

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HCM
Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng - BM KTTN

CÔNG TRÌNH THỦY

Giảng viên: **PGS. TS. NGUYỄN THÔNG**
 E-mail: nthong56@yahoo.fr
 Web: www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong/index
 7/21/2014 1
 Tél. (08) 38 691 592 - 098 99 66 719

CÔNG TRÌNH THỦY

NỘI DUNG MÔN HỌC

Chương 1. Tổng quan về Tài nguyên nước VN.
Chương 2. Cơ sở kỹ thuật thiết kế công trình thủy lợi (CTTL).
Chương 3. Hồ chứa nước.
Chương 4. Đập dâng nước
Chương 5. Công trình tháo lũ
Chương 6. Công trình dẫn nước.
Chương 7. Máy thủy lực.
Chương 8. Thủy điện.
Chương 9. Trạm bơm

7/21/2014 2
 PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
CƠ SỞ KỸ THUẬT THIẾT KẾ CTTL

Bốn giai đoạn thực hiện dự án:

- 1- Khảo sát.
- 2- Thiết kế :
 - Lập Báo cáo kỹ thuật (nghiên cứu Tiền khả thi), Lập Dự án đầu tư (nghiên cứu Khả thi).
 - Thiết kế kỹ thuật.
 - Thiết kế thi công.
- 3- Thi công.
- 4- Quản lý.

7/21/2014 3
 PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
CƠ SỞ DỮ LIỆU THIẾT KẾ

- 1- **Địa hình** (tỷ lệ 1/50000, 1/10000, 1/2000, 1/1000, 1/500).
- 2- **Địa chất:** Địa chất kiến tạo, địa chất thủy văn, địa chất công trình, địa chất thổ nhưỡng.
3. **Khí tượng - Thủy văn.**
4. **Môi trường.**

7/21/2014 4
 PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
CƠ SỞ TÍNH TOÁN

1. Phân cấp CTTL (cấp I, II, III, IV, V).
 - Công trình (CT) lâu dài.
 - CT tạm thời.
 - CT chủ yếu.
 - CT thứ yếu.

ý nghĩa của phân cấp ???

7/21/2014 5
 PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
2. NỘI DUNG TÍNH TOÁN

- Tính toán thủy văn;
- Tính toán thủy năng;
- Tính toán thủy lực;
- Tính toán lực tác dụng lên CTTL;
- Tính toán thấm;

7/21/2014 6
 PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

- Tính toán ổn định và biến dạng;
- Tính toán kết cấu;
- Tính toán và dự báo tác động môi trường;
- Tính toán kinh tế.

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

7

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

TẢI TRỌNG, LỰC

* **Tải trọng và lực tác dụng thường xuyên:**

Bao gồm: Áp lực nước tĩnh, động, đẩy nổi, thấm, áp lực nước trong các lỗ rỗng... ứng với MNDBT và thiết bị chống thấm, thoát nước làm việc bình thường, áp lực đất có xét đến tải trọng trên mặt, ứng suất trước của kết cấu.

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

8

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

- * **Tải trọng và lực tác dụng tạm thời dài hạn:**
(áp lực đất bổ sung do biến dạng nền, kết cấu, nhiệt, áp lực bùn cát, từ biển, co ngót kết cấu).
- * **Tải trọng và lực tác dụng tạm thời ngắn hạn:**
(Thiết bị nâng, tàu thuyền vật trôi va chạm, sóng, gió, nước va).
- * **Tải trọng và lực tác dụng tạm thời đặc biệt:**
(Động đất, nổ mìn, gió khi bão, nước va khi cắt tải hoàn toàn).

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

9

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

TỔ HỢP TẢI TRỌNG

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

10

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

- 1- **Tổ hợp TT cơ bản** = thường xuyên + tạm thời dài hạn + tạm thời ngắn hạn.
 - 2- **Tổ hợp TT đặc biệt** = thường xuyên + một trong số tạm thời đặc biệt.
- Xét cả 2 tổ hợp và chọn trường hợp nguy hiểm

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

11

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

ÁP LỰC NƯỚC

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

12

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Nước
 $p_A = \rho g h_A$
F
M
A
N
 $p_A \rightarrow$ áp suất nước tác dụng tại A
F \rightarrow lực tác dụng lên mặt MN

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 13

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

ÁP SUẤT NƯỚC TÁC DỤNG LÊN THÀNH PHẪNG

Nước, ρ p h A

ÁP SUẤT: Biểu diễn bằng 1 vectơ:
Phương: thẳng góc với mặt tác dụng.
Chiều: hướng vào mặt tác dụng.
Cường độ: $p = \rho g h (N/m^2)$
 ($p \rightarrow$ tỷ lệ tuyến tính với chiều sâu)

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 14

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

1. ÁP LỰC THỦY TỈNH:
 Áp suất nước p tại độ sâu h so với mặt thoáng:
 $p = \rho g h (N/m^2)$
 với $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$: khối lượng riêng nước.
 Áp lực tương đương tác dụng lên **mặt phẳng** S:
 $F = p_0 S (N)$
 p_0 : áp suất tại tâm mặt xét, S diện tích mặt xét.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 15

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

B
2H/3 H/2 H
F p_0 G
A' A
 $p_0 = \rho g H / 2$
 $p_A = \rho g H$
 $F = p_0 S = p_0 b H = \rho g b H^2 / 2$

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 16

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Tính và vẽ áp lực tương đương F

