

CHUYÊN ĐỀ DỊCH TÀI LIỆU

**PHƯƠNG PHÁP GIA TẢI TRƯỚC SỬ DỤNG
CÁC VẬT THOÁT NƯỚC ĐỨNG ĐÚC SẴN
(PVDs)**

Giáo viên hướng dẫn : PGS.TS ĐÀO VĂN TOẠI
Nhóm thực hiện : NGUYỄN THÀNH TRUNG
TRẦN NGỌC TUYẾN

Hà Nội, 2-10-2008.

PHƯƠNG PHÁP GIA TẢI TRƯỚC SỬ DỤNG CÁC VẬT THOÁT NƯỚC ĐỨNG ĐÚC SẴN (PVDs)

Phần 1: Kỹ thuật thoát nước thẳng đứng

Phần 2: Kỹ thuật gia tải trước bằng hút chân không

Phần 3: Các tham số thiết kế

Chujian

Trường kỹ thuật xây dựng và môi trường

Đại học công nghệ Nanyang

Phần I

Kỹ thuật thoát nước thẳng đứng

1-1. Giới thiệu

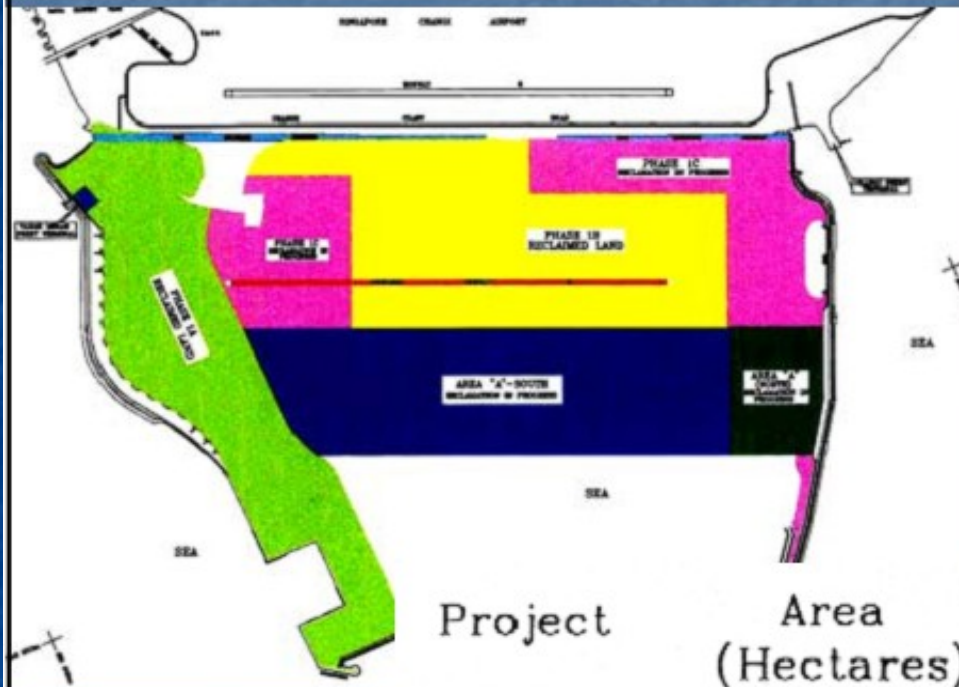
1-2. Phương pháp phân tích và tính toán

1-3. Thiết bị

1-4. Kiểm soát chất lượng và những lưu ý thực tế

1-1. GIỚI THIỆU

Changi East Land Reclamation Project



Area = 2000 ha

Sand = 272 M m³

PVD = 140 Mm

Project

Area
(Hectares) Volume of
Sand (Mm3) Length of
Vertical
Drain (Mm)

PHASE 1A

501

65

—

PHASE 1B

520

75

28

PHASE 1C

451

68

49

AREA "A" — NORTH

90.7

12

13.3

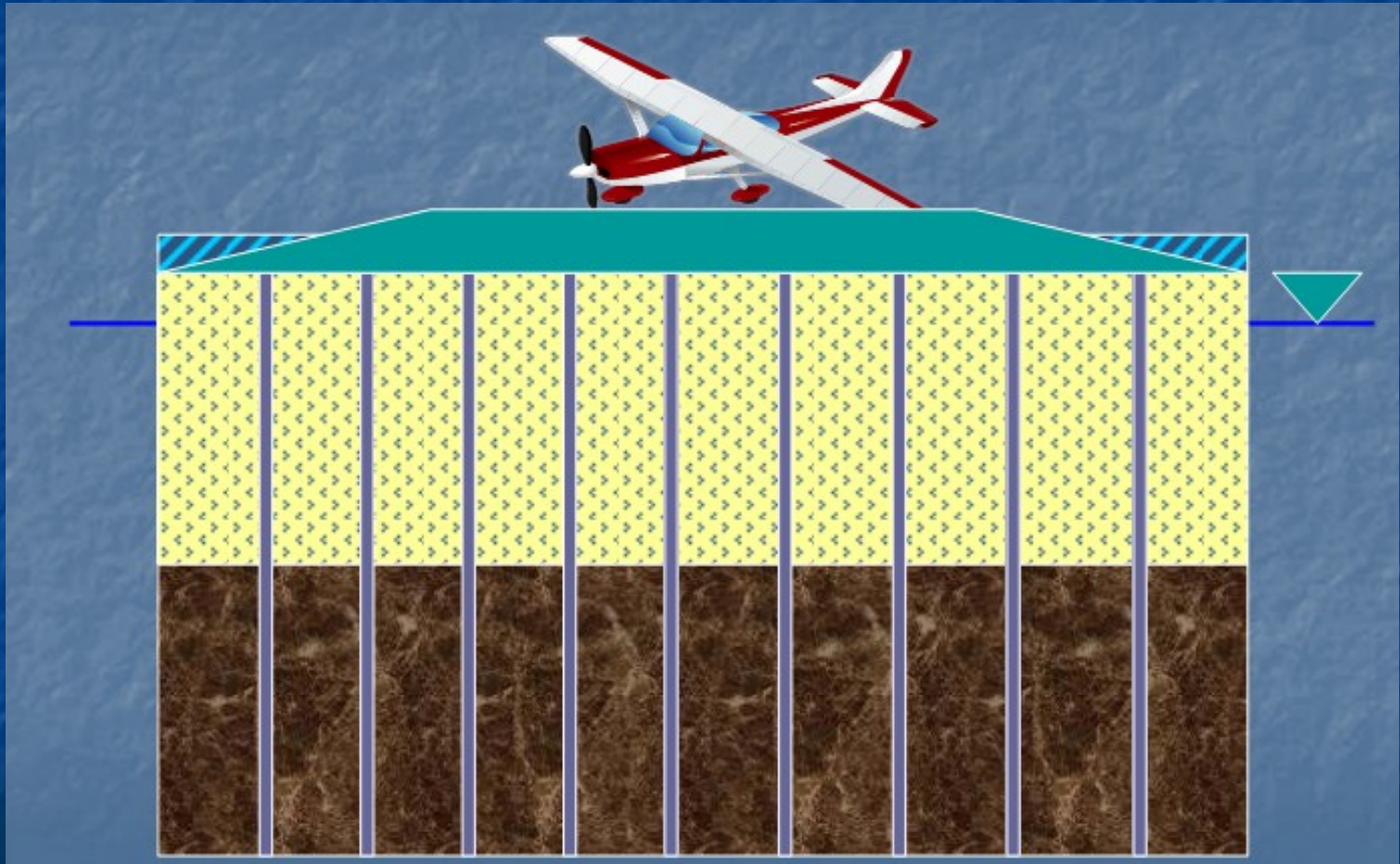
AREA "A" — SOUTH

450

52

50.4

QUÁ TRÌNH CẢI TẠO ĐẤT NGOÀI KHƠI



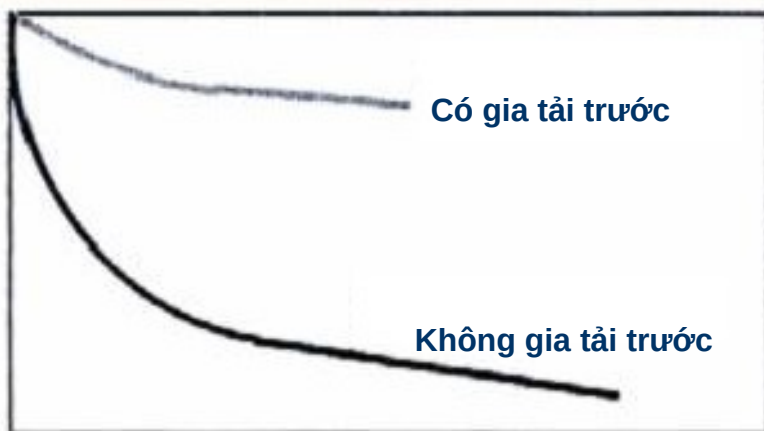
Mục đích gia tải trước

- Tăng khả năng chịu tải và giảm tính nén lún của nền đất yếu.
- Đạt được bằng cách chất tải trọng tạm thời trước khi xây dựng kết cấu.
- Phần tải trọng này có thể được áp dụng bằng việc sử dụng trọng lượng khối đắp hoặc áp suất chân không.
- Đất mềm được cải thiện (hay được gia cố) phần lớn bằng việc ép nước trong đất thoát ra ngoài.

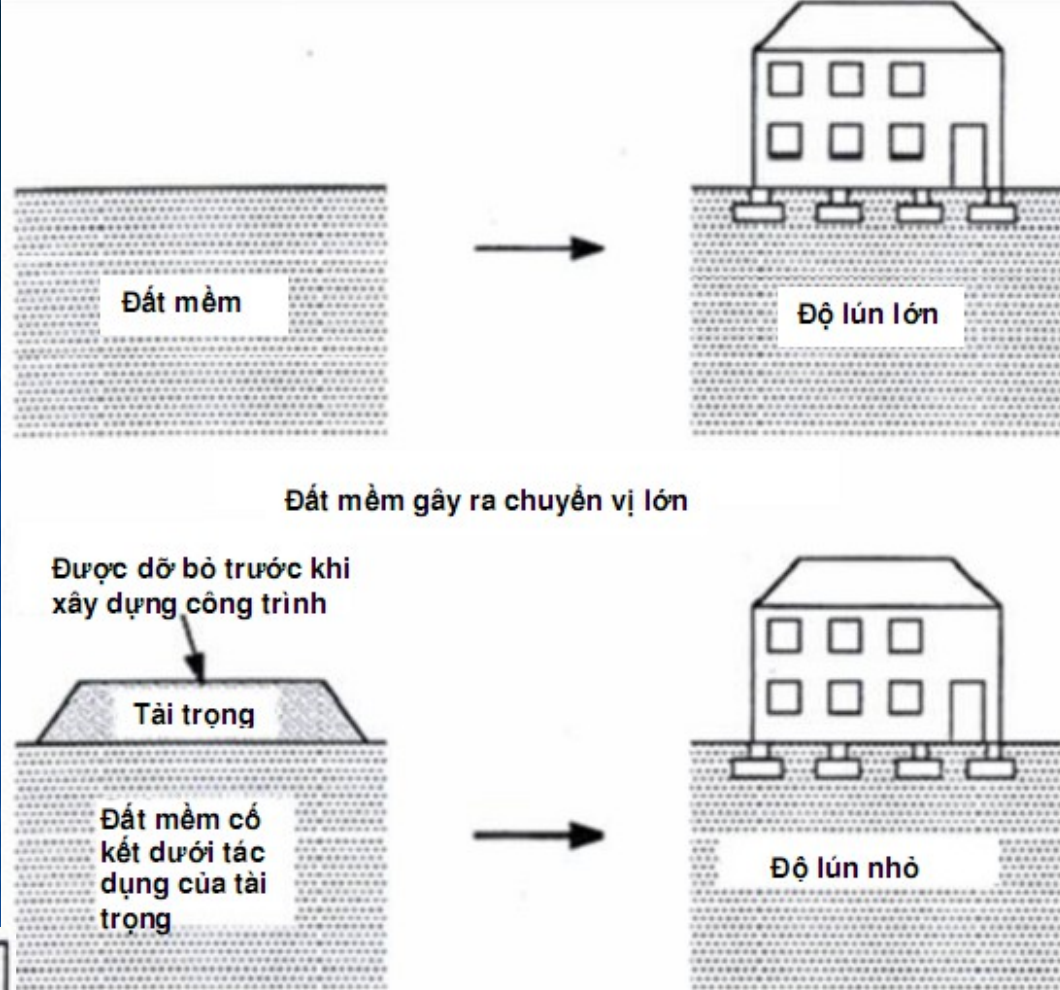
Sự gia tải trước làm giảm độ lún

(Theo Hausmann 1990)

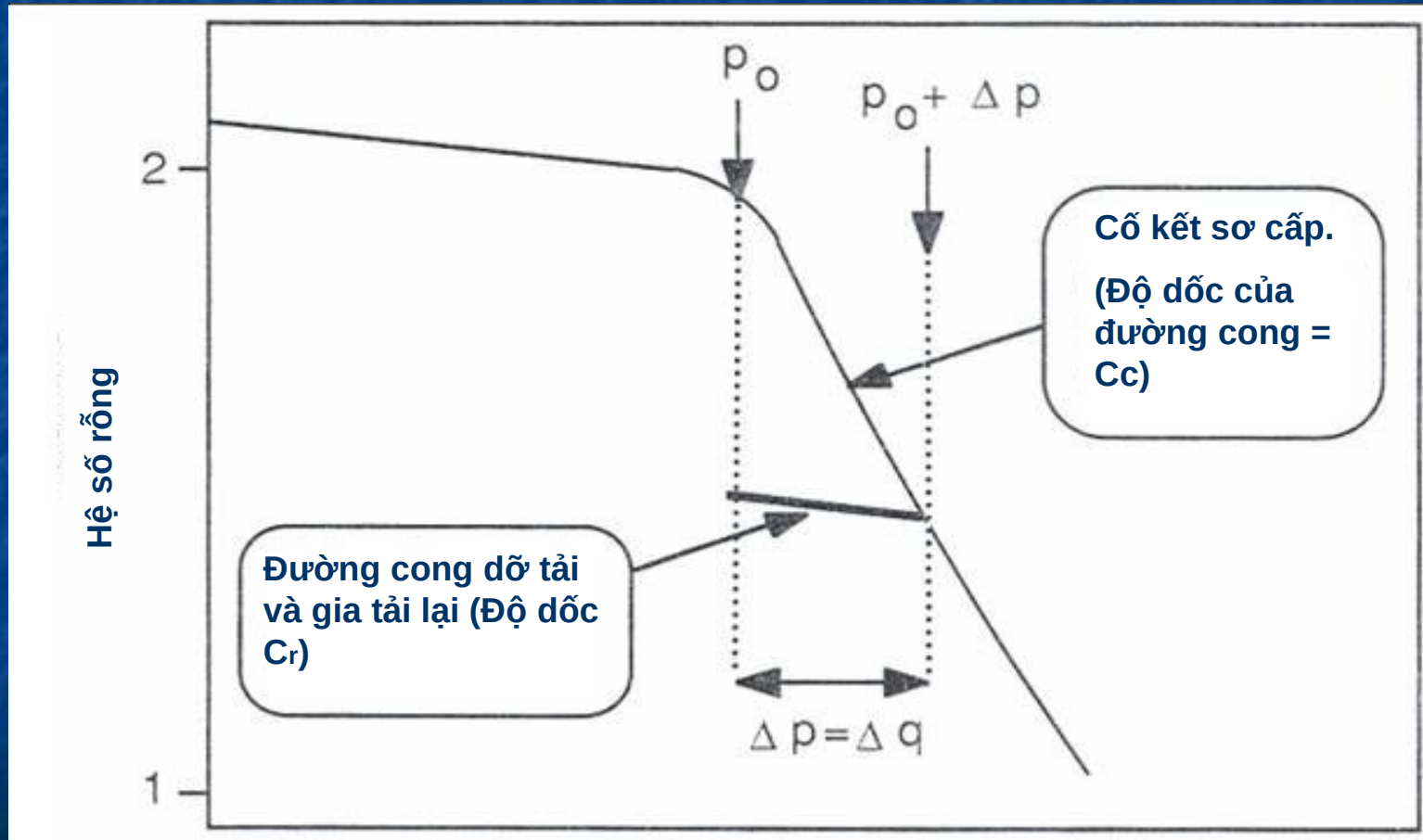
Độ lún



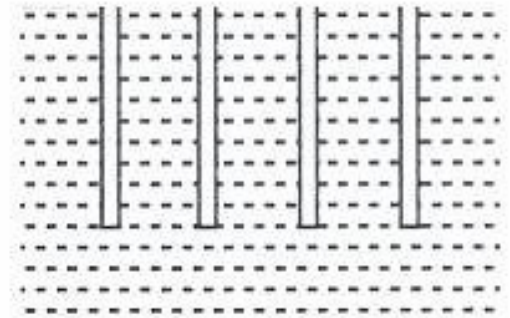
Thời gian



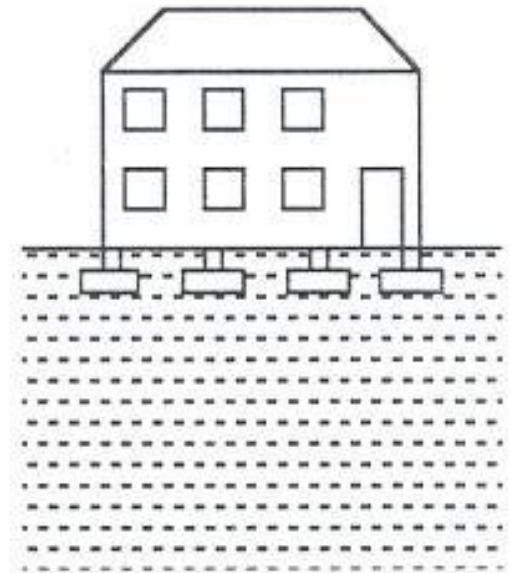
Cơ cấu gia tải trước



Việc gia tải trước làm tăng cường độ chống cắt vì vậy cho phép tiết kiệm móng
(Theo Hausmann 1990)



