

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG ĐỂ BIẾN BẰNG VẬT LIỆU CÓ HÀM LƯỢNG CÁT CAO Ở MIỀN BẮC VIỆT NAM

PGS. TS. Vũ Đình Hùng

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI

VÙNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI

6 tỉnh ven biển miền Bắc (Quảng Ninh - Thanh Hoá). Chiều dài bờ biển 475Km; Chiều dài Đê biển 454,3 Km đê biển, bảo vệ: Diện tích 23.105 Km², Dân số 11.102 nghìn người, Công trình, Sản xuất.



I. Ý TƯỞNG XÂY DỰNG ĐỀ BIỂN CÓ % CÁT CAO

1.1. Đặc điểm đê biển:

- **Nhu cầu:** Lấn biển, khai hoang, chống biển lấn, ngăn mặn, giữ ngọt, chống bão lũ, bảo vệ sản xuất, khu kinh tế - xã hội (đa mục tiêu);
Bờ biển 3200 km; Mới có 719 Km đê tạm kiên cố + 740 km chưa nâng cấp, sửa chữa; nhiều tuyến chưa xây dựng.
 - **Nền và vật liệu đắp đê:**
 - + Đất nền: cát, cát pha thịt/sét, hạt mịn ($d=0,01\text{--}0,2\text{mm}$), mềm yếu ($\phi=3\text{--}15^\circ$, $c=0,01\text{--}0,05\text{kg/cm}^2$) $\rightarrow \tau$ và R nhỏ, độ ngâm nước khi bão hoà lớn, khi hàm lương sét lớn thì thoát nước châm;

+ Vật liệu đắp: Khan hiếm, nên thường sử dụng vật liệu tại chỗ (đất nền)

- Đặc điểm đê:

(i) Mặt cắt lớn, mái thoải ($m=3,5 \div 6$) \rightarrow diện tích chiếm đất và khối lượng xây dựng lớn \rightarrow Giá thành lớn;

(ii) Thời gian cố kết lớn;

(iii) Thời gian xây dựng kéo dài: $3 \div 4$ năm, thậm chí lớn hơn;

(iv) Lún phình kéo dài; mạch dùn, xói lở, trượt mái, hoá lỏng nền và thân đê thường xảy ra, thường bị vỡ khi nước tràn đinh.

(v) Nhiều tuyến đê đã phải đắp đi đắp lại nhiều lần;

$\Rightarrow\Rightarrow$ Tính ổn định kém; Kinh phí lớn; Thi công kéo dài; nhiều điểm không thi công được phải bỏ dở.

Các giải pháp gia cố hiện nay mới giải quyết vấn đề “**Ngoại tang, bảo vệ là chính, chưa giải quyết vấn đề bản chất của đất yếu là ở cốt đất yếu** \square “**Nội tang**”.

1.2. Hướng giải quyết:

Cải thiện cốt đất: Tăng φ , c , tốc độ thoát nước và cải thiện tải trọng tác dụng lên công trình \rightarrow Đưa loại vật liệu có khả năng chịu kéo, dẫn thoát nước trong khối đất và tương tác tốt với đất.

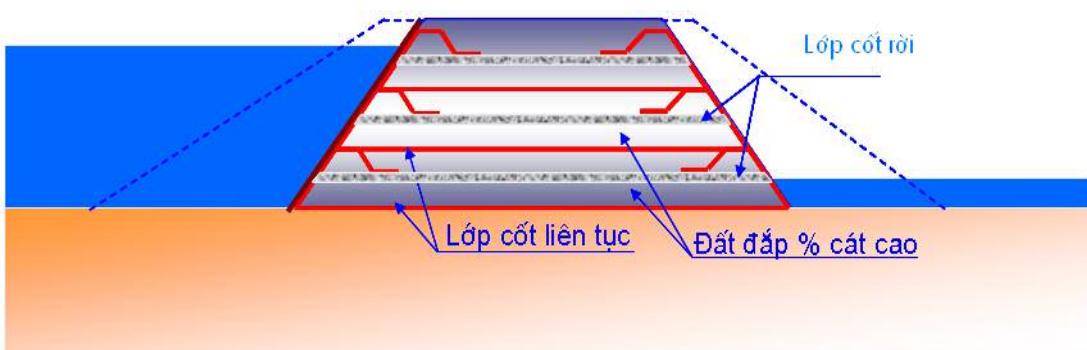
$\Rightarrow\Rightarrow$ Ý tưởng công nghệ “Đất có cốt” xây dựng đê biển bằng vật liệu tại chỗ có % cát cao.

1.3. Đất có cốt:

- **Hình thành:** Sơ khai thời cổ đại, hoàn thiện theo thời gian, cuối thế kỷ 20 phát triển nhanh, hiện đại \Rightarrow đỉnh cao kỹ thuật và nghệ thuật.