H 2H/3 B h_c
F G
A' A C
 $p_B = 0$ (vì $h_B = 0$)
 $p_c = \rho g h_c$
 $p_A = \rho g H$
 $F = \rho g \frac{H}{2} \cdot (b \cdot L_{AB}) = \rho g \frac{H}{2} \cdot b \cdot \frac{H}{\sin \alpha}$

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống

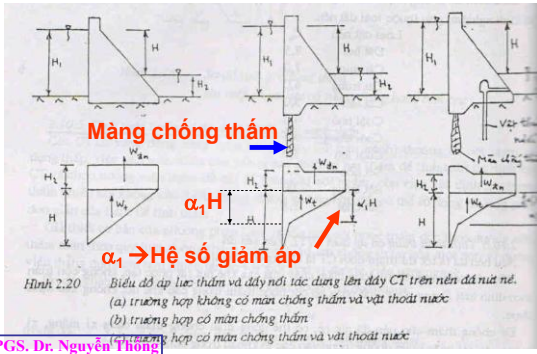
CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Hình 2.1 Sơ đồ một số lực tác dụng lên CTTL

7 PGS. Dr. Nguyễn Thống

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập:

Cho một đập bê tông có kích thước như hình vẽ. Xác định áp lực nước tác dụng lên công trình (tính cho $b=1\text{m}$ chiều rộng):

- Thủy tĩnh.
- Đẩy nổi.
- Thấm (hệ số giảm áp lực $\alpha_1=1$).
- Bùn cát với dung trọng đẩy nổi $\gamma_{\text{đn}}=0.7 \text{ t/m}^3$ và góc nội ma sát $\varphi=20^\circ$.

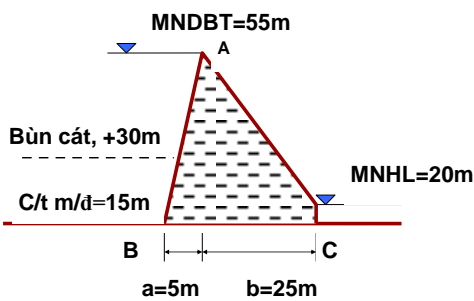
7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

!!! Đẩy nổi+Thấm → Áp lực ngược

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

21

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

ÁP LỰC THỦY ĐỘNG

Khi nước đến gần một vật cản cố định, ngoài áp lực thủy tĩnh còn có thêm một tác dụng lực bổ sung → áp lực thủy động P.

$$P = k_v \rho V^2 A (1 - \cos \alpha) \text{ (N)}$$

với V vận tốc trung bình, α góc giữa hướng dòng chảy và mặt tác dụng, A diện tích, k_v hệ số chảy vòng lấy như sau:

7/21/2014

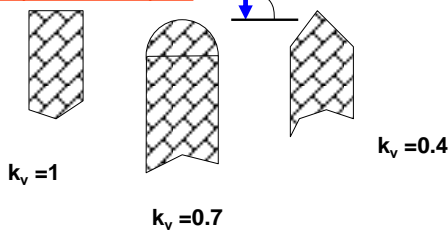
PGS. Dr. Nguyễn Thống

22

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

ÁP LỰC THỦY ĐỘNG



7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

23

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập:

Xác định áp lực thủy động tác dụng lên trụ pin có dạng lượn tròn. Diện tích $A=80\text{m}^2$, vận tốc trung bình dòng chảy là 4m/s , góc đến $\alpha=75^\circ$.

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

24

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

ÁP LỰC SÓNG

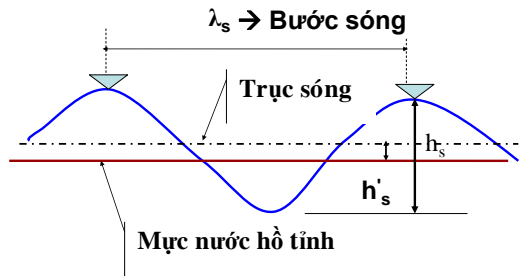
7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

25

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

26

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Vận tốc gió: $\omega_{10} = k_{\omega} \omega (m/s)$

ω vận tốc gió thực đo ở cao độ Z, ω_{10} tốc độ gió ở cao độ 10m so với mặt hồ.

k_{ω} hệ số quy đổi khi Z khác cao độ 10 m so với mặt hồ.

Chiều cao thực đo (m)	2	6.5	8	10	12	17	20
k_{ω}	1.25	1.05	1.03	1	.98	.94	.89

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

27

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Tần suất phụ thuộc cấp công trình:

Cấp CT	Tần suất gió p%	
	MNDBT	MNGC
I	2	20
II	2	20
III	4	30
IV	4	50
V	10	50

7/21/2014

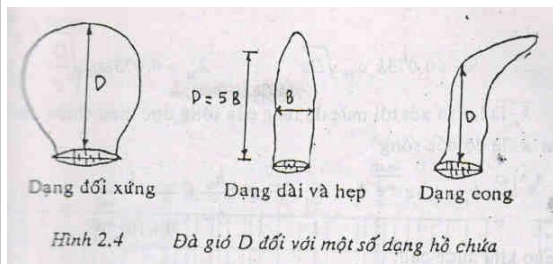
PGS. Dr. Nguyễn Thống

28

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

ĐÀ GIÓ (D): Phụ thuộc hình dạng hồ.