Đất mềm cần sử dụng giải pháp móng cọc



Việc gia tải trước cho phép sử dụng các loại móng rẻ hơn

Việc gia tải trước

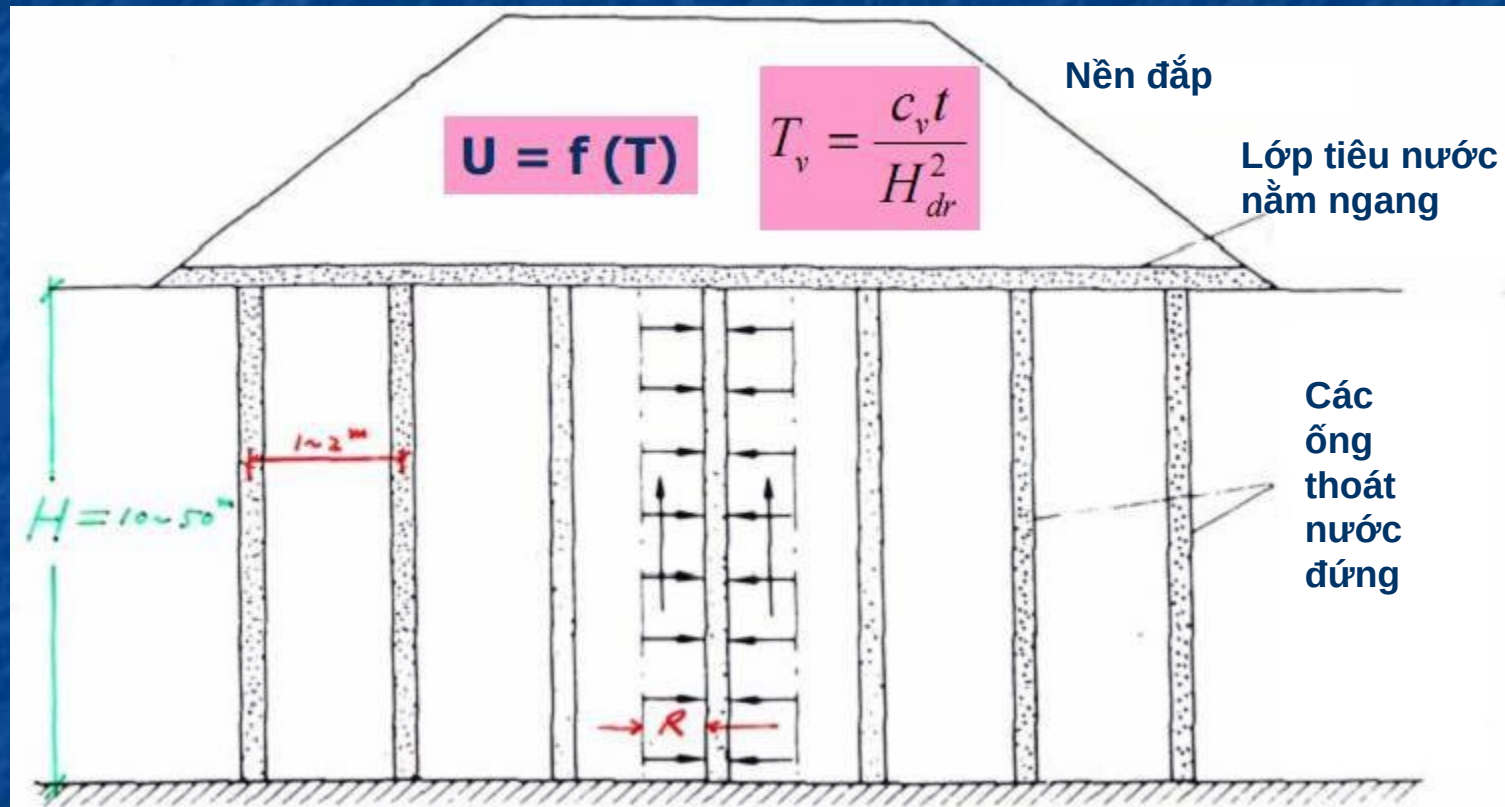
■ Thuận lợi

- Chi phí không đắt nếu một khu vực rộng lớn được cải thiện

■ Khó khăn

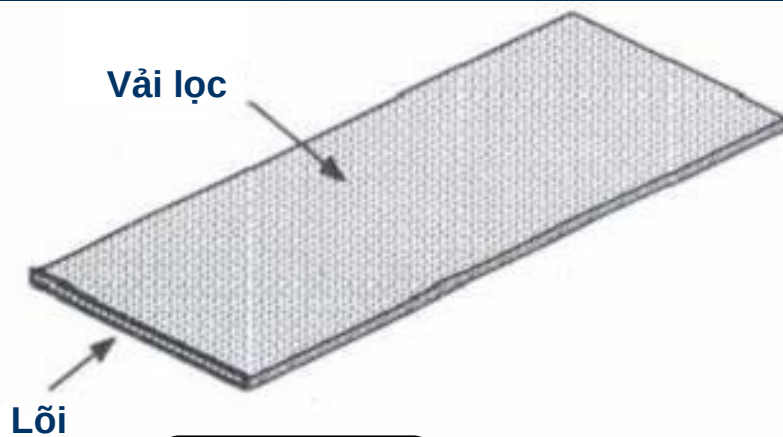
- Mất nhiều thời gian. Cần vài tháng cho đến đến vài năm. Vì vậy, các vật thoát nước thẳng đứng đúc sẵn thường được sử dụng để rút ngắn đường thoát nước và vì vậy đẩy nhanh quá trình cố kết đất.

PVDs



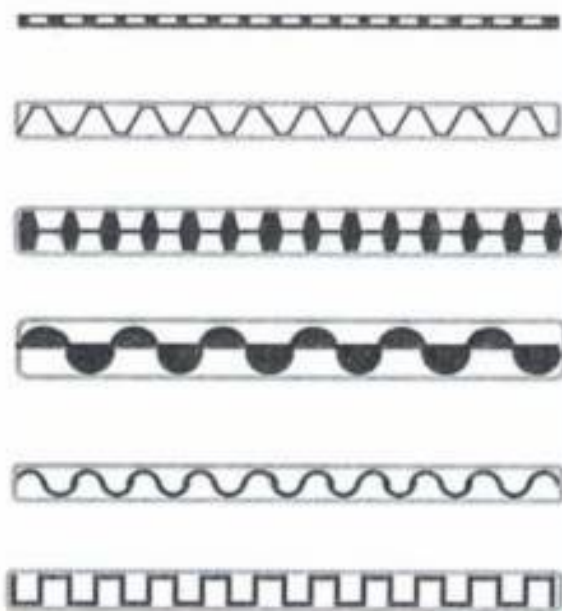
Các lỗ thoát nước đứng

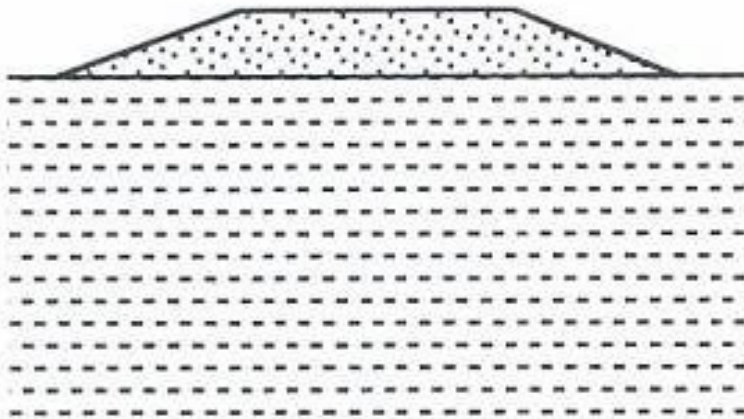
- Các lỗ thoát nước đứng được sử dụng để đẩy nhanh sự cố kết ban đầu của đất dính bằng việc rút ngắn đường tiêu thoát nước.
- Các kiểu lỗ thoát nước đứng
 - Lỗ thoát nước bằng cát hình trụ: Lỗ khoan được làm đầy bằng cát, có hoặc không có ống, đường kính từ 65 - 450mm.
 - Vật thoát nước đứng đúc sẵn (PVDs): Vật thoát nước kiểu dải có một lõi và vải lọc được làm bằng giấy, PVC, PE (polyethylene), PP (polypylene), và PES (polyester).



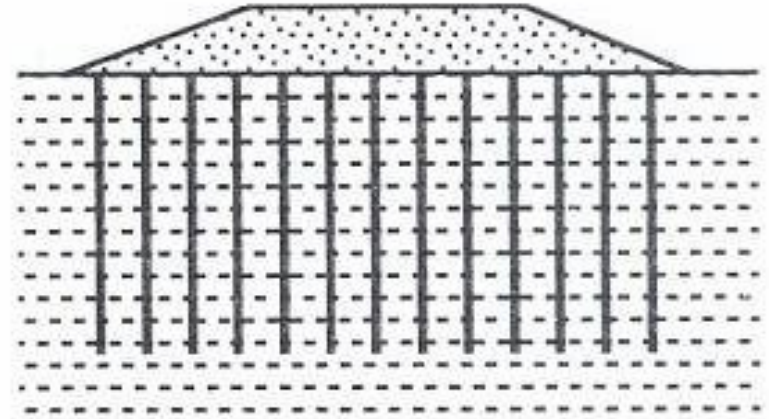
Nhựa PVC
có rãnh hoặc
giấy

Các kiểu
dáng khác
nhau của lõi
có vải lọc
địa kỹ thuật
không dệt

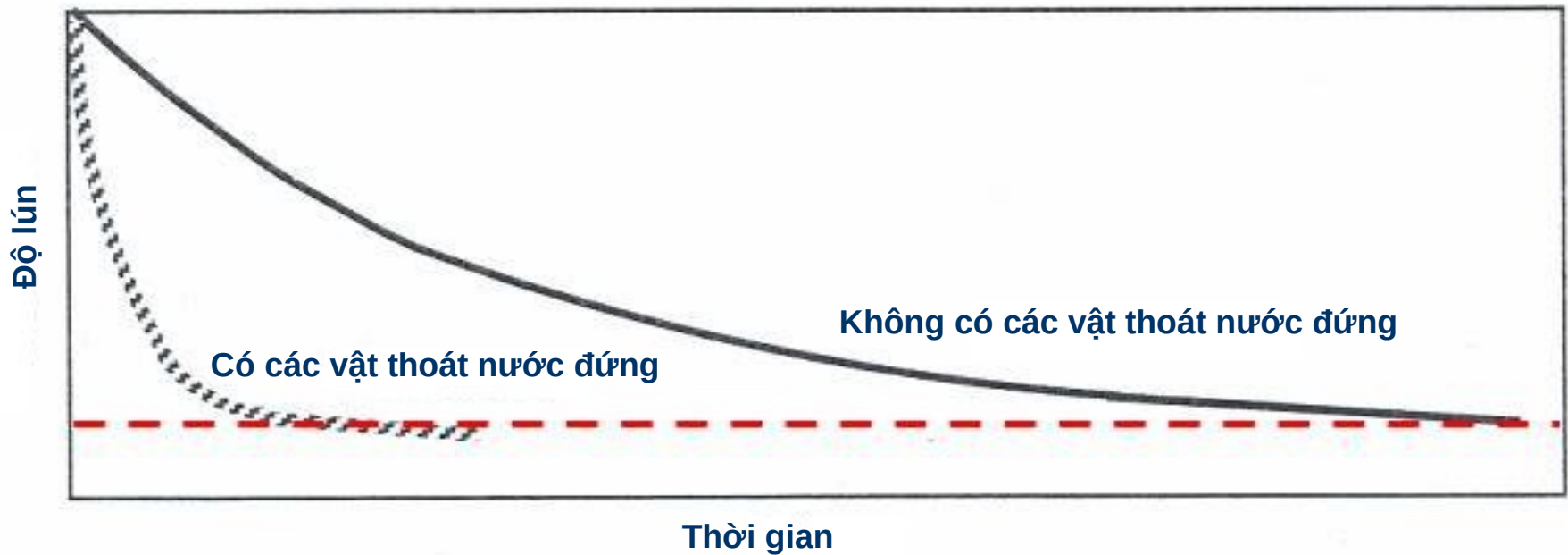




Không có các vật thoát nước đứng



Có các vật thoát nước đứng



Các vật thoát nước đứng làm tăng quá trình lún nhưng không làm giảm độ lún cuối cùng

Các bài toán tính toán

- Tính toán độ lún cuối cùng và độ lún tại một thời điểm cho trước
- Đánh giá tốc độ cố kết, chẳng hạn, phải mất bao lâu để đạt đến độ cố kết cho trước.
- Tính toán các lỗ thoát nước đứng, ví dụ, khoảng cách lỗ thoát yêu cầu để đạt được độ cố kết cho trước.

Tài liệu tham khảo

- Choa, V., Bo, M. W., and Chu, J. (2001). "Soil improvement works for Changi East reclamation project." *Ground Improvement*, Vol. 5, No. 4, 141-153.
- Chu, J., Bo, M. W., Chang, M. F., and Choa, V. (2002). "The consolidation and permeability properties of Singapore marine clay." *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE*, Vol. 128, No. 9, 724-732.
- Chu, J., Bo, M. W., and Choa, V. (2004). "Practical considerations for using vertical drains in soil improvement projects." *Geotextiles and Geomembranes*, Vol. 22, 101-117.
- Bo, M. W., Chu, J., Choa, V. (2005). "Changi East Reclamation and Soil Improvement Project." Chapter 9, In *Ground Improvement – Case Histories*, Eds. B. Indraratna and J. Chu, Elsevier, 247-276.
- Chu, J., Bo, M. W. and Choa, V. (2006). "Improvement of ultra-soft soil using prefabricated vertical drains." *Geotextiles and Geomembranes*, Vol. 24, 339-348.
- Chu, J., Yan, S. W., and Yang, H. (2000). "Soil improvement by vacuum preloading method for an oil storage station". *Geotechnique*, Vol. 50, No. 6, 625-632.
- Chu, J. and Yan, S. W. (2005). "Application of the vacuum preloading method in land reclamation and soil improvement projects." Chapter 3, In *Ground Improvement – Case Histories*, Eds. B. Indraratna and J. Chu, Elsevier, 91-118.
- Chu, J. and Yan, S. Y. (2005). "Estimation of degree of consolidation for vacuum preloading projects." *Int. Journal of Geomechanics, ASCE*, Vol. 5, No. 2, 158-165.
- Yan, S. W. and Chu, J. (2005). "Soil improvement for a storage yard using the combined vacuum and fill preloading method" *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 42, No. 4, 2094-1104.

1-2 Các phương pháp phân tích và tính toán

1.2.1 Tính toán độ lún

1.2.2 Tính toán tốc độ lún

1). Lý thuyết cố kết (theo phương đứng) của Terzaghi

2). Lý thuyết cố kết hướng tâm và thiết kế vật thoát nước đứng.

3). Dòng chảy hướng tâm và đứng kết hợp

1.2.3 Thiết kế vật thoát nước đứng có vùng xáo động

1.2.1 Tính toán độ lún

Độ lún nền đất gồm có 3 thành phần

$$\delta = \delta_i + \delta_c + \delta_s$$

i là độ lún ban đầu

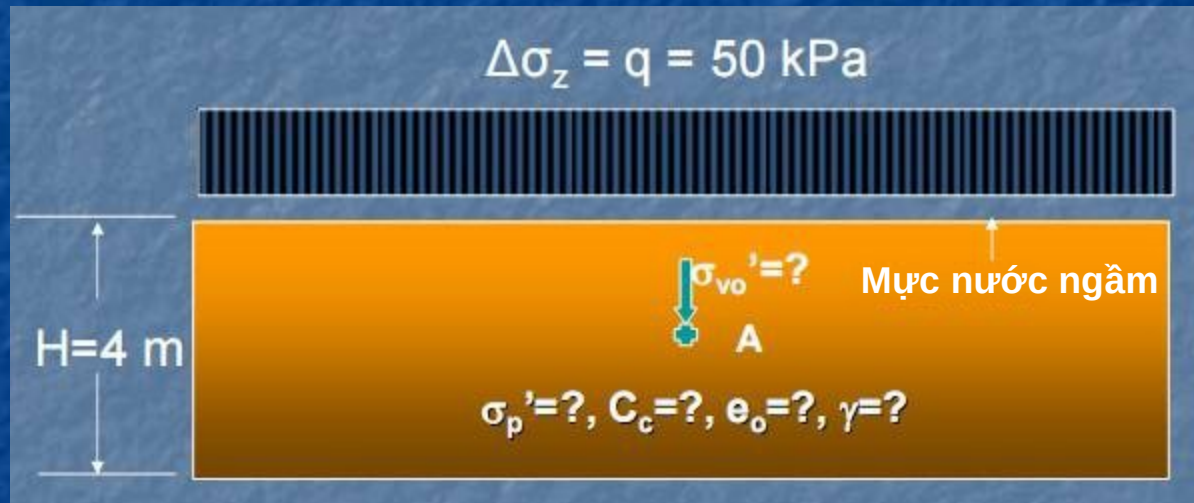
c là độ lún cố
kết

s là độ lún thứ
cấp

Với đất sét mềm, độ lún cố kết chiếm phần lớn. Với việc gia tải trước, độ lún thứ cấp là nhỏ. Tính nén lún của nền đắp bằng cát thường được bỏ qua.

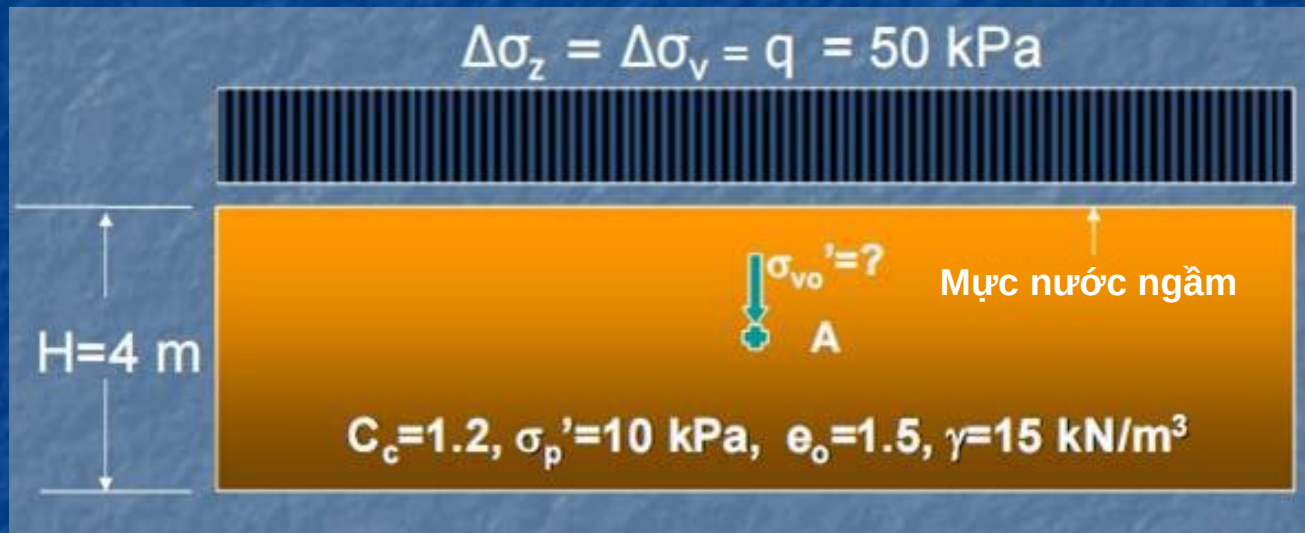
Tính toán độ lún được xem là bài toán 1 chiều. Điều này là hợp lý cho các bài toán cải tạo đất

