

# XÂY DỰNG CÔNG NGHỆ PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC THEO TIÊU CHUẨN HIỆP HỘI KỸ SƯ QUÂN ĐỘI MỸ

**TS. NGUYỄN QUANG HÙNG,**

*Trường Đại học Thủy lợi*

**KS. HOÀNG MINH TÚ**

*Viện Thủy Lợi Việt Nam*

**Tóm tắt:** Ổn định đập bê tông trọng lực là một nội dung quan trọng trong công tác thiết kế đập bê tông trọng lực. Bài báo này xây dựng công nghệ phân tích ổn định đập bê tông trọng lực theo tiêu chuẩn hiệp hội kỹ sư quân đội Mỹ. Thông qua đó có những hiểu biết rõ hơn về việc tính toán ổn định đập bê tông trọng lực theo quan điểm của hệ thống tiêu chuẩn Mỹ. Công nghệ phân tích này sẽ là công cụ hữu hiệu khi tiến hành nghiên cứu phân tích ổn định đập bê tông theo các hệ thống tiêu chuẩn khác nhau

## I. Mở đầu

Hiện nay khi tính toán kiểm tra ổn định đập bê tông nói chung ở Việt Nam vẫn còn một số hạn chế. Với đặc thù hình thức đập bê tông ở Việt Nam thường được xây dựng trên nền đá cứng nên việc tính toán ổn định được tiến hành kiểm tra với hình thức ổn định trượt phẳng với mặt trượt là mặt phẳng hoặc mặt gãy khúc tiếp xúc giữa đáy đập và nền. Các tính toán kiểm tra ổn định của đập bê tông đang tuân thủ theo tiêu chuẩn ngành 14 TCN 56-88 ra đời vào những năm 80 của thế kỉ trước. Vấn đề ổn định của đập được xét đến dựa trên quan điểm xét đến ma sát cũng như thành phần chống cắt trên mặt phá hoại. Sự tương tác giữa các khối đất đá thượng và hạ lưu tác dụng lên đập cũng mới chỉ được đề cập đến thông qua việc thay thế tác dụng của chúng như những thành phần áp lực chủ và bị động.

Tuy nhiên thực tế xây dựng đập bê tông ở Việt Nam thường chiều sâu xử lý nền tương đối lớn. Một phần không nhỏ chiều cao đập được đặt ngập sâu vào nền. Chính vì vậy ảnh hưởng của các khối đất đá thượng và hạ lưu đập có ảnh hưởng không nhỏ đến vấn đề ổn định của đập. Trong những trường hợp này mô phỏng tác dụng của các khối đất đá này như những thành phần áp lực chủ, bị động để kiểm tra ổn định trượt của đập theo các mặt trượt giả định trước

còn nhiều vấn đề cần thảo luận. Trong khi đó theo tiêu chuẩn EM 1100-2-2100 và EM 1100-2-2200 tính những sơ đồ đập bê tông trượt theo một phần nền theo mặt trượt gãy. Để giúp cho công tác nghiên cứu, công tác tư vấn lựa chọn tiêu chuẩn, bài báo này tiến hành xây dựng công nghệ phân tích ổn định trượt sâu của đập bê tông trọng lực theo hệ thống tiêu chuẩn của hiệp hội kỹ sư quân đội Mỹ và tiêu chuẩn Việt Nam nhằm có một cách nhìn rộng hơn về vấn đề ổn định đập bê tông trọng lực, xây dựng công nghệ tính toán ổn định trượt sâu của đập bê tông trọng lực nhằm xây dựng công nghệ tính toán phân tích ổn định đập bê tông trọng lực.

Dưới tác động của các tổ hợp tải trọng, đập bê tông trọng lực phải thỏa mãn các điều kiện an toàn chống trượt, chống lật và an toàn về cường độ nền và cường độ vật liệu làm đập.

Các tính toán để kiểm tra an toàn về lật được thực hiện đối với các mặt tiếp xúc giữa đập và nền hoặc đối mặt phẳng dưới đáy đập. An toàn về trượt được phân tích ở mặt tiếp xúc giữa đập và nền hoặc mặt phẳng gãy có thể hình thành trong nền móng. Ứng suất phát sinh ở đập và nền không vượt quá ứng suất giới hạn thiết kế của vật liệu làm đập hoặc đá nền.. Trong tính toán đập bê tông trọng lực có nhiều phương pháp phân tích ổn định và phương pháp phân tích ứng suất tùy theo quan điểm của từng

nước. Do đó các phương pháp được đưa vào tiêu chuẩn thiết kế đập BTTL của mỗi nước khác nhau.