7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

29

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ SÓNG

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

30

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

CÁC KHU NƯỚC TRONG VÙNG GÂY RA SÓNG

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 31

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ SÓNG

- **Khu nước sâu:** $H > \lambda_s/2$ đáy không ảnh hưởng đến hình dạng và kích thước sóng.
- **Khu nước cạn:** $H_{pg} < H < \lambda_s/2$ đáy có ảnh hưởng đến hình dạng và kích thước sóng.

$$H_{pg} = h_s \left(0,47 + 0,23 \frac{\lambda_s}{h_s} \right) \frac{1+m^2}{m^2}$$

với $m = \text{ctg}(\alpha)$ mái dốc bờ.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 32

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Công thức thực nghiệm tính thông số sóng:
Andreanov:

$$h_s = 0,0208 \omega_{10}^{5/4} D^{1/3}$$

$$\lambda_s = 0,304 \omega_{10} D^{1/2}$$

Đà gió D tính bằng km.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 33

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
Lapzovski - Khu nước sâu:

$$h_{0s} = 0,073 k_s \omega_{10} \sqrt{D \varepsilon}$$

$$\lambda_{0s} = 0,073 \omega_{10} \sqrt{\frac{D}{\varepsilon}}$$

với ε chỉ độ dốc sóng:

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 34

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

$$k_s = 1 + e^{\frac{-0,4D}{\omega_{10}}}$$

$$\varepsilon = \frac{h_{0s}}{\lambda_{0s}} = \frac{1}{9 + 19e^{\frac{-14}{\omega_{10}}}}$$

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 35

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
Lapzovski - Khu nước cạn:

$$h_s = k_1 h_{0s}, \lambda_s = k_2 \lambda_{0s}$$

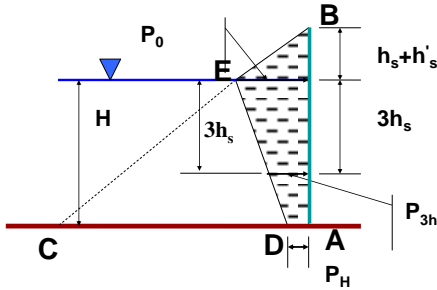
H/λ_s	0.01	0.1	0.2	0.4	0.6	1
k_1	.119	.435	.652	.823	.904	1
k_2	.251	.564	.703	.832	.904	1

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống 36

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

BIỂU ĐỒ TÍNH ÁP LỰC SÓNG



CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

$$P_0 = \gamma(h_s + h'_s)$$

$$P_H = \frac{h_s}{ch} \frac{2\pi H}{\lambda_s}$$

Độ dâng cao trực sóng so với mực nước tĩnh:

$$h'_s = \pi \frac{h_s^2}{\lambda_s} \text{cth} \frac{2\pi H}{\lambda_s}$$

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

CÔNG THỨC GẦN ĐÚNG TÍNH ÁP LỰC TƯƠNG ĐƯƠNG P

$$P_s = \gamma_n \frac{(H + h_s + h'_s)(H + p_H)}{2} - \gamma_n \frac{H^2}{2}$$

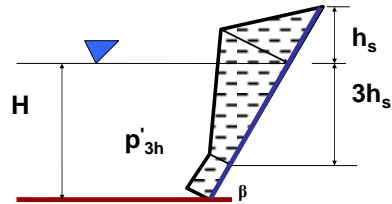
$$\text{ch}(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}; \text{sh}(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$$

$$\text{th}(x) = \frac{\text{sh}(x)}{\text{ch}(x)}; \text{cth}(x) = \frac{\text{ch}(x)}{\text{sh}(x)}$$

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Trường hợp mặt nghiêng



$$P'_{3h} = P_{3h} \left(\frac{\beta}{45^\circ} - 1 \right)$$

CÔNG TRÌNH THỦY

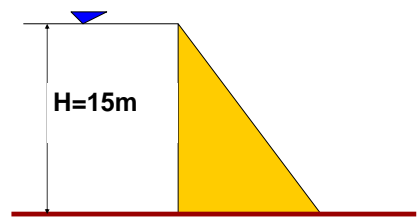
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập: Cho biết vận tốc gió tại cao độ 10m so với mặt hồ là 20m/s. Đà gió hồ là D=2 km. Kích thước và mực nước hồ như hình vẽ sau.

- Tính áp lực sóng (Andreanov) tác dụng lên mặt đập bê tông thẳng đứng.
- Giả thiết bây giờ mặt đập nghiêng 60° so với phương ngang. Tính áp lực sóng tương ứng.

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

TÍNH TOÁN THẨM

7/21/2014

43

PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

GIỚI THIỆU

- Thẩm là sự chuyển động của chất lỏng trong môi trường có các lỗ hoặc khe rỗng (đất, đá, bê tông,...).
- Khi có công trình (cống, đập,...) → tạo nên chênh lệch cột nước thượng và hạ lưu công trình → xuất hiện dòng thẩm trong môi trường rỗng.