Tính toán độ lún cổ kết



*Khi q tác dụng, độ lún cuối cùng
 S_c bằng bao nhiêu?*

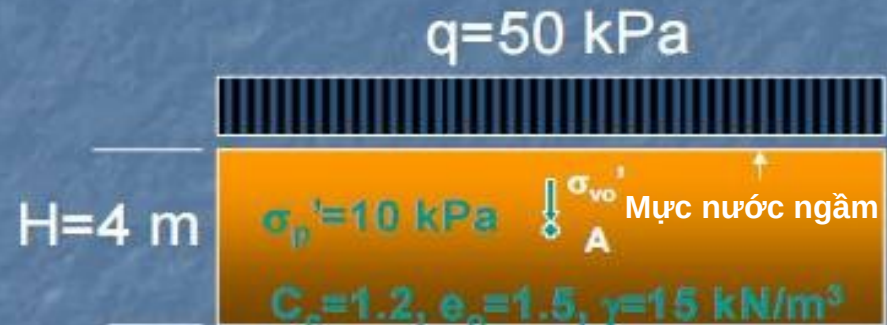
Tính toán độ lún cố kết



Ứng suất lớp phủ hữu hiệu ở giữa lớp đất sét:

$$\sigma_{vo}' = 2 \cdot 15 - 2 \cdot 10 = 10 \text{ kPa.}$$

Tính toán độ lún-Đất NC

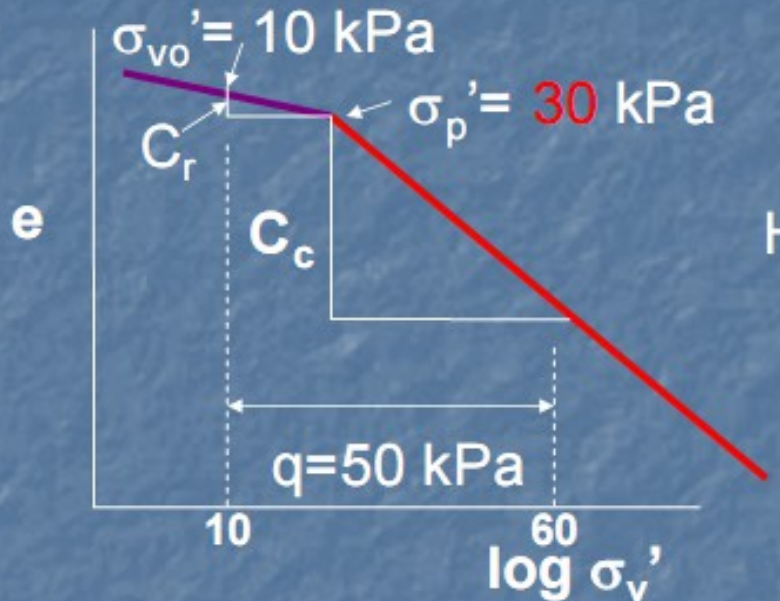


$$C_c = \frac{\Delta e}{[\log(\sigma'_{vo} + q) - \log \sigma'_{vo}]}$$

$$\Delta H = \frac{1.2 \cdot 4}{1 + 1.5} \log \frac{10 + 50}{10} = 1.48 \text{ m}$$

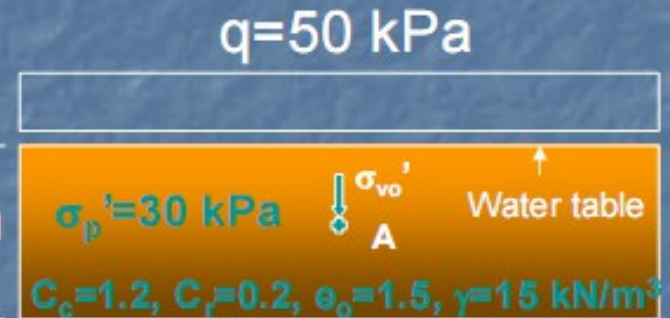
$$\Delta H = \epsilon_v H = \frac{\Delta e H}{1 + e_0} = \frac{C_c H}{1 + e_0} [\log(\sigma'_{vo} + q) - \log \sigma'_{vo}] \quad (1)$$

Tính toán độ lún-Trường hợp OC



$$C_c = \Delta e / [\log(\sigma_{vo}' + q) - \log \sigma_p']$$

$H = 4$ m



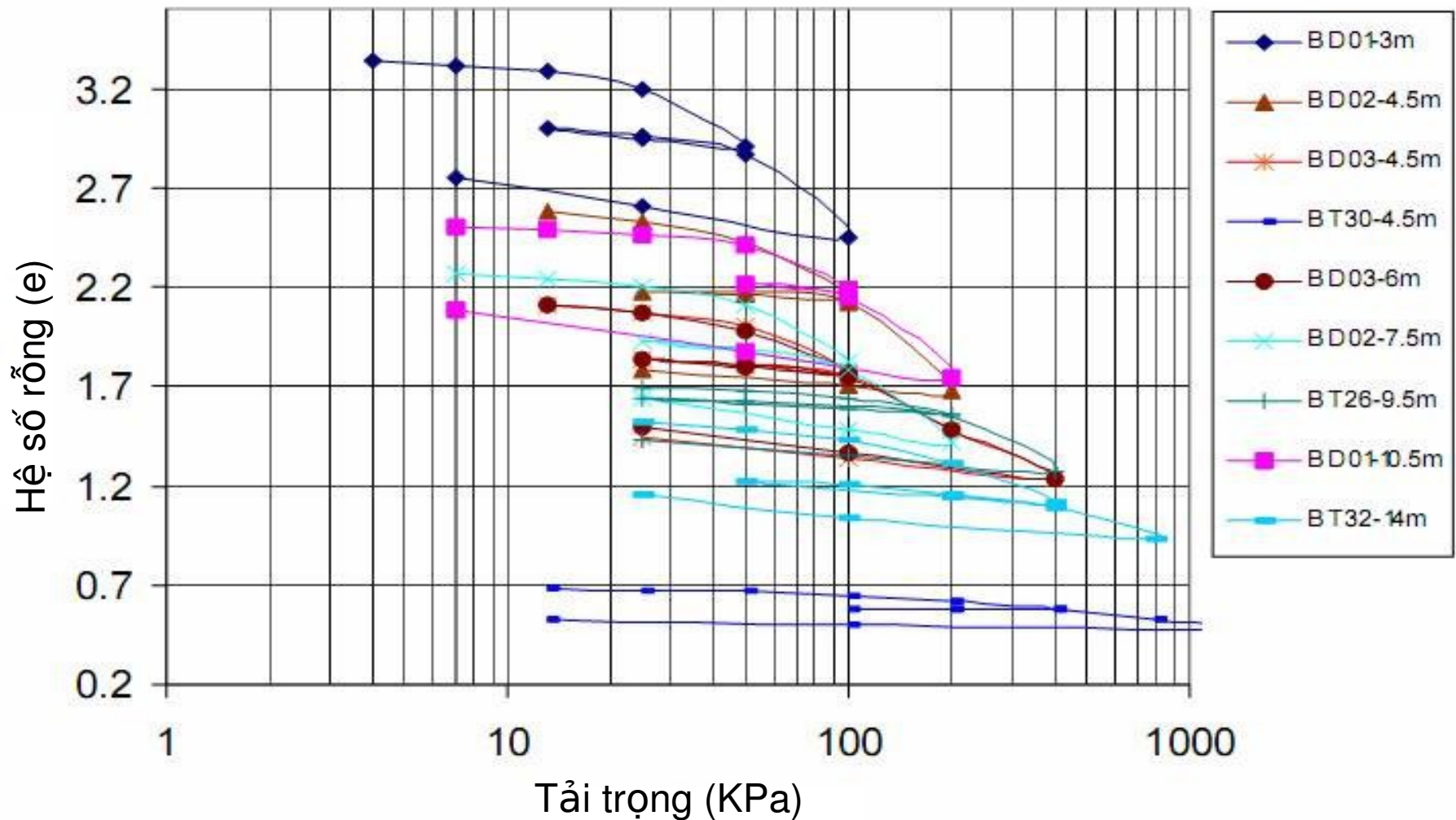
$$\begin{aligned} \Delta H &= \frac{0.2 \cdot 4}{1 + 1.5} \log \frac{30}{10} \\ &+ \frac{1.2 \cdot 4}{1 + 1.5} \log \frac{10 + 50}{30} \\ &= 0.12 + 0.56 = 0.68 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\Delta H = \frac{C_r H}{1 + e_0} [\log \sigma_p' - \log \sigma_{vo}'] + \frac{C_c H}{1 + e_0} [\log(\sigma_{vo}' + q) - \log \sigma_p'] \quad (3)$$

Các nhận xét về tính toán độ lún cố kết cuối cùng

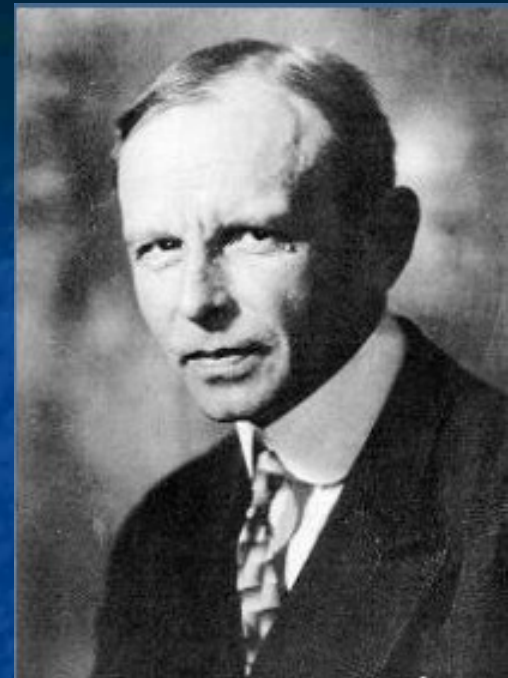
- Các tính toán ở trên chỉ dành cho độ lún cố kết cuối cùng
- Việc xác định σ_p là quan trọng, vì σ_p ảnh hưởng lớn đến việc tính toán độ lún.
- Đối với nhiều lớp đất sét mềm hoặc một lớp đất sét mềm nhưng có những sự biến đổi lớn về σ_p hay C_c , việc phân chia nhỏ là cần thiết để có các kết quả chính xác hơn.
- Với lớp đất sét dày, việc phân chia nhỏ cũng cần thiết, vì những thay đổi ứng suất hữu hiệu là quá lớn.

Đường cong $e \sim \log \sigma_v$ cho KFC tại các độ sâu khác nhau



1.2.2 Tốc độ cố kết

■ Lý thuyết cố kết 1 chiều của Terzaghi



Áp lực nước lỗ rỗng

$$\frac{\partial u_e}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2} \quad (1-1)$$

Thời gian

Khoảng cách theo
phương đứng
dưới mặt đất

$$c_v = \left(\frac{2.30 \sigma_z' k}{\gamma_w} \right) \left(\frac{1+e}{C_c} \right)$$

Hệ số cố kết

Áp lực nước lỗ rỗng

Fig. 1.1

$$u_e = \Delta\sigma_z f\left(T_v, \frac{z_{dr}}{H_{dr}}\right) = \sum \frac{2u_0}{M} \left(\sin M \frac{z}{H_d}\right) e^{-M^2 T_v} \quad (1.2)$$

Biến thiên
ứng suất
hữu hiệu
theo phương
đứng

$$M = \frac{\pi}{2}(2m+1)$$

Dùng cho áp lực
nước lỗ rỗng phân
bố đều

Khoảng cách
theo phương
đứng từ điểm
tính đến biên
thoát nước gần
nhất

Hệ số thời gian:

$$T_v = \frac{c_v t}{H_{dr}^2}$$

Đường tiêu nước:

$$H_{dr} = H,$$

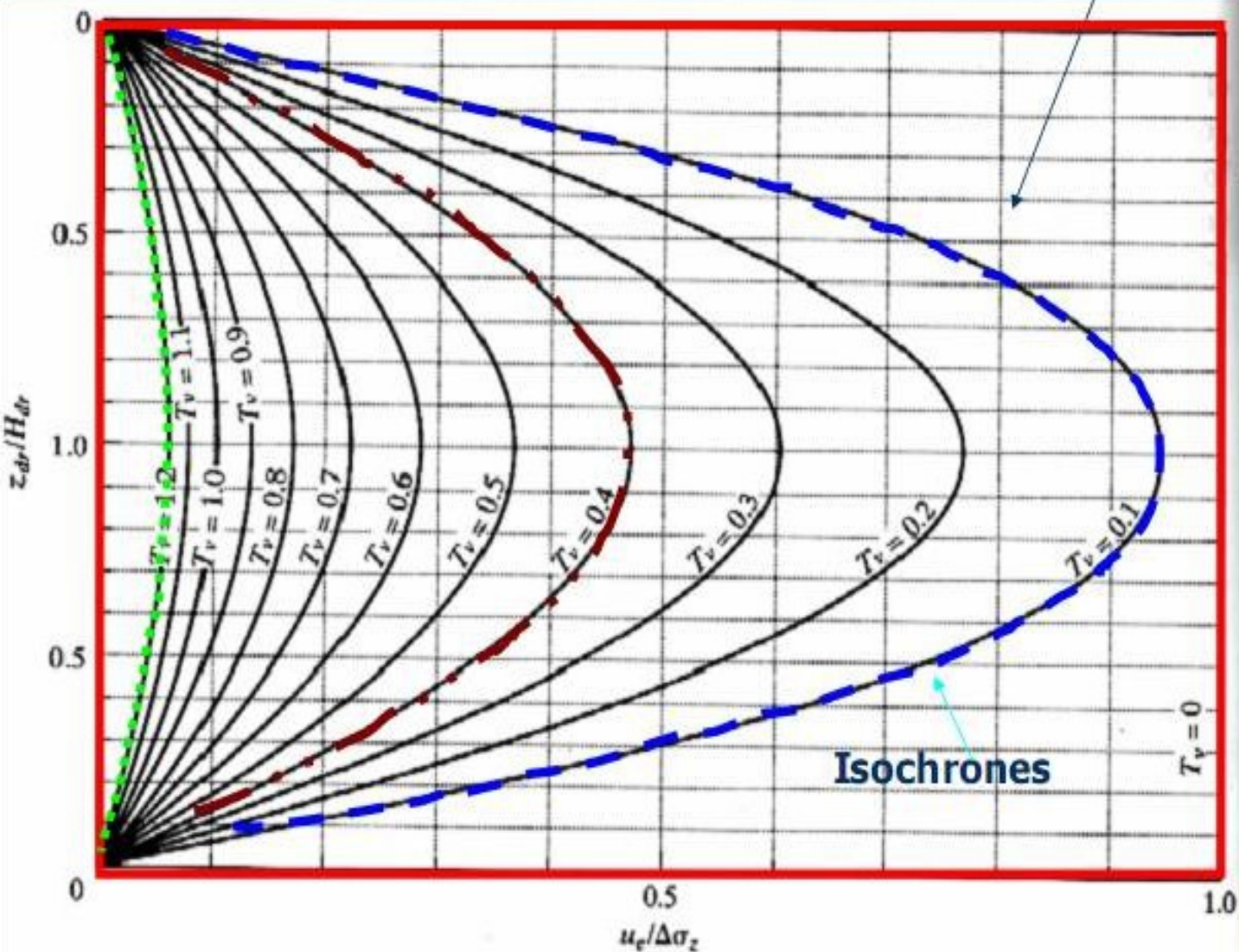
Thoát nước một hướng

$$H_{dr} = H/2,$$

Thoát nước hai hướng

$$u_e = \Delta\sigma_z f\left(T_v, \frac{z_{dr}}{H_{dr}}\right)$$

$$T_v = \frac{c_v t}{H_{dr}^2}$$



Độ cố kết trung bình

Độ lún cố kết

$$\overline{U}_v = \frac{S_c(t)}{(S_c)_{ult}} 100\% = \frac{(4T_v / \pi)^{0.5}}{[1 + (4T_v / \pi)^{2.8}]^{0.179}} \quad (1.3)$$

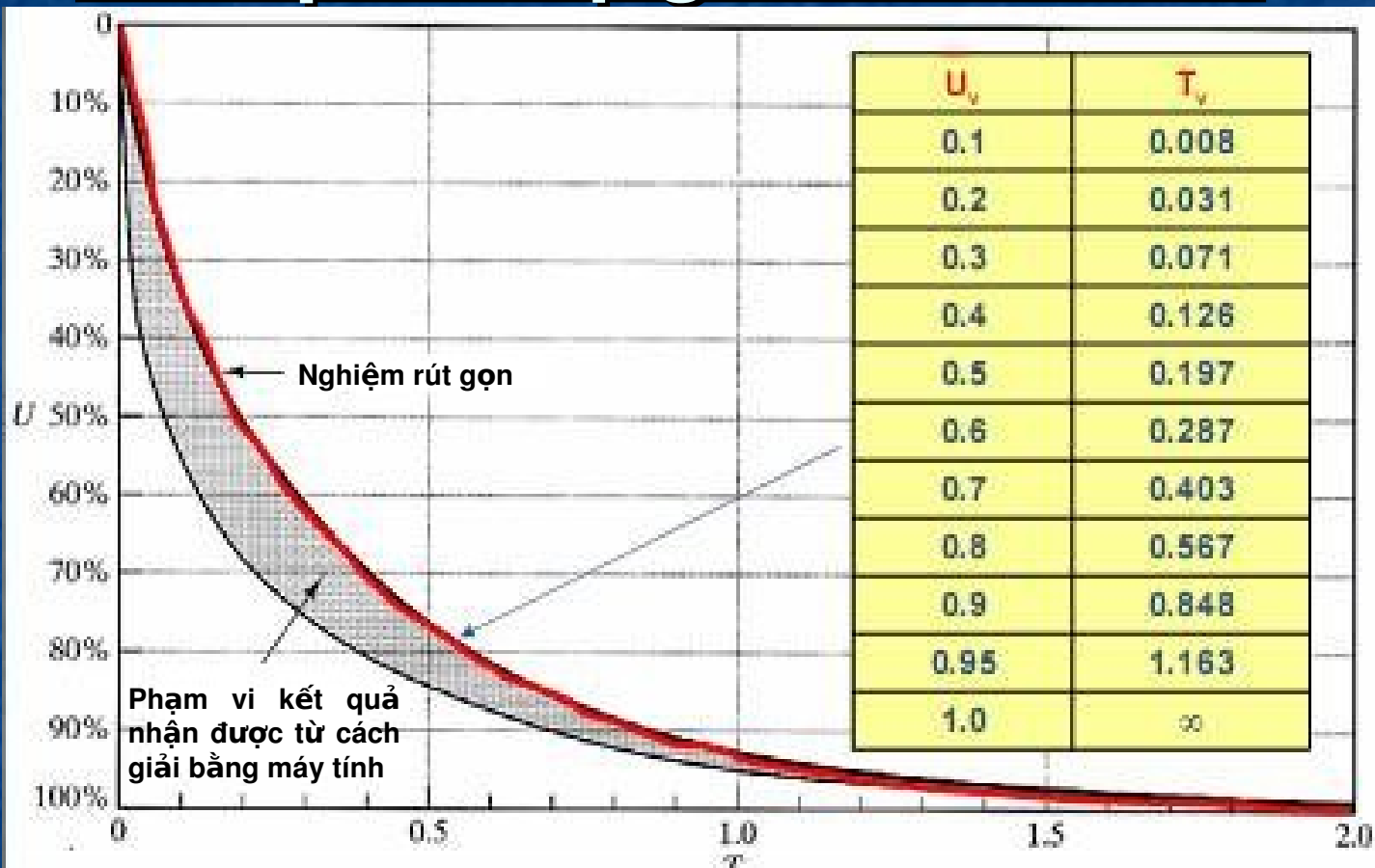
Độ cố kết trung bình

Độ lún cố kết
cuối cùng

$$T_v = \frac{c_v t}{H_{dr}^2}$$

$$S_c(t) = \overline{U}(S_c)_{ult} \quad (1.3a)$$

Mối quan hệ giữa U_v và T_v



Hình 12.10: Đường đậm là đường biểu diễn hàm giữa U_v và T_v cho phân tích cố kết thấm một chiều. Vùng tô bóng cho phạm vi giá trị nhận được từ cách giải bằng máy tính chính xác hơn

