

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG BẢN MẶT BÊ TÔNG ĐỂ CHỐNG THÂM KẾT HỢP VỚI BẢO VỆ MÁI ĐẬP ĐẤT, ỨNG DỤNG CHO ĐẬP NƯỚC NGỌT NINH THUẬN

GS.TS Nguyễn Chiến - ĐHTL

ThS. Luyện Thành Thắng – ĐHTL

Tóm tắt: Sử dụng bản mặt bê tông chống thấm kết hợp với bảo vệ mái đập đất là một giải pháp hợp lý khi tại khu vực xây dựng đập, đất đắp có hệ số thấm lớn và không có vật liệu đất sét để làm bộ phận chống thấm. Khi áp dụng giải pháp này cần tiến hành phân tích ứng suất-biến dạng thân đập và tính toán kết cấu bản mặt để kiểm tra điều kiện bền và bố trí cốt thép hợp lý. Trong bài giới thiệu một số kết quả nghiên cứu bước đầu và tính toán áp dụng cho đập Nước Ngọt – Ninh Thuận.

1. Đặt vấn đề:

Trong những năm qua, giải pháp chống thấm kết hợp với bảo vệ mái bằng bản mặt bê tông đã được ứng dụng thành công cho nhiều đập đá đắp trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Ở nhiều nước, chẳng hạn như Trung Quốc, đã ban hành tiêu chuẩn riêng về thiết kế đập đá có bản mặt bê tông [2]. Những kinh nghiệm về áp dụng bản mặt bê tông để chống thấm cho đập đá cũng có thể tham khảo khi thiết kế đập đất, đặc biệt là khi đất đắp đập có hệ số thấm lớn và tại vị trí xây dựng không có đất sét để làm tường chống thấm. Tuy nhiên, kinh nghiệm về áp dụng bản mặt bê tông chống thấm cho đập đất chưa nhiều và chưa được tổng kết một cách có hệ thống. Khi áp dụng kết cấu chống thấm loại này cho đập đất thì điểm khác biệt với đập đá là ở tính chất biến dạng của nền và thân đập có ảnh hưởng đến độ bền, độ dày kết cấu và bố trí cốt thép trong bản mặt bê tông. Sau đây sẽ xem xét các bài toán về phân tích ứng suất-biến dạng thân đập và tính toán kết cấu bản mặt.

2. Phân tích ứng suất - biến dạng thân đập.

2.1. Phương pháp tính toán.

Ngày nay, việc sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn và phương tiện máy tính trong phân tích ứng suất biến dạng các loại công trình đã trở thành phổ biến. Để phân tích ứng suất thân đập và nền, có thể sử dụng các phần mềm khác nhau như GEO-SLOPE (Modul

Sigma/W), PLAXIS, SAP ... Trong nghiên cứu này sử dụng Modul Sigma/W của bộ phần mềm GEO-SLOPE để tận dụng các kết quả tính thấm từ modul seep/W của bộ phần mềm này.

2.2. Mặt cắt đập điển hình.

Tiến hành tính toán cho các đập có chiều cao khác nhau, biến đổi trong phạm vi thường gặp cho các đập đất ở Việt Nam là $H_d = 20\text{m}; 30\text{m}; 40\text{m}$. Hệ số mái đập chọn trị số đại biểu: mái thượng lưu $m_1 = 3,0$; mái hạ lưu $m_2 = 2,75$; không xét bố trí cơ. Bề rộng đỉnh $b = 5,0\text{m}$.

Bản mặt bê tông có chiều dày thay đổi dần theo chiều cao theo công thức [1]:

$$t = t_1 + 0,0035H \text{ (m)} \quad (1)$$

Trong đó: t - chiều dày bản mặt (m)

H - chiều cao thẳng đứng từ đỉnh đập đến vị trí tính toán (m)

Với các đập có chiều cao $H_d = 20, 30, 40\text{m}$ và chiều dày bản mặt ở đỉnh $t_1 = 0,2\text{m}$; ở chân tương ứng là $t_2 = 0,27; 0,30; 0,34\text{m}$.

Về nền đập, tiến hành tính toán với 2 sơ đồ điển hình:

- Sơ đồ 1: Nền đá (xem nền tuyệt đối cứng).

- Sơ đồ 2: Nền đất, tính với chiều dày $T = H_d$, sơ đồ mặt cắt đập như trên hình 2.

