

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 9153:2012**

**Xuất bản lần 1**

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI – PHƯƠNG PHÁP CHỈNH LÝ  
KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM MẪU ĐẤT**

*Hydraulic structures – Method for correction of soil test results*

**HÀ NỘI - 2012**

**MỤC LỤC**

Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Thuật ngữ và định nghĩa .....	5
3 Quy định chung .....	6
4 Các bước chỉnh lý.....	6
Phụ lục A .....	17
Phụ lục B .....	24
Phụ lục C .....	26
Phụ lục D .....	27
Phụ lục E .....	28
Phụ lục F .....	30
Thư mục tài liệu tham khảo .....	38

**Lời nói đầu**

**TCVN 9153:2012** được chuyển đổi từ **20 TCN 74-87** của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn theo quy định tài khoản 1 điều 69 của Luật tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

**TCVN 9153:2012** do Viện thủy điện và năng lượng tái tạo – Viện khoa học thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

# Công trình thủy lợi – Phương pháp chỉnh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất

*Hydraulic structures – Method for correction of soil test results*

## 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra phương pháp chỉnh lý thống kê các đặc trưng vật lý và cơ học của mẫu đất trong khảo sát địa chất công trình nhằm tính các giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán cần thiết để thiết kế và thi công các công trình thủy lợi (bao gồm cả thủy điện).

## 2 Thuật ngữ và định nghĩa

### 2.1 Đơn nguyên địa chất công trình

Đơn vị địa chất công trình cơ bản mà tại đó tiến hành chỉnh lý thống kê các chỉ tiêu đặc trưng địa chất công trình.

Một đơn nguyên địa chất công trình (hay còn được gọi là lớp, đới đất đá) là một thể tích đất đồng nhất có cùng loại tên gọi và thỏa mãn một trong những điều kiện sau:

- Các đặc trưng của đất trong phạm vi một đơn nguyên biến thiên không có tính quy luật;
- Nếu các đặc trưng của đất biến thiên có quy luật thì quy luật này có thể bỏ qua khi thỏa mãn điều kiện ghi trong 4.2.1.6, được đặc trưng bởi các giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán của các chỉ tiêu tính chất của đất không đổi.

VÍ DỤ: Lớp đất sét, lớp đất cát, đới đất sườn tàn tích, đới đá phong hóa mảnh liệt v.v... là một đơn nguyên địa chất công trình.

### 2.2 Giá trị tiêu chuẩn

Giá trị trung bình cộng của các kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu đặc trưng cho tính chất của đất (trừ lực dính đơn vị và góc ma sát trong) trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình.

Giá trị tiêu chuẩn của lực dính đơn vị và góc ma sát trong là các thông số của quan hệ tuyến tính giữa sức chống cắt và áp lực pháp tuyến theo phương pháp bình quân nhỏ nhất.

## **TCVN 9153:2012**

### **2.3 Giá trị tính toán**

Giá trị đặc trưng cho tính chất của đất trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình, được xác lập từ các kết quả thí nghiệm với một xác suất tin cậy cho trước, dùng để tính toán thiết kế xây dựng công trình, bằng giá trị tiêu chuẩn chia cho hệ số an toàn về đất quy định tại điều 4.2.2.1.3.

### **2.4 Chỉ tiêu đơn**

Những chỉ tiêu tính chất của đất được biểu thị bởi một giá trị của chỉ tiêu đó, ví dụ: Khối lượng thể tích, độ ẩm, mudun biến dạng v.v...

### **2.5 Chỉ tiêu kép**

Chỉ tiêu tính chất của đất được biểu thị đồng thời hai giá trị, ví dụ: sức chống cắt của đất được biểu thị bởi góc ma sát trong và lực dính đơn vị, sức kháng xuyên được biểu thị bởi sức kháng mũi xuyên và ma sát thành đơn vị.

## **3 Quy định chung**

**3.1** Chinh lý thống kê tiến hành đối với tập hợp ngẫu nhiên các giá trị chỉ tiêu cơ lý của đất, xác định trong phòng thí nghiệm hoặc ngoài hiện trường. Đối với tập hợp mà trong đó các chỉ tiêu biến đổi có quy luật (thường theo độ sâu) thì chinh lý thống kê nhằm xác định các thông số của phương trình biểu diễn mối quan hệ tuyến tính hoặc tuyến tính từng đoạn của giá trị đó.

**3.2** Các chỉ tiêu thí nghiệm trong chinh lý thống kê phải được xác định cùng một phương pháp.

Chinh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất tiến hành theo hai bước:

- Phân chia các đơn nguyên địa chất công trình
- Xác định các giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán các đặc trưng của đất (chỉ tiêu đơn và chỉ tiêu kép).

**3.3** Phương pháp chinh lý thống kê sử dụng trong tiêu chuẩn tuân theo luật phân phối chuẩn.

**3.4** Số lượng chỉ tiêu thí nghiệm mẫu đất cho một tập hợp thống kê không ít hơn 6.

## **4 Các bước chinh lý**

### **4.1 Phân chia các đơn nguyên địa chất công trình**

**4.1.1** Từ các kết quả khảo sát địa chất công trình (hố khoan, hố đào, thí nghiệm xuyên tĩnh, xuyên tiêu chuẩn SPT...), lập mặt cắt địa chất công trình mà trên đó sơ bộ phân chia đối tượng

khảo sát ra các đơn nguyên địa chất công trình (lớp, đới đất đá) có xét đến nguồn gốc, loại đất, trạng thái và đặc điểm về kiến trúc, cấu tạo của chúng.

Phân tích các chỉ tiêu tính chất của đất trong mỗi đơn nguyên địa chất công trình đã sơ bộ phân chia, xác định những giá trị quá khác biệt, loại bỏ chúng nếu là do thí nghiệm sai hoặc khoảnh vùng chúng nếu thuộc một đơn nguyên địa chất công trình khác.

#### CHÚ THÍCH:

1) Đối với công trình dẫn nước dài, công trình đầu mối có các hạng mục nằm cách xa nhau được thể hiện kết quả khảo sát bằng các mặt cắt địa chất công trình khác nhau, nếu xét thấy có cùng loại, cùng nguồn gốc, thành phần và trạng thái thỏa mãn định nghĩa nêu tại 2.1 thì có thể đưa vào thành một đơn nguyên địa chất công trình, cùng một ký hiệu.

2) Đối với các bãi vật liệu xây dựng thiên nhiên nằm cách xa nhau, cho dù đất có các đặc điểm nêu trong 4.2.1.2 thì cũng phải xếp thành những đơn nguyên địa chất công trình riêng biệt.

**4.1.2** Để phân chia chính xác ranh giới các đơn nguyên địa chất công trình, cần tiến hành đánh giá quy luật biến đổi không gian các chỉ tiêu tính chất của đất trong phạm vi đơn nguyên địa chất công trình đã sơ bộ phân chia xem chúng có biến đổi ngẫu nhiên hay có quy luật theo một hướng nào đó (thường là theo độ sâu).

Tùy thuộc vào số lượng mẫu của đơn nguyên địa chất công trình mà có thể thực hiện theo các cách sau:

- Đưa kết quả thí nghiệm trực tiếp lên mặt cắt địa chất công trình nếu số lượng mẫu ít hơn 10;
- Vẽ biểu đồ điểm (hay biểu đồ phân tán) của các chỉ tiêu theo độ sâu nếu số lượng mẫu từ 10 đến 30;
- Vẽ biểu đồ mật độ phân phối nếu số lượng mẫu nhiều hơn 30.
  - + Biểu đồ điểm (biểu đồ phân tán) có trục tung biểu thị độ sâu lấy mẫu, trục hoành biểu thị giá trị của chỉ tiêu thí nghiệm. Biểu đồ mẫu được thể hiện trong Phụ lục B.
  - + Biểu đồ mật độ phân phối biểu diễn quan hệ giữa hàm  $\varphi(x)$  theo  $x$ . Hàm  $\varphi(x)$  gọi là hàm mật độ phân phối xác suất của đại lượng ngẫu nhiên  $x$ , được xác định theo công thức:

$$\varphi_{(x_i)} = \frac{k_i}{\Delta x} \quad (1)$$

Trong đó,  $k_i = \frac{n_i}{n}$ , gọi là tần suất xuất hiện của một giá trị chỉ tiêu thí nghiệm,  $n_i$  là tần số xuất hiện của giá trị đó;  $n$  là tổng số thí nghiệm trong đơn nguyên địa chất công trình đang xét.