Lý thuyết cổ kết hướng tâm

$$c_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} \right) = \frac{\partial u}{\partial t} \quad c_h = \frac{k_h}{m_v \gamma_w} \quad (1.4)$$

C_h là hệ số cổ kết theo phương ngang

Đối với dòng chảy đứng và hướng tâm kết hợp

$$c_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + c_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} \right) = \frac{\partial u}{\partial t} \quad (1.5)$$

Cố kết do dòng chảy đứng và hướng tâm kết hợp

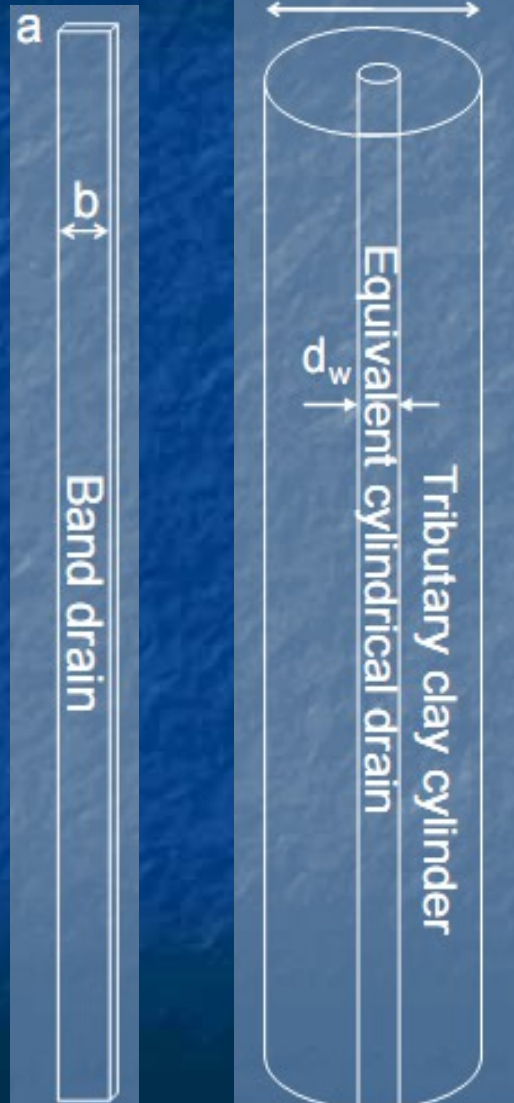
Phương trình Carillo

Trong thực tế, tỉ số áp lực nước lỗ rỗng u_e/u_o được tính toán riêng biệt dựa trên dòng chảy đứng và dòng chảy hướng tâm sau đó được kết hợp bằng cách sử dụng phương trình Carillo

$$(1 - U_{vh}) = (1 - U_z) \times (1 - U_h) \quad \text{Tại một điểm} \quad (1.6)$$

$$(1 - \bar{U}_{vh}) = (1 - \bar{U}_v) \times (1 - \bar{U}_h) \quad \text{Giá trị trung bình} \quad (1.7)$$

Lý thuyết thoát nước hướng tâm thuần túy của Barron



$$d_w = 2(a + b) / \pi \quad \text{Eq. (1.8)}$$

$$\bar{U}_h = 1 - \exp \left[\frac{-8T_h}{F(n)} \right] \quad \text{Eq. (1.9)}$$

$$F(n) = \frac{n^2}{(n^2 - 1)} \ln(n) - \frac{(3n^2 - 1)}{4n^2}$$

$$\approx \ln(n) - 0.75$$

$$T_h = \frac{c_h t}{d_e^2} \quad n = \frac{d_e}{d_w} \quad \text{Eq. (1.10)}$$

Một công thức khác (Terzaghi, Peck & Mesri (1996))

$$\bar{U}_h = 1 - \exp \left[\frac{-2T_r}{F(n)} \right]$$

Eq. (1.11)

$$F(n) \approx \ln(n) - 0.75$$

$$T_r = \frac{c_h t}{r_e^2}$$

$$r_e = \frac{d_e}{2}$$

Phương trình 1.9 và 1.11 là tương tự nhau

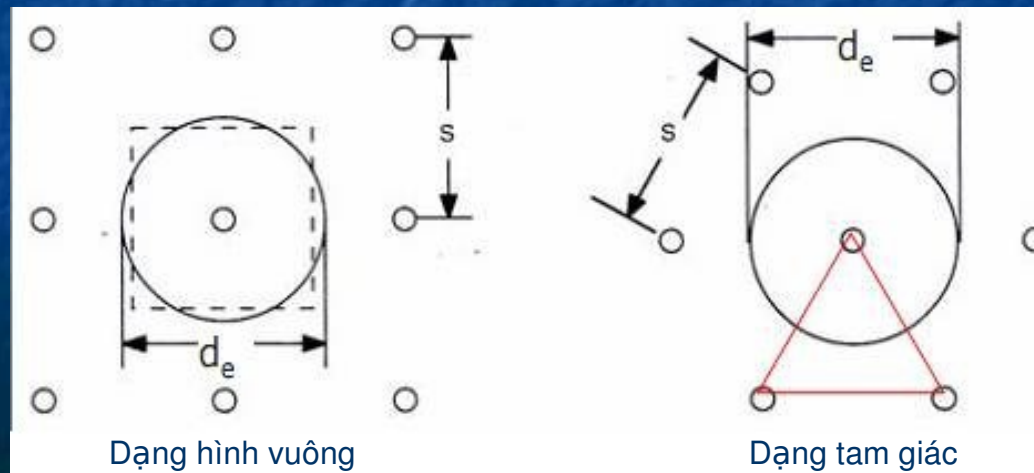
Tính toán d_e

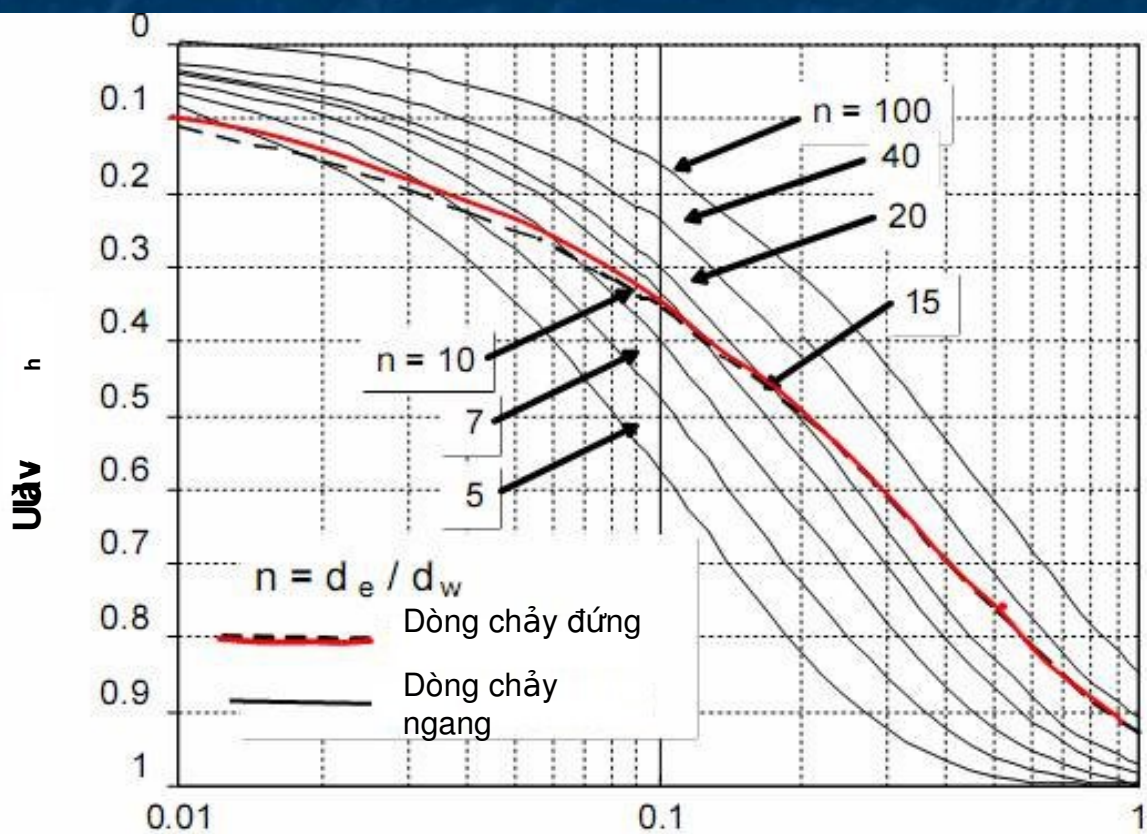
Đường kính của hình trụ đất sét tương đương đối với một lỗ thoát nước đứng được tính toán dựa trên diện tích mặt cắt ngang tương đương. Nếu các vật thoát nước đứng được lắp đặt theo lưới hình vuông thì đường kính thoát nước tương đương được tính như sau:

$$\text{Lưới hình vuông: } S^2 = d_e^2/4 \quad \text{Vậy: } d_e = 1.128 \times S \quad (1.12)$$

Nếu các vật thoát nước đứng được lắp đặt theo ô lưới tam giác thì đường kính thoát nước tương đương là:

$$\text{Lưới tam giác: } S^2 \times \sin 60^\circ = d_e^2/4 \quad \text{Vậy: } d_e = 1.05 \times S \quad (1.13)$$





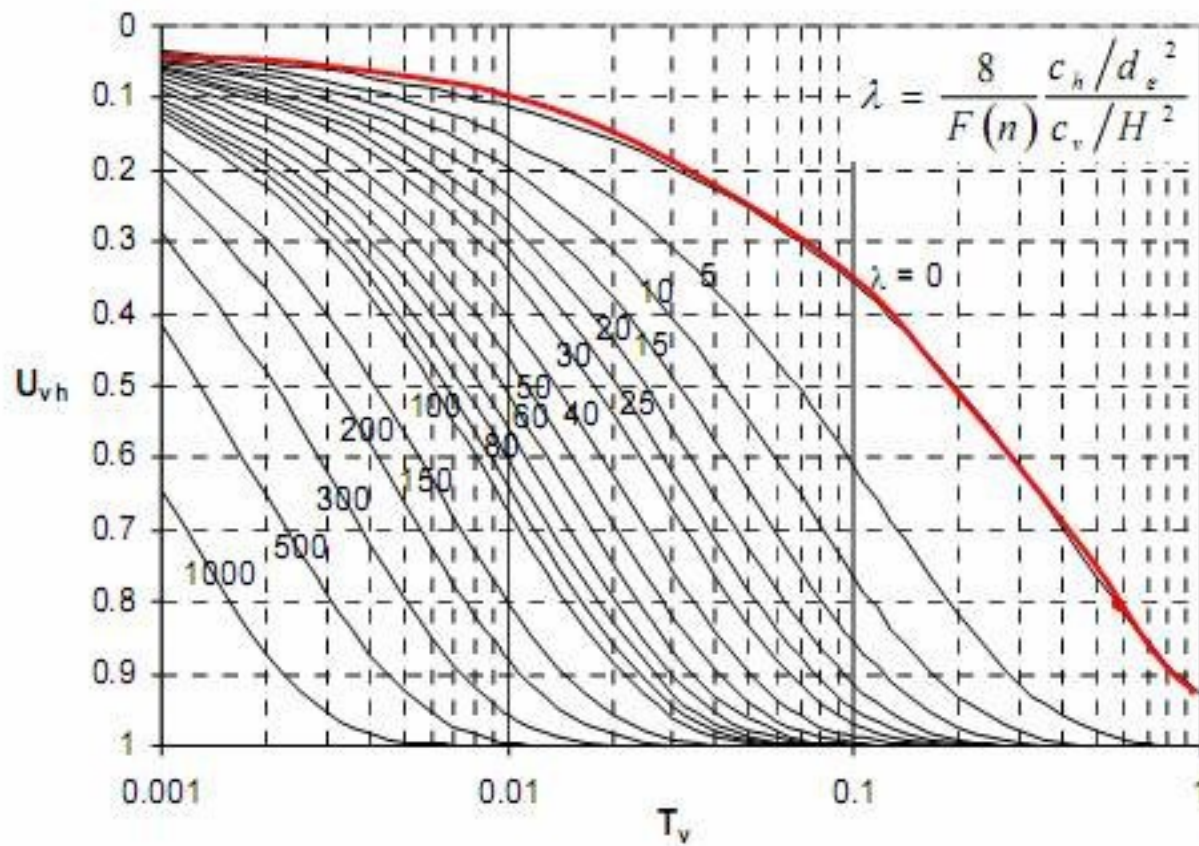
Các hệ số thời gian T_v và T_h

Bảng tính toán cho dòng chảy đứng và ngang kết hợp

$$\begin{aligned}(1 - \bar{U}_{vh}) &= (1 - \bar{U}_v) \times (1 - \bar{U}_h) & \bar{U}_h &= 1 - \exp\left[\frac{-8T_h}{F(n)}\right] \\ \bar{U}_{vh} &= 1 - (1 - \bar{U}_v) \times \exp[-8T_h/F(n)] \\ &= 1 - (1 - \bar{U}_v) \times \exp\left[-8 \frac{T_h}{T_v} \frac{T_v}{F(n)}\right] \\ &= 1 - (1 - \bar{U}_v) \times \exp[-\lambda T_v] \end{aligned} \tag{1.14}$$

Trong đó

$$\lambda = \frac{8}{F(n)} \frac{T_h}{T_v} = \frac{8}{F(n)} \frac{c_h/d_e^2}{c_v/H_d^2} \tag{1.14a}$$



Hình 1.4

Cách giải cho trường hợp thoát nước kết hợp

Theo Bo et al (2003)

$$T_v = c_v t / H^2$$

$$F(n) \approx \ln(n) - 0.75$$

$$n = d_e / d_w$$

$d_e = 1.13s$ với lưới ô vuông

$1.05s$ với lưới tam giác

S = khoảng cách ống thoát

d_w = đường kính ống thoát

C_v = hệ số cố kết (dòng chảy đứng)

C_h = hệ số cố kết (dòng chảy ngang)

H = chiều dài lớn nhất của đường thoát nước đứng

(Chú ý: $\lambda = 0$ nếu không có sự thoát nước theo phương ngang)

Chú ý: $\lambda = 0$ cho các trường hợp không có các ống thoát nước đứng hoặc lớp thoát nước nằm ngang

Ví dụ 1

Lớp đất sét bão hòa nước dày 8m, tầng đất phía dưới không thấm nước
Các vật thoát nước đứng chế tạo sẵn đường kính 70mm đặt cách nhau 2m, theo lưới ô vuông, $C_v = 2.0\text{m}^2/\text{năm}$, $C_h = 3.0\text{m}^2/\text{năm}$

Tìm thời gian cần để độ cố kết của lớp đất sét đạt 90%

Lời giải: $d_e = 1.13 \times 2\text{m} = 2.26\text{m}$

$$n = 2.26\text{m}/0.07\text{m} = 32.3$$

$$F(n) \quad \ln(32.3) - 0.75 = 2.73$$

$$= (8/2.73) \times (3/2.26^2)/(2/8^2) = 55 \quad (\text{sử dụng phương trình ở trên})$$

Tra biểu đồ với $\lambda = 55$ và $U_{vh} = 90\%$ được $T_v = 0.038$.

Thời gian cần tìm là: $t = T_v H^2 / c_v = 1.2 \text{ năm}$.

$$\bar{U}_h = 1 - \exp\left[\frac{-2T_v}{F(n)}\right]$$

$$F(n) \approx \ln(n) - 0.75$$

$$\lambda = \frac{8}{F(n)} \frac{T_h}{T_v} = \frac{8}{F(n)} \frac{c_h/d_e^2}{c_v/H_d^2}$$

$$n = d_e/d_w$$

Ví dụ 1

Trong ví dụ 1, nếu $H = 20\text{m}$

$$= (8/2.73) \times (3/2.26^2) / (2/20^2) = 344$$

$$T_v = 0.006 \text{ thì } t = T_v H^2 / c_v = 0.006 \times 20^2 / 2 = 1.2 \text{ năm}$$

Vì thế sự thoát nước hướng tâm kiểm soát, khi lớp đất sét dày

Một cách khác là tính U_v và U_h bằng cách sử dụng các phương trình (1.3), (1.8 - 1.10) hoặc biểu đồ hình 1.3. Tuy nhiên, cách giải được thực hiện bằng phương pháp thử và sai. Ví dụ, ta giả sử $t = 1$ năm, tính U_v , U_h và U_{vh} . Nếu U_{vh} ít hơn 90% thì tăng t và tính lại. Điều này được minh họa bằng thí dụ tiếp theo.

