (thoát nước) của vải. Đó là sắt, vôi và các hợp chất sulfat. Trong thực tế hợp chất sắt trong nước ngầm là thành phần nguy hiểm nhất, dễ gây hiện tượng bịt dần khe vải. Vì vậy khi đường tiêu đặt trong nền đất có nhiều hợp chất sắt, cần định kỳ thông tác cho đường tiêu.

Hoạt động của vi sinh vật, thường giúp phát triển hiện tượng bịt dần của các hợp chất sắt. Một số loại vi sinh có thể biến các hợp chất sắt thành các chất dính, nhớt để làm tắc lớp lọc, đặc biệt trong môi trường có nhiều oxy.

Cấu tạo của vải lọc, cũng ảnh hưởng đến tốc độ lấp tắc. Kinh nghiệm cho thấy, loại vải mỏng thường bị lấp tắc nhanh hơn loại dày.

Do đường tiêu đặt ngầm, tác động của ánh sáng và tia cực tím đối với Geotextile không đáng quan ngại.

### 4.2.3- Tính chất cơ lý của Geotextile

#### 4.2.3.1- Tính thấm nước

Vải lọc phải có tính thấm cao hơn đất chung quanh, để nước ngầm dễ thoát vào đường tiêu. Tính chất này được biểu diễn bởi hệ số cản thoát nước  $R_{ent}$  (entrance resistance):

$$R_{ent} = \frac{\Delta h}{C_1 L} \quad (4.1)$$

trong đó  $\Delta h(m)$  - tổn thất đầu nước

$C_1$  (m/ngày) - hệ số tiêu

$L(m)$  - khoảng cách của đường tiêu.

Trong tính toán, cũng có khi dùng hệ số cản thoát nước không thứ nguyên  $\alpha$ , có kể đến tính thấm của đất lân cận đường tiêu:

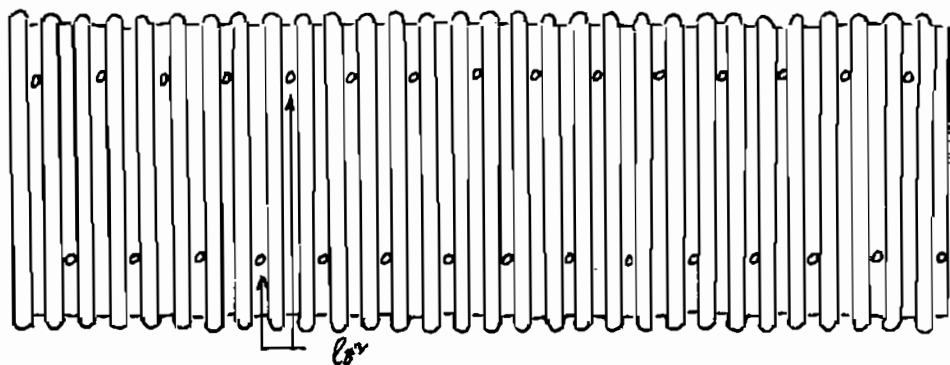


$$\alpha = R_{ent} \cdot K \quad (4.2)$$

trong đó  $K$  (m/ngày) - hệ số thấm của đất.

Đường kính ống tiêu, theo lý thuyết càng to càng tốt, song không được tạo độ dốc thủy lực quá lớn, đến mức các hạt lớn của đất bị đẩy vào đường tiêu.

Nếu thành ngoài ống tiêu có hình uốn nếp lượn sóng (hình 4.2) nước ngầm dễ thoát vào đường tiêu qua các lỗ nhỏ nằm ở rãnh thấp thành ống. Với ống tiêu đường kính 60 mm, trên 1 mét dài ít nhất có 570 lỗ thoát nước, với tổng diện tích khoảng  $2300 \text{ mm}^2$ .