2.3. Trường hợp tính toán.

Trong nghiên cứu này tiến hành tính toán cho 2 trường hợp điển hình như sau:

- Trường hợp 1: Đập mới thi công xong, hồ chưa tích nước.

- Trường hợp 2: Hồ tích nước đến

MNDBT, hạ lưu không có nước.

Tổng số các tổ hợp tính toán là 12.

2.4. Tài liệu tính toán.

2.4.1. Tài liệu mực nước: Lấy theo kinh nghiệm của các đập đã thiết kế, với độ lưu không từ MNDBT đến đỉnh đập lấy bằng 3m.

Bảng 1: Thông số mực nước và cao trình đập tính toán

TT	Thông số	H _d = 20m	H _d = 30m	H _d = 40m
1	Cao trình đỉnh đập (m)	20	30	40
2	MNDBT (m)	17	27	37

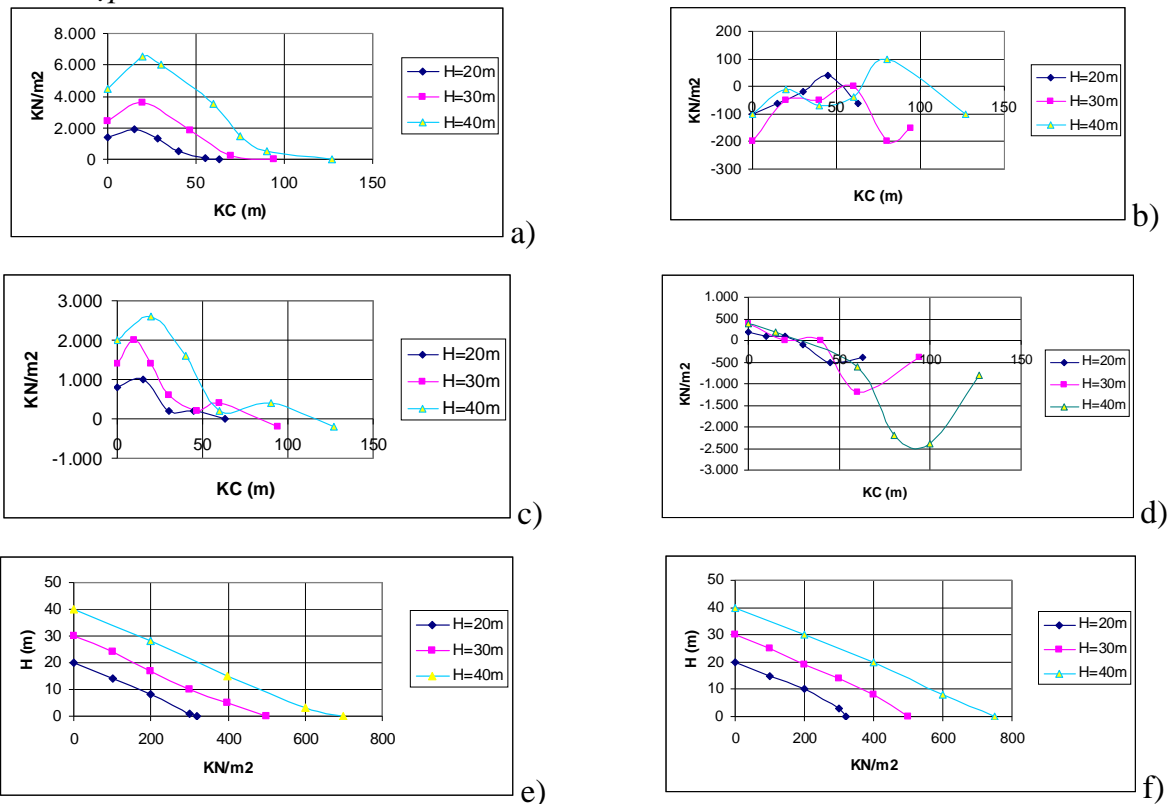
2.4.2. Chỉ tiêu cơ lý của vật liệu: Lấy theo tài liệu của đập nước ngọt (Ninh Thuận) [4].

Bảng 2: Chỉ tiêu cơ lý của vật liệu và nền đập

TT	Loại chỉ tiêu	γ_{tt} (KN/m ²)	E _H (KPa)	μ	φ (độ)	C (KN/m ²)
1	Đất nền	19,5	30.000	0,45	20	24
2	Đất đắp đập	18,5	42.000	0,45	22	18
3	Bản mặt bê tông	25,0	26.500.000	0,22	-	-

2.5. Kết quả phân tích ứng suất.

2.5.1. Đập trên nền đá.



