

TƯƠNG QUAN ĐỘ CHẶT VỚI HỆ SỐ THẨM, VỚI LỰC DÍNH VÀ ĐỀ XUẤT LỰA CHỌN HỆ SỐ ĐÀM NÉN HỢP LÝ

Trần Văn Hiến¹; Lê Văn Hùng²

Tóm tắt: Căn cứ vào phân tích kết quả thí nghiệm, tác giả xác định tương quan độ chặt với hệ số thấm (K_t), lực dính (C) và góc ma sát trong (φ) của đất loại sét. Từ đó, đề xuất lựa chọn hệ số đầm nén hợp lý cho đất đắp đập trong điều kiện độ ẩm của đất và không khí cao như đập Tả Trạch và các công trình tương tự.

Từ khóa: Hệ số thấm; hệ số đầm nén; độ chặt; Tả Trạch; lực dính C ; góc ma sát trong φ .

1. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Các khối chống thấm của đập đất phần lớn dùng đất á sét từ nhẹ đến nặng có hàm lượng hạt sét từ 10% ÷ 50% (Nguyễn Văn Thơ, Trần Thị Thanh, 2001). Đối với loại đất này khi đầm đến độ chặt nhất định thì có khả năng chống thấm tốt phù hợp yêu cầu cho đập đất đồng chất $K_t \leq 10^{-4}$ cm/s hoặc khối chống thấm của thân đập $K_t \leq 10^{-5}$ cm/s. Trong tự nhiên, đất này có độ ẩm rất lớn, để giảm được độ ẩm về gần độ ẩm tối ưu sẽ rất khó khăn và tốn kém, đặc biệt là vùng có độ ẩm không khí cao (như đập Thác Bà, khi thi công lõi đập phải rang sấy đất sét thi công lõi đập nhưng không thành công; đập Tả Trạch phải phơi đất nhưng sau một năm cũng không đạt độ ẩm thiết kế đắp đập). Như vậy, bài toán thực tế để đạt được độ ẩm tối ưu khi đắp là không dễ. Liệu ta có thể đầm nén đất ở độ ẩm cao hơn độ ẩm tối ưu, sao cho vẫn đáp ứng ổn định chịu lực và chống thấm, đồng thời đáp ứng tiến độ thi công vượt lũ.

Mục đích nghiên cứu thực nghiệm tương quan giữa độ chặt (hệ số đầm nén K_c) với các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu là hệ số thấm K_t , lực dính C , góc ma sát trong φ để làm cơ sở đề xuất những giải pháp phù hợp khi thiết kế và thi công đập đất độ ẩm cao.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Lý luận về đầm nén đất

Sự ổn định của khối đất đá đắp chủ yếu dựa

vào sức kháng cắt của vật liệu. Mà lực ma sát trong, lực kết dính và tính chống thấm của đất thì tăng lên theo mật độ (độ chặt) của đất. Ví dụ: dung trọng khô của đất pha cát là $1.4T/m^3$ sau khi được đầm chặt tăng lên $1.7T/m^3$ thì cường độ nén của nó tăng 4 lần, hệ số thấm giảm 2000 lần. Nhờ đầm chặt đất mà thiết kế mái đập có thể dốc hơn, từ đó giảm khối lượng đắp và tăng nhanh tốc độ thi công.

Vật liệu đất gồm ba thể, đó là thể rắn của hạt đất, thể lỏng của nước và thể khí của không khí. Thông thường thể rắn và thể nước không thể nén lại được, cho nên thực chất đầm chặt đất làm cho các hạt đất có nước bao bọc xung quanh ép đầy vào các khe hở của các hạt đất, từ đó đẩy không khí ra khỏi khối đất, làm cho hệ số độ rỗng của đất giảm nhỏ, độ chặt (mật độ) của đất tăng. Rõ ràng quá trình đầm chặt đất là một quá trình sắp xếp lại ba thể của đất dưới tác động của ngoại lực. Mục đích nghiên cứu với công năng đầm chặt nhỏ nhất có thể thu được hiệu quả đầm chặt lớn nhất đã thúc đẩy sự phát triển lý luận và kỹ thuật thi công về đầm chặt đất.