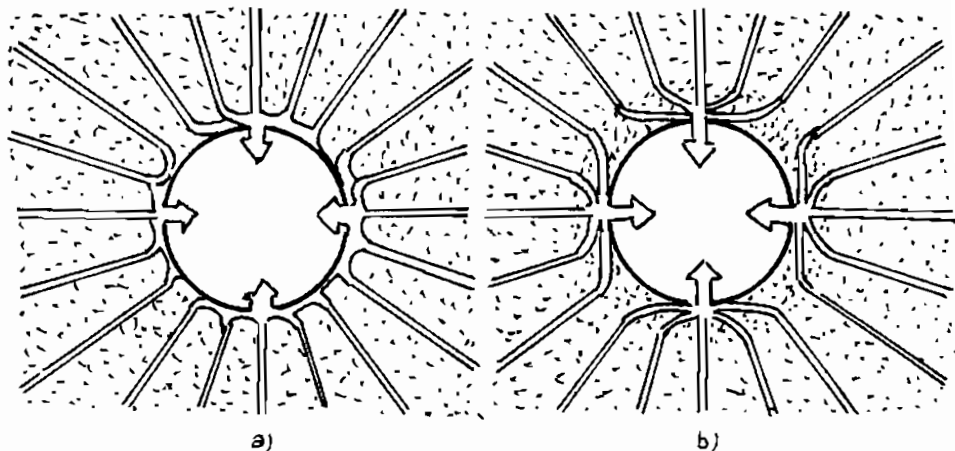
Hình 4.2 - Thành ống tiêu uốn nếp lượn sóng

Nếu ống tiêu được bọc một lớp lọc có tính thấm cao, hệ số cản thoát nước sẽ giảm nhỏ, vì 2 nguyên nhân sau:

- Bán kính ngoài của ống tăng, diện tích tiếp xúc giữa đất và ống tiêu tăng thêm.
- Dòng ngầm thoát vào lỗ quanh thành ống dễ hơn.

Hai hiệu ứng trên, được giải thích rõ ràng trên hình 4.3.

Cũng vì vậy, geotextile làm lớp lọc đường tiêu, thường dùng loại dày, ít khi dùng loại mỏng.



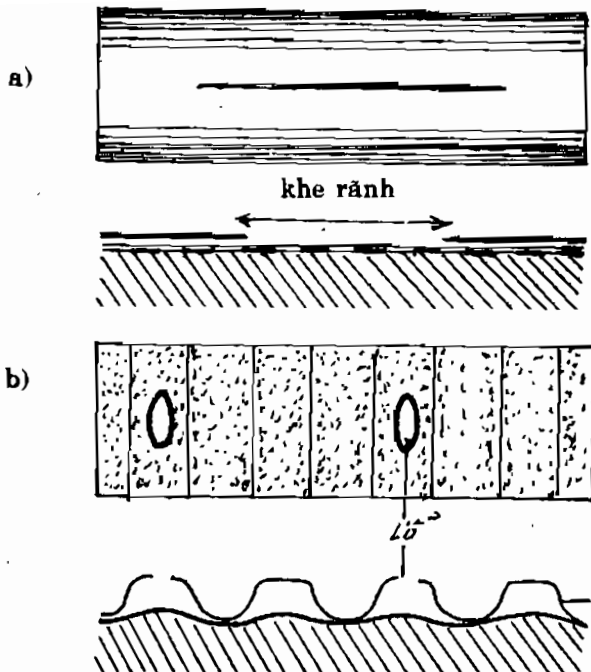
*Hình 4.3- Hình ảnh dòng ngầm thoát vào ống tiêu khi:  
a) Không có lớp lọc. - b) Khi có lớp lọc*

Hình 4.4 trình bày sự tiếp xúc giữa Geotextile lọc với thành ống tiêu khi thành ống trơn và thành ống uốn nếp:

Với ống thành trơn, chỉ nước nằm trong đất sát ngay rãnh xé có thể thoát vào đường tiêu (hình 4.4-a), với thành ống uốn nếp, nước ngầm thoát vào rãnh thấp (diện tích tiếp xúc khá rộng), sau đó đi vào đường tiêu qua các lỗ trên thành rãnh.

Thường cho rằng, nếu hệ số thấm của Geotextile lọc, 10 lần lớn hơn hệ số thấm của đất, thì vải lọc không gây cản trở dòng ngầm thoát vào đường tiêu. Với loại vải mỏng (chiều dày nhỏ hơn 1 mm), yêu cầu này không đạt ra. Thường qui định tổn thất đầu nước khi dòng ngầm thoát vào đường tiêu không lớn hơn 0,05m, với lưu lượng 10mm/ngày, với khoảng cách tiêu 10m.