Ví dụ 2

Như trong ví dụ 1, cho $c_v = 2.0\text{m}^2/\text{năm}$, $c_h = 3.0\text{m}^2/\text{năm}$, $H = 8\text{m}$, PVD 104 x 5 mm đặt cách nhau 2m theo lưới ô vuông. Tính toán độ cố kết đạt được trong 1 năm.

$$T_v = c_v t / H_{dr}^2 = 2 \times 1 / 4^2 = 0.125$$

$$U_v = \text{sqrt}(4T_v / \pi) = \text{sqrt}(4 \times 0.125 / 3.14) = 0.4$$

$$d_w = 2(a + b) / \pi = 2(0.104 + 0.005) / 3.14 = 0.07 \text{ m}$$

$$d_e = 1.13s = 1.13 \times 2 = 2.26 \text{ m}, n = 2.256 / 0.07 = 32.3$$

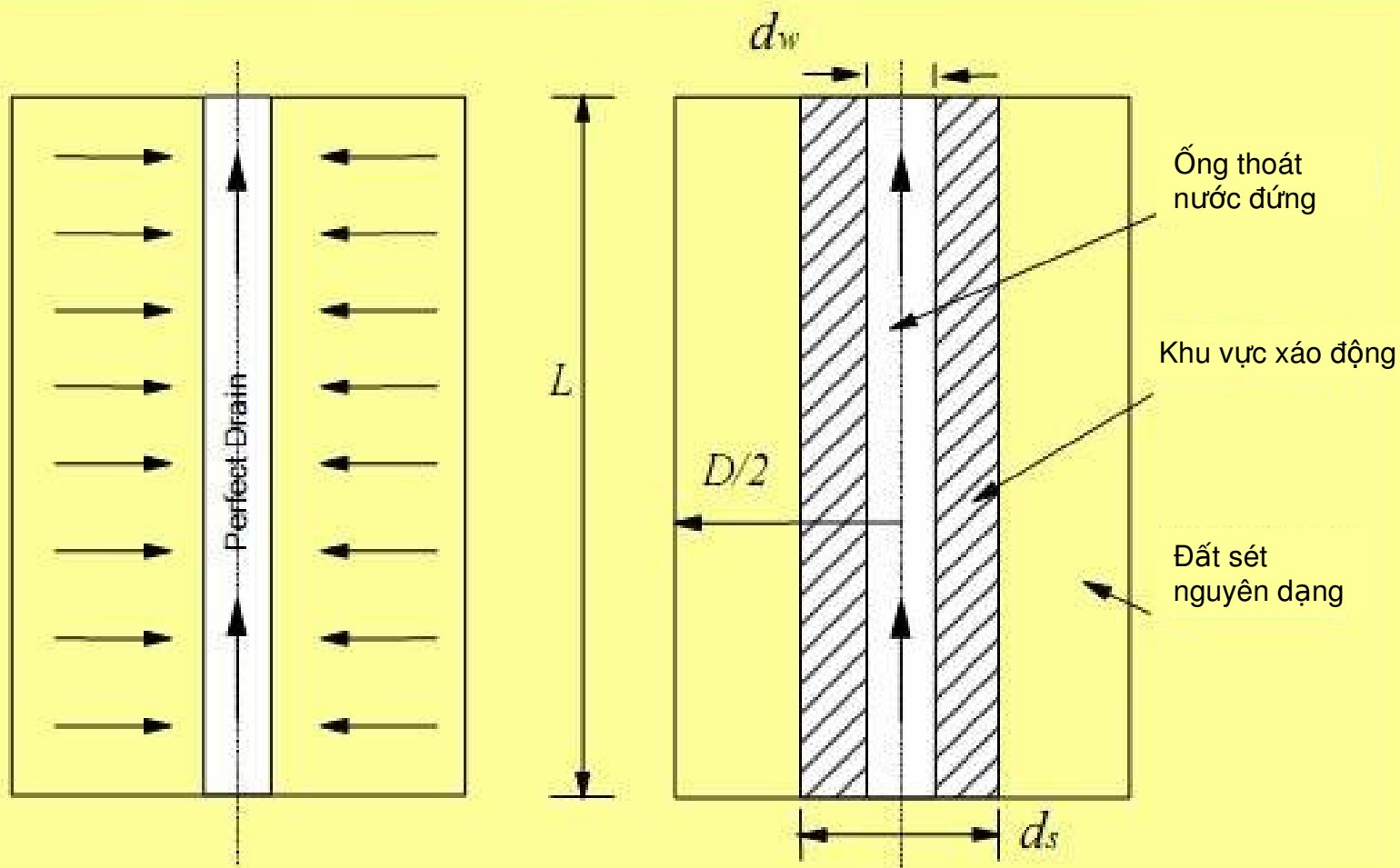
$$F(n) = \ln(n) - 0.75 = \ln(32.3) - 0.75 = 2.73$$

$$T_h = c_h t / d_e^2 = 3 \times 1 / 2.26^2 = 0.587$$

$$U_h = 1 - \exp[-8T_h / F(n)] = 1 - \exp[-8 \times 0.587 / 2.73] = 0.82$$

$$U_{vh} = U_v + U_h - U_v U_h = 0.4 + 0.82 - 0.4 \times 0.82 = 0.89 \text{ or } 89\%$$

Thiết kế lỗ thoát nước đứng có khu vực xáo động



Hiệu ứng xáo động

Vành đất sét xáo động bao quanh ống thoát nước. Trong vành có đường kính d_s này, đất có hệ số thấm k_s thấp hơn hệ số k_h của đất sét nguyên dạng

$$F_s(n) = \ln\left(\frac{n}{s}\right) - 0.75 + \left(\frac{k_h}{k_s}\right) \ln(s)$$

Ở đây: $s = d_s/d_w$

1.15



Điều kiện biên mới giữa khu vực nguyên dạng và vành đai xáo động ảnh hưởng đến cách xác định U_h ở trên bằng việc thay đổi hệ số $F(n)$:

$$F_s(n) = \ln\left(\frac{n}{s}\right) - 0.75 \left(\frac{k}{k_s}\right) \ln(s)$$

Hay, tương đương với

$$F_s(n) = \ln n - 0.75 \ln s - \frac{k}{k_s} - 1$$

Phương trình đầu tiên trở thành

$$U_h = 1 - \exp\left(-\frac{8T}{F_s(n)}\right)$$

Ở đây $s = d_s/d_w$

Hai tham số thêm vào s và k_h/k_s là khó dự đoán

Ví dụ 3

Như trong ví dụ 1, cho $c_v = 2.0\text{m}^2/\text{năm}$, $c_h = 3.0\text{m}^2/\text{năm}$, $H = 8\text{m}$, PVD $104 \times 5 \text{ mm}$ đặt cách nhau 2m theo lưới ô vuông. Tính toán độ cố kết đạt được trong một năm. Giả thiết rằng độ thấm trong khu vực xáo động bằng $\frac{1}{2}$ so với lớp đất sét nguyên dạng và đường kính vùng xáo động gấp 2 lần đường kính lỗ thoát nước

$$T_v = c_v t / H_{dr}^2 = 2 \times 1 / 4^2 = 0.125,$$

$$U_v = \text{sqrt}(4T_v/n) = \text{sqrt}(4 \times 0.125 / 3.14) = 0.4$$

$$d_w = 2(a + b)/n = 2(0.104 + 0.005) / 3.14 = 0.07 \text{ m}$$

$$d_e = 1.128s = 1.128 \times 2 = 2.256 \text{ m}, n = 2.256 / 0.07 = 32.3$$

$$S = d_s/d_w = 2, k_h/k_v = 2$$

$$F(n) = \ln\left(\frac{n}{s}\right) - 0.75 + \left(\frac{k_h}{k_s}\right) \ln(s) = \ln(32.3/2) - 0.75 + 2\ln 2 = 3.4$$

$$T_h = c_h t / d_e^2 = 3 \times 1 / 2.256^2 = 0.589$$

$$U_h = 1 - \exp[-8T_h/F(n)] = 1 - \exp[-8 \times 0.589 / 3.4] = 0.75$$

$$U_{vh} = U_v + U_h - U_v U_h = 0.4 + 0.75 - 0.4 \times 0.75 = 0.85 \text{ or } 85\%$$

TỔNG KẾT

(1) Thoát nước thẳng đứng

$$\begin{aligned} U_v < 0.60, & \quad T_v = (n/4)U_v^2 \\ U_v > 0.60, & \quad T_v = -0.933\log(1-U_v) - 0.085 \end{aligned}$$

$$\bar{U}_v \approx \frac{\sqrt{(4T_v/\pi)}}{\left[1 + (4T_v/\pi)^{2.8}\right]^{0.179}} \quad \text{for } 0 \leq \bar{U}_v \leq 100\%$$

(2) Thoát nước hướng tâm

Với $F(n) = \ln(n) - 0.75$ Cho trường hợp không có sự xáo động và không có well resistance

$$F(n) = \ln\left(\frac{n}{s}\right) - 0.75 + \left(\frac{k_h}{k_s}\right) \ln(s)$$

Cho trường hợp xáo động

$$n = d_e/d_w \quad s = d_s/d_w \quad d_w = 2(a+b)/n$$

$$d_e = 1.128 \times \text{khoảng cách} \quad \text{với lưới ô vuông}$$

$$d_e = 1.05 \times \text{khoảng cách} \quad \text{với lưới tam giác}$$

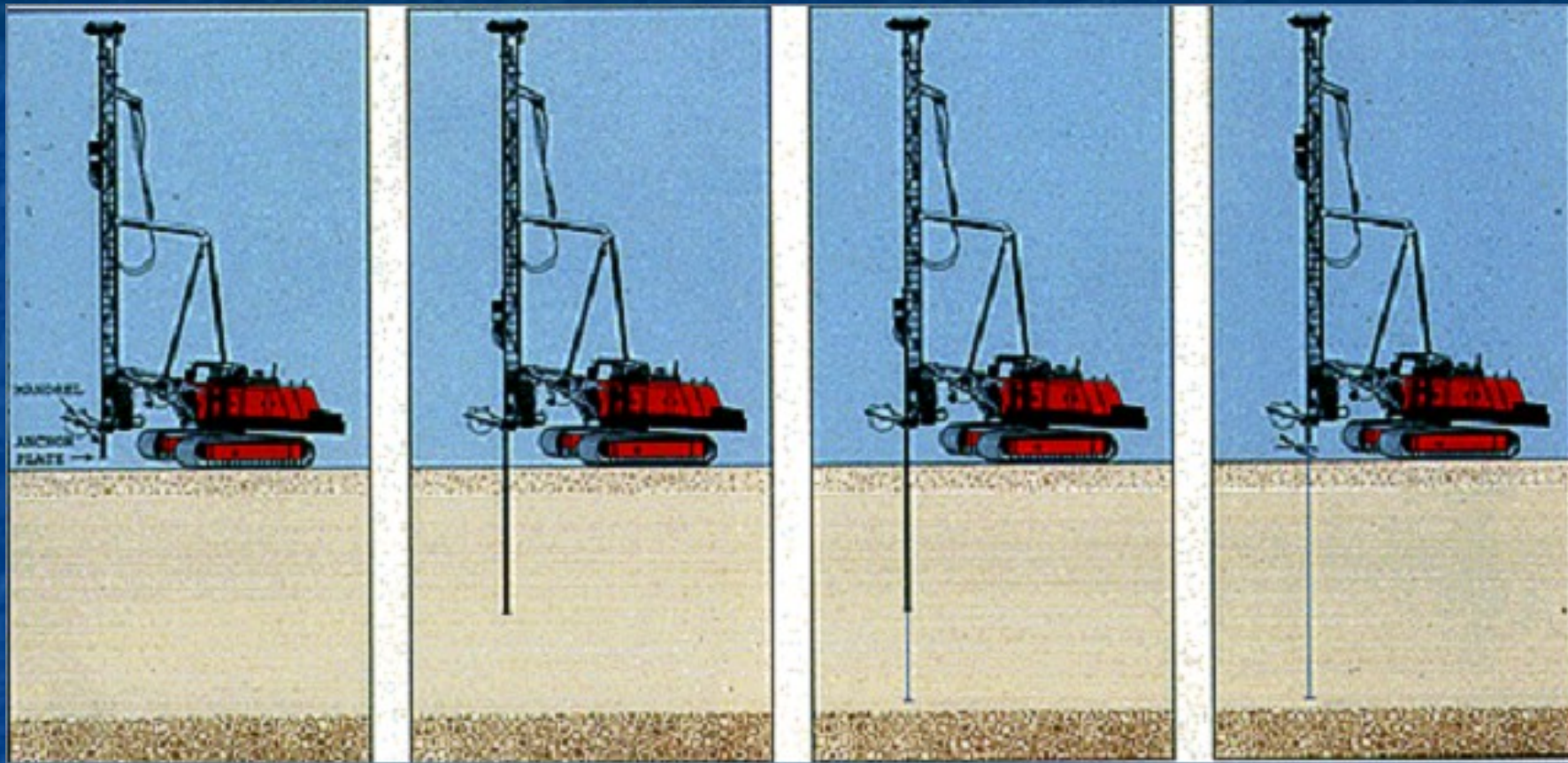
$$ds = \text{đường kính ngoài của vành đai vùng xáo động}$$

(3) Phương trình Carillo:

$$(1 - U_{vh}) = (1 - U_v) \times (1 - U_h)$$

1-3 Lắp dựng

Lắp dựng PVD

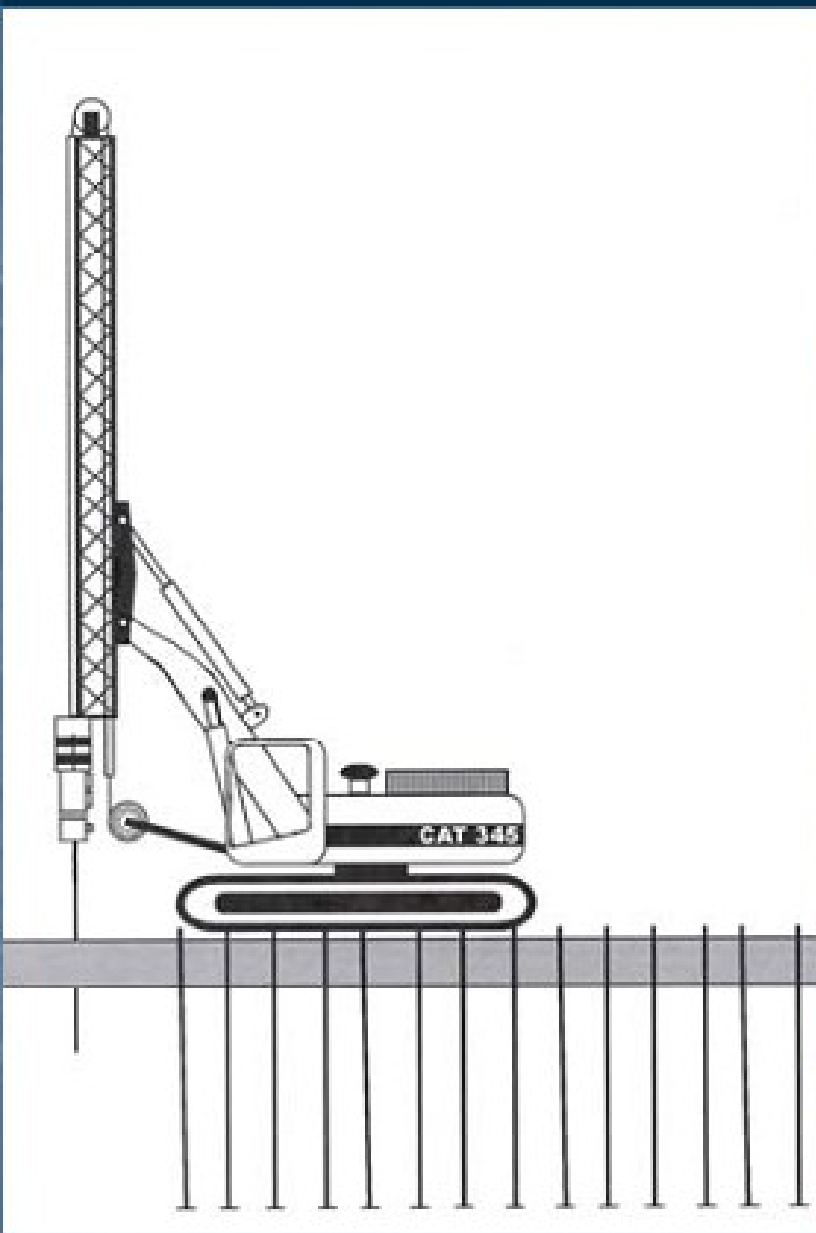


Thiết bị lắp đặt

Dẫn động lõi

Tách lõi

Cắt

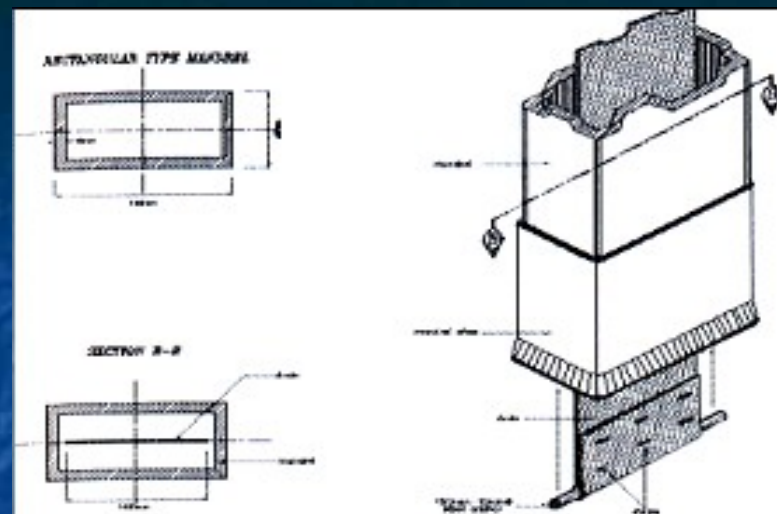


Các loại thiết bị lắp đặt ống thoát nước đứng

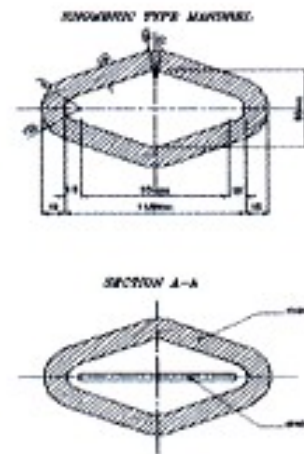
	Type of base machine	Weight of base (t)	Penetration Power (t)	Height of Rig (m)	Max penetration depth (m)	Mechanism of Penetration	Max production / day (m/14 hrs)
Cofra	O & K Excavator	70 - 110	20 - 30	36 - 55.5	50.5	Hydraulic motor	30,000
Econ	O & K Excavator	70 - 120	20 - 30	36 - 56.1	51.2	- do -	27,000
Yuyang	Crane	77 - 100	25 - 30	52.5 - 55.8	52.8	Hydraulic motor	10,000
						sprocket & chain	
Chosuk	Daewoo - Solar	45	25	54.6	51	Hydraulic motor	12,000
	450 - Excavator					multi pulley system	
Dae Yang	Daewoo - Solar	33 - 55	20 - 34	42 - 56	51	Hydraulic motor	13,500
	450 - Excavator					Push in roller	
						and clamp	
B + B	Excavator	-	-	31 - 47	29 - 45	Hydraulic	19,200
						sprocket & chain	
B + B	Excavator	-	-	43 - 50	41 - 48	Vibro push in	8,600



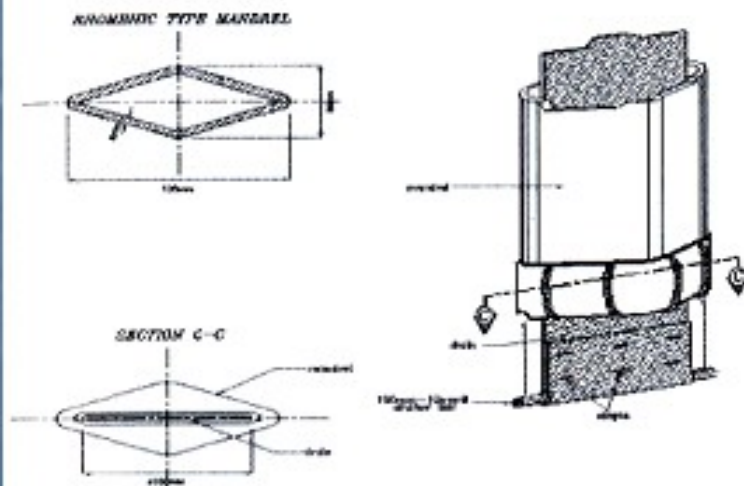




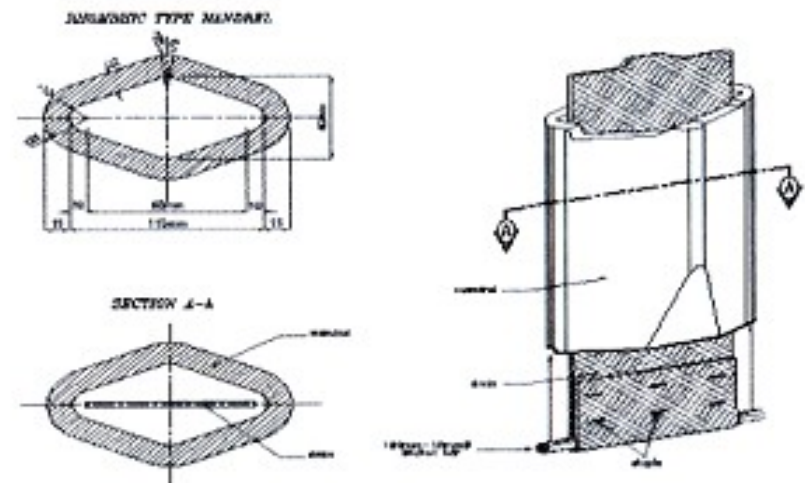
MANDREL USED BY ECON
RECLAMATION AT CHANGI EAST - PHASE 1B



MANDREL USED BY DAE YANG
RECLAMATION AT CHANGI EAST - PHASE 1B



MANDREL USED BY B+B (STATIC RIC)

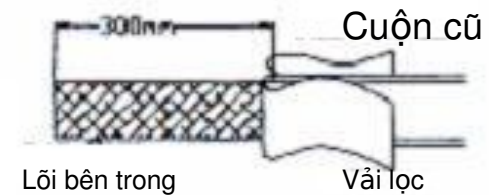


MANDREL USED BY DAE YANG
(STATIC-FRICTION ROLLER DRIVEN)

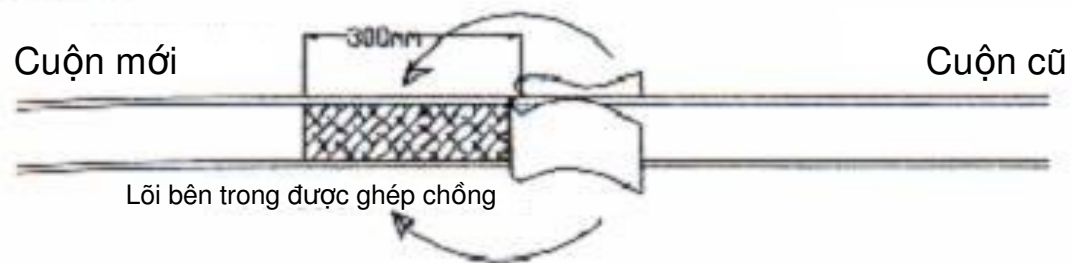
Các loại lõi

Ghép nối

Cuộn mới



Đặt lỗ đã mở vào cuộn mới và đảm bảo đoạn nối ngay ngắn, thẳng.