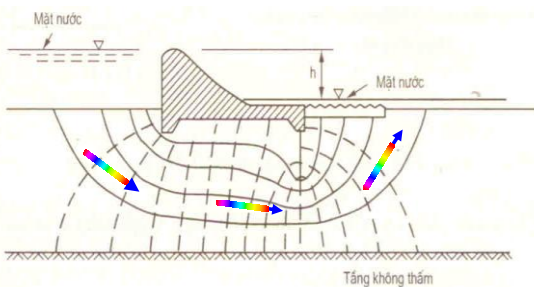
7/21/2014

44

PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

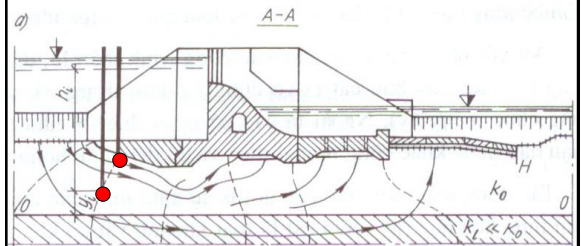


PGS. Dr. Nguyễn Thông

THẨM CÓ ÁP DƯỚI CÔNG TRÌNH

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014

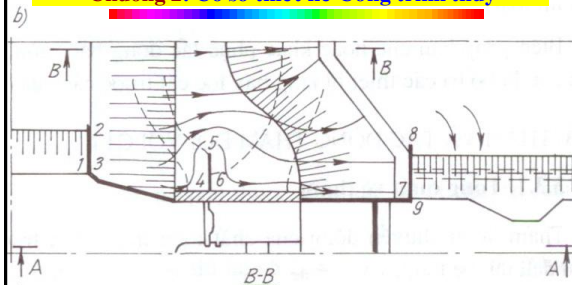
46

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THẨM CÓ ÁP DƯỚI CÔNG TRÌNH

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014

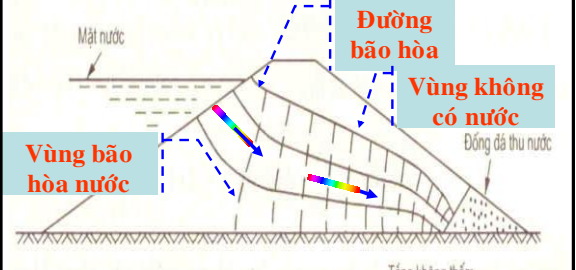
47

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THẨM VÒNG QUANH CÔNG TRÌNH (Nhìn từ trên xuống)

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014

48

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THẨM KHÔNG ÁP QUÁ CÔNG TRÌNH

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông 49

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
TÁC HẠI DO THẨM GÂY RA

PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
TÁC HẠI DO THẨM GÂY RA

PGS. Dr. Nguyễn Thông 51

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
LƯỚI THẨM

PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông 53

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
Khái niệm về dòng thấm trong MT đất đá

- Dòng thấm thực và dòng thấm Darcy
 - Dòng thấm Darcy \Rightarrow SEEPW
 - Tốc độ thấm biểu kiến: $v_{Darcy} = ki$
 - Dòng thấm thực $\Rightarrow v_{thực} = \frac{v_{Darcy}}{n}$
- PT Bernoulli – Năng lượng dòng thấm
 - Tổng thế năng của dòng thấm tại A

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Cơ chế và trạng thái dòng thấm trong MT đất đá

1. Dòng thấm từ A đến B do hiệu thế năng Δh :

$$\Delta h = h_A - h_B = \left(\frac{u_A}{\gamma_w} + Z_A \right) - \left(\frac{u_B}{\gamma_w} + Z_B \right)$$

2. Tùy theo quan hệ giữa v - dòng thấm:

- Chảy tầng - Laminar flow \Rightarrow Phân tán đều.
- Chảy rối - Turbulent flow \Rightarrow Chảy trong đá nứt khe, sỏi cuội, cát rời thò, ...

3. Tùy theo trạng thái của dòng thấm:

- Dòng ổn định - Steady flow \Rightarrow vector tốc độ dòng thấm không đổi về độ lớn - hướng theo thời gian tại mỗi điểm hoặc một mặt cắt.
- Dòng không ổn định - Transient flow \Rightarrow dòng thấm có chế độ thay đổi theo t.

4. Dòng thấm cần có thể là "confined" - dòng thấm có áp, hoặc "unconfined" - dòng thấm không áp.

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Trọng lượng riêng:

$$\gamma = \frac{W}{V} \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

Trọng lượng riêng ướt:

$$\gamma_w = \frac{W_h + W_n}{V} \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Trọng lượng riêng bão hòa:

$$\gamma_{bh} = \frac{W_h + W_n'}{V} \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

Với W_n' trọng lượng nước chiếm đầy V_r .

Trọng lượng riêng đẩy nổi:

$$\gamma_{dn} = \frac{W_h - \gamma_n V_h}{V} \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

Chứng minh:

$$\gamma_{dn} = \gamma_{bh} - 1$$

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Độ ẩm của đất: Tỷ lệ giữa nước trong đất và trọng lượng hạt.

$$\omega\% = 100 \frac{W_n}{W_h} \%$$

Độ bão hòa của đất:

$$G = \frac{V_n}{V_r}$$

$G < 0,5$ đất hơi ẩm
 $0,5 < G < 0,8$: đất ẩm
 $G > 0,8$ đất bão hòa

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Độ rỗng: Tỷ lệ giữa thể tích lỗ rỗng và tổng thể tích mẫu.

$$n\% = 100 \frac{V_r}{V} \%$$

Hệ số rỗng:

$$\varepsilon = \frac{V_r}{V_h}$$

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

2. Phương trình cơ bản của dòng thấm

Trong lý thuyết thấm, vận tốc thấm V là giả định và xem dòng thấm đi qua cả môi trường thấm ($V=Q/\omega$).