- **Vật liệu cốt:** Phát triển từ Rơm, xơ dừa, thân cây, cành cây, thép, ... Ngày nay là các vật liệu địa kỹ thuật tổng. VĐKT hội tụ tính: chịu kéo, cắt, độ bền cao; mềm mại; và thoát dẫn nước tốt

II. NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT CÔNG NGHỆ ĐẤT CÓ CỐT



Mặt cắt điển hình đê được xây dựng bằng vật liệu có hàm lượng cát cao sử dụng lớp cốt liên tục (vải tổng hợp Địa kỹ thuật) và lớp cốt rời:

- Cơ sở Khoa học:
- Tăng lực dính (c) và góc ma sát trong (ϕ);
 - Tăng khả năng chịu lực (τ);
 - Giảm biến dạng;
 - Tăng khả năng thoát nước, cố kết;
 - Cho phép thi công nhanh.

2.1. Tăng lực dính (c) và góc ma sát trong (ϕ):

$$\sigma_3 = \sigma_1 \frac{\tan(\alpha - \varphi)}{\tan \alpha} - c(\tan \alpha + \tan(\alpha - \varphi)) - \sigma_2 \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin \alpha} (\tan(\alpha - \varphi) \sin \beta + \cos \beta)$$

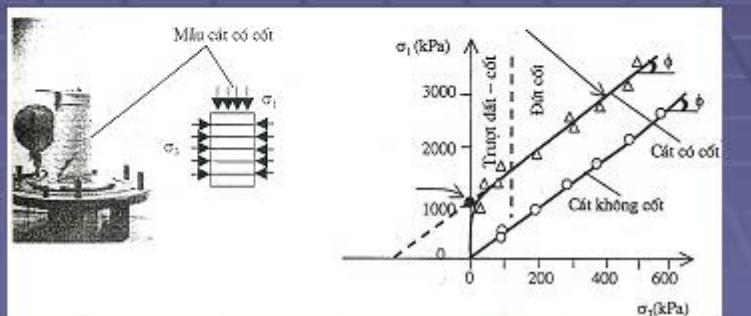
* Trạng thái giới hạn 1: $\sigma_R = \sigma_R^{\max}$,

$$C_R = C + \sigma_R^{\max}/2.(ka)^{1/2}$$

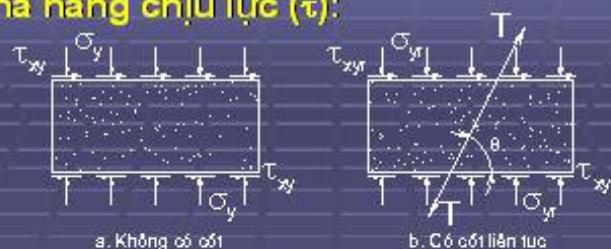
$$\Delta c_R = \sigma_R^{\max}/2.(ka)^{1/2}$$

* Trạng thái giới hạn thứ 2: $\sigma_R = \mu \sigma_R$,

$$\Delta \sin \varphi_R = \sin \varphi_R - \sin \varphi = 2\mu(1+Ka-\mu)(1+Ka)$$

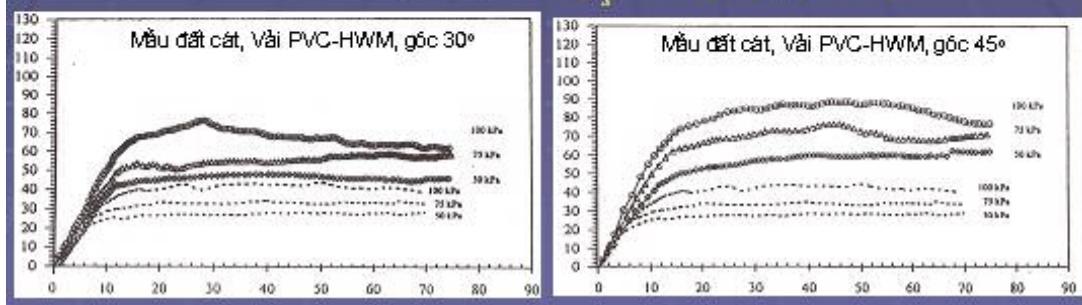


2.2. Tăng khả năng chịu lực (τ):



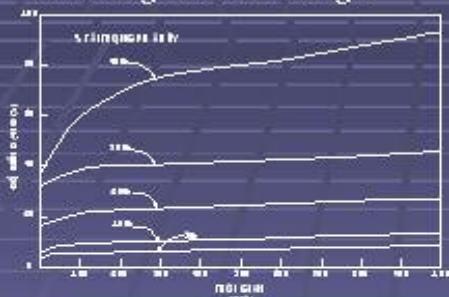
(a) Trường hợp không có cốt: $\tau_{xy} = \sigma_y \operatorname{tg} \varphi$