Lý luận “màng nước” khi đầm chặt đất giải thích ảnh hưởng của tính chất (loại) đất, độ ngậm nước (ẩm) và công năng đầm chặt đối với hiệu quả đầm chặt đất đồng thời thể hiện rõ liên quan nội bộ và quy luật của ba yếu tố trên. Lý luận này cho rằng nước ở trong đất có hai trạng thái: một là nước tự do, hai là màng nước có tính đàn hồi bao quanh hạt đất. Do tác dụng của lực điện phân tử ở bề mặt hạt đất làm cho màng

¹ Công ty Tư vấn thủy lợi 2 (HEC2)

² Trường Đại học Thủy lợi

nước đàn tính có các tính chất: tính dính, tính chống cắt và tính đàn hồi cực hạn. Màng nước này càng mỏng thì các đặc tính trên càng rõ rệt. Chiều dày màng nước tăng lên, tác dụng của lực điện phân tử của bề mặt hạt đất giảm và các tính năng trên nhanh chóng mất đi. Khi màng nước đủ dày thì tính chống cắt của nó bằng không. Nước ở ngoài chiều dày này là nước tự do. Nước trong chiều dày này chịu sự kìm chế của lực điện phân tử của bề mặt hạt đất gọi là nước bị kìm chế. Trong quá trình đầm chặt đất, chỉ có nước tự do mới có tác dụng làm trơn, còn màng nước bị kìm chế có tính chống cắt, tạo ra trở lực đối với dịch chuyển giữa các hạt đất. Như vậy, rõ ràng độ ẩm ảnh hưởng mật thiết tới tính đầm chặt của các loại đất.

Đối với đất có tính dính thì độ ẩm càng nhỏ màng nước càng mỏng, lực điện phân tử của bề mặt hạt đất tác dụng càng lớn, sức chống cắt của đất mạnh, công năng để đầm chặt càng lớn, nên càng khó đầm chặt. Khi màng nước đàn tính dày lên đến lúc năng lực chống cắt của đất gần bằng không, tiêu hao công năng đầm nhỏ nhất có thể đạt được độ đầm chặt lớn nhất, lượng ngậm nước (độ ẩm) lúc này gọi là độ ẩm tối ưu. Vượt qua độ ẩm này đất gần với bão hoà, nước tự do tăng, lực điện phân tử không còn, tính dính, lực ma sát cũng không còn. Các hạt đất vì không còn sự không chế mà “trôi trượt” nên sinh ra hiện tượng “chảy” khi này lực đầm trực tiếp tác dụng lên nước tự do, không thể truyền tất cả cho hạt đất, khó phát huy tác dụng đầm chặt có hiệu quả, tức là sinh ra áp lực trung hòa. Công năng đầm tiêu hao rất lớn, mà không đạt được hiệu quả đầm chặt. Quan hệ giữa dung trọng khô khi đầm chặt với độ ẩm của đất có tính dính thể hiện qua biểu đồ thấy rằng: Ban đầu dung trọng khô của đất tăng khi độ ẩm tăng. Khi độ ẩm tăng tới giới hạn nào đấy thì dung trọng khô đạt trị số lớn nhất. Khi vượt qua độ ẩm giới hạn ấy thì dung trọng khô lại giảm. Khi công năng đầm cố định, độ ẩm tương ứng với dung trọng khô lớn nhất là độ ẩm tối ưu của công năng đầm tương ứng. Cũng có nghĩa là độ ẩm tối ưu của đất còn thay đổi theo công năng đầm chặt đất, công năng đầm chặt

tăng, tương ứng độ ẩm tối ưu giảm. Trong thí nghiệm lấy số lần đầm nén, trong thí công lấy số lần lăn ép để phản ánh công năng đầm chặt.