V : vận tốc thấm trung bình.
 Q : lưu lượng thấm.
 ω : diện tích mặt cắt thấm thẳng góc với dòng thấm.

Thực tế, dòng thấm đi qua các khe và lỗ rỗng có vận tốc thực $V_i > V$.

7/21/2014
PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy
MÔ HÌNH HOÁ TRONG NGHIÊN CỨU THẨM QUA
MÔI TRƯỜNG RỖNG

THỰC, u_i

MÔ PHỎNG → dòng U

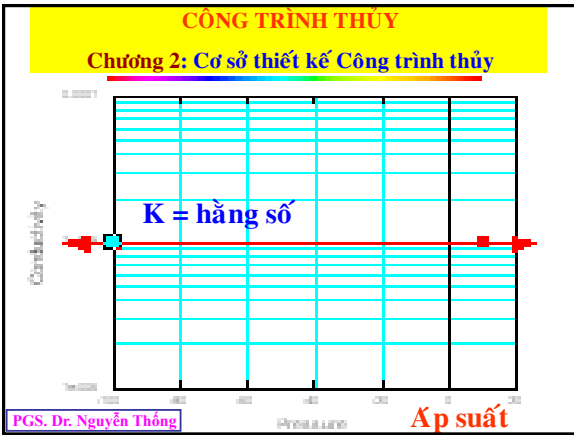
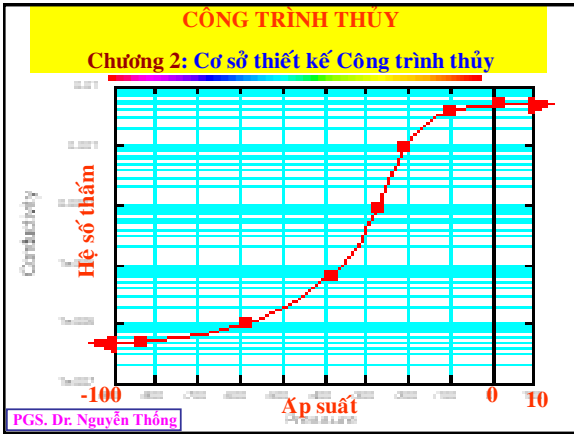
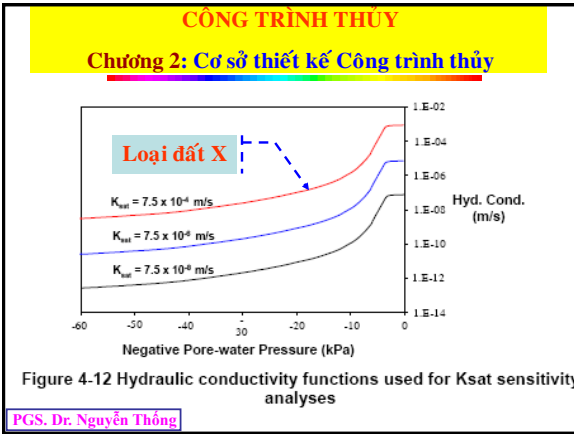
$u_i = U/n$
 với $n = V_r/V$
 $U = Q/\omega$
 ω diện tích thấm.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông 61

CÔNG TRÌNH THỦY NÂNG CAO
Chương 1: Thẩm qua công trình

HỆ SỐ THẨM k

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông 62



CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Phương trình vi phân hiện tượng thẩm phẳng – Công thức Darcy $V = -kJ$:

$$U_x = f_1(x, y) = -k_x \frac{\partial H}{\partial x} \quad (1)$$

$$U_y = f_2(x, y) = -k_y \frac{\partial H}{\partial y}$$

U_x, U_y : hình chiếu vận tốc thấm V xuống x, y .
 k_x, k_y : hệ số thấm theo phương x, y .
 $H = H(x, y) = y + p/\gamma$: cột nước tác dụng dòng thấm.
 $p(x, y)$: áp suất.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông 66

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Xét phương trình liên tục cho khối vi phân:

$$\left(\frac{\partial U_x}{\partial x}\right)dydz + \left(\frac{\partial U_y}{\partial y}\right)dxdz = 0$$

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông 67

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Phối hợp với hệ phương trình (1):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) = 0 \quad (2)$$

Đây là phương trình vi phân cơ bản của dòng thấm phẳng ổn định.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông 68

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Xét trường hợp môi trường đồng chất :

$k_x = k_1$: hằng số
 $k_y = k_2$: hằng số

$$k_1 \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + k_2 \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0 \quad (3)$$

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông 69

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Xét trường hợp môi trường đồng chất và đẳng hướng :

$k_x = k_y = k$ = hằng số

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0 \quad (4)$$

Phương trình (4) trên gọi là phương trình Laplace.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông 70

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Xét trường hợp môi trường đồng chất và đẳng hướng.

Gọi $\varphi = -kH$ hàm thế.

$$U_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad U_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0$$

$\varphi(x, y) = \text{const} \rightarrow$ Đường đẳng thế

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Xét trường hợp môi trường đồng chất và đẳng hướng.

Gọi ψ hàm dòng với:

$$U_x = \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad U_y = -\frac{\partial \psi}{\partial x}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0$$

$\psi(x, y) = \text{const} \rightarrow$ Đường dòng

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thông

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Họ đường: $\psi(x, y) = \text{const}$

$\varphi(x, y) = \text{const}$

Tạo thành lưới thãm.