Thường nhấn mạnh tính thấm của lớp lọc, mà coi nhẹ tính thấm của đất xung quanh đường tiêu. Kinh nghiệm những năm gần đây cho thấy thấm của đất phải được xem xét cẩn thận như tính thấm của lớp lọc khi tính hệ số cần thoát nước gần đường tiêu.



Hình 4.4- Tiếp xúc Geotextile lọc với thành ống tiêu:  
a) thành ống tròn; b) thành ống uốn nếp

#### 4.2.3.2- Tính lọc cát

Thâm nhập của các hạt đất nhỏ vào đường tiêu không đáng ngại, vì những hạt này sẽ được rửa trôi. Ngược lại những hạt lớn sẽ rất khó rửa trôi, và một khi tích tụ với khối lượng lớn sẽ làm giảm lưu lượng chuyển nước của đường tiêu. Giới hạn đường kính của các hạt có thể và không thể rửa trôi nằm trong khoảng  $(50 - 100)\mu\text{m}$ . Tính dính của đất ảnh hưởng lớn đến hiện tượng thấm xói. Đất sét, có tính dính cao, các hạt nhỏ dễ kết tụ thành các khối lớn, rất khó bị đẩy vào đường tiêu. Đất cát, tính dính nhỏ, các khối kết tụ dễ bị phá vỡ và hạt đất dễ bị đẩy vào đường tiêu.

Thời gian đầu, do kết cấu đất bị phá hoại, xói ngầm dễ phát triển, hiện tượng lấp tắc dễ xảy ra. Có thể định kỳ thông tắc bằng phương pháp phun (jetting). Khi thông tắc bằng rửa phun, kết cấu đất lân cận đường tiêu lại bị phá hoại và nguy cơ lấp tắc lại tăng hơn. Để giảm bớt nguy cơ này, đất đắp lân cận ống tiêu cần được đầm nệm chặt.

### 4.3- CHỈ DẪN THIẾT KẾ

Nhiều kỹ sư xây dựng nói: "thiết kế công trình tiêu là một nghệ thuật hơn là một khoa học". Nghệ thuật ở đây liên quan đến thiết kế, lựa chọn lớp lọc. Sau hàng chục năm nghiên cứu và xây dựng, tiêu chuẩn chọn lựa lớp lọc trong tiêu ngang vẫn còn nhiều bàn cãi và còn cần tiếp tục hoàn thiện.

Cho đến 1985 lớp lọc bằng sợi dừa, sợi than (peat fibre) vẫn được dùng ở Hà Lan song song với lớp lọc Geotextile. Tuy các lớp lọc

**Bảng 4-1. Chỉ dẫn chọn lớp lọc cho ống tiêu ngang**

Loại đất	Thành phần hạt	Kết cấu đất	Nhiều hợp chất vôi	ít hợp chất vôi
Á sét-sét	>20%(0 - 2 $\mu$ m	Nguyên thổ đã đào xới	Không cần lọc sợi dừa, PP, PS, TB	không cần lọc Sợi dừa, PP, PS, TB
Á sét-sét	(15-20)% (0 - 2 $\mu$ m	Nguyên thổ  Đã đào xới	sợi dừa, PP, PS, TB  sợi dừa, PP, PS, TB	Sợi dừa, PP, PS, TB  Sợi dừa, PP, PS, TB
Á sét-sét	<(15-20)% (0 - 2 $\mu$ m	Nguyên thổ  Đã đào xới	PP, PS  PP, PS	Sợi dừa, PP, PS, TB  - nt - - nt - - nt -
Á cát-cát	>17%(0 - 50 $\mu$ m <17%(0 - 50 $\mu$ m		PP, PS PP, PS	
Than bùn	lẫn sét không lẫn sét		PP, PS không cần lọc	sợi dừa, PPPS, sợi dừa, PP, PS

hữu cơ kể trên không bền bằng lớp lọc Geotextile, song kinh nghiệm sử dụng phong phú, để đảm bảo thành công.