Đối với đất dính, yếu tố quyết định đến hiệu quả đầm chặt đất: Dung trọng khô γ_k ; Độ ẩm W ; Áp lực đầm nén; Loại đất (cấp phối, hàm lượng các hạt sét, chiều dày rải đất...). Khi độ ẩm quá lớn, hiệu quả của tăng áp lực đầm bị hạn chế do áp lực nước kẽ rỗng.

Đối với đất không dính, vì hạt đất thô, diện tích bề mặt hạt đất của một đơn vị khối lượng đất so với đất dính nhỏ hơn nhiều, bởi vậy ảnh hưởng của lực điện phân tử của nước bị kìm chế ở mặt hạt đất cũng rất nhỏ. Nên lực dính so với lực ma sát giữa các hạt đất nhỏ hơn nhiều. Bởi cỡ hạt thô lại không đều nên tỷ lệ độ rỗng so với đất có tính dính nhỏ, tính nén ép, tính trương nở đều không lớn. Lực điện phân tử bề mặt hạt đất yếu nên dễ thải nước có kết. Đất có tính dính thì ngược lại. Điều đó dễ lý giải dung trọng đất không dính lớn hơn đất dính. Trong trường hợp tiêu hao công năng đầm như nhau, đất không dính sẽ có độ đầm chặt lớn. Trong thí công, đất không dính có dung trọng khô vượt quá $2T/m^3$ là thường gặp, còn đất dính đạt tới $1,8T/m^3$ cũng tương đối khó khăn (Đại học Vũ Hán, 1994).

2.2. Phương pháp, phạm vi và đối tượng nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu chủ yếu là thí nghiệm trong phòng đối với đất dính kết hợp phân tích thống kê và chuyên gia phân tích. Các tiêu chuẩn áp dụng chủ yếu: Các TCVN hiện hành về Đất xây dựng, thiết kế và thi công đập đất.

Đối tượng nghiên cứu: Ảnh hưởng của độ chặt đến hệ số thấm, lực dính và góc ma sát trong của đất trầm tích lòng sông, sườn tàn tích trong khu vực xây dựng Hồ Tả Trạch, Hồ Truồi – Thừa Thiên Huế, Hồ Ngàn Trươi – Hà Tĩnh.

Nguồn gốc đất thí nghiệm: đất lớp 2b bồi tích thềm sông bậc 1 (aQ), đất lớp 3b pha tàn tích (deQ) tại các mỏ vật liệu Hồ Tả Trạch – Huế.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kết quả được xác định cho khu vực Tả Trạch. Các nhóm mẫu đất thí nghiệm được chế

bị với độ chặt (hệ số đầm nén K_c) khác nhau tương ứng với độ ẩm bên nhánh ướt của kết quả đầm Proctor. Mỗi mẫu có K_c (hoặc dung trọng khô) tương ứng được thí nghiệm xác định hệ số thấm K_t , góc ma sát trong φ và lực dính C .

Thí nghiệm được tiến hành tại phòng thí nghiệm tại các phòng Las – XD 151 – Công ty CP TVXD Thủy Lợi II; Las-XD-320 – Tổng Công ty XD Thủy Lợi 4; Las-XD220 – Công ty CPTVĐT và XD Quảng Trị, thực hiện trong các năm 2012 ÷ 2013 theo các tiêu chuẩn (TCVN 8723:2012; 14TCN 196 - 2006; TCVN 4196:2012). Các kết quả thí nghiệm thấm theo điều kiện cột nước không đổi; Thí nghiệm xác định φ , C theo phương pháp cắt phẳng, cắt chậm có kết thoát nước (sơ đồ CD - consolidated - drained). Đối với đất 2a thí nghiệm Proctor tiêu chuẩn; Đối với đất 3b thí nghiệm Proctor cải tiến với thông số (TCVN 4201:2012): Búa đầm 4,5 kg; Chiều cao rơi 450mm; Đường kính trong của cối 152mm; Chiều cao cối 127mm; Thể tích cối 2.305 cm³; Số lớp đầm 3; Số chày đầm cho mỗi lớp 50 lần.