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

73

CÔNG TRÌNH THỦY

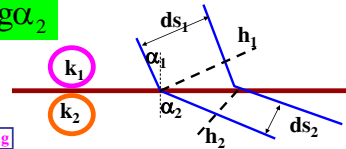
Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Xét giữa 2 đường đẳng thế h_1 và h_2 ta có:

$$k_1 \frac{dh}{ds_1 \cdot \text{tg}\alpha_1} ds_1 = k_2 \frac{dh}{ds_2 \cdot \text{tg}\alpha_2} ds_2$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\text{tg}\alpha_1}{\text{tg}\alpha_2}$$

J_1



7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

74

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

THẨM KHÔNG ÁP QUA MÔI TRƯỜNG XỐP

7/21/2014

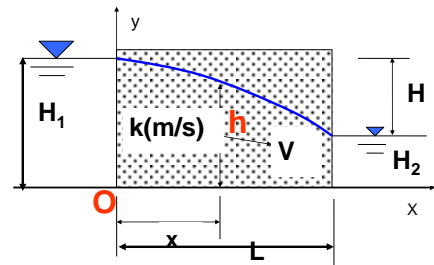
PGS. Dr. Nguyễn Thống

75

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Công thức J. Dupuit



7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

76

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Công thức Darcy:

$$V = kJ = -k \frac{dh}{dx} \text{ (m/s)} \quad (2)$$

k : hệ số thãm (m/s)

J : độ dốc thủy lực

dh : tổn thất năng lượng (mH_2O)

dx : vi phân đường đi dòng thãm.

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

77

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Xét dòng thãm đi qua mặt phẳng cách O giá trị x . Lưu lượng thãm qua 1 đơn vị chiều rộng:

$$q = V\omega = -k \frac{dh}{dx} (h \cdot 1) \text{ (m}^2/\text{s)}$$

$$\Rightarrow \frac{q}{k} dx = -h dh$$

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

78

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Tích phân phương trình với điều kiện biên tại $x=0, h=H_1$ và $x=L, h=H_2$:

$$q = k \frac{H_1^2 - H_2^2}{2L} \text{ (m}^3 \text{ / s / m)}$$

Phương trình cho phép xác định lượng thấm q khi biết các tham số còn lại.

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

79

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Tích phân phương trình (1) với điều kiện biên tại $(x=0, h=H_1$ và x có cột nước h) \rightarrow Phương trình xác định đường bão hòa. (2)

$$q = k \frac{H_1^2 - h^2}{2x} \Rightarrow h = \sqrt{H_1^2 - 2 \frac{q}{k} x}$$

\rightarrow Phương trình parabol nằm ngang.

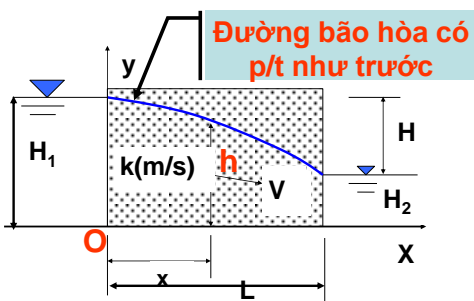
7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

80

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014

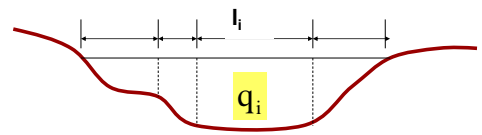
PGS. Dr. Nguyễn Thống

81

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Tổng lưu lượng thấm qua công trình



$$Q = \sum_i q_i l_i$$

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

82

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập: Cho một khối đất hình chữ nhật có $L=100\text{m}$ và $H=10\text{m}$. Đất có hệ số thấm $k=10^{-6}\text{cm/s}$. Nước phía trước và sau khối chữ nhật có chiều sâu lần lượt là 9m và 4m .

- Tính lưu lượng thấm đơn vị q .
- Xác định phương trình đường bão hòa.
- Xác định vị trí đường bão hòa ở vị trí $x=50\text{m}$. Lấy $x=0$ tại mặt đứng chữ nhật phía trước. $g=10\text{m/s}^2$.

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

83

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

THẤM DƯỚI CÔNG TRÌNH

7/21/2014

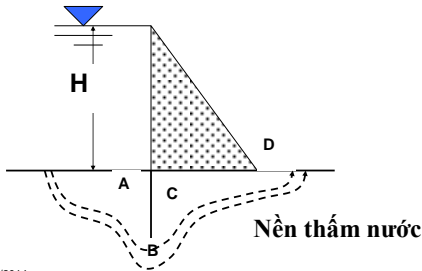
PGS. Dr. Nguyễn Thống

84

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

1. Phương pháp Lane (1934).



CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

ABCD : đường viền thấm

L_{ABCD} : chiều dài đường viền thấm.

$$L = L_d + \frac{1}{m} L_{ng}$$

L : chiều dài đường viền thấm quy đổi

Với $L_d = L_{AB} + L_{BC}$: đường viền thấm đứng

$L_{ng} = L_{CD}$: đường viền thấm ngang.

$m=1,5-2$ (có 1 bản cọc); $m=2,5-3$ (có 2 bản cọc)

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Điều kiện không sinh ra xói ngầm theo Lane

$$L_{quy-đổi} = L_d + \frac{1}{m} L_{ng} \geq CH$$

H : chênh lệch cột nước thượng và hạ lưu.

C = 1.6 → 8.5: hệ số phụ thuộc loại đất nền (xem bảng sau).