Hình 1. Tổng hợp kết quả tính ứng suất, sơ đồ đập trên nền đá

- a) US max bản mặt BT - thi công xong
- b) US min bản mặt BT - thi công xong
- c) US max bản mặt BT - hồ tích nước
- d) US min bản mặt BT - hồ tích nước
- e) US thân đập phương y- thi công xong
- f) US thân đập phương y- hồ tích nước

Bảng 3: Trị số US max, min trong bản mặt bê tông (KN/m²)
(Quy ước: dấu +: US nén; dấu -: US kéo)

Mặt cắt đập	σ_{max}		σ_{min}	
	Thi công xong	Hồ tích nước	Thi công xong	Hồ tích nước
H = 20m	1900	1000	-100	-500
H = 30m	3600	2000	-200	-1.200
H = 40m	6500	2600	-300	-2.400

Nhận xét:

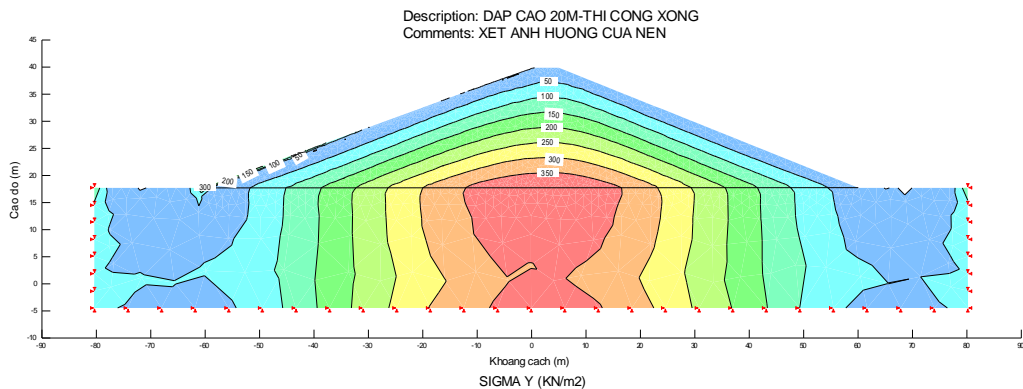
- Từ hình 1 cho thấy có sự chênh lệch lớn về ứng suất σ_y tại mặt tiếp giáp giữa bản mặt bê tông và thân đập, do sự thay đổi modul đàn hồi E của vật liệu, ứng suất ở phần chân bản mặt có sự thay đổi đáng kể giữa hai trường hợp tính toán.

- Ứng suất nén lớn nhất σ_{max} trong bản mặt xuất hiện ở chiều cao khoảng 0,2H đến mặt nền. Đập càng cao thì trị số σ_{max} càng lớn. Ở đập có H = 40m, trị số $\sigma_{max} = 65000 \text{ KN/m}^2 < R_n = 9000 \text{ KN/m}^2$ (BTM20).

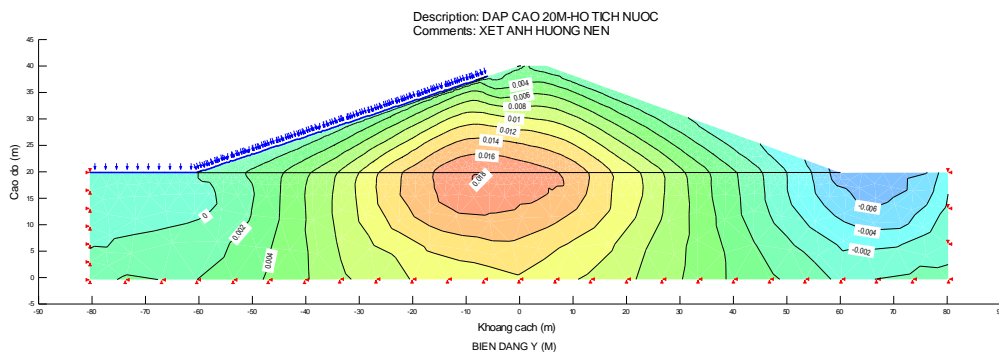
- Trị số ứng suất kéo lớn nhất σ_{min} xuất hiện ở chiều cao khoảng 0,75H đến mặt nền, khi hồ tích đầy nước. Với đập có H = 20m, $|\sigma_{min}| = 500 \text{ KN/m}^2 < R_k = 750 \text{ KN/m}^2$ (BT M20), tức là không cần bố trí cốt thép. Còn ở đập có H=30m, H=40m. Trị số $|\sigma_{min}|$ vượt quá R_k , bắt buộc phải bố trí cốt thép trong bản mặt.