(b) Trường hợp có cốt: $\tau_{xyf} = \sigma_y \operatorname{tg} \varphi + \frac{T}{A_s} (\cos \theta \operatorname{tg} \varphi_{\max} + \sin \theta)$

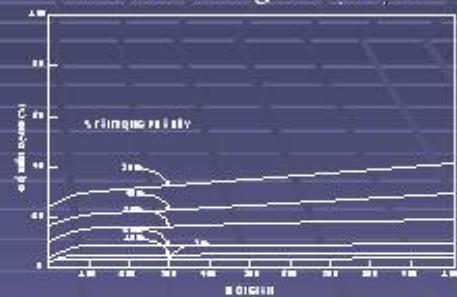


2.3. Cải thiện ứng suất/biến dạng:

a. Không có cốt tham gia



b. Có cốt tham gia chịu lực



Mô hình số xác định vùng ảnh hưởng và ứng suất-biến dạng

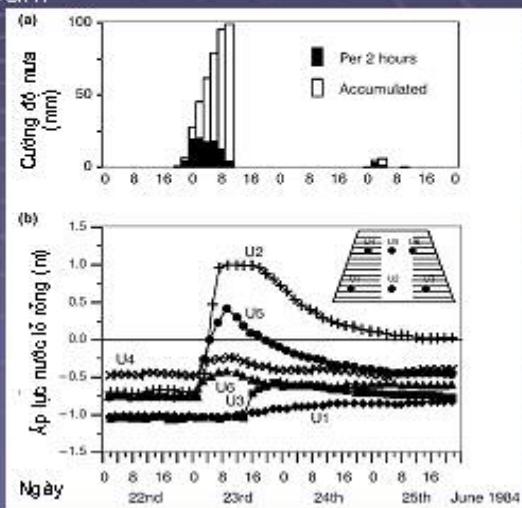
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

2.4. Khả năng thẩm và tiêu thoát:

- ⇒ Áp lực lỗ rỗng tiêu tán nhanh;
- ⇒ Cải thiện cố kết của đất;
- ⇒ Cho phép thi công nhanh và an toàn.

2.4.1. Áp lực lỗ rỗng tiêu tán nhanh: Thi công và khai thác

Biểu đồ áp lực lỗ rỗng tiêu tán trong thời gian khai thác của đê biển (Michell và Zornberg (1995)) ⇒



2.4.2. Cải thiện cố kết của đất:

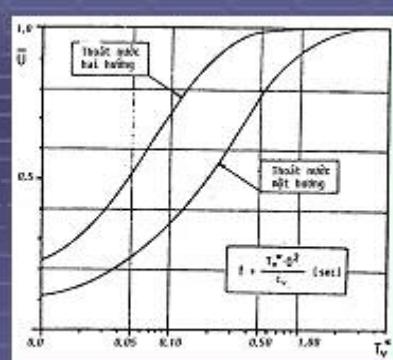
- Thời gian cố kết lớp đất H không cốt:

$$t = \frac{T_v H^2}{C_v} \quad (a)$$

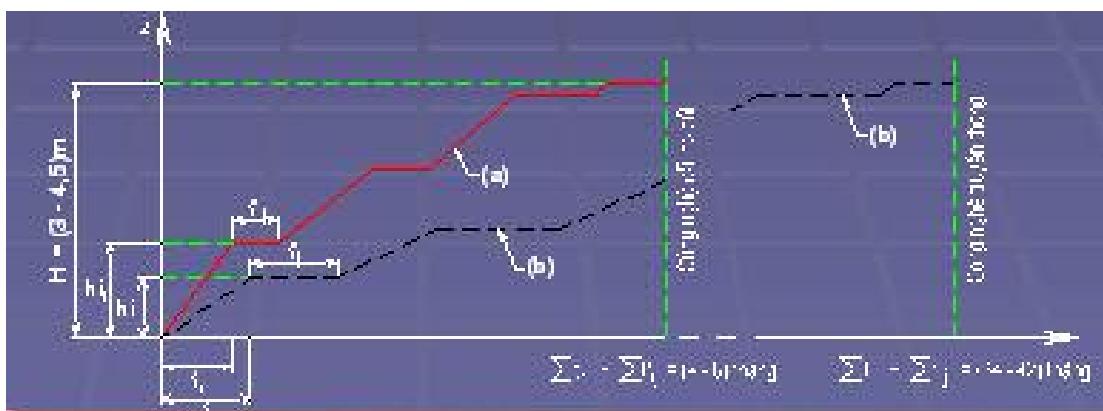
- Thời gian cố kết lớp đất H có n lớp cốt:

$$t_R = \frac{T_v \left[\frac{H}{n} \right]^2}{C_v} \quad (b)$$

$$\dots \Rightarrow t = n^2 \cdot t_R$$



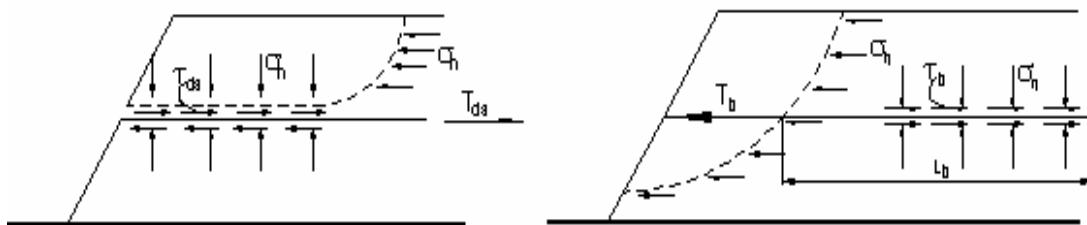
2.4.3. Thi công nhanh:



III. NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH

3.1. Mô hình vật lý:

3.1.1. Tương tác đất – cốt (vải ĐKT):



3.1.2. Mô hình mặt cắt:

- (i). Nghiên cứu quan hệ chuyển vị với các cấp tải trọng;
- (ii). Nghiên cứu cố kết thẩm;
- (iii). Nghiên cứu quy trình thi công.

Một số hình ảnh Thí nghiệm trong phòng xác định ma sát giữa vải và đất:



Cắt mẫu
thí nghiệm

Mẫu thí nghiệm



Thí nghiệm

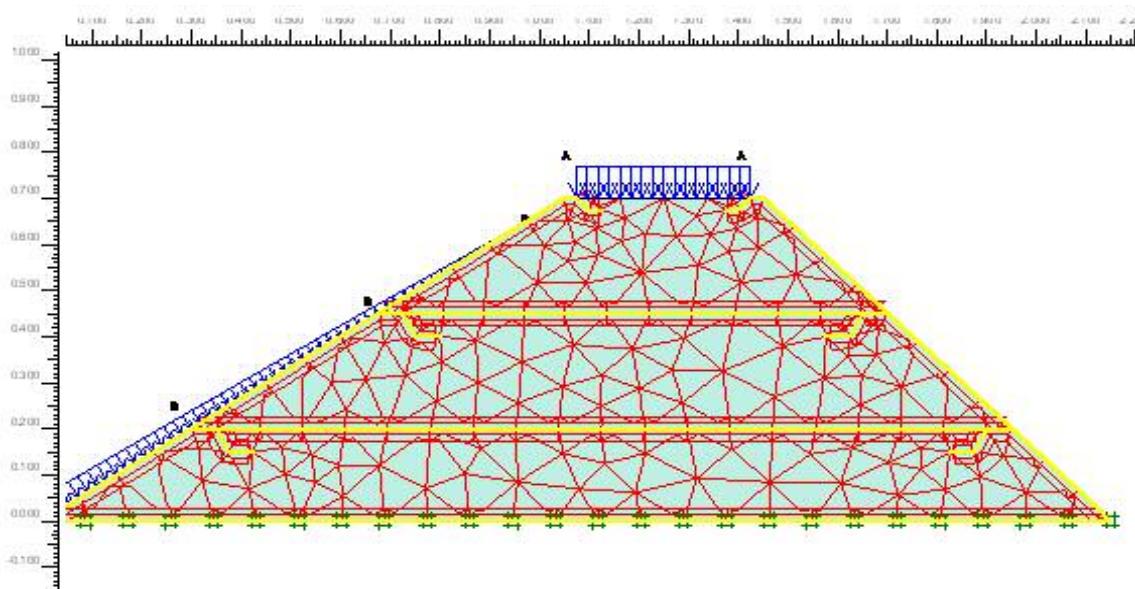


Xử lý số liệu



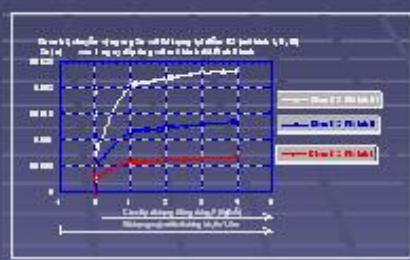
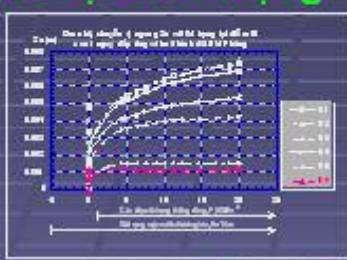
3.1. Mô hình số:

- (i) Tính toán 1: Tính toán mô hình khi chưa có tải trọng tác dụng, các bước xây dựng theo lớp;
- (ii) Tính toán 2: Tính toán mô hình khi có tải trọng nước;
- (iii) Tính toán 3: Tính toán tăng tải trọng đinh đập với cấp tăng dần.