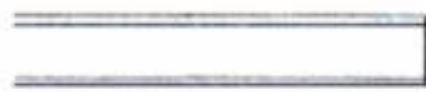
Gấp ngược trở lại vải lọc và gắn chặt đoạn mở bằng băng dính và ghim như sau



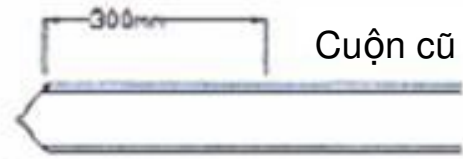
Ghép nối



Cuộn mới



Cuộn cũ



- Chiều dài đoạn nối nên là 300mm

Cuộn mới



Cuộn cũ

Lõi bên trong được ghép nối

- Gắn chặt đoạn mở bằng băng dính và ghim như sau

Cuộn mới



Cuộn cũ

Gắn chặt bằng băng dính

Gắn chặt bằng ghim

Theo Bo et al. (2003)

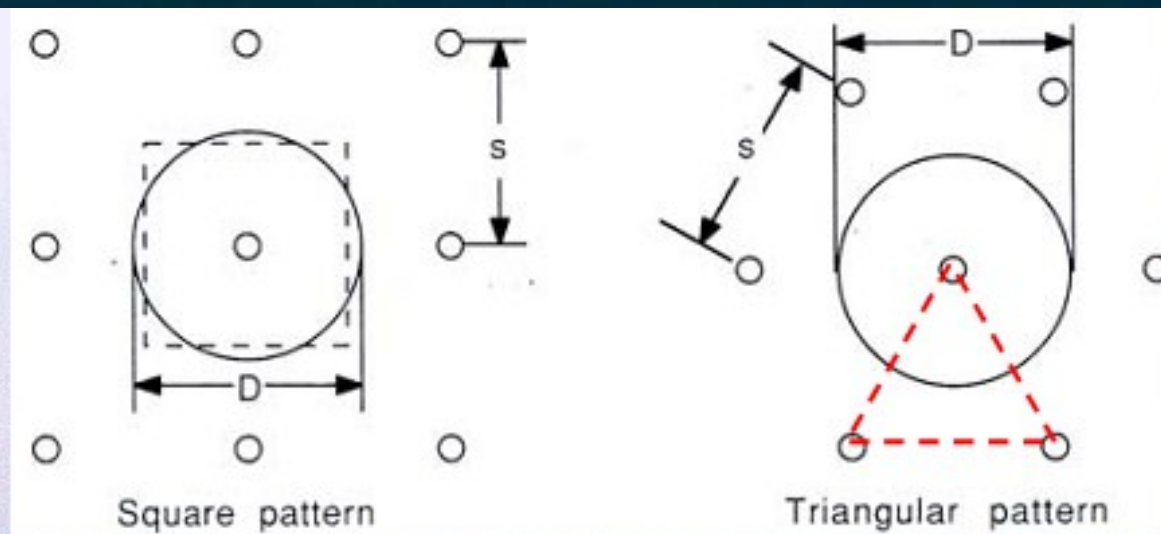


Lắp đặt vật thoát nước đứng



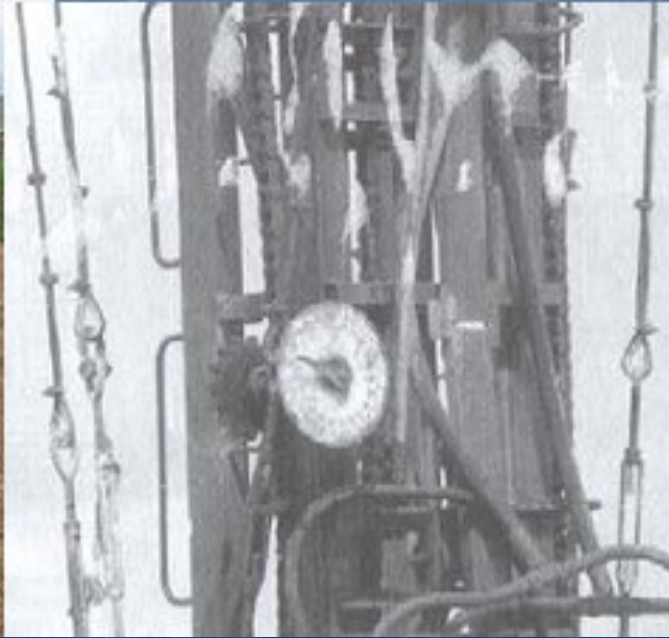
Dung dịch bùn được theo dõi trong suốt quá trình lắp đặt ống trong đất mềm





Khu vực được lắp đặt các ống thoát nước đứng

Các máy đo chiều sâu lắp đặt



Gia tải trước bằng cách
sử dụng khối đắp hoặc
áp suất chân không



1.4 Kiểm soát chất lượng và các lưu ý thực tế

1.4.1 Thuật ngữ

1.4.2 Các tính chất của PVD

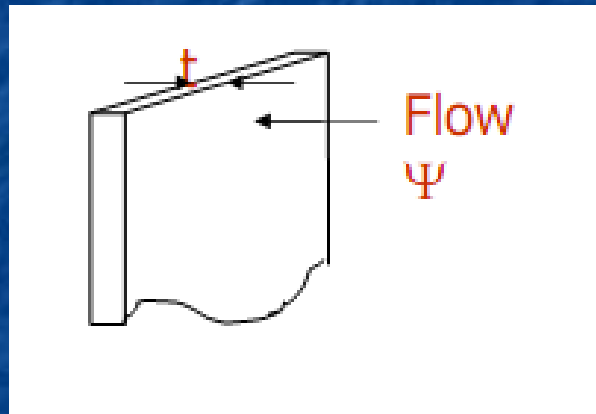
1.4.3 Các nhân tố chi phối việc lựa chọn PVD

1.4.4 Các thí nghiệm kiểm soát chất lượng

1.4.5 Những lưu ý thực tế

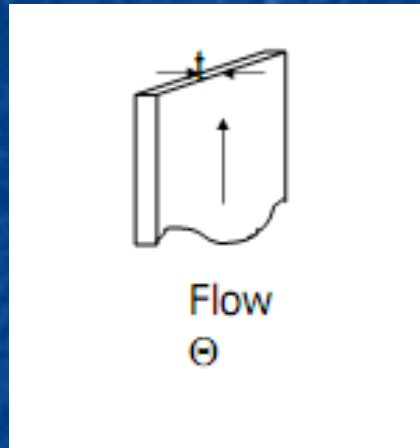
1.4.1 Thuật ngữ -1

- Hằng số điện môi của lưới lọc, $= k_n/t$, 1/s
(Độ thấm của lưới lọc/chiều dày)



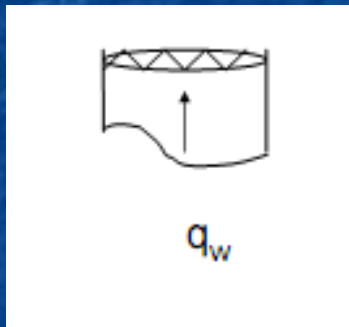
Thuật ngữ -2

- Hệ số lan truyền lưới lọc, $= k_d t$, m^2/s
Hệ số thấm trong mặt phẳng x chiều dày



Thuật ngữ -3

- Lưu lượng lỗ thoát: $q_w = Q/i$, m³/s



Vận tốc lưu lượng

Thuật ngữ -4

- **Hệ số lưu lượng**

$$D = \frac{q_w}{k_h l_m^2}$$

Hiệu quả của PVD trong việc thoát nước phụ thuộc không chỉ vào dung lượng dòng chảy mà còn vào độ thấm của đất và chiều dài lỗ thoát.

Thuật ngữ -5

- Kích thước mở biểu kiến (AOS)

AOS thường được định nghĩa là kích cỡ lớn hơn 95% hoặc 90% lỗ rỗng của lưới, được kí hiệu là O_{95} , O_{90} .

Thuật ngữ -6

- D_{85} của đất

D_{85} được sử dụng để xác định kích cỡ hạt đất. Nó được định nghĩa là kích cỡ lớn hơn 85% cỡ hạt đất được xác định từ đường cong phân bố kích cỡ hạt

Đôi khi, D_{90} , D_{50} , hay D_{15} cũng được dùng

1.4.2 Các tính chất của PVD

Với dòng chảy hướng tâm thuần túy, độ cố kết trung bình, U_h , đạt được tại độ sâu z nào đó, có thể được tính toán như sau:

Hệ số thấm của đất

$$U_h = 1 - \exp\left(-\frac{8c_h t}{\mu D^2}\right)$$

Hệ số cố kết hướng tâm
của đất

Đường kính khu vực xáo
động

$$\mu = \ln\left(\frac{D}{d_s}\right) + \frac{k_h}{k_s} \ln\left(\frac{d_s}{d_w}\right) - \frac{3}{4} + \pi z (2l_m - z) \frac{k_h}{q_w}$$

**Well
resistance**

Hệ số thấm của đất
xáo động

$$d_w = 2(a + b) / \pi$$

Dung lượng dòng chảy
của PVD

Đường kính ống thoát
tương đương

1.4.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của PVD

Dung lượng dòng chảy

Cường độ chịu kéo

Lưới lọc

Dung lượng dòng chảy

- Thông thường, **well resistance** được bỏ qua trong tính toán. Vì vậy, phải đảm bảo rằng lưu lượng dòng chảy của ống thoát là đủ để **well resistance** là không đáng kể
- Lớn bao nhiêu là đủ?

Dung lượng dòng chảy (tiếp)

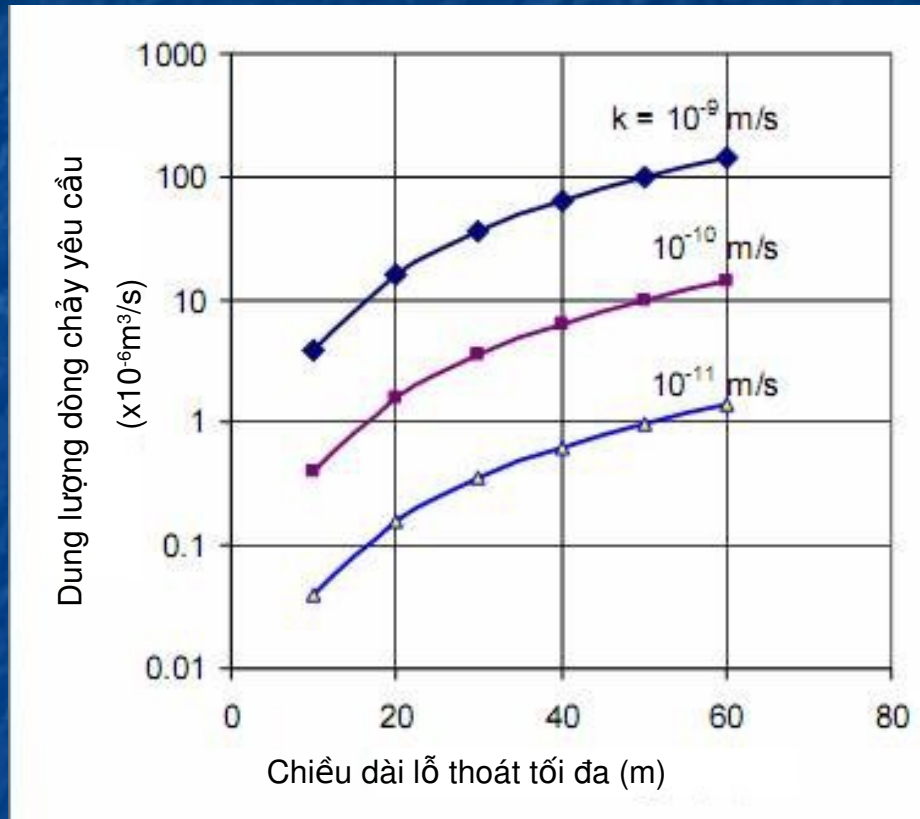
- Điều kiện để well resistance là không đáng kể là:

$$D = \frac{q_w}{k_h l_m^2} \geq 7.85$$

$$q_{req} \geq 7.85 F_s k_h l_m^2$$

Fs là hệ số an toàn, $F_s = 4 \sim 6$

Dung lượng dòng chảy (tiếp)



Dung lượng dòng chảy (tiếp)

Nếu dùng $F_s = 5$, $k_s = 10^{-10}\text{m/s}$, và $l_m = 25\text{m}$ thì $q_w = 2.45 \times 10^{-6}\text{m}^3/\text{s}$, hay $82\text{m}^3/\text{năm}$. Nếu $l_m = 50\text{m}$ thay vì 25m thì $q_w = \underline{9.81 \times 10^{-6}\text{m}^3/\text{s}}$, hay $327\text{m}^3/\text{năm}$.

Nếu $k_s = 10^{-9}\text{m/s}$ thay vì 10^{-10}m/s thì $q_w = \underline{98.1 \times 10^{-6}\text{m}^3/\text{s}}$, hay $3270\text{m}^3/\text{năm}$.

Cường độ chịu kéo

- Để chịu tải trọng gây kéo tác dụng lên PVD trong quá trình lắp đặt.
- Thông thường, yêu cầu vật thoát nước đứng có cường độ chịu kéo lớn hơn 1kN ở biến dạng kéo 10% ở điều kiện khô hoặc ướt.
- Đôi khi, sự thắt hẹp lâu dài có thể xuất hiện. Điều này làm giảm dung lượng dòng chảy.

Lưới lọc

- Khả năng giữ đất

$$O_{95} \leq (2 \sim 3) D_{85} \quad (D_{85}=0.01 \sim 0.03\text{mm})$$

Và

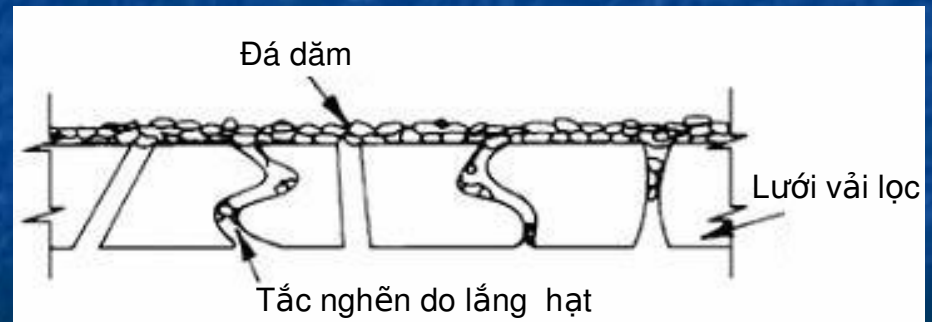
$$O_{50} \leq (10 \text{ to } 12) D_{50} \quad (D_{50}=0.001 \sim 0.002\text{mm})$$

- Độ thấm

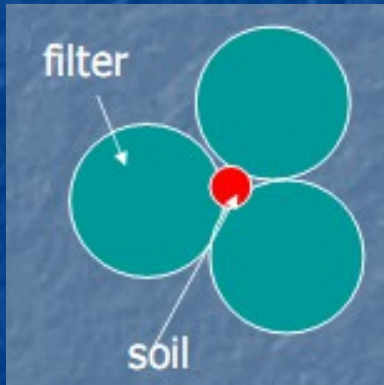
$$K_f \geq 10 k_s \quad (\text{Thường không phải là một vấn đề})$$

- Chống tắc nghẽn

- $n \geq 30\%$
- $O_{95} \leq 3 D_{15}$
- $O_{15} \leq (2 \text{ đến } 3) D_{10}$



Các tiêu chí thiết kế lưới lọc



Terzaghi và Peck (1948) đề nghị như sau:

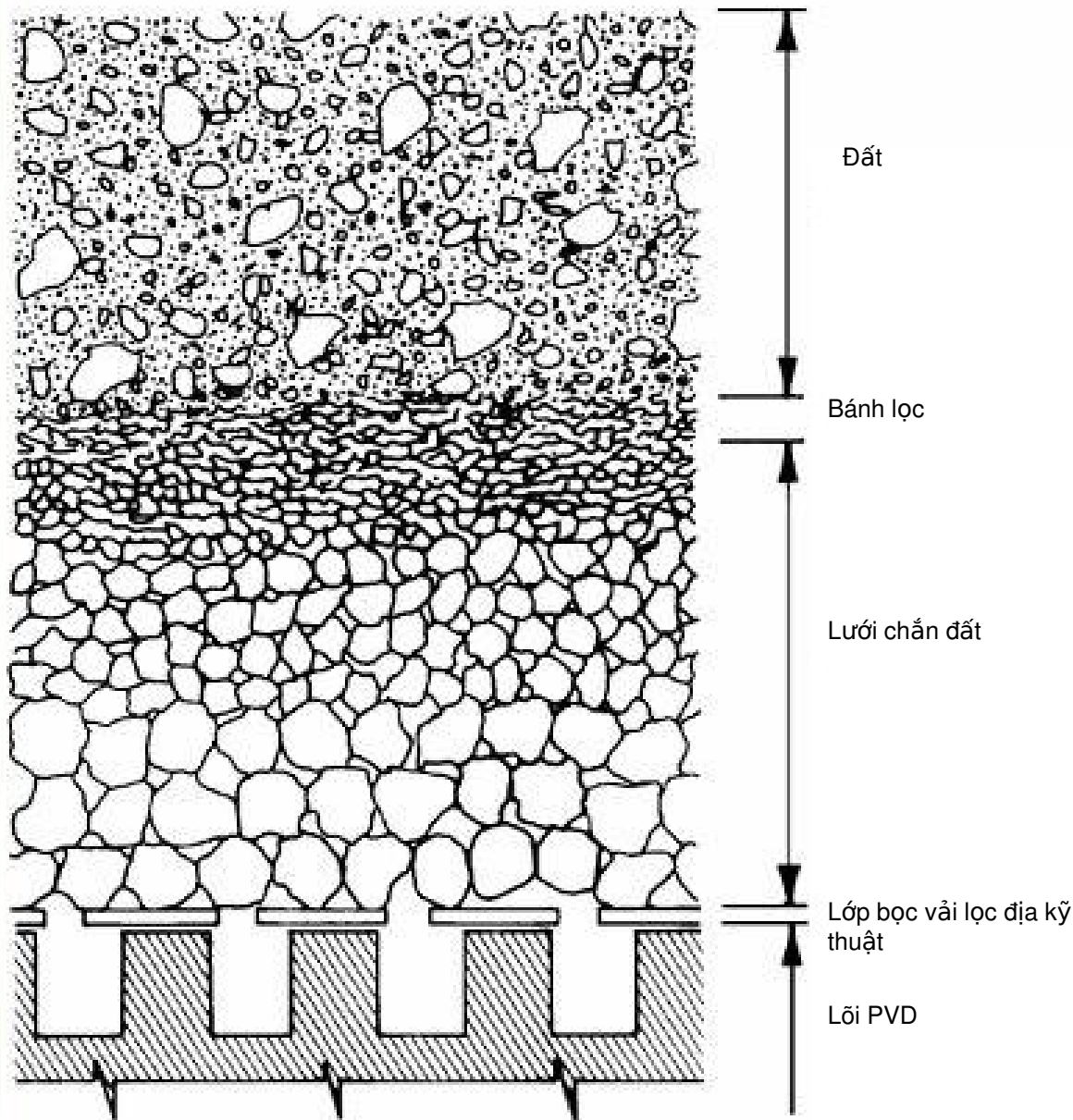
Với tính giữ nước:

$$D_{15}(F) < 4D_{85}(S)$$

Với tính thấm

$$D_{15}(F) > 4D_{15}(S)$$

Cách lưới lọc làm việc



1.4.4 Thí nghiệm kiểm soát chất lượng

Dung lượng dòng chảy

Cường độ chịu kéo

Độ thấm và AOS của lưới lọc

Sự cần thiết của việc thí nghiệm kiểm soát chất lượng

- Vài triệu mét PVD có thể được sử dụng trong một dự án và sự cung cấp mất một vài tháng. Chúng ta phải biết đặc tính của sản phẩm. Cách duy nhất để kiểm tra là tiến hành thí nghiệm kiểm soát chất lượng.
- Không thể so sánh trực tiếp hệ số q_w được cung cấp bởi các nhà cung cấp trừ khi các vật thoát nước được thí nghiệm theo cùng một cách.

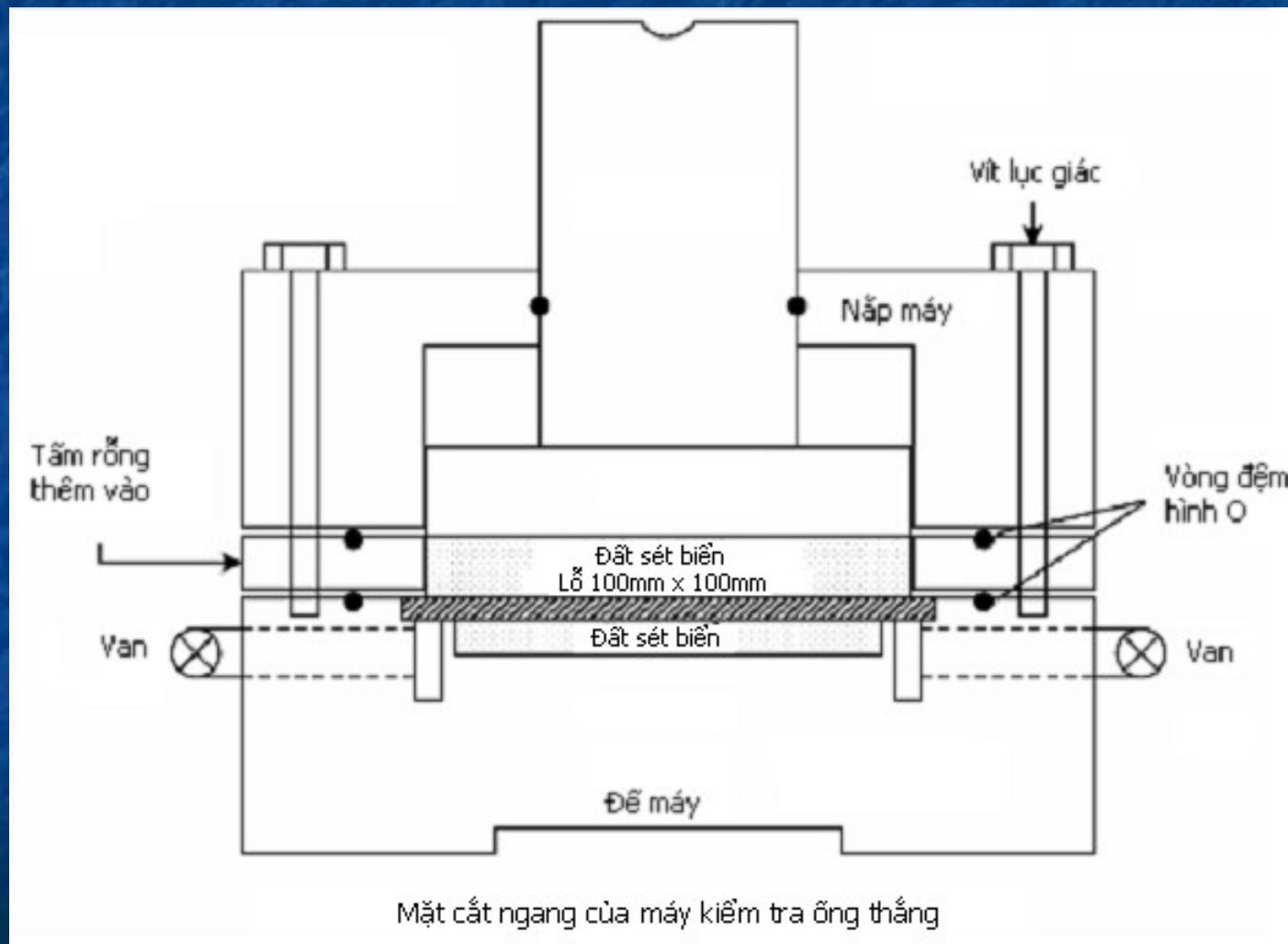
Dung lượng dòng chảy

- Thường được xác định theo các điều kiện thẳng và bị biến dạng.
- Các kiểu kiểm tra
 - Máy kiểm tra vật thoát nước thẳng
 - Máy kiểm tra vật thoát nước bị cong
 - Máy kiểm tra vật thoát nước bị vặn xoắn

Các thí nghiệm về dung lượng dòng chảy

- ASTM 4716 không phải là tiêu chuẩn cho thí nghiệm này, mặc dầu nó thường được sử dụng.
- Vật thoát nước được thí nghiệm phải được gắn vào đất.

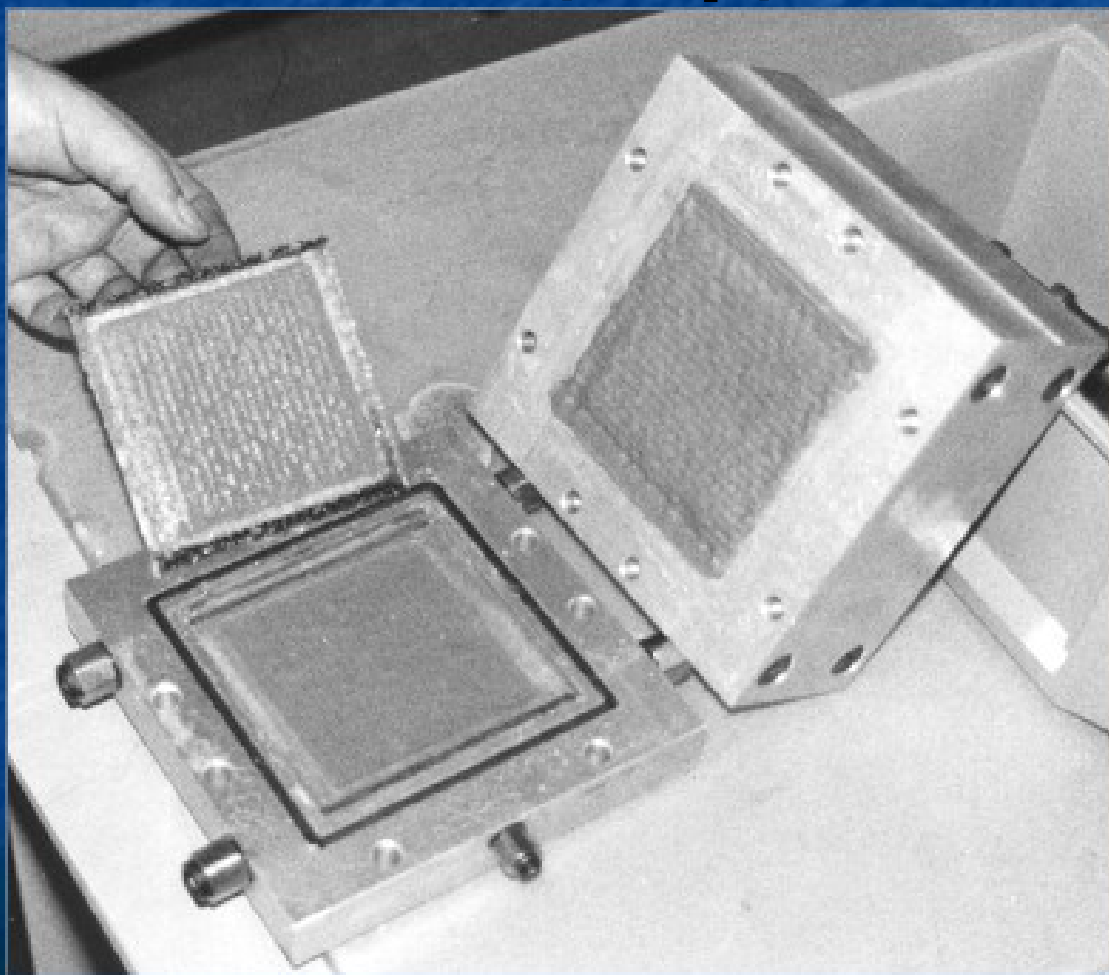
Máy kiểm tra ống thẳng



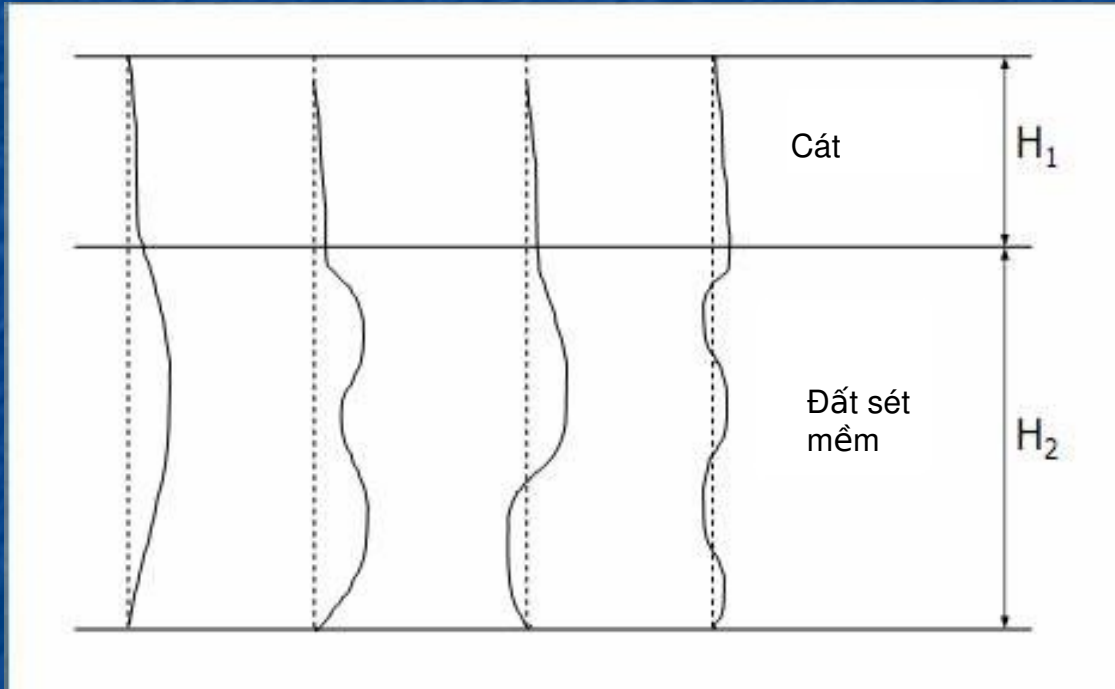
Máy kiểm tra vật thoát nước thẳng (tiếp)

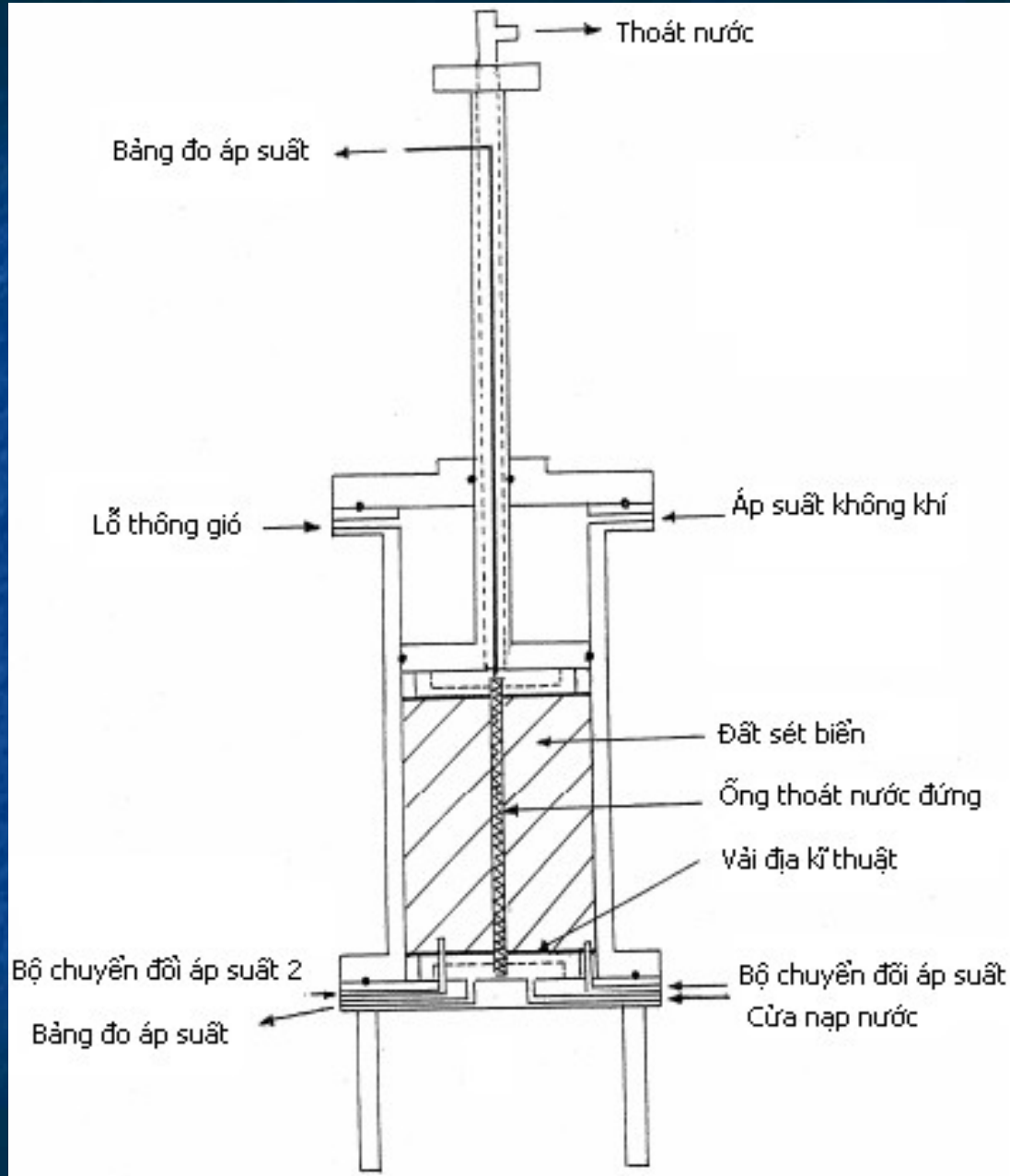


Máy kiểm tra vật thoát nước thẳng (tiếp)