- Ứng suất trong thân đập tại các điểm và với các trường hợp tính toán khác nhau đều là ứng suất nén và nằm trong giới hạn bền về chịu tải của thân đập.

2.5.2. Đập trên nền đất (với $T = H_d$).

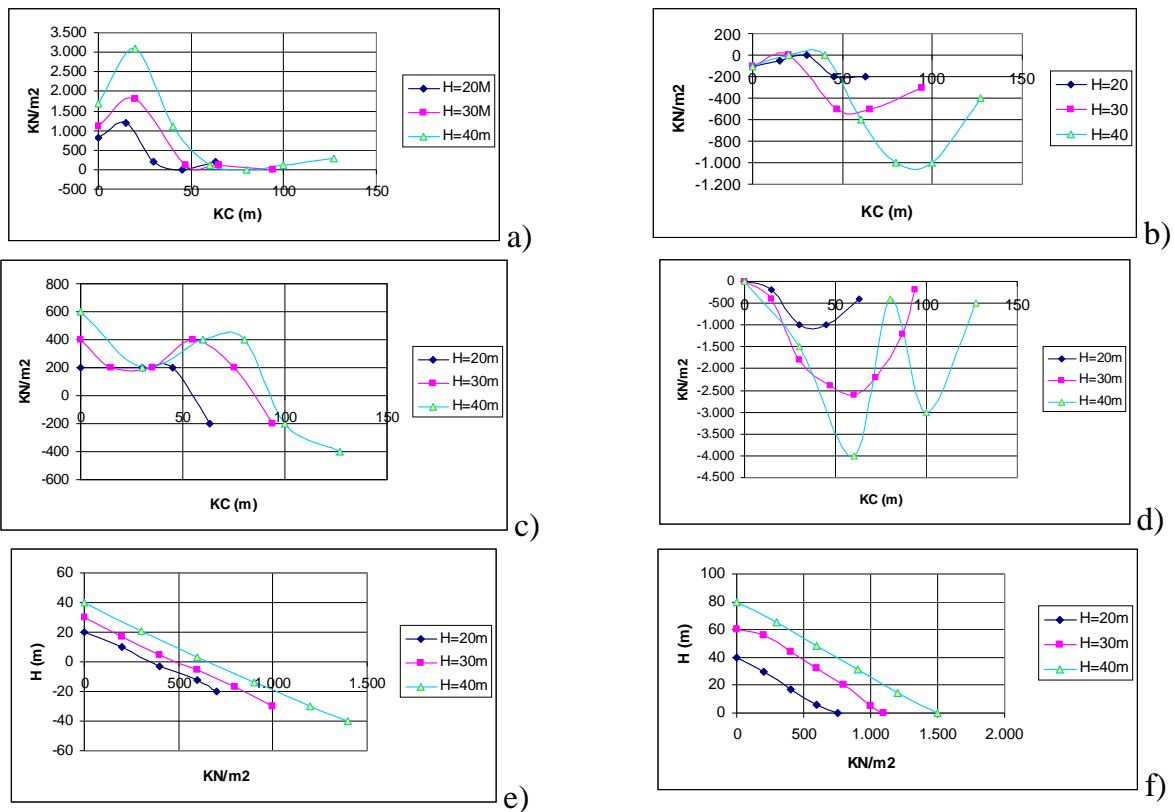


a)



b)

Hình 2: Phân bố ứng suất σ_y trong đập và nền
a) Trường hợp thi công xong; b) Khi hồ tích đầy nước



Hình 3: Tổng hợp kết quả tính ứng suất, sơ đồ đập trên nền đất ($T = H_d$)

- a) US max bản mặt BT - thi công xong b) US min bản mặt BT - thi công xong
 c) US max bản mặt BT - hồ tích nước d) US min bản mặt BT - hồ tích nước
 e) US thân đập phương y - thi công xong f) US thân đập phương y - hồ tích nước

Bảng 4: Trị số US max, min trong bản mặt bê tông (KN/m^2).