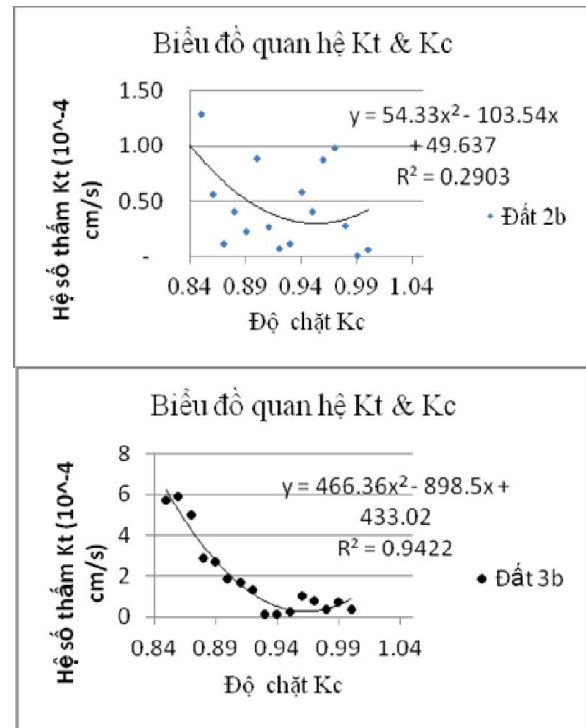
Kết quả thí nghiệm hệ số thấm K_t được hiệu chỉnh theo hướng dẫn (14TCN 196 - 2006) chọn hệ số hiệu chỉnh giảm $K=10$ (hệ số thấm trong phòng thí nghiệm nhỏ hơn thực tế 10 lần).

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của đất

Chỉ tiêu	Lớp đất		
	Lớp 2b	Lớp 3b	
Thành phần hạt	Hạt sét, %	30.8	27.1
	Hạt bụi, %	34.8	28.9
	Hạt cát, %	34.4	39.8
	Hạt sạn, %		4.2
	Cuội dăm, %		
Hạn độ chảy, W_T , %	41.0	41.7	
Hạn độ dẻo, W_P , %	24.5	25.2	
Chỉ số dẻo, W_N	16.5	16.5	
Độ sệt, B	0.20	0.188	
Độ ẩm W_{op} , %	18.5	15.8	
Dung trọng ướt, γ_w (T/m ³)	1.87	1.85	
Dung trọng khô, γ_c (T/m ³)	1.697	1.790	
Tỷ trọng, Δ	2.72	2.74	
Độ lỗ rỗng, n %	46.2	47.4	
Tỷ lệ lỗ rỗng, ϵ	0.859	0.900	
Độ bão hoà, G %	88.0	86.1	

Bảng 2. Tương quan giữa độ chặt (hệ số đầm nén K_c) với hệ số thấm (K_t)