Biểu đồ mẫu mật độ phân phối được thể hiện trong Phụ lục C.

+ Đối với đất hòn lớn vẽ biểu đồ thành phần hạt, độ ẩm chung và độ ẩm vật chất lấp nhét. Đối với cát thì vẽ biểu đồ thành phần hạt, hệ số rỗng; nếu là cát bụi thì vẽ thêm biểu đồ của chỉ tiêu độ ẩm. Đối với đất dính thì vẽ biểu đồ của các chỉ tiêu chỉ số dẻo, độ sệt và hệ số rỗng.

+ Đối với các công trình có diện phân bố rộng hoặc kéo dài (kênh mương, đường hầm, các bãi vật liệu rộng...) ngoài việc lập biểu đồ điểm, biểu đồ mật độ phân phối theo độ sâu để phân chia lớp theo độ sâu, phải lập biểu đồ điểm, biểu đồ mật độ phân phối theo tuyến công trình hoặc theo hướng dự đoán có sự biến đổi thành phần và tính chất của đất để kiểm tra tính đồng nhất theo không gian, phân chia tiếp đơn nguyên địa chất công trình để đảm bảo tính đồng nhất.

**4.1.3** Nếu các chỉ tiêu tính chất của đất trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình đã sơ bộ phân chia biến đổi một cách ngẫu nhiên (trên biểu đồ điểm không thể hiện tính quy luật và biểu đồ mật độ phân phối chỉ có một cực đại) thì đơn nguyên địa chất công trình đó được coi là phân chia đúng.

Có thể chấp nhận là một đơn nguyên địa chất công trình khi các phần lớn mỏng hoặc thấu kính đất khác nhau có chiều dày nhỏ hơn 20 cm nằm xem kẹp nhau. Các phân lớp và thấu kính cấu tạo bởi cát rời, đất loại sét có độ sệt lớn hơn 0,75 và bùn, đất than bùn, than bùn phải được coi là những đơn nguyên địa chất công trình riêng biệt, không phụ thuộc vào chiều dày của chúng.

**4.1.4** Khi các chỉ tiêu tính của đất thể hiện trên biểu đồ điểm biến đổi không có quy luật, trên biểu đồ mật độ phân phối có nhiều hơn một cực đại thì cần phải xem xét phân chia tiếp tục đơn nguyên địa chất công trình thành các đơn nguyên địa chất công trình mới nhỏ hơn cho đến khi thỏa mãn điều kiện:

$$V < V_{gh} \quad (2)$$

Trong đó,  $V$  là hệ số biến thiên của chỉ tiêu thí nghiệm, được xác định theo công thức:

$$V = \frac{S}{X_{tc}} \quad (3)$$

Trong đó,  $S$  là độ lệch bình phương trung bình của chỉ tiêu, xác định theo công thức:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2} \quad (4)$$

$X_{tc}$  là giá trị tiêu chuẩn của chỉ tiêu, xác định theo công thức:

$$X_{tc} = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (5)$$

trong đó

$\bar{X}$  là giá trị trung bình cộng của chỉ tiêu;

$X_1$  là giá trị thí nghiệm riêng biệt;

$n$  là số lần thí nghiệm.

Hệ số biến thiên giới hạn (hay cho phép)  $V_{gh}$  bằng 0,15 đối với các chỉ tiêu vật lý (hệ số rỗng, độ ẩm...) và bằng 0,30 đối với các chỉ tiêu cơ học (modun biến dạng, sức chống cắt ứng với cùng một trị số áp lực pháp tuyến...)

**4.1.5** Khi xác định ranh giới phân chia đơn nguyên địa chất công trình phải xét tới các yếu tố sau đây:

- Sự thay đổi rõ rệt các chỉ tiêu của đất;
- Độ sâu mực nước ngầm;
- Sự có mặt của các khu đất có tính lún ướt, trương nở, nhiễm muối, nhiễm mặn, chứa hữu cơ, có độ sệt khác nhau và đất lẫn nhiều sỏi, cuội, dăm v.v...
- Các đới có mức độ phong hóa khác nhau.

**4.1.6** Đối với hai đơn nguyên địa chất công trình kề nhau, có nguồn gốc đất đá khác nhau, không cùng tên gọi, có thể kiểm tra khả năng hợp nhất thành một đơn nguyên địa chất công trình hay cần thiết phải phân chia tiếp đơn nguyên địa chất công trình theo chỉ dẫn dưới đây:

- Kiểm tra sự cần thiết phải phân chia tiếp đơn nguyên địa chất công trình bằng tiêu chuẩn  $t$  theo công thức:

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{n_1 S_1^2 - n_2 S_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \quad (6)$$

trong đó

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$  là giá trị trung bình cộng của các chỉ tiêu trong hai đơn nguyên địa chất công trình mới;

$S_1$  và  $S_2$  là độ lệch bình phương trung bình tương ứng;

$n_1$  và  $n_2$  là số lần thí nghiệm xác định các chỉ tiêu trong đơn nguyên địa chất công trình mới phân chia.

Điều kiện phải phân chia tiếp đơn nguyên địa chất công trình nếu  $t \geq t_\alpha$ ; giá trị  $t_\alpha$  lấy theo Bảng 1 với độ tin cậy hai phía  $\alpha = 0,95$  và số bậc tự do  $K = n_1 + n_2 - 2$ .

- Kiểm tra khả năng hợp nhất hai đơn nguyên địa chất công trình thành một đơn nguyên địa chất công trình bằng tiêu chuẩn  $F$  và  $t$  theo công thức (6) và (7):



$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (7)$$

Trong đó, tử số là giá trị lớn nhất trong  $S_1$  và  $S_2$ .

Điều kiện hợp nhất hai đơn nguyên địa chất công trình nếu  $F < F_\alpha$  và  $t < t_\alpha$

Giá trị  $F_\alpha$  lấy theo bảng 2 với độ tin cậy hai phía  $\alpha = 0,95$  và số bậc tự do  $K_1 = n_1 - 1$  và  $K_2 = n_2 - 1$ .

Giá trị  $t_\alpha$  lấy theo bảng 1 với độ tin cậy hai phía  $\alpha = 0,95$  và số bậc tự do  $K = n_1 + n_2 - 2$ .

**4.1.7** Để sử dụng hiệu quả kết quả thí nghiệm mẫu đất trong tính toán lún, ổn định trượt, ổn định thấm..., tùy đặc điểm công trình mà phải phân chia các đơn nguyên địa chất công trình như sau:

- Đối với đập: đất dọc nền đập nên chia thành 3 đơn nguyên địa chất công trình ở lòng sông và hai vai đập.
- Đối với cống lấy nước: nên chia ra 3 đơn nguyên địa chất công trình ở cửa lấy nước, nền tháp cống và nền sau cống.
- Đối với tuyến áp lực và nhà máy thủy điện nên chia ra 3 đơn nguyên địa chất công trình ở cửa lấy nước, nền nhà máy và phần tuyến còn lại;
- Đối với tràn nên phân ra 3 đơn nguyên địa chất công trình ở nền ngưỡng tràn, nền đoạn tuyến tràn và sân tiêu năng;
- Đối với các công trình dẫn nước dài như kênh mương và các hạng mục có chiều dài lớn, thì phải căn cứ vào đặc điểm điều kiện địa chất công trình để phân chia thành các đoạn mà khả năng người thiết kế sẽ phân chia sơ đồ để tính toán (lún, ổn định trượt, ổn định thấm).

## 4.2 Xác định các giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán các đặc trưng của đất.

### 4.2.1 Tính giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán các chỉ tiêu đơn.

- Giá trị tiêu chuẩn  $X_{tc}$  và giá trị tính toán  $X_{tt}$  của các chỉ tiêu đơn của đơn nguyên địa chất công trình được tính khi các chỉ tiêu này không đổi, tuân theo các nội dung quy định ở dưới trong điều này. Đối với đơn nguyên địa chất công trình mà các chỉ tiêu tính chất của đất biến đổi có quy luật theo hướng (thường theo độ sâu), các giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán của chúng được tính theo Phụ lục D.

Trước khi tính giá trị  $X_{tc}$  và  $X_{tt}$  cần kiểm tra thống kê để loại trừ sai số thô có thể có của tập kết quả thí nghiệm mẫu theo 4.2.1.1 loại trừ các giá trị quá lớn hoặc quá bé  $X_i$  nếu thỏa mãn điều kiện

$$|\bar{X} - X_i| > uS \quad (8)$$

trong đó

- $\bar{X}$  là giá trị trung bình cộng của chỉ tiêu, xác định theo công thức (5);
- $\nu$  là tiêu chuẩn thống kê, lấy theo Bảng 3, phụ thuộc vào số thí nghiệm  $n$ ;
- $S$  là độ lệch bình phương trung bình của chỉ tiêu, xác định theo công thức (4).