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

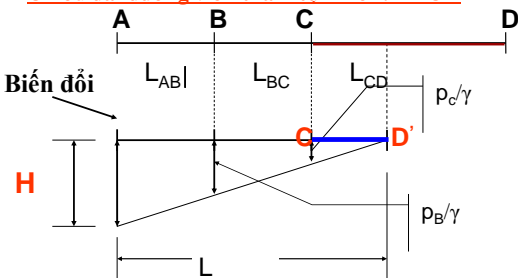
Sét chặt	Sét trung	Sét dẻo	Cuội lớn	Cuội trung	Cuội nhỏ	Cát lớn	Cát trung
1,8	2,0	3,0	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0

**Bảng xác định giá trị C
P/P Lane**

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Chiều dài đường viền thấm tự nhiên: ABCD



CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Chú ý:

- Cột nước thấm tại các điểm dưới nền tính bằng quy tắc tam giác đồng dạng.
- p_B/γ chỉ áp suất tại B tính bằng $m H_2O$.

$L_{CD'} = \frac{1}{3} L_{CD}$: chiều dài đường viền ngang quy đổi.

- Hệ số giảm áp qua màng chống thấm AB:

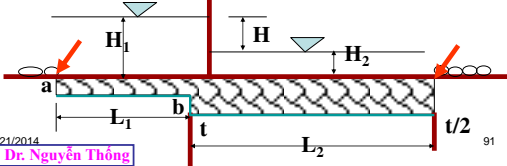
$$\alpha = \frac{p_C/\gamma}{H} \quad p_C/\gamma \text{ chỉ cột nước đo áp tại C.}$$

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập: Cho cống ngăn nước như hình sau. Với $H_1=8\text{m}$, $H_2=2\text{m}$, $L_1=9\text{m}$, $L_2=12\text{m}$, $a=b=0.5\text{m}$. Nền là sét dẻo. Lấy $m=3$ (pp Lane).

- Xác định t_{\min} để không xảy ra xói ngầm.
- Tính áp lực thấm tác dụng lên đáy với t_{\min} câu a (T/m) \rightarrow Áp lực thấm tác dụng lên L_1 và L_2 .



CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập: Cho cống ngăn nước như hình sau. Đất nền có $C=4$. Dùng phương pháp tính thấm của Lane. Lấy $m=2$.

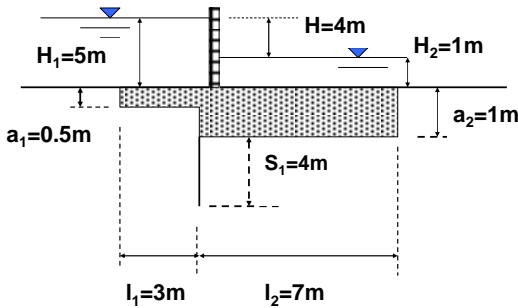
- Tính áp lực thấm dưới đáy công trình. Kiểm tra điều kiện ổn định thấm theo Lane.
- Vẽ biểu đồ áp lực thấm.
- Tính hệ số giảm áp α .

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống

92

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống

93

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập: Cho một đập có mặt cắt dạng tam giác vuông như sau. Nền có $C=2.0$. Chiều cao cột nước $H=20\text{m}$, đáy đập có chiều rộng $b=12\text{m}$. Chống thấm cho nền có một màng chống thấm sâu $L_{AB}=18\text{m}$. Cho biết $m=2$.

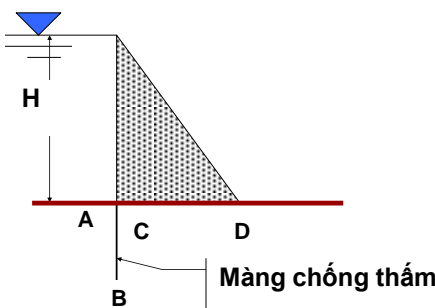
- Kiểm tra điều kiện thấm theo Lane.
- Tính áp lực thấm tại C. Vẽ biểu đồ áp lực thấm và tính lực thấm trên 1m chiều rộng đáy.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống

94

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống

95

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập: Số liệu như bài trên. Cho biết chiều sâu nước hạ lưu là 4m (hình sau).

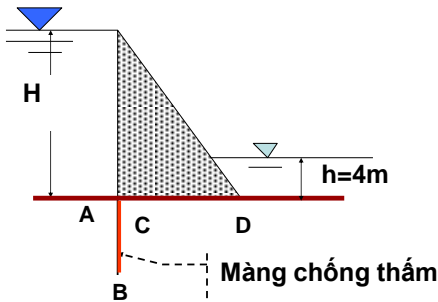
- \rightarrow Tính áp lực ngược (thấm + đẩy nổi) tác dụng lên đáy công trình.
- \rightarrow Vẽ biểu đồ áp lực ngược.

7/21/2014 PGS. Dr. Nguyễn Thống

96

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



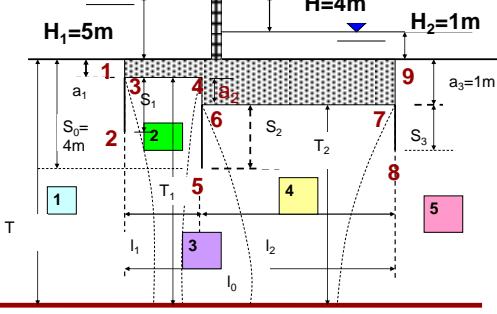
CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Phương pháp hệ số cản Tsugaev

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

- Đường viền thấm : Tiếp xúc giữa đáy nền và CT (1-2-3-4-5-6-7-8-9)
- Phần vào, phần ra : bản cọc vào (1-2-3), bản cọc ra (7-8-9).
- Phần bản cọc trong : 4-5-6
- Phần nằm ngang : 3-4 và 6-7.