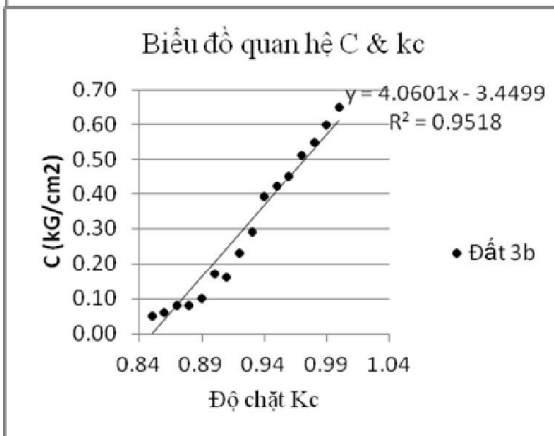
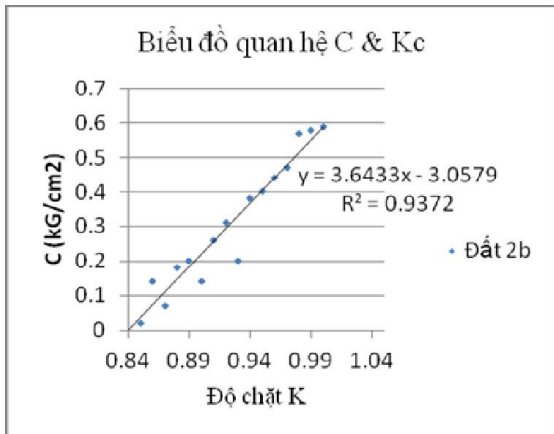
Độ chặt K_c	Độ ẩm W_{cb} (%)		Hệ số thấm K_t (cm/s)	
	2b	3b	2b	3b
0.83	29.9	27.0	$1.40 \cdot 10^{-4}$	$1.53 \cdot 10^{-3}$
0.85	28.7	25.8	$1.29 \cdot 10^{-4}$	$5.69 \cdot 10^{-4}$
0.86	28.1	25.2	$5.65 \cdot 10^{-5}$	$5.91 \cdot 10^{-4}$
0.87	27.5	24.7	$1.15 \cdot 10^{-5}$	$5.02 \cdot 10^{-4}$
0.88	26.9	24.1	$4.07 \cdot 10^{-5}$	$2.89 \cdot 10^{-4}$
0.89	26.3	23.5	$2.20 \cdot 10^{-5}$	$2.69 \cdot 10^{-4}$
0.90	25.7	22.9	$8.85 \cdot 10^{-5}$	$1.86 \cdot 10^{-4}$
0.91	25.1	22.3	$2.67 \cdot 10^{-5}$	$1.66 \cdot 10^{-4}$
0.92	24.5	21.7	$7.06 \cdot 10^{-6}$	$1.29 \cdot 10^{-4}$
0.93	23.9	21.2	$1.10 \cdot 10^{-5}$	$1.43 \cdot 10^{-5}$
0.94	23.3	20.5	$5.91 \cdot 10^{-5}$	$1.19 \cdot 10^{-5}$
0.95	22.6	19.9	$4.16 \cdot 10^{-5}$	$2.56 \cdot 10^{-5}$
0.96	22.0	19.3	$8.68 \cdot 10^{-5}$	$1.02 \cdot 10^{-4}$
0.97	21.3	18.6	$9.86 \cdot 10^{-5}$	$8.03 \cdot 10^{-5}$
0.98	20.6	17.9	$2.81 \cdot 10^{-5}$	$3.79 \cdot 10^{-5}$
0.99	19.9	17.2	$1.06 \cdot 10^{-6}$	$7.01 \cdot 10^{-5}$
1.00	18.5	15.8	$6.11 \cdot 10^{-6}$	$3.58 \cdot 10^{-5}$



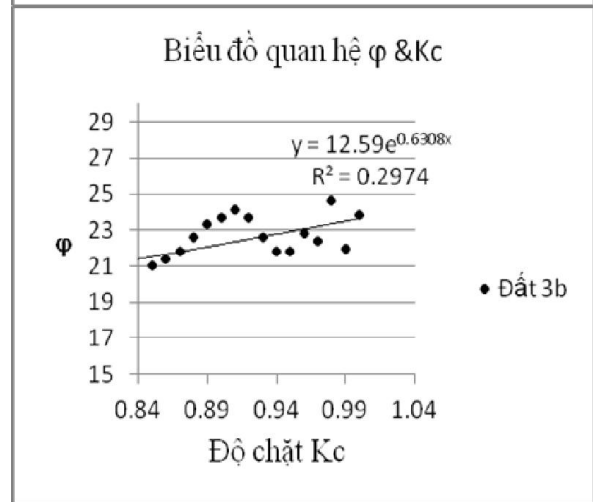
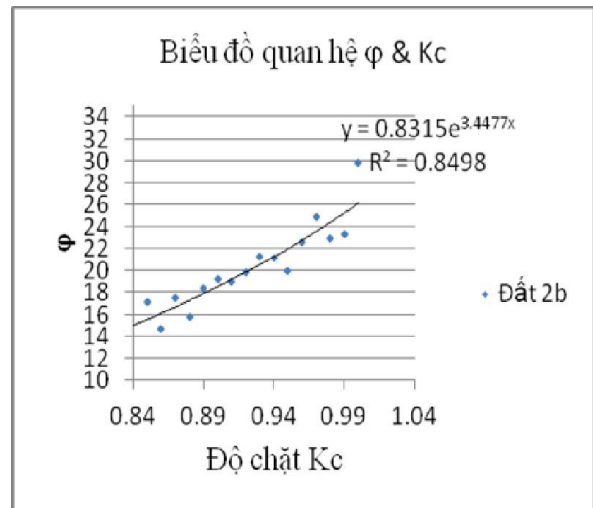
Hình 1. Tương quan giữa K_t với K_c