Nếu có giá trị nào đó bị loại trừ thì phải tính lại giá trị  $\bar{X}$  cho các giá trị còn lại theo công thức (5) và tính lại  $S$  theo công thức (4).

- Giá trị tiêu chuẩn của tất cả các chỉ tiêu đơn (chỉ tiêu vật lý như độ ẩm, khối lượng thể tích, chỉ số dẻo, độ sệt v.v... và các chỉ tiêu cơ học như modun tổng biến dạng, cường độ kháng nén v.v...) lấy bằng giá trị trung bình cộng  $\bar{X}$  sau khi đã loại trừ sai số thô theo 4.2.2.1.1 và được tính theo công thức (5).

CHÚ THÍCH: Đối với các chỉ tiêu vật lý gián tiếp (hệ số rỗng, chỉ số dẻo...) và modun tổng biến dạng thì giá trị tiêu chuẩn của chúng được xác định từ giá trị tiêu chuẩn của chỉ tiêu thí nghiệm mà tính giá trị tiêu chuẩn của chỉ tiêu gián tiếp theo công thức cơ học đất.

- Giá trị tính toán  $X_{tt}$  của đất được tính theo công thức

$$X_{tt} = \frac{X_{tc}}{K_d} \quad (9)$$

trong đó,  $K_d$  là hệ số an toàn về đất, được tính theo công thức:

$$K_d = \frac{1}{1 \pm \rho_\alpha} \quad (10)$$

trong đó,  $\rho_\alpha$  là chỉ số độ chính xác, được tính theo công thức:

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}} \quad (11)$$

Dấu "+" hay "-" đặt trước giá trị  $\rho_\alpha$  được lấy sao cho đảm bảo giá trị hệ số an toàn cho nền công trình.

$t_\alpha$  là trị số lấy theo bảng 1, phụ thuộc vào độ tin cậy một phía cho trước  $\alpha$  và số bậc tự do  $K = n - 1$ .

$V$  là hệ số biến thiên của chỉ tiêu thí nghiệm, được tính theo công thức (3).

- Nếu trong phạm vi đơn nguyên địa chất công trình có số lượng mẫu ít hơn 6 thì giá trị tính toán các chỉ tiêu của chúng được tính toán theo phương pháp trung bình cực tiểu và trung bình cực đại.

$$X_{tt} = \frac{X_{tc} + X_{max}}{2} \quad (12)$$

$$X_u = \frac{X_{ic} + X_{min}}{2} \quad (13)$$

Việc chọn tính theo công thức (12) hay (13) là tùy thuộc vào chỉ tiêu làm tăng độ an toàn cho công trình.

- Khi tính chất của đất thay đổi có quy luật theo hướng (ví dụ theo độ sâu) giá trị tiêu chuẩn  $X_{ic}(h)$  và giá trị tính toán  $X_{tt}(h)$  của nó có thể được tính trong phạm vi giới hạn của lớp đất theo Phụ lục D. Trong trường hợp đó cần phải thay giá trị  $X_{ic}$  bằng  $X_{ic}(h)$  khi xác định các giá trị loại trừ  $X_i$  trong công thức (8), còn  $S$  tính theo công thức (D.2) của Phụ lục D.

#### 4.2.2 Tính giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán các chỉ tiêu kép (góc ma sát trong và lực dính đơn vị)

- Giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán của góc ma sát trong ( $\varphi$ ) và lực dính đơn vị ( $c$ ) theo thí nghiệm cắt phẳng được tính toán bằng cách chỉnh lý thống kê tất cả các cặp giá trị thí nghiệm  $\tau_i$  và  $\sigma_i$  như là một tổ hợp thống nhất. Khi đó yêu cầu tính chỉ tiêu tính toán của  $tg\varphi$  và  $C$  có tính đến khoảng cho trước ứng suất pháp  $\sigma_{max}$ ,  $\sigma_{min}$  thì xử lý theo quy định ở dưới

CHÚ THÍCH: Số các cặp giá trị  $\tau_i$  và  $\sigma_i$  phải không ít hơn 6.

- Giá trị tiêu chuẩn của góc ma sát trong và lực dính đơn vị xác định bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất từ quan hệ tuyến tính giữa sức chống cắt  $\tau$  và áp lực nén ứng suất pháp  $\sigma$ , được tính theo công thức:

$$tg\varphi_{ic} = \frac{1}{\Delta} \left( \sum_{i=1}^n \tau_i \sigma_i - \sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n \sigma_i \right) \quad (14)$$

$$C_{ic} = \frac{1}{\Delta} \left( \sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \sum_{i=1}^n \sigma_i \sum_{i=1}^n \tau_i \sigma_i \right) \quad (15)$$

trong đó

$$\Delta = n \sum_{i=1}^n (\sigma_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2 \quad (16)$$

Đại lượng  $C_{ic}$  cũng có thể xác định theo công thức

$$C_{ic} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \tau_i - tg\varphi_{ic} \sum_{i=1}^n \sigma_i \right) \quad (17)$$

Nếu khi tính theo công thức (17) nhận được giá trị  $C_{ic} < 0$  thì lấy  $C_{ic} = 0$

Còn  $tg\varphi_{ic}$  tính theo công thức:

$$tg\varphi_{ic} = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i \sigma_i}{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2} \quad (18)$$

trong đó

$\tau_i$  và  $\sigma_i$  lần lượt là các giá trị riêng của sức chống cắt và ứng suất pháp;

$n$  là số lần xác định trị số  $\tau$

Khi các giá trị của ứng suất pháp  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  có giá trị  $\Delta\sigma$  như nhau ( $\Delta\sigma = \sigma_{i+1} - \sigma_i = 1, 2, 3, \dots, k$ ) khi có cùng giá trị  $\tau$  cho mỗi cặp áp lực  $\sigma_i$  thì các thông số  $tg\varphi$  và  $C$  nên tính theo công thức đơn giản sau đây:

$$\text{Khi } K = 3 \text{ thì } tg\varphi = \frac{\bar{\tau}_3 - \bar{\tau}_1}{2\Delta\sigma} \quad (19)$$

$$\text{Khi } K = 4 \text{ thì } tg\varphi = \frac{3\bar{\tau}_4 + \bar{\tau}_3 - \bar{\tau}_2 - 3\bar{\tau}_1}{10\Delta\sigma} \quad (20)$$

$$\text{Khi } K = 5 \text{ thì } tg\varphi = \frac{2\bar{\tau}_5 + \bar{\tau}_4 - \bar{\tau}_2 - 2\bar{\tau}_1}{10\Delta\sigma} \quad (21)$$

$$\text{Khi } K = 6 \text{ thì } tg\varphi = \frac{5\bar{\tau}_6 + 3\bar{\tau}_5 + \bar{\tau}_4 - \bar{\tau}_3 - 3\bar{\tau}_2 - 5\bar{\tau}_1}{35\Delta\sigma} \quad (22)$$

$$\text{Với } n \text{ bất kỳ có } C = \bar{\tau} - \bar{\sigma}tg\varphi \quad (23)$$

$$\bar{\tau} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k \tau_i \quad (24)$$

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k \sigma_i \quad (25)$$

Phải kiểm tra tập hợp thống kê để loại trừ sai số thô trong các giá trị  $\tau_i$ . Loại trừ giá trị  $\tau_i$  sai lệch so với quan hệ tiêu chuẩn  $\tau_{ic} = C_{ic} + \sigma tg\varphi_{ic}$  khi thỏa mãn điều kiện theo công thức (8). Khi đó trong công thức (8) phải thay giá trị kiểm tra  $X_i$  bằng  $\tau_i$  và giá trị  $\bar{X}$  bằng  $\bar{\tau}$  tương ứng và  $S$  thay bằng  $S_\tau$  từ công thức (26).

$$S_z = \sqrt{\frac{1}{n-2} (\sigma_i tg\varphi_{ic} + C_{ic} - \tau_i)^2} \quad (26)$$

Nếu giá trị  $\tau_i$  nào đó bị loại trừ thì cần phải tính lại các giá trị  $tg\varphi_{ic}$ ,  $C_{ic}$  và  $S$  từ các giá trị còn lại.