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Công thức Darcy.

$$q = VT = kJT = k \frac{dH}{dL} T \Rightarrow dH = \frac{dL}{T} \frac{q}{k} = \zeta \frac{q}{k}$$

$$\zeta = \frac{dL}{T} \text{ hệ số cản}$$

J độ dốc thủy lực

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Khi thấm qua nhiều vùng:

$$dH_i = \zeta_i \frac{q}{k}$$

Và ta có:

$$H = \sum_i dH_i = \sum_i \zeta_i \frac{q}{k} = \frac{q}{k} \sum_i \zeta_i$$

$$\frac{q}{k} = \frac{H}{\sum_i \zeta_i} \Rightarrow dH_i = \zeta_i \frac{H}{\sum_i \zeta_i}$$

→ Tính được ζ_i sẽ xác định dH_i

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Xác định ζ_i : Tổng quát ta có:

$$\zeta = \sum_i \zeta_i = \zeta_{vao} + \sum_i \zeta_{coc} + \sum_i \zeta_{ngang} + \zeta_{ra}$$

$\zeta_{vao}, \zeta_{ra} \rightarrow$ hệ số cản phần vào, ra

$\zeta_{coc}, \zeta_{ngang} \rightarrow$ hệ số cản phần nội bản cọc và phần ngang.

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

103

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Phần nội bản cọc:

- Khi $T_2/T_1 > 0,5$ và $S_2/T_2 < 0,8$

$$\zeta_{coc} = \frac{a_2}{T_1} + 1,5 \frac{S_2}{T_2} + \frac{0,5 \frac{S_2}{T_2}}{1 - 0,75 \frac{S_2}{T_2}}$$

Khi không có bản cọc $S_2=0$

$$\zeta_{coc} = \zeta_{bac} = \frac{a_2}{T_1}$$

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

104

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

- Trường hợp $0,8 < S_2/T_2 < 0,96$

$$\zeta_{coc} = \frac{a_2}{T_1} + 1,2 \left(\frac{S_2}{T_2} - 0,8 \right) + 2,2$$

Phần vào, phần ra:

$$\zeta_{vao} = \zeta_{coc, vao} + 0,44 \text{ \& } \zeta_{ra} = \zeta_{coc, ra} + 0,44$$

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

105

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

- Trường hợp chỉ có bậc

$$\zeta_{vao} = \zeta_{b, vao} + 0,44 \text{ \& } \zeta_{ra} = \zeta_{b, ra} + 0,44$$

Phần nằm ngang:

- Khi $l_2 > 0,5(S_2 + S_3) \Rightarrow \zeta_{ng} = \frac{l_2 - 0,5(S_2 + S_3)}{T_2}$

- Khi $l_2 < 0,5(S_2 + S_3) \Rightarrow \zeta_{ng} = 0$

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

106

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Trường hợp tầng thấm sâu

Chiều sâu tính : $T = \min(T_{tt}, T)$

l_0/S_0	>5	5-3,4	3,4-1	1-0
T_{tt}	$0,5l_0$	$2,5l_0$	$0,8S_0 + 0,5l_0$	$S_0 + 0,3l_0$

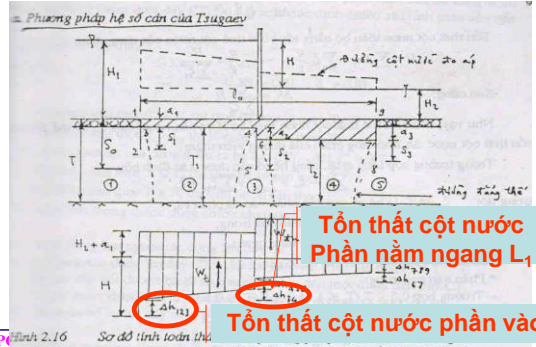
7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

107

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

Bài tập: Dùng phương pháp hệ số cản Tsugaev tính áp lực thấm tác dụng lên đáy công trình:

- Vẽ biểu đồ áp suất thấm dưới đáy công trình.
- Vẽ biểu đồ lực đẩy nổi dưới đáy công trình.

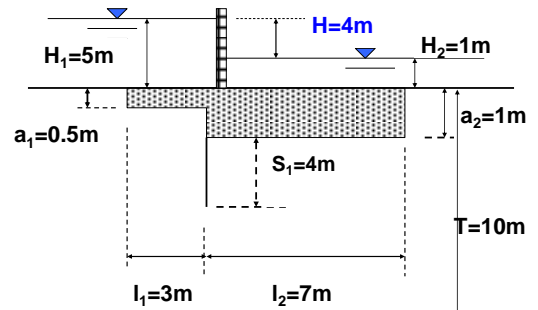
7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

109

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy



7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

Tầng không thấm

CÔNG TRÌNH THỦY

Chương 2: Cơ sở thiết kế Công trình thủy

HẾT CHƯƠNG 2

Xin cảm ơn

7/21/2014

PGS. Dr. Nguyễn Thống

111