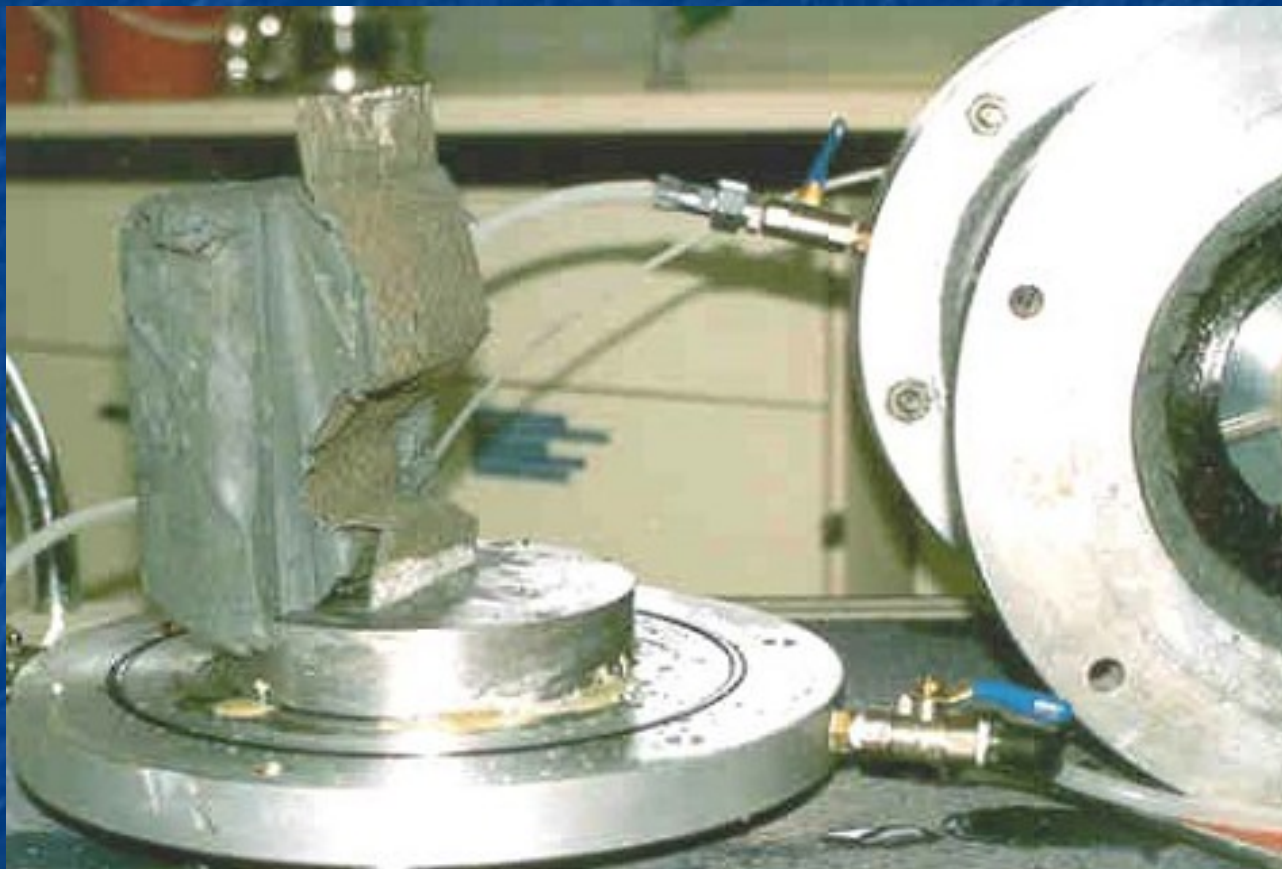
Sự cong vênh của vật thoát nước thẳng



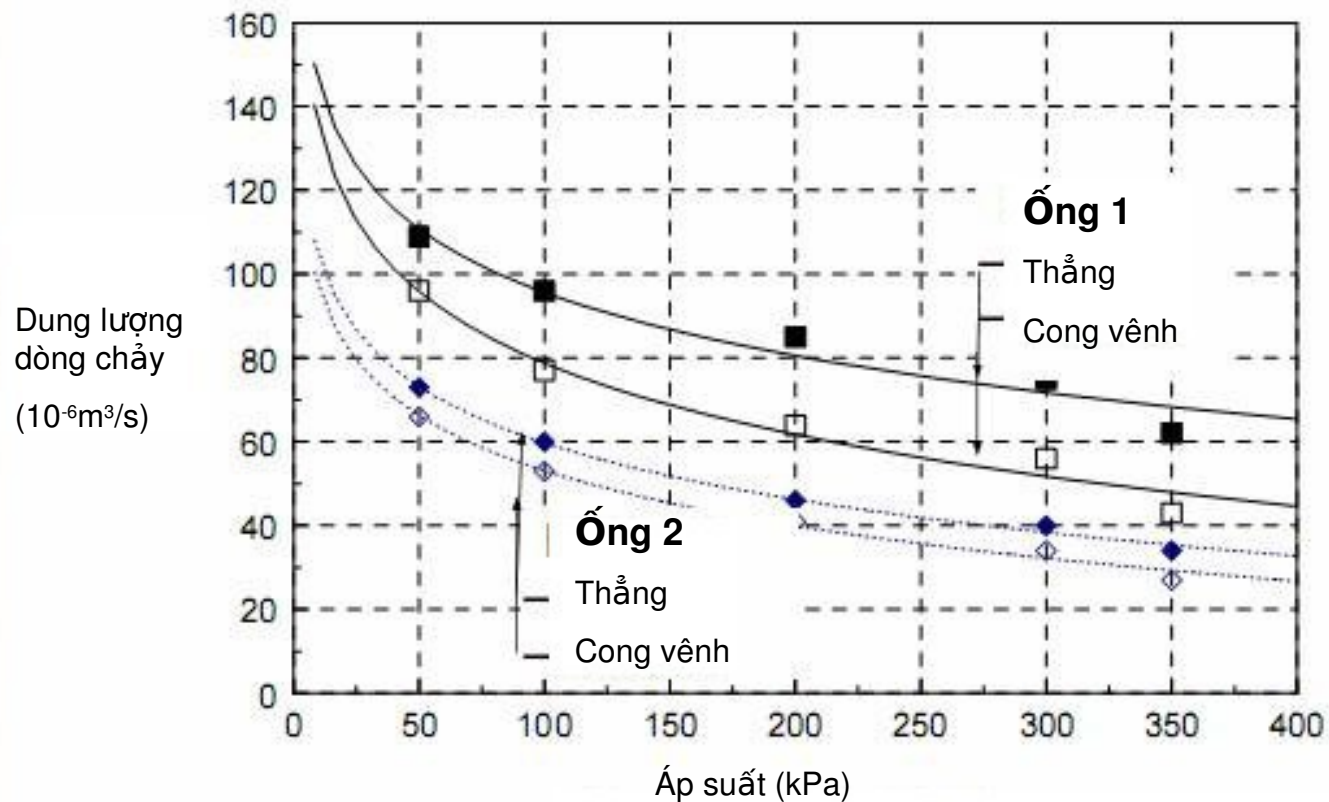


Máy kiểm tra công vênh

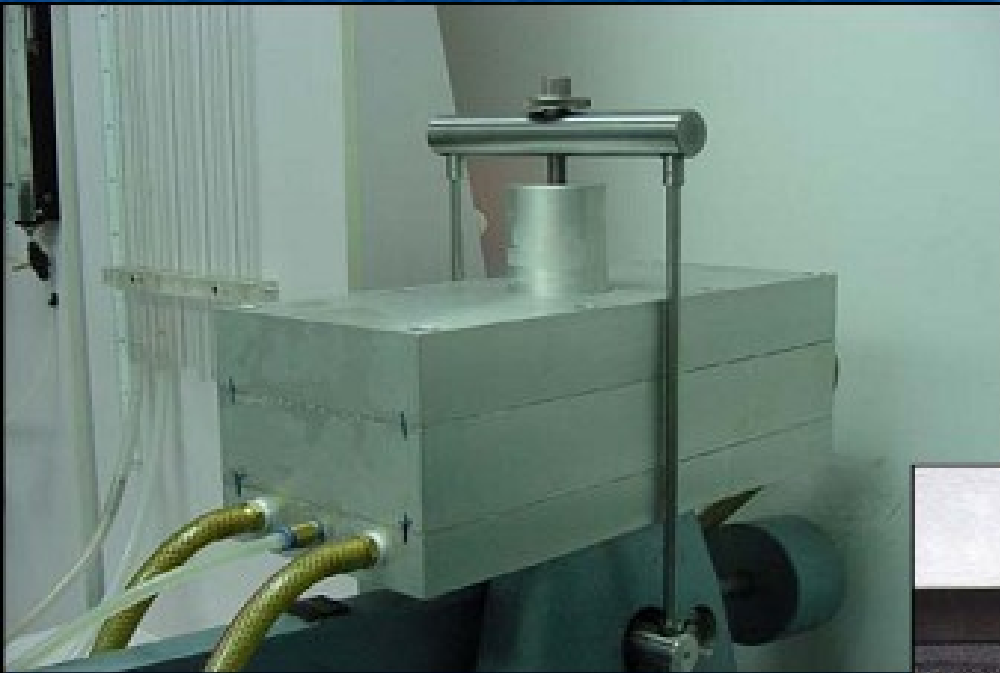
Máy kiểm tra cong vênh



Ví dụ - Dung lượng dòng chảy



Máy thí nghiệm vận xoắn



Thảo luận về đo q_w

- Việc đo q_w ảnh hưởng bởi độ dốc thủy lực i . i càng lớn thì q_w càng nhỏ. Thường như $i = 0.5$ là giá trị thích hợp nhất cho việc xác định q_w .
- q_w là số đo dung lượng dòng chảy trong mặt phẳng tấm của ống. Việc đo này không bị ảnh hưởng bởi hiệu ứng xáo động. Với cùng lí do, nó cũng không bị ảnh hưởng bởi kích cỡ của lớp đất được dùng để gắn ống thoát.

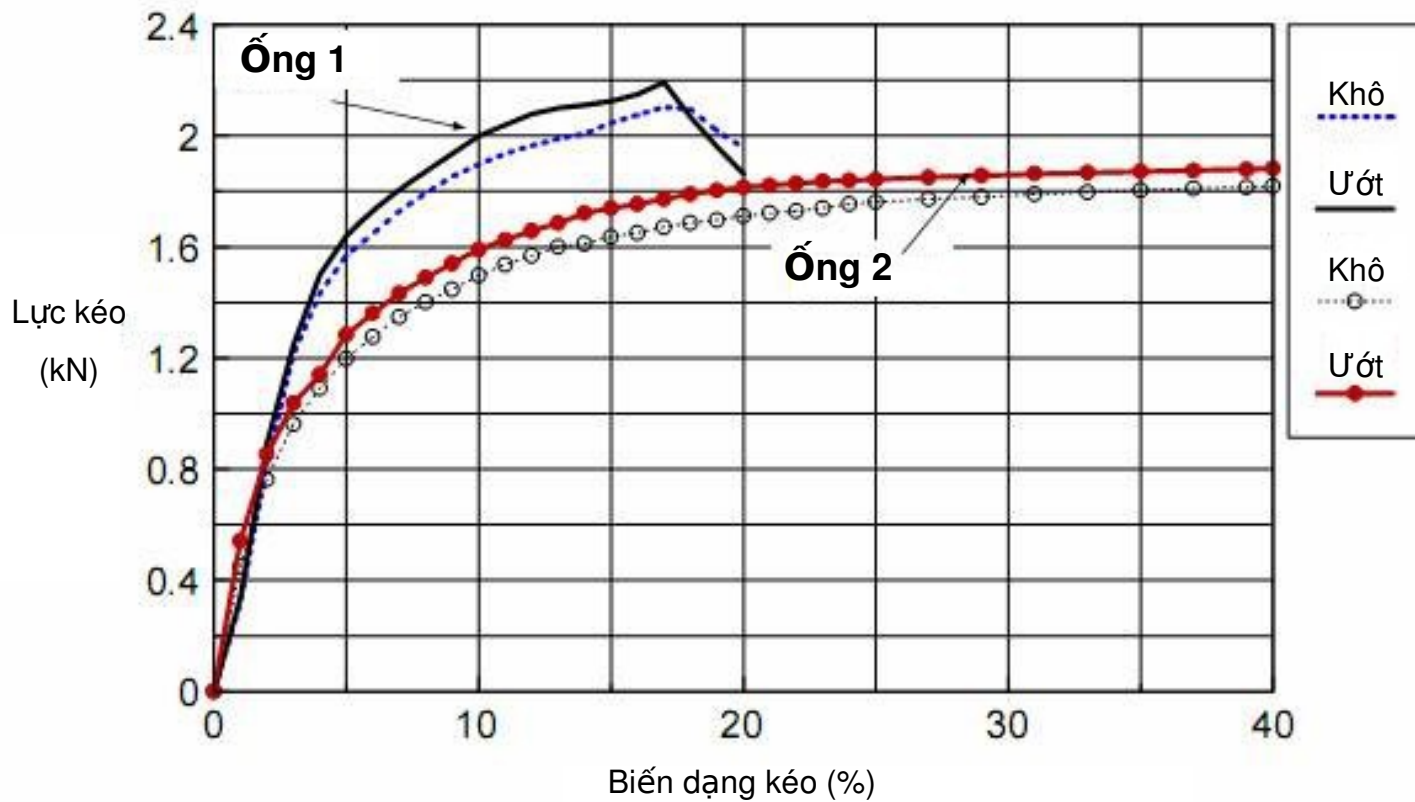
Thảo luận về đo q_w (tiếp)

- Trong thực tế, các vật thoát nước làm việc cùng với nhau. Đó là hiệu ứng tổng thể có tính chất quan trọng. Vì thế, các vật thoát nước phải được kiểm tra theo các điều kiện đặc trưng nhưng không phải khắt khe nhất.
- q_w giảm theo thời gian, tốc độ cố kết cũng vậy.



**Kiểm tra
cường
độ chịu
kéo**

Ví dụ - Kiểm tra cường độ chịu kéo



Độ thấm của lưới lọc

$$k = \frac{Q\delta}{A\Delta ht} R_t$$

Được chỉ dẫn bởi
ASTM D4491-96, độ
thấm được dùng như
giá trị tương ứng với
một mức nước 50mm



AOS của lưới lọc



AOS của lưới lọc (tiếp)

$$B = 100 P / T \quad (4.14)$$

Trong đó: B = Số hạt lọt qua mẫu %

P = Khối lượng các hạt thủy tinh trong bàn, g

T = Tổng khối lượng các hạt thủy tinh đã sử dụng, g

Bảng 4.2 Phần trăm phân bố kích cỡ tích lũy của mặt cầu
có đường kính bé hơn kích cỡ được chỉ thị

Weight (%)	2.7	10.9	19.2	24.7	28.9	33.3	36.8	38.4	40.1	43.6
Diameter (μm)	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76

Kiểm soát chất lượng của PVD



Kiểm soát chất lượng của PVD (tiếp)



Thiết bị đo chiều dài vật thoát nước

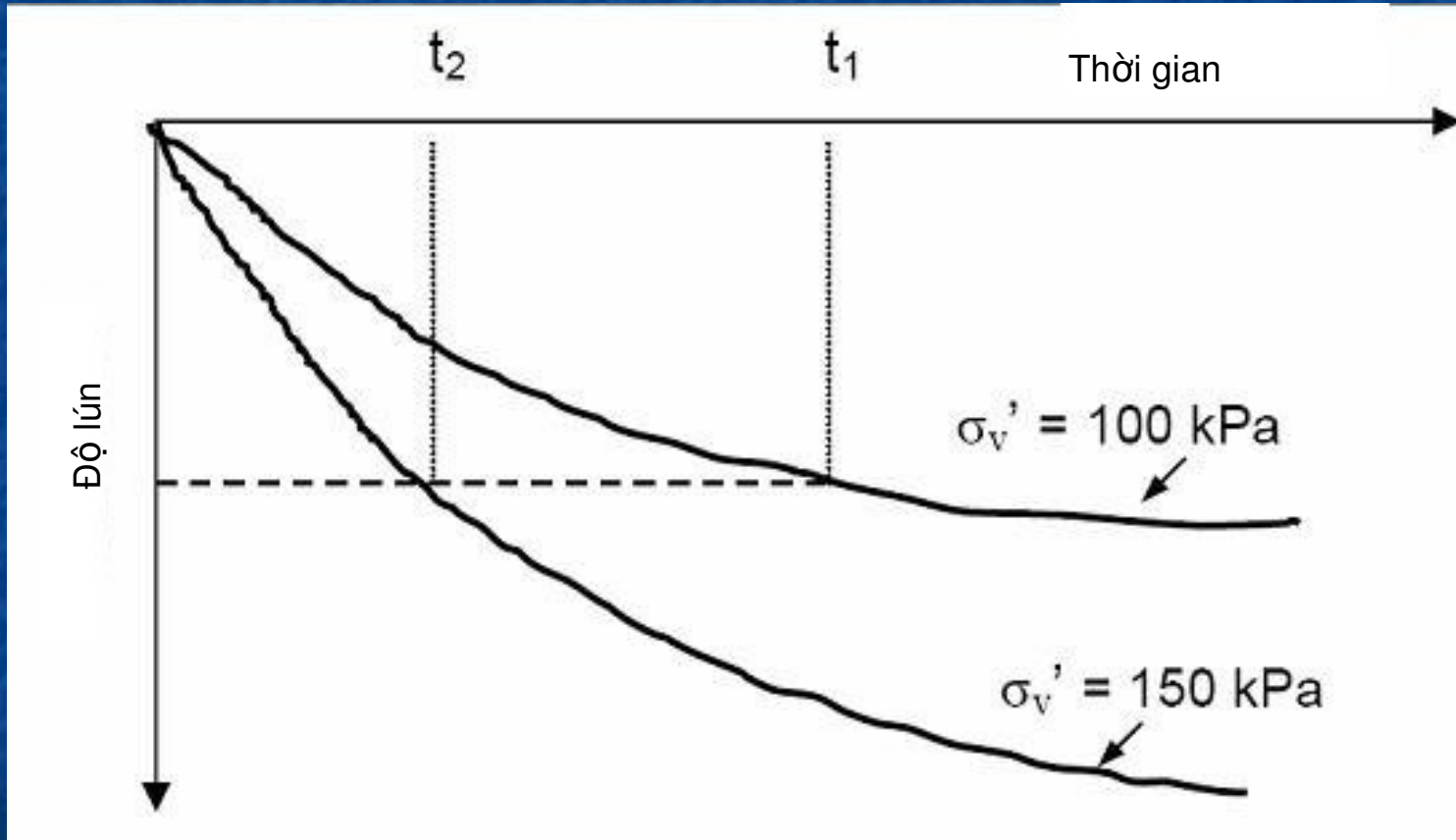
1.4.5 Những lưu ý thực tế

- Lựa chọn vật thoát nước có dung lượng dòng chảy tương xứng với nhu cầu:

$$q_{req} \geq 7.85 F_s k_h l_m^2$$

- Lựa chọn lưới lọc có AOS tương ứng với đất được cải thiện. Với đất sét biển ở Singapore: $O_{95} \leq (4-7.5)D_{85}$. $D_{85} = 0.01-0.02\text{mm}$. Theo kinh nghiệm, lưới lọc càng dày càng tốt. Khối lượng/diện tích $> 90\text{g/m}^2$.
- Khoảng cách giữa các vật thoát nước càng nhỏ, hiệu ứng xáo động càng đáng kể.
- Việc đâm xuyên hoàn toàn của vật thoát vào lớp đất sét mềm có thể không cần thiết.

Việc giảm thời gian cố kết thông qua việc áp dụng chất tải cao hơn



Tổng kết 1

- Việc lựa chọn PVD được quyết định không chỉ bởi bản thân vật thoát nước mà còn bởi chiều dài lỗ thoát và độ thấm của đất. Vì vậy ta không thể theo các đặc điểm kỹ thuật mà không xem xét các điều kiện công trường và bản chất của dự án.

Tổng kết 2

- Dung lượng dòng chảy q_w phải đủ lớn để hiệu ứng lỗ khoan có thể được bỏ qua.
- Các vật thoát nước phải đủ cường độ chịu kéo. AOS của lưới lọc phải tương ứng với kích cỡ hạt của đất. Độ thấm của lưới lọc cũng phải đủ lớn

Tổng kết 3

- Các thí nghiệm kiểm soát chất lượng cần được tiến hành trong một dự án để so sánh và xác nhận các đặc tính của PVD, để đảm bảo các giả thiết tính toán là thỏa mãn và để đảm bảo tính bền vững về chất lượng.
- Một vài phương pháp và thiết bị thí nghiệm đơn giản cho thí nghiệm kiểm soát chất lượng PVD đã được giới thiệu

Nhận xét kết luận

- Để thực hiện thành công một dự án tiêu thoát nước cần phải tiến hành xem xét nhiều yếu tố như khu vực tiến hành và các điều kiện của đất, những yêu cầu của khách hàng, kiểm soát chất lượng vật thoát, phương pháp lắp đặt, kinh nghiệm nhà thầu, sự đánh giá và diễn giải của các trang thiết bị, phòng thí nghiệm và các dữ liệu thí nghiệm hiện trường. Vì vậy, một phương pháp tổng thể cho tính toán vật thoát được chấp thuận và kinh nghiệm đóng một vai trò thiết yếu trong việc đạt được kết quả mong muốn.

**Xin cảm ơn các bạn đã
theo dõi!**