- Tính độ lệch bình phương trung bình  $S_{tg\varphi}$ ,  $S_c$  theo công thức

$$S_{tg\varphi} = S_r \sqrt{\frac{n}{\Delta}} \quad (27)$$

$$S_C = S_r \sqrt{\frac{1}{\Delta} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2} \quad (28)$$

trong đó:

$$\Delta = n \sum_{i=1}^n (\sigma_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2 \quad (16)$$

Chú thích: Nếu lấy  $C_{tc}=0$  và  $tg\varphi_{tc}$  tính theo công thức (18), trong công thức (26) phải thay (n-2) bằng (n-1).

- Tính chỉ số độ chính xác  $\rho$  của  $tg\varphi$  và C theo công thức

$$\rho_\alpha = t_\alpha \cdot V \quad (29)$$

trong đó,  $t_\alpha$  và V theo chỉ dẫn trong công thức (11)

Khi tính lấy xác suất tin cậy một phía  $\alpha = 0,95$

CHÚ THÍCH: Khi xác định các giá trị tính toán của C và  $tg\varphi$ , trị số n là tổng số lần xác định và  $K = n - 2$ ; Khi xác định các giá trị tính toán của các chỉ tiêu khác thì  $K = n - 1$ .

Hệ số biến thiên V của  $tg\varphi$  và C theo công thức (3), hệ số an toàn về đất theo công thức (10).

- Sau khi có đầy đủ các giá trị trên, tính các giá trị tính toán của  $tg\varphi$  và C theo công thức (9).

Cho phép lấy giá trị tính toán của modun biến dạng bằng giá trị tiêu chuẩn.

- Xác suất tin cậy  $\alpha$  của các giá trị tính toán đặc trưng của đất được chọn theo nhóm trạng thái giới hạn (tính nền theo sức chịu tải hay biến dạng) ứng với tiêu chuẩn thiết kế nền các công trình khác nhau. Khi đó, xác suất tin cậy là xác suất mà giá trị thực tế của đặc trưng không vượt ra ngoài giới hạn dưới (hoặc trên) của khoảng tin cậy một phía.

+ Khi tính nền theo sức chịu tải (trạng thái giới hạn 1):  $\alpha = 0,95$ ;

+ Khi tính nền theo biến dạng (trạng thái giới hạn 2):  $\alpha = 0,85$

Xác suất tin cậy để tính cầu và cống:

+ Khi tính nền theo sức chịu tải (trạng thái giới hạn 1):  $\alpha = 0,98$ ;

+ Khi tính nền theo biến dạng (trạng thái giới hạn 2):  $\alpha = 0,90$

- Ví dụ chỉnh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất để tính toán giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán của sức kháng cắt ( $\varphi$ , C) được trình bày trong Phụ lục F.

- Phương pháp tính các giá trị tính toán  $\tau\phi$  và  $C$  có tính đến khoảng cho trước của ứng suất pháp  $\sigma_{\max}$ ,  $\sigma_{\min}$  thực hiện khi tiêu chuẩn thiết kế quy định khoảng ứng suất pháp  $\sigma_{\max}$ ,  $\sigma_{\min}$ . Khi không có quy định này, phương pháp chỉnh lý cũng có thể áp dụng, lấy  $\sigma_{\max}$  và  $\sigma_{\min}$  bằng ứng suất pháp lớn nhất và nhỏ nhất khi thí nghiệm cắt.

+ Giá trị tiêu chuẩn sức chống cắt của đất được tính theo công thức (30) và giá trị bán khoảng có cùng độ tin cậy  $\delta_r$  và  $\delta_r^*$  được tính theo công thức (31) và giá trị áp lực pháp tuyến  $\sigma = \sigma_{\min}$  và  $\sigma = \sigma_{\max}$ ;

$$\tau_{tc} = C_{tc} + \sigma \tan \phi_{tc} \quad (30)$$

$$\delta_r = \frac{V_{\alpha, \lambda} S_r}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \frac{n(\bar{\sigma} - \sigma)^2}{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}} \quad (31)$$

trong đó

$V_{\alpha, \lambda}$  là hệ số, tra bảng 4 phụ thuộc vào độ tin cậy một phía  $\alpha$ , thông số  $\lambda$ ;

$\sigma_i$  là giá trị áp lực pháp tuyến thí nghiệm:

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i$$

Thông số  $\lambda$ , có tính đến khoảng giá trị ( $\sigma_{\min}$ ,  $\sigma_{\max}$ ) xác định theo công thức:

$$\lambda = \sqrt{0,5 \left( 1 - \frac{1 + nGD}{\sqrt{(1 + nG^2)(1 + nD^2)}} \right)} \quad (32)$$

trong đó:

$$G = \frac{\sigma_{\min} - \bar{\sigma}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}} \quad (33)$$

$$D = \frac{\sigma_{\max} - \bar{\sigma}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}} \quad (34)$$

+ Tính giá trị tính toán sức chống cắt của đất  $\tau'$  và  $\tau''$  theo công thức (35) với áp lực pháp tuyến  $\sigma = \sigma_{\min}$  và  $\sigma = \sigma_{\max}$ , hệ số an toàn  $K_{d\tau\phi}$  và  $K_{dc}$  đối với  $\tan \phi$  và  $C$  theo công thức (36).

$$\tau = \tau_{tc} - \delta_r \quad (35)$$

$$K_{d\tau\phi} = K_{dc} = \frac{\tau'_{tc} + \tau''_{tc}}{\tau' + \tau''} \quad (36)$$

Nếu  $\frac{\tau'}{\sigma_{\min}} < \frac{\tau''}{\sigma_{\max}}$  thì công thức (36) được thay bằng công thức (37)

$$K_{dig\varphi} = K_{dc} = \frac{(\tau'_{tc} + \tau''_{tc})\sigma_{\max}}{\tau''(\sigma_{\min} + \sigma_{\max})} \quad (37)$$

Giá trị tính toán tgφ và C tính theo công thức (9)

- Giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán của góc ma sát trong (φ) và lực dính kết (c) theo kết quả thí nghiệm nén 3 trục được quy định theo Phụ lục E.

## Phụ lục A

(Quy định)

Bảng A.1 – Các bảng giá trị  $t_{\alpha}$ 

Số bậc tự do K	Các giá trị $t_{\alpha}$ với xác suất tin cậy một phía $\alpha$ bằng					
	0,85	0,90	0,95	0,975	0,98	0,99
3	1,25	1,64	2,35	3,18	3,45	4,45
4	1,19	1,53	2,13	2,78	3,02	3,75
5	1,16	1,48	2,01	2,57	2,74	3,36
6	1,13	1,44	1,92	2,45	2,63	3,14
7	1,12	1,41	1,90	2,37	2,54	3,00
8	1,11	1,40	1,86	2,31	2,49	2,90
9	1,10	1,38	1,83	2,26	2,44	2,82
10	1,10	1,37	1,81	2,23	2,40	2,76
11	1,09	1,36	1,80	2,20	2,36	2,72
12	1,08	1,36	1,78	2,18	2,33	2,68
13	1,08	1,35	1,77	2,16	2,30	2,65
14	1,08	1,34	1,76	2,15	2,28	2,62
15	1,07	1,34	1,75	2,13	2,27	2,60
16	1,07	1,34	1,75	2,12	2,26	2,58
17	1,07	1,33	1,74	2,11	2,25	2,57
18	1,07	1,33	1,73	2,10	2,24	2,55
19	1,07	1,33	1,73	2,08	2,23	2,54
20	1,06	1,32	1,72	2,09	2,22	2,53
25	1,06	1,32	1,71	2,06	2,19	2,49
30	1,05	1,31	1,70	2,04	2,17	2,46
40	1,05	1,30	1,68	2,02	2,14	2,42
50	1,05	1,30	1,67	2,00	2,12	2,39
Số bậc tự do K	0,70	0,80	0,90	0,95	0,96	0,98
	Các giá trị $t_{\alpha}$ với xác suất tin cậy hai phía $\alpha$ bằng					