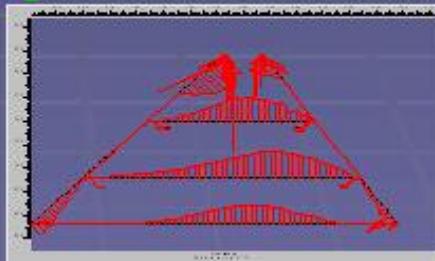
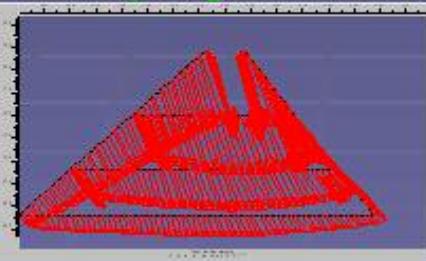


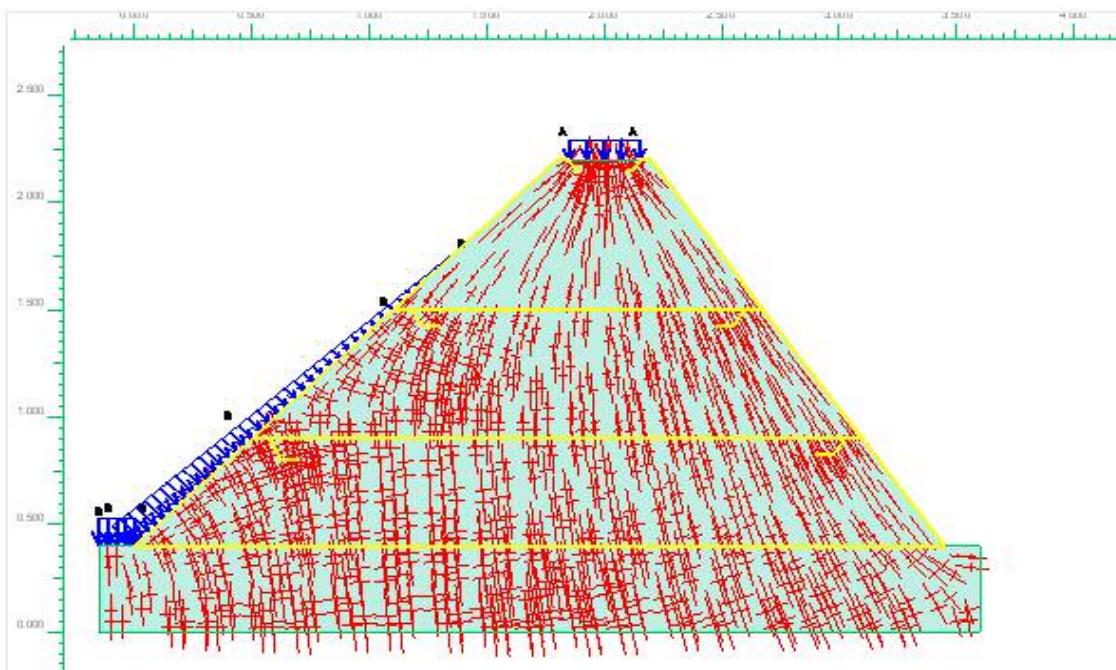
3.3. Kết quả:

- (i) So sánh kết quả từ 2 loại mô hình (vật lý & số) -> kiểm nghiệm
(ii) Chuyển vị với tải trọng:



- (iii) Quan hệ ứng suất biến dạng:





→ Để tăng cường độ kéo, cốt phải đặt theo chiều ứng suất chính nén nhỏ nhất.

- Sự sắp xếp cốt, mật độ phân bố cốt hợp lý:

$$h_i = \frac{T_{\varphi}}{\zeta \cdot K_a (1,5q_i + \gamma \Sigma H)}$$

- Neo cốt đảm bảo: mái dốc đứng, đất được bọc không bị rửa trôi, bào mòn, ổn định mái cao khi có dao động mức nước;

- Mô hình đất cát sông Hồng:

- + Biến dạng nhỏ hơn 02 loại đất Ninh Bình và Hải Phòng;
- + Cùng biến dạng, tải trọng đứng tăng 4,12 lần và tải trọng nước tăng lên 3,54 lần;

→ Cốt cường độ kéo cao cho phép đê hàm lượng cát cao chịu lực cao hơn nhiều, giảm bớt tính tan rã của đất cát.