Bảng 4.1 chỉ dẫn việc lựa chọn lớp lọc hiện dùng ở Hà Lan, dựa vào thành phần hạt đất và loại đất.

Trong bảng PP, PS, TB lần lượt là sợi polypropylene, polysterene, và sợi than bùn.

Đường tiêu là các ống có khoan lỗ, đường kính lỗ 1,4 mm đến 2,0mm

Khi chọn lớp lọc cũng cần đánh giá hàm lượng sắt có trong đất và nước ngầm. Bảng 4.2 chỉ dẫn cách đánh giá sơ bộ tại hiện trường.

**Bảng 4.2- Chỉ dẫn đánh giá sơ bộ hàm lượng sắt có trong nước ngầm.**

Lượng sắt	Màu nước	Màu đất	Mặt cát
thấp	trong	Sám đến đen	Màu sắc đồng đều, không có dấu hiệu của rỉ sắt
vừa	có vết loang đỏ rõ rệt	nâu đỏ	Đất sét có dấu hiệu glây. Đất cát potzon hóa
cao	bùn trong rãnh có màu nâu đỏ	Có những vết đỏ rõ rệt	Có dấu hiệu glây, có các kết tụ của hợp chất sắt

Để đánh giá hàm lượng vôi có trong nước, dùng axit hydrocloric 10% nhỏ vào nước, nếu không nghe thấy phản ứng thì hàm lượng vôi không đáng kể.

#### 4.4- MỘT VÀI VẤN ĐỀ VỀ THI CÔNG

Thường ống tiêu được bọc vải lọc ngay trong công xưởng để chất lượng được đồng đều và dễ kiểm tra.

Khi vận chuyển, cần giữ vải lọc không tuột khỏi ống. Cần có phương tiện che phủ, không để phơi lâu dưới ánh nắng mặt trời. Trước khi đặt ống, kiểm tra lại lần cuối xem ống có bị hư hỏng không.

Khi đặt ống cũng như khi lấp đất, tránh không để các vật nhọn (sắt thép, đá nhọn) chọc thủng lớp vải lọc và ống nhựa.

Sau một thời gian sử dụng, nếu lớp lọc bị tắc, cần thông tắc bằng phụt, rửa.

#### 4.5- GIỚI THIỆU MỘT ĐIỂM THỰC NGHIỆM

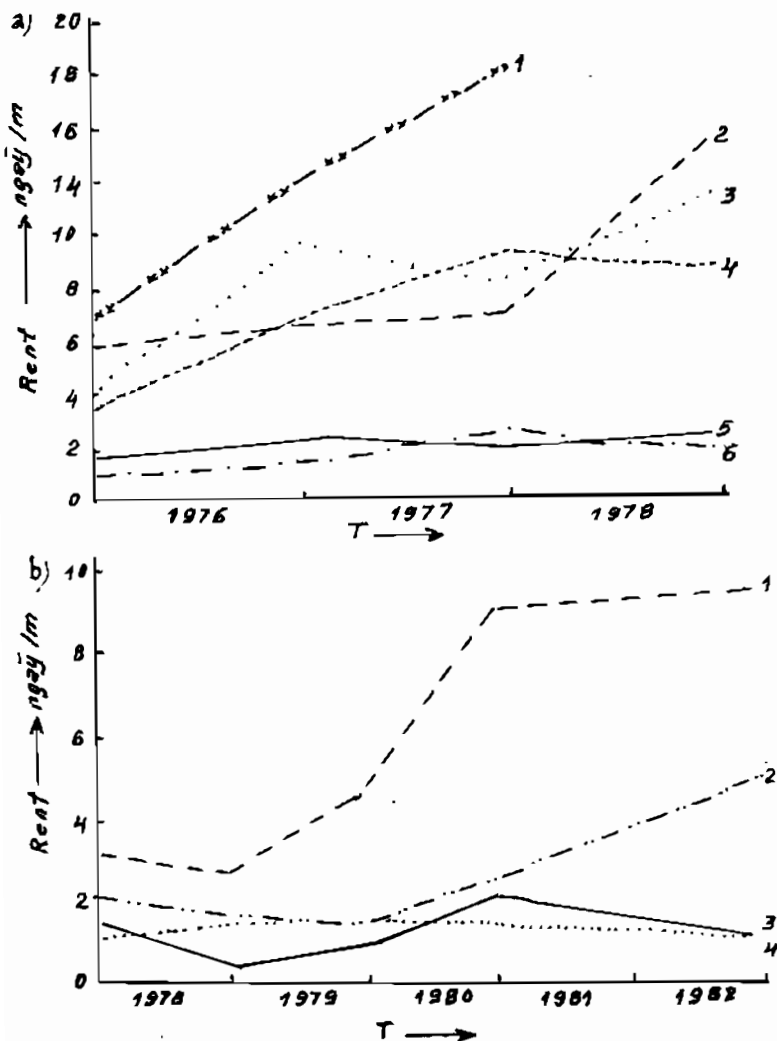
Tại Lalystad thuộc thành phố Eastern Flevoland - Hà Lan đã xây dựng hệ thống tiêu ngang để cải thiện điều kiện sử dụng đất trên vùng bãi biển mới được bồi cao. Lớp đất phía trên của bãi biển là á sét nặng ( $D_{50} = 150 \div 180 \mu m$ ), hệ số thấm 4m/ngày.