Bảng A.2 – Giá trị chuẩn số  $F_{\alpha}$  ứng với  $\alpha = 0,95$ 

$K_2$	$K_1$													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	16	20	30	40	50
5	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68	5,64	4,60	4,56	4,50	4,46	4,54
6	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00	3,96	3,92	5,87	3,81	3,77	3,75
7	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57	3,52	3,49	3,44	3,38	3,34	3,32
8	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28	3,23	3,20	3,15	3,08	3,05	3,03
9	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07	3,02	2,98	2,87	2,86	2,82	2,80
10	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91	2,86	2,87	2,77	2,77	2,67	2,64
11	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79	2,74	2,70	2,65	2,57	2,53	2,50
12	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69	2,64	2,60	2,54	2,46	2,42	2,40
13	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60	2,55	2,51	2,46	2,38	2,34	3,32
14	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53	2,48	2,44	2,39	2,31	2,27	2,34
15	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48	2,43	2,39	2,33	2,25	2,21	2,18
16	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42	2,37	2,33	2,28	2,20	2,16	2,13
17	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,41	2,38	2,33	2,29	2,23	2,15	2,11	2,08
18	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34	2,29	2,25	2,19	2,11	2,07	2,04
19	2,74	2,63	2,55	2,48	2,43	2,38	2,34	2,31	2,26	2,21	2,15	2,07	2,02	2,00
20	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,31	2,28	2,23	2,18	2,22	2,01	1,99	1,96
22	2,66	2,55	2,47	2,10	2,35	2,30	2,26	2,23	2,18	2,13	2,07	1,98	1,93	1,91
24	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,22	2,18	2,13	2,09	2,02	1,94	1,89	1,86
26	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15	2,10	2,05	1,99	1,90	1,85	1,82
28	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12	2,06	2,02	1,96	1,87	1,81	1,78
30	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09	2,04	1,99	1,93	1,84	1,79	1,76
40	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,04	2,02	1,95	1,90	1,84	1,74	1,69	1,66
50	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,98	1,95	1,90	1,85	1,78	1,69	1,63	1,60

Bảng A.3 – Các giá trị chuẩn số  $v$  với xác suất tin cậy hai phía  $\alpha = 0,95$

Số lần xác định n	Giá trị chuẩn số $\nu$	Số lần xác định n	Giá trị chuẩn số $\nu$	Số lần xác định n	Giá trị chuẩn số $\nu$
6	2,07	21	2,80	36	3,03
7	2,18	22	2,82	37	3,04
8	2,27	23	2,84	38	3,05
9	2,35	24	2,86	39	3,06
10	2,41	25	2,88	40	3,07
11	2,47	26	2,90	41	3,08
12	2,52	27	2,91	42	3,09
13	2,56	28	2,93	43	3,10
14	2,60	29	2,94	44	3,11
15	2,64	30	2,96	45	3,12
16	2,67	31	2,97	46	3,13
17	2,70	32	2,98	47	3,14
18	2,73	33	3,00	48	3,14
19	2,75	34	3,01	49	3,15
20	2,78	35	3,02	50	3,16

Bảng A.4 – Giá trị hệ số  $V_\alpha$  ( $\alpha = 0,95$ )

$\lambda$ K	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
3	2,94	2,98	3,02	3,05	3,09	3,11	3,14	3,16	3,17	3,18	3,19
4	2,61	2,64	2,67	2,70	2,72	2,74	2,75	2,76	2,77	2,78	2,78
5	2,44	2,47	2,49	2,51	2,53	2,54	2,55	2,56	2,57	2,57	2,57
6	2,34	2,36	2,38	2,40	2,41	2,43	2,44	2,44	2,45	2,45	2,45
7	2,27	2,29	2,31	2,33	2,34	2,35	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36
8	2,22	2,24	2,26	2,27	2,28	2,29	2,30	2,30	2,31	2,31	2,31
9	2,18	2,20	2,22	2,23	2,23	2,24	2,25	2,26	2,26	2,26	2,26
10	2,15	2,17	2,19	2,20	2,21	2,22	2,22	2,23	2,23	2,23	2,23
11	2,13	2,15	2,16	2,17	2,18	2,19	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
12	2,11	2,13	2,14	2,15	2,16	2,17	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18
13	2,09	2,11	2,12	2,14	2,15	2,15	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
14	2,08	2,10	2,11	2,12	2,13	2,14	2,14	2,15	2,15	2,15	2,15
15	2,07	2,08	2,10	2,11	2,12	2,12	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
16	2,06	2,07	2,09	2,10	2,11	2,11	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
17	2,05	2,06	2,08	2,09	2,10	2,10	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11
18	2,04	2,06	2,07	2,08	2,09	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
19	2,03	2,05	2,06	2,07	2,08	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
20	2,03	2,04	2,06	2,07	2,08	2,08	2,08	2,09	2,09	2,09	2,09
25	2,00	2,02	2,03	2,04	2,05	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
30	1,99	2,00	2,02	2,03	2,03	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
40	1,97	1,99	2,00	2,01	2,01	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
60	1,95	1,97	1,98	1,99	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

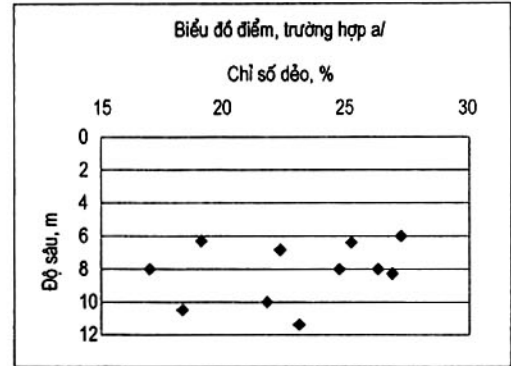
## Phụ lục B

(Quy định)

## Biểu đồ điểm phân bố của chỉ tiêu

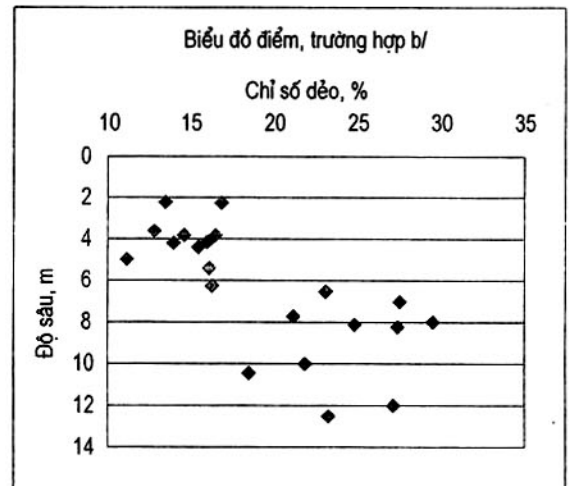
## B.1 Trường hợp một lớp đất

Hố khoan	Độ sâu, m	Chỉ số dẻo, %
K1	5,8	27,6
K2	6	19,1
K2	8	27,1
K3	6,5	22,4
K3	6,2	25,4
K4	7,8	24,9
K5	7,8	26,5
K5	9,5	21,9
K5	11	23,2
K7	7,5	17
K8	10	18,3



## B.2 Trường hợp hai lớp đất

Hố khoan	Độ sâu, m	Chỉ số dẻo, %
K1	4	16
K1	6,8	27,6
K2	3,8	14,7
K2	6,3	23,1
K2	11,5	27,1
K3	4	14,1
K3	6	16,3
K3	8	27,4
K4	3,8	16,5
K4	7,8	24,9
K5	3,5	12,9
K5	9,5	21,9
K5	12	23,2
K5	7,8	29,5
K6	2,2	13,5
K6	5,2	16,1
K7	4,2	15,6
K7	2,2	16,9
K7	7,5	21,2
K8	4,8	11,2
K8	10	18,4



## Phụ lục C

(Quy định)

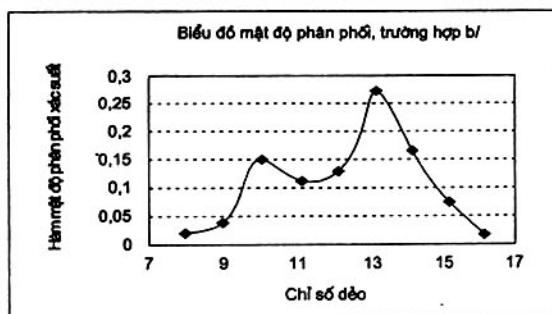
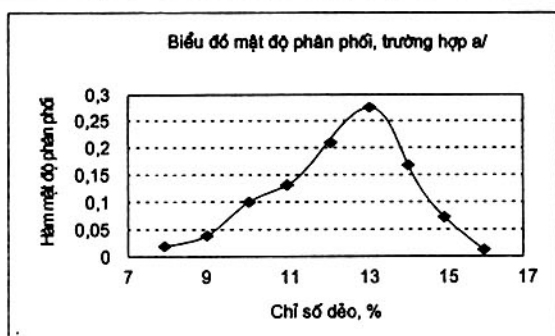
## Biểu đồ mẫu mật độ phân phối của chỉ tiêu “chỉ số dẻo”