Mặt cắt đập	σ max		σ min	
	Thi công xong	Hồ tích nước	Thi công xong	Hồ tích nước
H = 20m	1.200	200	-200	-100
H = 30m	1.800	400	-500	-2.600
H = 40m	3.100	600	-1000	-4.000

Nhận xét:

- Ứng suất ở phần chân bản mặt thay đổi nhiều giữa 2 trường hợp tính; ứng suất ở mặt tiếp giáp giữa bản mặt và thân đập đất có bước nhảy về giá trị (tương tự như trường hợp trên).

- Trị số ứng suất kéo lớn nhất trong bản mặt bê tông biến đổi tăng dần theo chiều cao đập và giá trị σ_{Kmax} khi hồ tích đầy nước là lớn hơn nhiều so với khi mới thi công xong.

- Khi nền đất ứng suất kéo lớn nhất trong bản mặt bê tông có trị số lớn hơn nhiều so với nền đá, do nền biến dạng làm gia tăng biến dạng thân đập và bản mặt bị uốn nhiều hơn.

- Trong đập và nền không phát sinh ứng suất kéo; ứng suất nén lớn nhất vẫn nằm trong giới hạn bền về chịu tải của thân đập và nền.

3. Tính toán kết cấu bản mặt.

3.1. Sơ đồ tính toán.

-Bản mặt được giữ ổn định trên má (phần tính toán ổn định không trình bày trong bài này). Bản mặt được kết nối với bản chân bằng khe chu vi (xem [2]).

- Dưới tác dụng của tải trọng ngoài và biến dạng thân đập, bản mặt bê tông làm việc như kết cấu chịu uốn là chủ yếu. Khi tính toán, xét một dải của bản mặt có bề rộng $b = 1\text{m}$ theo

chiều trục đập. Sơ đồ tính toán là dầm trên nền đàn hồi với đầu dưới là khớp (nối với bản chân) và đầu trên tự do.

- Chiều dày bản mặt lấy theo công thức kinh nghiệm [1]. Đối với đập đá, theo quy phạm Trung Quốc [2] lấy $t_1 = 0,3m$. Đối với đập đất, theo tiêu chuẩn Việt Nam [1] cũng khuyến cáo lấy $t_1=0,3m$. Tuy nhiên thực tế xây dựng cho thấy với các đập thấp thường lấy t thiên nhỏ. Ví dụ, ở đập Nước Ngọt (Ninh Thuận) đã lấy chiều dày bản mặt $t_1 = 0,2m$ và sau 10 năm khai thác đập vẫn làm việc tốt.

Vì vậy, ở đây tính toán cho các phương án có $t_1 = 0,2m$ và $t_1 = 0,3m$ để so sánh.

- Vật liệu bản mặt: các tài liệu [1], [2] đều khuyến cáo chọn vật liệu bản mặt là bê tông M25 trở lên. Trong nghiên cứu này tính với vật liệu bê tông M25 ($R_n = 11.000 \text{ KN/m}^2$).

- Cốt thép: sử dụng thép cán nóng CII có $R_a = 270.000 \text{ KN/m}^2$. Theo kết quả tính ứng suất thì bản mặt có các điểm chịu kéo ở cả mặt trên và mặt dưới, do đó cốt thép cũng bố trí ở cả 2 mặt của bản.

- Kích thước đập: tính với các phương án và các trường hợp làm việc như ở mục trên.

3.2. Phương pháp tính toán

Với kết cấu chịu uốn, điều kiện bền về cường độ được đảm bảo khi:

$$n_c K_n M \leq Mgh, \quad (2)$$

trong đó:

- n_c : hệ số tổ hợp tải trọng, với tổ hợp cơ bản có $n_c = 1$ [3]

- K_n : hệ số tin cậy với công trình cấp III có $K_n = 1,15$

- M : trị số momen uốn tính toán.

- Mgh : trị số momen uốn giới hạn, xác định theo kích thước mặt cắt, cường độ vật liệu, hàm lượng thép. Mặt cắt tính toán là chữ nhật với $b = 1m$; $h_o = t-a$, t -chiều dày bản; a -chiều dày bảo vệ, lấy $a = 0,03m$.

Với trường hợp đặt cốt thép đơn, ta có [5]:

$$\alpha = \frac{m_a R_a F_a}{m_b R_n b h_o} \quad (3)$$

Ở đây, các hệ số lấy như sau [5]: $m_a = 1,15$; $m_b = 1,0$.