→ **Hàm lượng cát càng cao hiệu quả công nghệ càng cao.**

3.4. Xây dựng các quan hệ thông số phục vụ thiết kế

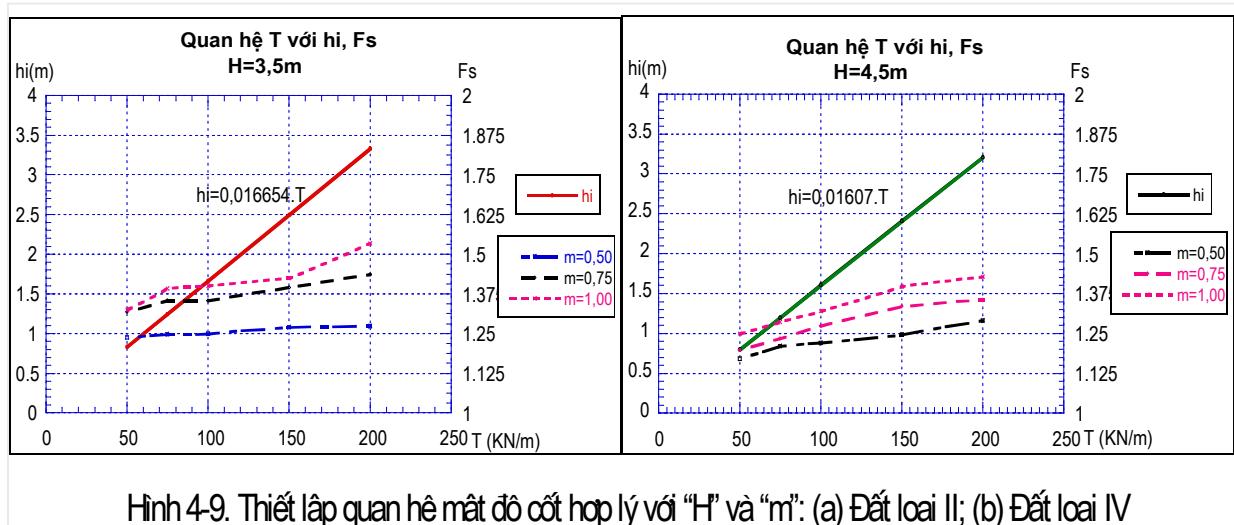
- (i) Quan hệ cường độ kéo của cốt (T) và chiều cao lớp đất (h_i) cho từng loại đất tương ứng với từng chiều cao đê (H);
- (ii) Quan hệ h_i với hệ số an toàn (F_s) với T ;
- (iii) Quan hệ h_i với F_s ứng với mỗi T khi thay đổi hệ số mái (m);
- (iv) Quan hệ h_i với độ tăng góc ma sát trong ($\Delta\varphi$) ứng với T ;
- (v) Quan hệ h_i với độ tăng lực dính đơn vị (ΔC) ứng với T .

Kết quả:

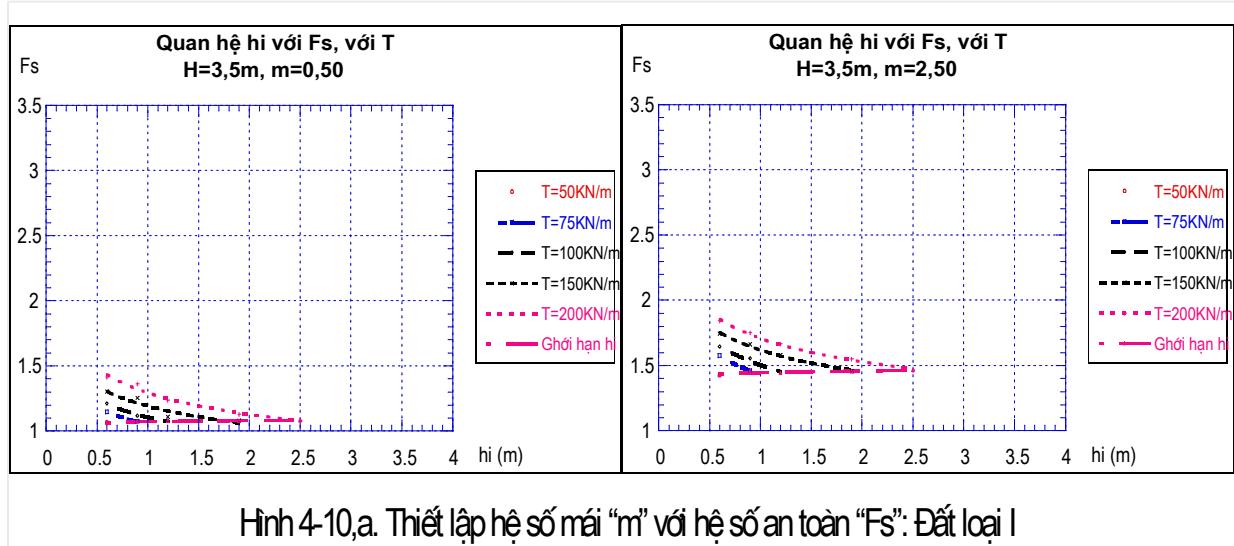
Đã có cho 4 loại đất, 04 loại cốt, 07 chiều cao đê, 09 hệ số mái
→ 294 biểu đồ, 10 bảng biểu phục vụ thiết kế.