## C.1 Trường hợp một lớp đất

Số hiệu khoảng	Khoảng	Điểm giữa khoảng	Tần số ni	Tần suất ki=ni/n	$\varphi(x) \approx \frac{k_i}{\Delta x}$	Tần suất	Tần suất tích lũy	Chỉ số dẻo
1	8.0-9.0	8,5	1	0,0182	0,0182	1,818	1,8	8
2	9.0-10.0	9,5	2	0,0364	0,0364	3,636	5,5	9
3	10.0-11.0	10,5	5	0,0909	0,0909	9,091	14,5	10
4	11.0-12.0	11,5	7	0,1273	0,1273	12,727	27,3	11
5	12.0-13.0	12,5	11	0,2	0,2	20,000	47,3	12
6	13.0-14.0	13,5	15	0,2727	0,2727	27,273	74,5	13
7	14.0-15.0	14,5	9	0,1636	0,1636	16,364	90,9	14
8	15.0-16.0	15,5	4	0,0727	0,0727	7,273	98,2	15
9	16.0-17.0	16,5	1	0,0182	0,0182	1,818	100	16

## C.2 Trường hợp có hai lớp đất

Số hiệu khoảng	Khoảng	Điểm giữa khoảng	Tần số ni	Tần suất ki=ni/n	$\varphi(x) \approx \frac{k_i}{\Delta x}$	Tần suất	Tần suất tích lũy	Chỉ số dẻo
1	8.0-9.0	8,5	1	0,0189	0,0189	1,9	1,9	8
2	9.0-10.0	9,5	2	0,0377	0,0377	3,8	5,7	9
3	10.0-11.0	10,5	8	0,1509	0,1509	15,1	20,8	10
4	11.0-12.0	11,5	6	0,1132	0,1132	11,3	32,1	11
5	12.0-13.0	12,5	7	0,1321	0,1321	13,2	45,3	12
6	13.0-14.0	13,5	15	0,2830	0,2830	28,3	73,6	13
7	14.0-15.0	14,5	9	0,1698	0,1698	17,0	90,6	14
8	15.0-16.0	15,5	4	0,0755	0,0755	7,5	98,1	15
9	16.0-17.0	16,5	1	0,0189	0,0189	1,9	100	16



## Phụ lục D

(Quy định)

**Tính giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán các chỉ tiêu của đất biến đổi có quy luật theo độ sâu**

**D.1** Khi chỉ tiêu  $X$  biến đổi có quy luật theo độ sâu  $h$ , quan hệ giữa  $X$  và  $h$  trong phạm vi một đơn nguyên địa chất công trình được lấy xấp xỉ bằng quan hệ tuyến tính hoặc tuyến tính từng đoạn.

$$X(h) = ah + b \quad (D.1)$$

Trong đó,  $a$  và  $b$  là các tham số của đường thẳng hoặc đoạn thẳng, được tính theo công thức (12) và (13), và các giá trị  $tg\varphi_{tc}$ ,  $C_{tc}$ ,  $\tau_i$ ,  $\sigma_i$  được thay bằng  $a$ ,  $b$ ,  $X_i$ ,  $h_i$  tương ứng.  $X_i$  là các giá trị thí nghiệm của chỉ tiêu tại những điểm  $h_i$  và  $n$  là số lần thí nghiệm xác định  $X_i$ .

**D.2** Các giá trị  $X_{tc}(h)$  của chỉ tiêu ở các độ sâu  $h_i$  khác nhau được xác định theo công thức (D.1) khi thay vào công thức đó các giá trị  $h_i$

**D.3** Độ lệch bình phương trung bình  $S_x$  và hệ số biến thiên  $V$  được tính theo công thức (D.2) và công thức (D.3).

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum ((X_{tc}(h) - X_i)^2)} \quad (D.2)$$

$$V = \frac{S_x}{\bar{X}} \quad (D.3)$$

Trong đó:  $\bar{X}$  là giá trị trung bình cộng của  $X_i$

**D.4** Các giá trị tiêu chuẩn  $X'_{tc}$  và  $X_{tc}''$  của các chỉ tiêu được tính theo công thức (D.1) với các giá trị  $h_{min}$  và  $h_{max}$  ứng với các biên của đơn nguyên địa chất công trình trong trường hợp quan hệ tuyến tính hoặc biên của các khoảng tuyến tính.

**D.5** Giá trị tính toán  $X(h)$  của chỉ tiêu được tính theo công thức (9) của 4.2.2.1.3, khi đó hệ số an toàn về đất  $K_d$  xác định theo 4.2.2.2.9, sử dụng công thức từ (31) đến (37). Trong các công thức này phải thay  $\delta_\tau, S_\tau, \sigma, \bar{\sigma}, \sigma_i, \sigma_{min}, \sigma_{max}, \tau, \tau_{tc}, \tau'_{tc}, \tau''_{tc}, \tau', \tau''$  tương ứng bằng  $\delta_x, S_x, h, \bar{h}, h_i, h_{min}, h_{max}, X, X_{tc}, X'_{tc}, X_{tc}'', X', X''$ .

## Phụ lục E

(Quy định)

**Tính giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán góc ma sát trong và lực dính đơn vị theo kết quả thí nghiệm nén 3 trục**

E.1 Khi chỉnh lý thống kê  $tg\varphi$  và  $C$ , các giá trị riêng biệt  $tg\varphi_i$  và  $C_i$  được tính theo công thức:

$$tg\varphi_i = \frac{N_i - 1}{\sqrt{N_i}} \quad (E.1)$$

$$C_i = \frac{M_i}{\sqrt{N_i}} \quad (E.2)$$

trong đó

$N_i$  và  $M_i$  là các hệ số tính theo công thức (14) và (15) quy định tại 4.2.2.2.2 khi thay  $tg\varphi_{lc}$ ,  $C_{lc}$ ,  $\tau_i$  bằng  $N_i$ ,  $M_i$ ,  $\sigma_{1i}$  và  $\sigma_{3i}$ , với  $\sigma_1$  và  $\sigma_3$  là các ứng suất chính tương ứng khi mẫu đất bị phá hủy.

E.2 Với các giá trị  $tg\varphi_i$  và  $C_i$  tìm được, tính giá trị tiêu chuẩn  $tg\varphi_{tc}$  và  $C_{tc}$  theo công thức (5) và độ lệch bình phương trung bình  $S_{tg\varphi}$  và  $S_c$  theo công thức (4).

E.3 Kiểm tra thống kê để loại trừ sai số có thể có của các giá trị  $tg\varphi_i$  và  $C_i$  theo 4.2.2.1.1. Cặp giá trị  $tg\varphi_i$  và  $C_i$  bị loại bỏ nếu một trong số chúng thỏa mãn điều kiện (8). Khi đó đối với những giá trị còn lại cần phải tính lại các giá trị  $tg\varphi_{tc}$ ,  $C_{tc}$ ,  $S_{tg\varphi}$  và  $S_c$ .

E.4 Tính hệ số biến thiên  $V$  của  $tg\varphi$  và  $C$ , chỉ số độ chính xác  $\rho_a$ , hệ số an toàn về đất  $K_d$  và các giá trị tính toán của chúng theo các công thức (3) và từ (9) đến (11).

E.5 Tương tự như thí nghiệm cắt phẳng, ngoài cách chỉnh lý thống kê các giá trị riêng biệt  $tg\varphi$  và  $C$ , có thể chỉnh lý thống kê tất cả các cặp giá trị thí nghiệm  $\sigma_{1i}$  và  $\sigma_{3i}$  như một tổ hợp thống nhất, tính:

- Giá trị tiêu chuẩn của các hệ số  $N$  và  $M$  theo các công thức từ (14) đến (18) bằng cách thay  $\sigma_{1i}$  bằng  $\sigma_{3i}$  và  $\tau_i$  bằng  $\sigma_{1i}$
- Các giá trị tiêu chuẩn  $tg\varphi_{tc}$  và  $C_{tc}$  theo công thức (1) và (2) ở trên được tính bằng cách thay  $tg\varphi_i$ ,  $C_i$ ,  $N_i$  và  $M_i$  bằng  $tg\varphi_{tc}$ ,  $C_{tc}$ ,  $N$  và  $M$  tương ứng.
- Hệ số an toàn về đất  $K_d$ : Bằng cách sử dụng các công thức từ (26) đến (37) thay trong các công thức đó  $\tau'_{lc}$ ,  $\tau''_{lc}$ ,  $\delta'_r$ ,  $\delta''_r$ ,  $\sigma_{\min}$ ,  $\sigma_{\max}$ ,  $\bar{\sigma}$ ,  $\sigma_i$ ,  $\tau_i$ ,  $S_r$  tương ứng bằng  $\sigma'_{1lc}$ ,  $\sigma''_{1lc}$ ,  $\delta'_{\sigma 1}$ ,  $\delta''_{\sigma 1}$ ,  $N$ ,  $M$ ,  $\sigma_{3\min}$ ,  $\sigma_{3\max}$ ,  $\sigma_3$ ,  $\sigma_{3i}$ ,  $\sigma_{1i}$ ,  $S_{\sigma 1}$
- Các giá trị tính toán  $tg\varphi$  và  $C$  theo công thức (9).