Bảng 3. Tương quan giữa độ chặt (hệ số đầm nén K_c) với góc ma sát trong ϕ và với lực dính C

Độ chặt K_c	Độ ẩm W_{cb} (%)		Lực dính C (kG/cm ²)		Góc ma sát trong ϕ			
	2b	3b	2b	3b	2b		3b	
0.83	29.9	27.0		0.02			19°	23'
0.85	28.7	25.8	0.02	0.05	17°	11'	21°	'
0.86	28.1	25.2	0.14	0.06	14°	47'	21°	24'
0.87	27.5	24.7	0.07	0.08	17°	29'	21°	48'
0.88	26.9	24.1	0.18	0.08	15°	48'	22°	35'
0.89	26.3	23.5	0.20	0.10	18°	21'	23°	21'
0.90	25.7	22.9	0.14	0.17	19°	11'	23°	44'
0.91	25.1	22.3	0.26	0.16	18°	58'	24°	7'
0.92	24.5	21.7	0.31	0.23	19°	47'	23°	44'
0.93	23.9	21.2	0.20	0.29	21°	15'	22°	35'
0.94	23.3	20.5	0.38	0.39	21°	12'	21°	48'
0.95	22.6	19.9	0.40	0.42	19°	57'	21°	48'
0.96	22.0	19.3	0.44	0.45	22°	38'	22°	49'
0.97	21.3	18.6	0.47	0.51	24°	56'	22°	23'
0.98	20.6	17.9	0.57	0.55	22°	58'	24°	39'
0.99	19.9	17.2	0.58	0.60	23°	21'	21°	56'
1.00	18.5	15.8	0.48	0.65	29°	56'	23°	49'



Hình 2. Tương quan giữa C với K_c



Hình 3. Tương quan giữa ϕ với K_c

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả phân tích tương quan độ chặt với các chỉ tiêu thí nghiệm như sau:

a) Hệ số thấm:

- Đối với đất lớp 2b:

Trường hợp $K_c < 0.85$, khi K_c tăng thì K_t giảm mạnh tuyến tính;

Trường hợp $K_c = (0.85 \div 1)$, khi K_c tăng thì K_t giảm chậm và qui luật không rõ ràng (nếu lựa chọn qui luật đa thức bậc hai thì mức độ chặt chẽ tương quan cao nhất cũng chỉ đạt $R^2 = 0.29$). Khi $K_c \geq 0.95$ thì K_t hầu như không giảm nữa, điều này chứng tỏ vai trò chống thấm của hàm lượng sét cao trong đất 2b.

- Đối với đất lớp 3b:

Trường hợp $K_c < 0.85$, khi K_c tăng thì K_t giảm mạnh tuyến tính;

Trường hợp $K_c = (0.85 \div 1)$, khi K_c tăng thì K_t giảm theo qui luật đa thức bậc 2, hệ số tương quan $R^2 = 0.942$, được xem là tương quan chặt chẽ.

Khi $K_c \geq 0.95$ thì K_t vẫn giảm nhưng không nhiều, điều này chứng tỏ ảnh hưởng của hàm lượng hạt sạn trong đất 3b, khác biệt với đất 2b.

Cả hai loại đất 2b và 3b đều cho hệ số thấm gần như là nhỏ nhất khi $K_c \approx 0.95$.

b) Lực dính và góc ma sát trong:

- Đối với đất lớp 2b:

Lực dính C tăng tuyến tính với độ chặt K_c , hệ số tương quan $R^2 = 0.937$, tương quan chặt chẽ.