❖❖❖

Kết quả dạng biểu đồ quan hệ



Hình 4-9. Thiết lập quan hệ mật độ cốt hợp lý với “H” và “m”: (a) Đất loại II; (b) Đất loại IV



Hình 4-10a. Thiết lập hệ số mái “m” với hệ số an toàn “Fs”: Đất loại I

❖❖❖

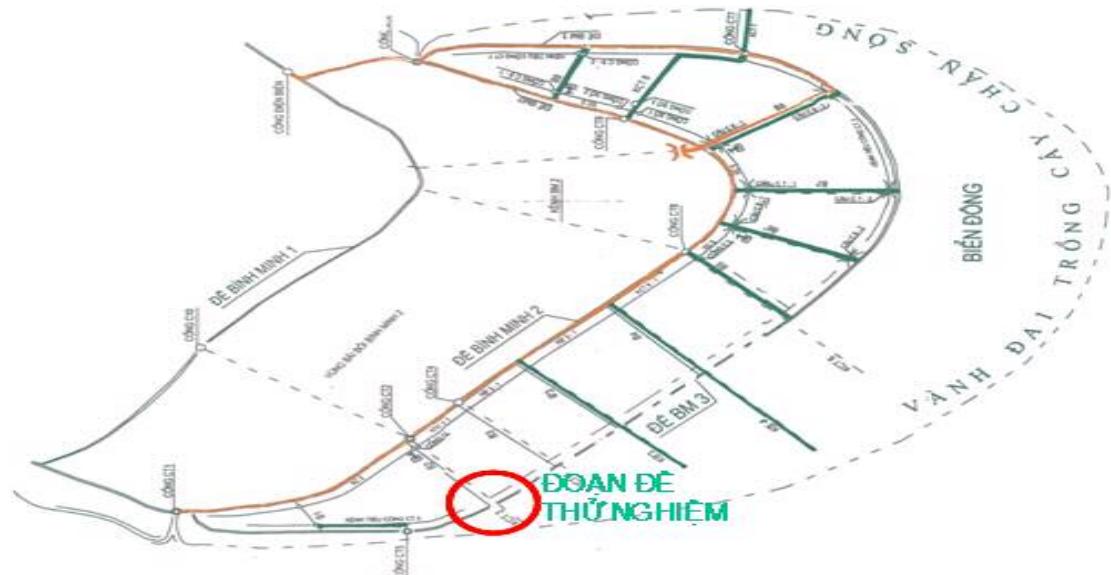
Kết quả dạng bảng tra

M	λ (kWh)	Hd(p)						Hd(p)					
		25	3	35	4	4,5	5	5,5	25	3	35	4	4,5
H(p)													F4
75	50	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5			1,708	1,547	1,276	1,183	1,183
		0,9	0,7						1,675	1,472			
	50	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	1,821	1,651	1,333	1,240	1,250
		0,9	0,7	0,9	0,8	0,7			1,773	1,560	1,291	1,167	1,205
	100	1,3	1,1						1,584	1,460			
		0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	1,896	1,749	1,383	1,280	1,320
	100	0,9	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	1,855	1,654	1,341	1,220	1,230
		1,3	1,1	1,2	1,0	0,9			1,771	1,522	1,280	1,183	1,205
	125	1,7	1,4						1,720	1,490			
		0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	1,841	1,496	1,340	1,371	1,290
	150	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	1,732	1,383	1,280	1,300	1,200
		1,1	1,2	1,0	0,9	1,3	1,1	1,1	1,608	1,349	1,238	1,230	1,169
	150	1,4	1,9	1,5	1,4				1,585	1,302	1,191	1,212	
200		2,2							1,516				
	200	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	1,808	1,588	1,380	1,430	1,370
		0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	1,813	1,449	1,310	1,360	1,280
	200	1,1	1,2	1,0	0,9	1,3	1,1	1,1	1,675	1,405	1,280	1,300	1,200
		1,4	1,9	1,5	1,4	1,7	1,5	1,5	1,659	1,247	1,222	1,223	1,115
	200	2,2	2,5	2,0	1,9				1,629	1,377	1,219	1,216	
		2,9							1,523				