## II. Tiêu chuẩn thiết kế đập bê tông trọng lực của hiệp hội kỹ sư quân đội Mỹ.

Nội dung tiêu chuẩn an toàn về ổn định được trình bày trong bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1 Tiêu chuẩn đánh giá an toàn về ổn định tổng thể và ứng suất cho phép của đập theo tiêu chuẩn hiệp hội kỹ sư quân đội Mỹ.

Trường hợp tải trọng	Điểm đặt tải trọng	Ứng suất nén	Ứng suất bê tông	
			Nén	Kéo
Bình thường	1/3 giữa	$\leq US_{cp}$	$0,3 f_c$	0
Không bình thường	1/2 giữa	$\leq US_{cp}$	$0,5 f_c$	$0,6 f_t^{\frac{2}{3}}$
Đặc biệt	trong đáy	$\leq 1,33US_{cp}$	$0,9 f_c$	$1,5 f_t^{\frac{2}{3}}$
Sau đình dật				

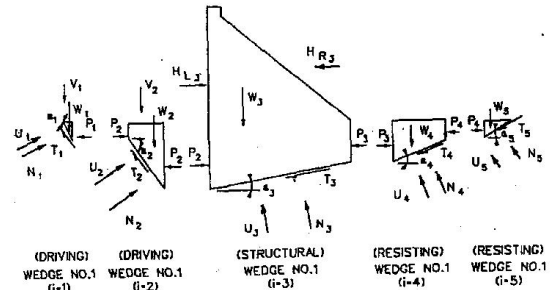
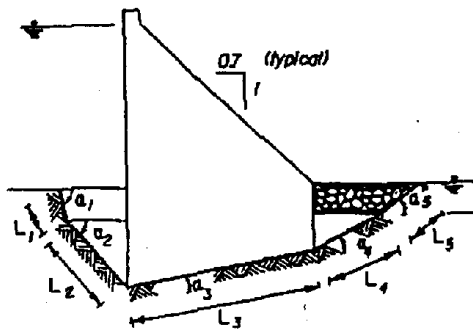
Bảng 2. Hệ số an toàn trượt cho phép đối với công trình nguy hiểm (bình thường)

Thông tin vị trí	Tải trọng		
	Thông xuyên	Không thông xuyên	Đặc biệt
Đỉnh tin cậy cao	1.7 (1.4)	1.3 (1.2)	1.1(1.1)
Bình thường	2.0 (1.5)	1.5 (1.30)	1.1 (1.1)
Hình chụ	- (3.0)	- (2.6)	- (2.2)

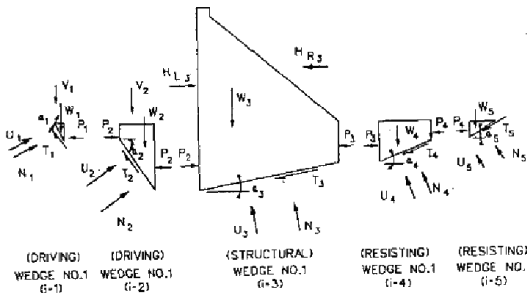
### Trong đó:

Đối với trường hợp thông tin hạn chế không đáp ứng để tính công trình nguy hiểm

Khi phân tích ổn định đập có mặt trượt sâu dưới nền như hình 1a, các khối trượt và chống trượt được chia thành từng phần tử, tương tự như phương pháp phân thời ở sơ đồ hình 1b.



(a) Hình dạng mặt trượt (a) và sơ đồ tính ổn định (b)



Hình 2. Sơ đồ tính toán lực trong phân tích ổn định trượt sâu theo tiêu chuẩn hiệp hội kỹ sư quân đội Mỹ

Theo điều kiện cân bằng giới hạn, với sơ đồ tính như hình 2, hệ số an toàn ổn định được xác định theo công thức:

$$FS = \frac{[(W_i + V_i) \cos \alpha_i + (H_{Li} - H_{Ri}) \sin \alpha_i + (P_{i-1} - P_i) \sin \alpha_i - U_i] \tan \phi_i + C_i L_i}{(H_{Li} - H_{Ri}) \cos \alpha_i + (P_{i-1} - P_i) \cos \alpha_i - (W_i + V_i) \sin \alpha_i} \quad (1)$$