Góc ma sát trong tăng đồng biến với độ chặt K_c theo dạng hàm mũ, hệ số tương quan $R^2 = 0.849$, tương quan chặt chẽ.

- Đối với đất lớp 3b:

Lực dính C tăng tuyến tính với độ chặt K_c , hệ số tương quan $R^2 = 0.951$, tương quan chặt chẽ.

Góc ma sát trong tăng rất nhẹ khi độ chặt K_c tăng, nhưng qui luật không rõ ràng. Điều này có thể lý giải ảnh hưởng của hạt thô trong đất 3b.

Các kết quả này phù hợp với kết luận của các tác giả khác (Nguyễn Văn Thơ, Trần Thị Thanh, 2001).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

14TCN 196 - 2006 *Khảo sát địa chất công trình Thủy lợi - Hướng dẫn phương pháp chính lý kết quả thí nghiệm mẫu đất.*

Đại học Vũ Hán (1994), *Thi công công trình thủy lợi* - tr.124-125, người dịch: Tống Văn Hăng; Nguyễn Văn Thơ, Trần Thị Thanh (2001), *Sử dụng đất tại chỗ để đắp đập ở Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ*, NXB Nông nghiệp.

TCVN 4196:2012 *Đất xây dựng - Phương pháp xác định độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm.*

TCVN 4201:2012 *Đất xây dựng - Phương pháp xác định độ chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm.*

TCVN 8297:2012 *Công trình thủy lợi - Đập đất - yêu cầu kỹ thuật thi công bằng phương pháp đầm nén.*

TCVN 8723:2012 *Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định hệ số thấm của đất trong phòng thí nghiệm.*

Một số kiến nghị:

Đất có hàm lượng sét cao ở khu vực nghiên cứu thường thi công trong điều kiện độ ẩm cao. Việc giảm độ ẩm là việc làm rất khó khăn, thậm chí không khả thi do thời tiết khu vực rất ẩm ướt. Như vậy, cần chọn giải pháp dung hòa về đáp ứng kỹ thuật với điều kiện thi công. Vì vậy tác giả kiến nghị lựa chọn độ ẩm thi công đất loại 2b, 3b như đã nghiên cứu đối với đập đất đồng chất hoặc khối chống thấm của đập nên chọn độ chặt $K_c = 0.95$ ứng với độ ẩm nhánh ướt trong thiết kế và thi công đập sử dụng vật liệu đất lớp 2b, 3b và có thể mở rộng nghiên cứu xem xét cho đất tương tự. Điều này không mâu thuẫn với các nghiên cứu của nhiều tác giả những năm gần đây về đất miền Trung. (Đối với tiêu chuẩn thiết kế và thi công hiện hành (TCVN 8297:2012) quy định chọn độ chặt K_c theo cấp công trình Yêu cầu về độ chặt K quy định như sau: Với đập từ cấp II trở lên và các loại đập xây dựng ở vùng có khả năng động đất từ cấp VII trở lên: $K \geq 0.97$; Với các đập cấp III, cấp IV và công trình đất khác: $K \geq 0.95$).

Trong các bài tiếp theo tác giả cung cấp kết quả kiểm tra thấm hiện trường bằng phương pháp đổ nước trong lỗ khoan cho 2 loại đất trên khi đắp đất với độ chặt $K_c = 0.95$.

Abstract:

THE CORRELATION AMONG THE SOIL COMPACTION, THE PERMEABILITY COEFFICIENT AND THE SOIL COHESION - RECOMMENDATIONS ON THE COMPACTING FACTOR DETERMINATION

Based on the analysis of the experimental results, the author determines the correlation between the compacting factor and the permeability coefficient (K_v), the soil cohesion (C) and the soil inner friction angle (φ) of the clay type soil. Then, the suitable soil compaction coefficient is proposed for the backfill soil in the high humidity condition as of the Ta Trach dam and similar works.

Keywords: Permeability coefficient; compacting factor; Ta Trach; soil cohesion C ; soil inner friction angle φ .

BBT nhận bài: 02/3/2015

Phản biện xong: 13/8/2015