IV. ỨNG DỤNG CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀO SẢN XUẤT

4.1. Vị trí công trình nghiên cứu:

- + Đoạn đê KCT2-Bình Minh III □ Ninh Bình;
 - + Các thông số đoạn đê: chiều dài 150m, $H_{tb}=3,5$ m
 - + Chỉ tiêu cơ lý đất: $\gamma_c=1,18T/m^3$, $\gamma_w=1,72T/m^3$, $\varphi=3^{\circ}44'$,
 $c=0,034\text{ Kg/cm}^2$, hàm lượng cát >50%, $k=9,7 \cdot 10^{-3}\text{ cm/s}$,...



4.2. Phân tích:

- + Sử dụng kết hợp phần mềm Geo-Slope và Plaxis;
- + Cốt: Liên tục: Pec75 & Max; Cốt rời: cát thô, lớp dày 15cm
- + 03 phương án phân tích:
 - Pa1: 04 lớp cốt liên tục;
 - Pa2: 03 liên tục & 01 cốt rời;
 - Pa3: 02 liên tục & 02 cốt rời.

4.3. Chọn mặt cắt thiết kế:

Không cốt	4 lớp cốt liên tục		3 liên tục + 1 rời		2 liên tục + 2 rời	
	PEC75	MAX	PEC75	MAX	PEC75	MAX
2.550	2.630	2.200	2.420	1.950	2.225	1.850
100%	108%	86%	95%	77%	87%	72%

Các thông số mặt cắt thiết kế và toàn cảnh đoạn đê biển thử nghiệm

- Chiều cao: $H_{tb}=3,5m$;
- Chiều rộng đỉnh: $b=4m$
- Mái dốc: $m_1=1,5, m_2=1,0$;
- Cốt liên tục: 2 lớp Pec75;
- Cốt rời: 2 lớp dày 15cm.



4.4. Thi công:

Phương án thi công: bơm hút bùn đổ đắp trực tiếp.

- (i) Công tác chuẩn bị: kỹ kết các cơ quan quản lý; hồ sơ thiết kế; tập kết vật tư và phương tiện thi công;
- (ii) Thi công: Các bước thi công theo công nghệ đê tài (nền, trải vải, tạo bể lăng, thi công đất thân đê, thi công lớp cốt rời); gia cố mái; hoàn thiện.
- (iii) Lắp đặt thiết bị đo;
- (iv) Hoàn thiện đoạn đê KCT2 theo thiết kế;
- (v) Nghiệm thu bàn giao cho cơ quan quản lý
- (vi) Quan trắc sau thi công.

V. KẾT LUẬN

Giải quyết và khắc phục được các tồn tại của công nghệ truyền thống ⇒ Sử dụng đất tại chỗ có % cát cao xây dựng đê biển bảo đảm an toàn kỹ thuật, hiệu quả kinh tế □ xã hội cao:

- ☞ Giảm khối lượng đào đắp, giảm diện tích chiếm đất do mái mở rộng, và tăng diện tích đất sử dụng cho sản xuất;
- ☞ Biến dạng giảm và nhỏ, ổn định bền trong quá trình làm việc; sạch với môi trường;
- ☞ Thi công nhanh và an toàn (thủ công hay cơ giới);
- ☞ Thêm sản phẩm mới cho xã hội; Mở ra triển vọng phát triển CN chế tạo vải ở trong nước và nhân lực địa phương;
- ☞ Đưa cốt rời kết hợp cốt liên tục giải quyết hiệu quả kinh tế cao, mang tính ứng dụng của công nghệ, đặc biệt trong điều kiện nhu cầu xây mới đê biển còn nhiều và kinh tế đất nước còn hạn chế.

PHẠM VI ỨNG DỤNG

- ☞ Đê quai lấn biển.
- ☞ Đối với vùng biển lấn, cần nghiên cứu giải pháp bảo vệ bãi và chân đê trên toàn tuyến;
- ☞ Đê sông, đê bao;

KIẾN NGHỊ

- ☞ Hoàn thiện công nghệ trên cơ sở thử nghiệm; ➔
- ☞ Tiếp tục nghiên cứu ứng dụng vào các vùng biển miền Trung, miền Nam và vùng biển lấn;
- ☞ Tiếp tục nghiên cứu học thuật nâng cao công nghệ;