## Phụ lục F

(Tham khảo)

## Ví dụ chỉnh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất

F.1 Tính giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán của sức chống cắt ( $\varphi$ , C)

**F.1.1 Kiểm tra sai số thô để loại trừ** trong việc xác định  $\tau_i$  của mỗi cấp áp lực theo tài liệu thí nghiệm, ta có sức kháng cắt của đất được xác định ở 3 cấp áp lực  $\sigma_1 = 1 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_2 = 2 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_3 = 3 \text{ kg/cm}^2$  với 18 giá trị cho mỗi cấp áp lực.

Lấp cấp áp lực  $\sigma_1 = 1 \text{ kg/cm}^2$  làm ví dụ, tiến hành lập Bảng F.1 dưới đây:

Bảng F.1

Số thứ tự	$\sigma_1 = 1 \text{ kg/cm}^2$			Số thứ tự	$\sigma_1 = 1 \text{ kg/cm}^2$		
	$\tau_i$	$\bar{\tau} - \tau_i$	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$		$\tau_i$	$\bar{\tau} - \tau_i$	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$
1	0,468	0,131	0,0172	10	0,740	-0,123	0,0151
2	0,569	0,048	0,0023	11	0,729	-0,112	0,0125
3	0,578	0,039	0,0015	12	0,723	-0,112	0,0125
4	-0,694	-0,077	0,0055	13	0,114	0,503	0,2530
5	0,925	-0,308	0,0949	14	0,574	0,043	0,0018
6	1,001	-0,304	0,1475	15	0,182	0,435	0,1842
7	0,633	-0,016	0,0003	16	0,569	0,048	0,0023
8	0,734	-0,112	0,0125	17	0,515	0,048	0,0023
9	0,740	-0,123	0,0151	18	0,578	0,034	0,0015
					11,112		0,7874

$$\bar{\tau} = \frac{11,112}{18} = 0,617$$

$$S = \sqrt{\frac{0,7874}{18}} = 0,2092$$



## TCVN 9153:2012

Tiêu chuẩn thống kê  $\nu$  lấy trong Bảng 3 (4.2.2.1.1) bằng 2,73; ta có  $\nu.S = 0,5711$ . Để thỏa mãn điều kiện theo công thức (8) ta nhận thấy trong Bảng F.1 giá trị có  $|\bar{\tau} - \tau_i|$  lớn nhất bằng 0,503 vẫn nhỏ hơn giá trị  $\nu.S = 0,5711$  nên ở đây không có sai số thô bị loại trừ.

**F.1.2** Tính hệ số biến thiên  $V$  để loại trừ sai số thô và phân chia lại các đơn nguyên địa chất công trình.

Xác định hệ số biến thiên  $V$  của  $\tau_i$  ở  $\sigma_1 = 1 \text{ kg/cm}^2$ , ta có:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_1^{18} (\bar{\tau} - \tau_i)^2} = \sqrt{\frac{0,7874}{16}} = 0,2218$$

$$V = \frac{S}{\bar{\tau}} = \frac{0,2218}{0,617} = 0,359 > 0,30$$

Theo quy định tại 4.2.1.6, hệ số biến thiên  $V$  không được lớn hơn 0,30. Như vậy, trong tập hợp thống kê ở bảng 1 có chứa sai số thô (giá trị  $\tau = 0,014$  là giá trị quá nhỏ so với giá trị trung bình) cần loại trừ.

Tính lại giá trị trung bình  $\bar{\tau}$  và độ lệch bình phương trung bình  $S$ :

$$\bar{\tau} = \frac{10,998}{17} = 0,647;$$

$$S_r = \sqrt{\frac{0,4823}{15}} = 0,1793$$

$$V = \frac{S_r}{\bar{\tau}} = \frac{0,1793}{0,647} = 0,28 < 0,30$$

Vậy sau khi loại trừ giá trị  $\tau = 0,014$  và thì cấp áp lực  $\sigma_1 = 1 \text{ kg/cm}^2$  còn 17 giá trị  $\tau_i$  thỏa mãn điều kiện đưa vào tập hợp thống kê.

Cũng tiến hành như vậy đối với các giá trị  $\tau_i$  ở các cấp áp lực  $\sigma_2 = 2 \text{ kg/cm}^2$ ,  $3 \text{ kg/cm}^2 \dots$ , cuối cùng ta được các giá trị tính toán của  $\varphi$  và  $C$ .

### F.1.3 Tiến hành tính giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán của $\varphi$ và $C$

#### F.1.3.1 Tính giá trị tiêu chuẩn của $\varphi$ và $C$

Sau khi loại bỏ sai số thô, các số liệu thí nghiệm còn lại được tập hợp và tính vào Bảng F.2.

Dựa vào Bảng F.2, ta tính:

$$\Delta = n \sum \sigma_i^2 - (\sum \sigma_i)^2 = 51 \times 238 - (102)^2 = 1734$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{tc} = \frac{51 \times 88,912 - 41,644 \times 102}{1734} = 0,165$$

$$\text{Vậy } \varphi_{tc} = 9^{\circ}22'$$

$$C_{tc} = \frac{41,644 \times 238 - 102 \times 88,912}{1734} = 0,486$$

Giá trị tiêu chuẩn sức chống cắt của đất có dạng:

$$\tau_{tc} = 0,468 + 0,165\sigma$$

Kiểm tra phương trình trên bằng cách thay giá trị trung bình  $\bar{\tau}, \bar{\sigma}$ .

$$\bar{\tau} = \frac{41,644}{51} = 0,817$$

$$\bar{\sigma} = \frac{102}{51} = 2$$

**Bảng F.2**

TT	$\sigma_i$	$\tau_i$	$\sigma_i^2$	$\sigma_i \cdot \tau_i$	$\bar{\tau}$	$\bar{\tau} - \tau_i$	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0,486	1	0,486	0,651	0,813	0,0335
2	1	0,509	1	0,509		0,062	0,0067
3	1	0,578	1	0,578		0,073	0,0053
4	1	0,694	1	0,694		-0,043	0,0018
5	1	0,925	1	0,925		-0,274	0,0751
6	1	1,001	1	1,001		-0,350	0,1225
7	1	0,633	1	0,633		0,018	0,0003
8	1	0,729	1	0,729		-0,078	0,0061
9	1	0,740	1	0,740		-0,098	0,0079
10	1	0,740	1	0,740		-0,098	0,0079
11	1	0,729	1	0,729		-0,078	0,0061
12	1	0,729	1	0,729		-0,078	0,0061
13	1	0,547	1	0,547		0,104	0,0108
14	1	0,182	1	0,182		0,469	0,2200
15	1	0,569	1	0,569		0,082	0,0067
16	1	0,569	1	0,569		0,082	0,0067

TCVN 9153:2012

17	1	0,578	1	0,578	0,817	0,073	0,0053
18	2	0,625	4	1,250		0,192	0,0369
19	2	0,685	4	1,366		0,134	0,0180
20	2	0,786	4	1,572		0,031	0,0010
21	2	0,856	4	1,712		0,039	0,0015
22	2	0,556	4	1,112		0,260	0,0681
23	2	1,275	4	2,550		0,548	0,2098
24	2	0,797	4	1,594		0,020	0,0004
25	2	0,797	4	1,594		0,020	0,0004
26	2	0,995	4	1,990		-0,178	0,0317
27	2	0,971	4	1,942		-0,154	0,0237
28	2	0,888	4	1,776		-0,071	0,0050
29	2	0,865	4	1,730		-0,048	0,1023
30	2	0,751	4	1,502		0,066	0,0044
31	2	0,843	4	1,686		-0,020	0,0007
32	2	0,820	4	1,640		-0,003	0,0000
33	2	0,706	4	1,412		0,111	0,0133
34	2	0,810	4	1,020		0,007	0,0000
35	3	0,810	9	2,430	0,982	0,172	0,0296
36	3	0,796	9	2,391		0,185	0,0342
37	3	0,694	9	2,082		0,288	0,0829
38	3	1,155	9	3,465		-0,173	0,0299
39	3	0,671	9	2,013		0,311	0,0967
40	3	1,450	9	4,350		-0,468	0,2190
41	3	0,820	9	2,460		0,102	0,0262
42	3	1,365	9	4,095		-0,383	0,1467
43	3	0,920	9	2,760		0,062	0,0038
44	3	1,140	9	3,420		-0,158	0,0250
45	3	1,293	9	3,894		-0,311	0,0967

46	3	1,025	9	3,075		-0,043	0,0018
47	3	0,979	9	2,937		0,003	0,0000
48	3	0,888	9	2,064		0,094	0,0038
49	3	0,797	9	2,391		0,185	0,0342
50	3	0,948	9	2,840		0,034	0,0012
51	3	0,865	9	2,595		0,117	0,0137
51	102	41,644	238	88,912			1,7899

$$\tau_{ic} = 0,468 + 2 \times 0,165 = 0,816$$

Sự trùng hợp của các kết quả nêu trên chứng tỏ sự đúng đắn của việc tính toán  $\text{tg}\varphi_{ic}$  và  $C_{ic}$ .