Trong đó:  
*i* - số thứ tự mặt trượt đang phân tích  
 ( $P_{i-1} - P_i$ ) - tổng các lực tác dụng phương ngang lên khối đá thứ *i*  
 $W_i$  - tổng trọng lượng nước, đất, đá, hay bê tông của khối thứ *i*  
 $V_i$  - Tổng các lực tác dụng phía trên khối nêi thứ *i*  
 $\tan\phi_{di} = \tan\phi_i / FS$   
 $\phi_i$  - góc ma sát trong của khối nêi thứ *i*  
 $\alpha_i$  - góc hợp giữa mặt trượt thứ *i* và phương ngang  
 $U_i$  - lực thủy tĩnh đẩy ngược tác dụng lên mặt trượt thứ *i*  
 $H_{Li}$  - các lực tác dụng theo phương ngang ở

trên hoặc dưới tác dụng bên phía trái khối trượt.  
 $C_{di} = C_i / FS$   
 $C_i$  - Lực dính đơn vị tính tại mặt trượt thứ *i*.  
 $L_i$  - chiều dài mặt trượt thứ *i*.  
 Việc tính toán xác định hệ số ổn định *Fs* theo công thức (1) được giải theo bài toán đúng dần. Với giả thiết hệ số ổn định *Fs* được huy động là như nhau trên từng đoạn mặt trượt. Chính vì vậy nên việc giải phương trình (1) được tiến hành theo cách giải phương trình ẩn: giả thiết các giá trị *Fs*, đối với từng đoạn mặt trượt tiến hành tính toán tổng hợp các lực theo phương ngang theo công thức (2), giá trị *Fs* nào đảm bảo được điều kiện cân bằng về lực sẽ là kết quả của bài toán.

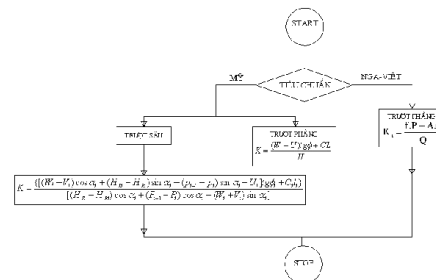
$$(P_{i-1} - P_i) = \frac{[(W_i + V_i)\cos\alpha_i + (H_{Li} - H_{Ri})\sin\alpha_i - U_i]\tan\phi_i + C_i L_i - [(H_{Li} - H_{Ri})\cos\alpha_i F_s - (W_i + V_i)\sin\alpha_i F_s]}{(F_s \cdot \cos\alpha_i - \sin\alpha_i \tan\phi_i)} \quad (2)$$

Bảng 3. Các tiêu chuẩn và một số nội dung chính dùng trong nghiên cứu

TT	CÁC NỘI DUNG	TIÊU CHUẨN MỸ
1	Các tiêu chuẩn dùng khi phân tích ổn định	- Stability Analysis of Concrete Structure – EM 1110-2-2100 - Gravity dam design – EM 1110 – 2 – 2200 của hiệp hội kỹ sư quân đội Mỹ (US Army corps of Engineer).
2	Nguyên lý tính toán	Cân bằng giới hạn
3	Phân loại và cấp công trình	2 loại theo mức độ thiệt hại khi đổ vỡ : Công trình nguy hiểm và công trình bình thường
4	Loại tải trọng và tổ hợp tải trọng	3 loại tải trọng: - Thường xuyên : (P>10%) - Không thường xuyên 3.3%o <P<10%. - Đặc biệt (P<3.3%o )
5	Các tham số ảnh hưởng đến hệ số an toàn	Thông tin vị trí xây dựng (site information category) Độ tin cậy cao ( về nền, tải trọng....) Độ tin cậy ở mức độ hạn chế. Thông tin hạn chế.
6	Điều kiện kiểm tra	$F_s \geq [F_s]$
7	An toàn cho phép	$[F_s]$ phụ thuộc loại công trình và tổ hợp tải trọng. ( chi tiết xem bảng 2.2)

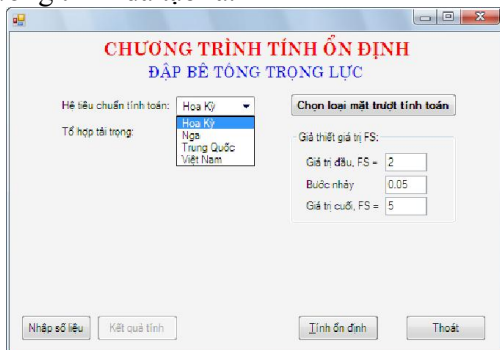
### III. Chương trình tính toán

Nội dung tính toán theo các sơ đồ đã được trình bày trong hình 3 được thể hiện trong chương trình tính ODDBTTL-TU2009 viết bằng ngôn ngữ Microsoft SQL Server 2005 Bao gồm 3000 dòng lệnh được chia thành 3 modul chính .