Đường tiêu là các ống nhựa PVC, đường kính từ 57 mm đến 65 mm đặt ngang với khoảng cách giữa 2 đường tiêu từ 15 m đến 25 m, và đặt sâu 1,20m.

Đề phòng lỗ thoát vào đường tiêu bị lấp tắc, đã dùng nhiều lớp lọc khác nhau để nghiên cứu, rút kinh nghiệm, như thống kê dưới đây:

##### a) Lo đất B.49

- Lavalite (đường kính từ 3mm đến 7mm)
- Vụn thủy tinh (đường kính từ 2mm đến 7mm)
- Sợi dừa ( $1000 g/m^2$ )
- Sợi than bùn dệt thành lưới (dây 9mm)



Hình 4.5- Biến đổi của hệ số cân thoát nước ( $E_n$ ) theo kết quả thực nghiệm.

- a) Lô đất B.49: 1 - thảm acrylic, 2 - lớp lọc sợi than bùn, 3 - thảm PP, 4 - sợi dừa, 5 - lavalit, 6 - vụn thủy tinh.  
 b) Lô đất xây nhà máy 4.8: 1- hạt PS, 2- sợi PP ép nén, 3- xỉ quặng, 4- sợi cước.

- Sợi PP cán dính dày 2mm

- Thảm sợi acrylic

b) *Lô đất xây nhà máy 4.8*

- Cuội sỏi (đường kính từ 2mm đến 5mm)

- Xi quặng (đường kính từ 3mm đến 10mm)

- Sợi PP cán dính.

- Hạt PS gói trong thảm PE thùng lố.

Lưu lượng tiêu (q), tổn thất đầu nước ( $\Delta h$ ) được đo định kỳ tại hiện trường. Hệ số cản thoát nước, tính theo công thức sau:

$$R_{ent}(\text{ngày/m}) = \frac{\Delta h}{q} \quad (\text{m/m}^3/\text{ngày.m}) \quad (4.3)$$

Từ số liệu thu được vẽ đường quan hệ biến đổi theo thời gian của hệ số cản thoát nước, như trình bày trên hình 4.5.

Có thể rút ra các nhận xét sau:  $R_{ent}$  tăng dần theo thời gian, do lớp lọc dần bị lấp tắc. Lớp lọc bằng cuội sỏi và bằng sợi PP đều có hệ số cản thoát nước tương đối thấp. Nếu so sánh thêm giá thành thì lớp lọc bằng sợi PP có lợi thế rõ rệt. Theo giá năm 1986, chi phí lớp lọc PP cho 1 mét dài ống tiêu hết 0,5 đôla Mỹ.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. R. Veldhuijzen van zanten- Geotextiles and Geomembranes in Civil engineering. 1986.
2. Krystian. W. Pilarczyk- Dutch Guideline on dike protection 1987.
3. Maccaferri gabion- Flexible Reno mattress and gabion linings.
4. Edmund G. Brown J. R - Bank and shore protection in California highway practice - 1970.



SÁCH ĐƯỢC NHÀ NƯỚC TRỢ GIẢ