Sau khi tính toán và ghi kết quả vào cột 7 và 8, ta tiến hành tính:

$$S_r = \sqrt{\frac{1,7899}{51-2}} = 0,1711$$

$$S_c = 0,19911 \sqrt{\frac{238}{1734}} = 0,0780 \rightarrow V_c = \frac{0,0780}{0,468} = 0,15$$

$$S_{ig\varphi} = 0,19911 \sqrt{\frac{51}{1734}} = 0,0328 \rightarrow V_{ig\varphi} = \frac{0,0328}{0,165} = 0,02$$

### F.1.3.2 Tính giá trị tính toán của $\varphi$ và C

#### F.1.3.2.1 Theo trạng thái giới hạn thứ nhất:

Đối với  $\alpha = 0,95$  và  $n - 2 = 49$ , tra Bảng 1 (4.2.1.8.1) ta có  $t_\alpha = 1,675$

Vậy  $\rho_c = t_\alpha \times V_c = 1,675 \times 0,15 = 0,25$

$$K_{d(c)} = \frac{1}{1 \pm \rho_c} = \frac{1}{1 - 0,25} = 1,33$$

$$\rho_{ig\varphi} = t_\alpha \times V_{ig\varphi} = 1,674 \times 0,02 = 0,034$$

$$K_{d(ig\varphi)} = \frac{1}{1 \pm \rho_{ig\varphi}} = \frac{1}{1 - 0,034} = 1,035$$

Ta có:

$$C_I = \frac{C_{ic}}{K_{d(c)}} = \frac{0,486}{1,33} = 0,37$$

$$\text{tg}\varphi_I = \frac{\text{tg}\varphi_{ic}}{K_{d(ig\varphi)}} = \frac{0,165}{1,51} = 0,11 \rightarrow \varphi_I = 6^\circ 14'$$

F.1.3.2.2 Theo trạng thái giới hạn thứ hai:

Đối với  $\alpha = 0,85$  và số hạng tự do  $K = n - 2 = 49$ , tra Bảng 1 (4.2.1.8.1) ta có:

$$\rho_c = 1,05 \times 0,15 = 0,16;$$

$$\rho_{tg\varphi} = 1,05 \times 0,20 = 0,212$$

$$K_{d(c)} = \frac{1}{1-0,16} = 1,19$$

$$K_{d(tg\varphi)} = \frac{1}{1-0,212} = 1,269$$

$$C_{II} = \frac{0,486}{1,19} = 0,41$$

$$tg\varphi_{II} = \frac{0,165}{1,269} = 0,13$$

$$\varphi_{II} = 7^{\circ}24'$$

Tổng hợp kết quả tính toán được trình bày trong Bảng F.3.

**Bảng F.3**

Số thứ tự	Giá trị $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> ) ở cấp áp lực $\sigma_1$ (kG/cm <sup>2</sup> )			Các đại lượng đã tính
	1,0	2,0	3,0	
1	0,486	0,625	0,810	$S_r = 0,1911$
2	0,596	0,685	0,797	$S_c = 0,0708$
3	0,578	0,786	0,694	$S_{tg\varphi} = 0,0328$
4	0,694	0,856	1,155	$V_c = 0,15$
5	0,925	0,556	0,671	$V_{tg\varphi} = 0,20$
6	1,001	1,275	1,450	$tg\varphi_{ic} = 0,165$
7	0,633	0,797	0,820	$C_{ic} = 0,37$
8	0,729	0,797	1,365	$C_r = 0,37$
9	0,740	0,995	0,920	$C_{II} = 0,41$
10	0,740	0,971	1,140	$\varphi_{ic} = 9^{\circ}22'$
11	0,729	0,888	1,293	$\varphi_r = 6^{\circ}14'$
12	0,729	0,865	1,025	$\varphi_{II} = 7^{\circ}24'$
13	0,547	0,751	0,979	
14	0,182	0,843	0,888	
15	0,569	0,820	0,797	
16	0,569	0,706	0,948	
17	0,578	0,810	0,865	
	0,651	0,817	0,982	

## F.2 Tính giá trị tiêu chuẩn và giá trị tính toán của khối lượng thể tích ( $\gamma$ )

Một đơn nguyên địa chất công trình loại đất sét pha có 7 thí nghiệm xác định chỉ tiêu khối lượng thể tích. Từ tổ hợp số liệu đã có, lập Bảng F.4.

**Bảng F.4**

TT	$\gamma_i, (g/cm^3)$	$\bar{\gamma} - \gamma_i, (g/cm^3)$	$(\bar{\gamma} - \gamma_i)^2, (g/cm^3)$
1	1,89	-0,11	0,0121
2	1,80	-0,02	0,0004
3	1,77	0,01	0,0001
4	1,73	0,05	0,0025
5	1,81	-0,03	0,0009
6	1,60	0,18	0,0324
7	1,86	-0,08	0,0064
$\Sigma$	12,46	0	0,0548
$\bar{\gamma} = \frac{12,46}{7} = 1,78 (g/cm^3)$			

Tiến hành kiểm tra loại sai số thô:

$$S_{tb} = \sqrt{\frac{0,0548}{7}} = 0,09$$

Theo Bảng 3 (4.2.2.1.1) ta có tiêu chuẩn thống kê  $\gamma$  bằng 2,18 với  $n = 7$ .

Khi đó:  $V_{Stb} = 0,2|\bar{\gamma} - \gamma| < 0,20$ . Như vậy không phải loại bỏ số liệu thí nghiệm nào.

- Tính các giá trị tiêu chuẩn ( $\gamma_{TC}$ ), tính toán trạng thái giới hạn 1 ( $\gamma_I$ ) và trạng thái giới hạn 2 ( $\gamma_{II}$ ).

$$\gamma_{tc} = \bar{\gamma} = 1,78 (g/cm^3)$$

$$V = \frac{0,1}{1,78} = 0,06;$$

$$S = \sqrt{\frac{0,0548}{7-1}} = 0,1$$

Trạng thái giới hạn 1: Với  $\alpha = 0,95$  và số bậc tự do  $n - 1 = 6$  ta có  $t_{\alpha} = 0,94$

**TCVN 9153:2012**

$$\rho = \frac{1,94 \times 0,06}{\sqrt{7}} = 0,04;$$

$$K_d = \frac{1}{1 - 0,04} = 1,04$$

$$\gamma_I = \frac{1,78}{1,04} = 1,71 (\text{g/cm}^3)$$

Trạng thái giới hạn 2: Với  $\alpha = 0,85$  và số bậc tự do  $n - 1 = 6$  ta có  $t_\alpha = 1,13$

$$\rho = \frac{1,13 \times 0,06}{\sqrt{7}} = 0,03;$$

$$K_d = \frac{1}{1 - 0,03} = 1,03$$

$$\gamma_{II} = \frac{1,78}{1,03} = 1,73 (\text{g/cm}^3)$$

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] 14 TCN 196 – 2006 Khảo sát địa chất công trình Thủy lợi - Hướng dẫn phương pháp chỉnh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất
  - [2] 20 TCN 74 – 87 Đất xây dựng - Phương pháp chỉnh lý thống kê các kết quả xác định các đặc trưng của chúng
  - [3] TCVN 4253 – 86 Nền các công trình thủy công. Tiêu chuẩn thiết kế.
-