Hệ số chiều cao vùng nén giới hạn lấy $\alpha_o = 0,6$.

Nếu $\alpha \leq \alpha_o$ thì:

$$M_{gh} = m_b R_n b h_o^2 \cdot A, \quad (4)$$

trong đó A phụ thuộc vào α , tra bảng theo [5].

- Nếu $\alpha > \alpha_o$ thì lấy $A = A_o = \alpha_o (1-0,5\alpha_o)$, khi đó: $M_{gh} = m_b R_n b h_o^2 A_o$. (5)

Trị số momen uốn tính toán M được xác định theo sơ đồ dầm trên nền đàn hồi, sử dụng phần mềm SAP 2000.

3.3. Kết quả tính toán.

Bảng 5: Kết quả tính M (Tm) cho các phương án

Trường hợp	H=20m		H=30m		H=40m	
	$t_1=0,2$	$t_1=0,3$	$t_1=0,2$	$t_1=0,3$	$t_1=0,2$	$t_1=0,3$
Thi công xong	0,51	0,5	0,78	0,64	1,07	0,92
Hồ có MNDBT	8,06	8,15	12,17	12,39	16,33	16,68
Trị số M_{max} tính toán	8,06	8,15	12,17	12,39	16,33	16,68

Bảng 6: Kết quả tính Mgh cho các phương án

Thông số	Đơn vị	H=20m		H=30m		H=40m	
		$t_1=0,2$	$t_1=0,3$	$t_1=0,2$	$t_1=0,3$	$t_1=0,2$	$t_1=0,3$
Chiều dày t	cm	24	34	26	36	28	38
Chiều cao h_0	cm	21	31	23	33	25	35
F_a	cm ²	15,71	24,54	15,71	24,54	15,71	24,54
Bố trí thép		5 ϕ 20	5 ϕ 25	5 ϕ 20	5 ϕ 25	5 ϕ 20	5 ϕ 25
α		0,211	0,223	0,193	0,210	0,177	0,198
A		0,189	0,198	0,174	0,188	0,162	0,178
Mgh	T.m	9,16	20,98	10,14	22,51	11,11	24,03

Nhận xét:

- Làm bản mặt mỏng sẽ có momen uốn tính toán nhỏ hơn. Tuy nhiên, chênh lệch trị số M_{max} giữa 2 trường hợp có $t_1 = 0,2m$ và $t_1 = 0,3m$ là không lớn.

- So sánh M_{max} với M_{gh} cho thấy bản mặt có $t_1 = 0,2m$ thích hợp với các đập có chiều cao không quá 20m; bản mặt có $t_1 = 0,3m$ thích hợp với các đập có chiều cao đến 30m.

- Khi đập có chiều cao vượt quá giới hạn nêu trên thì cần tăng chiều dày bản mặt để đảm bảo khả năng chịu lực. Tuy nhiên khi đó giá thành bản mặt chống thấm sẽ tăng lên và cần phải luận chứng thông qua so sánh với phương án chống thấm khác.

4. Kết quả áp dụng ở đập Nước Ngọt (Ninh Thuận).

4.1. Giới thiệu đập Nước Ngọt.

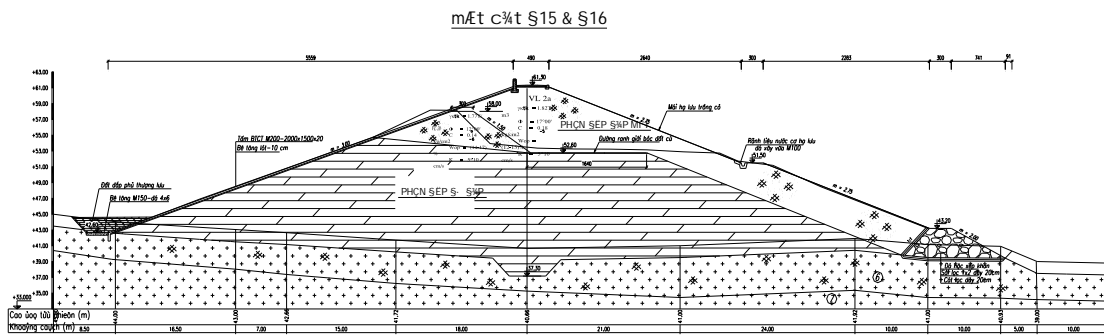
- Vị trí: xã Vĩnh Hải, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận.