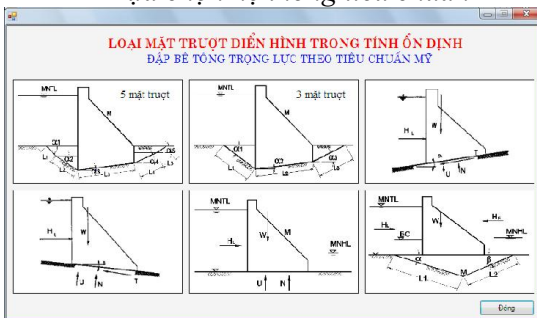


Hình 3. Sơ đồ khối tính toán ổn định trượt đập bê tông trọng lực.

**Modul 1:** chương trình nhập liệu. Phần modul này được thể hiện bằng hai loại giao diện chính. Việc nhập liệu được thực hiện trực tiếp trên màn hình với một trực quan sinh động và thể hiện rõ ràng tại các vị trí cần định vị trực tiếp. Các thông số nhập liệu này được nhúng trong các bảng tính Exel của bộ phần mềm Office. Chính vì vậy việc quản lý số liệu hết sức thuận tiện. Việc thay đổi số liệu có thể thực hiện trực tiếp thông qua hệ thống giao diện đồ họa của chương trình hoặc thay đổi trực tiếp trên hệ thống file excel của bộ phần mềm office mà chương trình đã tạo ra.

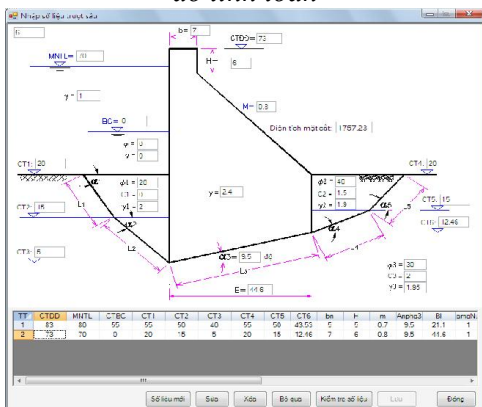


Lựa chọn hệ thống tiêu chuẩn



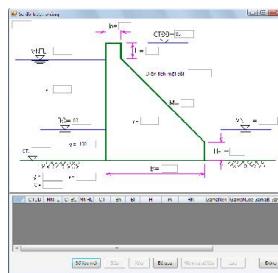
Lựa chọn sơ đồ tính toán

Hình 4. Lựa chọn hệ thống tiêu chuẩn và sơ đồ tính toán

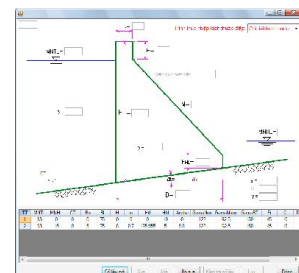


Hình 5. Giao diện nhập số liệu đầu vào

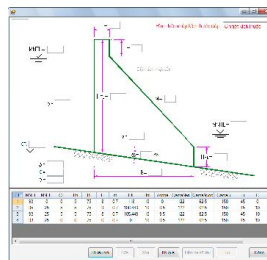
**Modul 2:** Chương trình tính toán hệ số Fs và K theo hai hệ thống tiêu chuẩn Mỹ và Nga-Việt. Modul chương trình này quản lý 2 modul chương trình nhỏ riêng biệt theo hai hệ thống. Trong đó modul tính theo hệ thống tiêu chuẩn Nga- Việt được tiến hành tính toán với bài toán hiện với trình tự giải tương minh theo trạng thái giới hạn theo sơ đồ khối hình 3.4. Modul tính theo hệ thống tiêu chuẩn Mỹ được tiến hành tính toán với bài toán giải đúng dần để tìm ra hệ số an toàn ổn định nhỏ nhất.



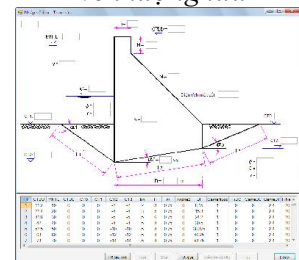
Mặt trượt nằm ngang



Mặt trượt nghiêng về thượng lưu



Mặt trượt nghiêng về hạ lưu



Mặt trượt sâu

Hình 6. Tính toán hệ số ổn định theo các hệ thống tiêu chuẩn

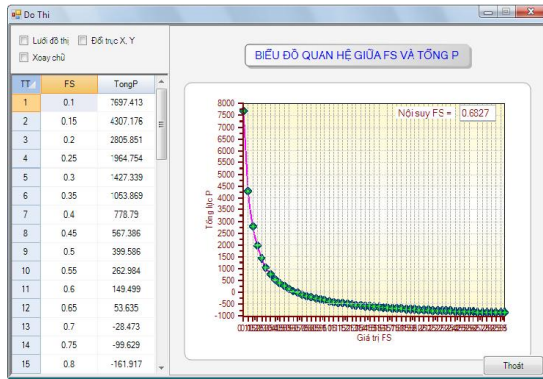
**Modul 3:** Chương trình xuất kết quả và in kết quả tính toán. Chương trình này có nhiệm vụ lưu kết quả của các bước tính và xuất kết quả tính toán sang chương trình excel trong hệ thống office của công ty Microsoft phục vụ cho công tác viết báo cáo.

### Kiểm chứng chương trình

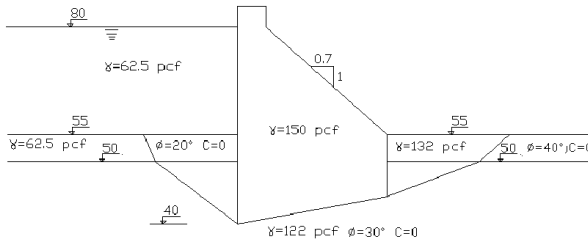
Sử dụng ví dụ trong phụ lục D của tiêu chuẩn thiết kế đập bê tông của hiệp hội kỹ sư quân đội Mỹ để so sánh kiểm chứng tính chính xác của chương trình tính. Các thông số tính toán được thể hiện trên sơ đồ hình 8. Kết quả được thể hiện trong các bảng 4, bảng 5.

T	FS	TongP	AnPha	L	HL	-tR	V	W	U	P
1		-82.319	0.372	0	0	43.13	8.2	177.294	-178.706	
2	0.1	7697.415	0	30.5	800	0	0	2130	427	6296.413
3		7.691	69.851	0	0	0	0	460.788	119.703	2476.725
4		-78.301	8.155	0	0	63.355	12.037	179.416	-184.028	
5	0.15	4307.176	0	30.5	800	0	0	2130	427	3332.275
6		1.199	41.192	0	0	0	0	307.096	82.383	1156.928
7		-75.506	8.269	0	0	82.128	16.601	181.704	-189.19	
8	0.2	2605.851	0	30.5	800	0	0	2130	427	2295.207
9		14.394	32.181	0	0	0	0	256.898	54.962	696.134
10		-72.798	8.378	0	0	99.314	18.87	194.287	-195.706	
11	0.25	1504.754	0	30.5	800	0	0	2130	427	1070.305
12		17.242	26.99	0	0	0	0	186.905	63.88	481.115
13	0.3	1427.339	-70.252	6.5	0	0	114.832	21.828	186.998	-202.396

Kết quả tính toán trung gian từng giai đoạn



Kết quả đồ thị tính toán



Hình 8. Sơ đồ tính toán kiểm chứng chương trình ODDBTTL-TU2009

Bảng 4. So sánh kết quả tính  $\Delta P$  giữa hai chương trình tính

Fs	$\Delta P$		Sai số (%)
	Tiêu chuẩn Mỹ	ODDBTTL-TU2009	
1.5	10.31	10.31	0
2	-0.18	-0.17	5.5
2.5	-6.2	-6.2	0

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Gravity Dam Design-US Army comrps of Engineers –EM 110-2-2000
- [2]. Gravity dam design – EM 1110 – 2 – 2200 của hiệp hội kỹ sư quân đội Mỹ (US Army corps of Engineer).
- [3]. Quy phạm thiết kế đập bê tông CHUII 2.02.02.85.
- [4]. Tiêu chuẩn thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép 14 TCN 56-88.
- [5]. Tiêu chuẩn nền các công trình thủy công TCVN 42-53-86.
- [6]. Đập bê tông trọng lực. Nguyễn Văn Mạo – Bài giảng sau đại học . 3.2008
- [7]. Nền đập phức tạp và các vấn đề về kết cấu nền – Lục Thuật Nguyên 2000.

#### Abstract

##### Gravity dam analysis due army corps of engineer's standard

Stability is very important problem of Concrete dam design. Base on Gravity dam design standard of US Army corps of Engineer Stability analysis of Gravity dam was made. This study can provide well understanding of development of Concrete dam design.