- Nhiệm vụ: Tạo hồ chứa Nước Ngọt để cung cấp nước tưới cho 208ha đất canh tác và nước sinh hoạt cho nhân dân xã Vĩnh Hải.

- Mặt cắt đập: $H_{max} = 22,8m$, nền đá; mái thượng lưu $m_1 = 3,0$; mái hạ lưu: $m_2 = 2,75 \div 3,0$ (có 1 cơ); đỉnh đập có tường chắn sóng bằng đá xây cao 0,8m.

- Bảo vệ mái thượng lưu kết hợp chống thấm bằng bản bê tông cốt thép M20, dày $t_1 = 0,2m$; $t_2 = 0,24m$.

- Năm hoàn thành xây dựng: 2001. Tình trạng hiện nay: làm việc bình thường.



Hình 4- Mặt cắt đập nước ngọt (mặt cắt Đ16)

4.2. Một số kết quả tính toán.

Sử dụng phương pháp và số liệu tính toán đã nêu ở mục 2 và 3, ta được kết quả như sau:

- Ứng suất trong thân đập: không có ứng suất kéo; ứng suất nén $\sigma_{max} = 380KN/m^2$.

- Momen uốn lớn nhất trong bản mặt: M_{max}

$= 8,03 (Tm)$.

- Bố trí thép chịu lực bản mặt: 5 $\phi 20/m$.

- Khả năng chịu uốn của bản mặt: $M_{gh} = 8,89 (Tm)$.

Như vậy bản mặt đảm bảo điều kiện bền về uốn.



Hình 5- Toàn cảnh mái thượng lưu đập ví i bñn mặt b^a t<ng.

5. Kết luận.

5.1. Khi xây dựng đập đất ở khu vực mà vật liệu đắp đập có hệ số thấm lớn và không có đất sét để làm tường chống thấm thì giải pháp sử dụng bản mặt bê tông để chống thấm kết hợp với bảo vệ mái thượng lưu là hợp lý.

5.2. Khi bố trí bản mặt bê tông trên mái đập, cần tiến hành phân tích ứng suất – biến dạng của thân đập và bản mặt để kiểm tra điều kiện bền và tính toán bố trí cốt thép bản mặt.

5.3. Với các trường hợp làm việc khác nhau,

bản mặt thường chịu uốn với các vị trí căng trên và căng dưới khác nhau. Do đó cần đặt cốt thép ở cả 2 mặt để đảm bảo an toàn.

5.4. Phương pháp nêu trong bài này đã được áp dụng để tính toán cho bản mặt bê tông đập Nước Ngọt (Ninh Thuận). Kết quả làm việc bình thường của đập Nước Ngọt trong 10 năm qua cho thấy điều kiện bền của bản mặt được đảm bảo.

5.5. Các vấn đề về cấu tạo chi tiết và thi công bản mặt sẽ được đề cập trong một bài khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2005). Tiêu chuẩn thiết kế đập đất đầm nén - 14TCN 157-2005,
2. Bộ Thủy lợi nước Cộng hòa nhân dân Trung Hoa (1999). Quy phạm thiết kế đập đá đổ bản mặt bê tông - SL/228-98 (bản dịch).
3. Bộ Xây dựng (2002). Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam - Công trình Thủy lợi - các quy định chủ yếu về thiết kế - TCXDVN 285-2002, Hà Nội.
4. Công ty Tư vấn và chuyển giao công nghệ Đại học Thủy lợi - Chi nhánh miền Trung (2001) - Hồ sơ thiết kế đập Nước Ngọt (Ninh Thuận).
5. Trần Mạnh Tuân, Nguyễn Hữu Thành, Nguyễn Hữu Lân, Nguyễn Hoàng Hà (2009). Kết cấu bê tông cốt thép, NXB Xây dựng, Hà Nội.

Abstact:

SOME RESULTS OF THE RESEARCH CONCRETE FACE SOLUTION FOR ANTI-SEEPAGE WITH PROTECTED FRONT SLOPE OF EARTH DAMS AND APPLICATION FOR NUOC NGOT DAM IN NINH THUAN PROVINCE.

The application concrete face for anti-seepage with protected front slope of earth dams is effective solution when in dams construction place there is not soil materials for anti-seepage structures. When application this solution must to analyze stresses of the dam and face structure for control strength and choosing rail-forced content. In this pape presented some intial research results and application to Nuoc Ngot dam in Ninh Thuan province.