

# Đất xây - Phương pháp xác định độ chặt tiêu chuẩn trong thí nghiệm

## Soil – Standard compaction laboratory test

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định độ chặt tiêu chuẩn của đất loại cát và đất loại sét (trừ than bùn, đất than bùn và bùn) trong phòng thí nghiệm để phục vụ cho thi công các công thức xây dựng bằng đất.

### 1. Quy định chung

1.1. Độ chặt tiêu chuẩn ( $\gamma_{tc}$ ) là độ chặt ứng với khối lượng thể tích khô (cốt đất) lớn nhất của mẫu đất sau khi được đầm nện theo những điều kiện nêu trong tiêu chuẩn này.

Ứng với khối lượng thể tích khô lớn nhất có lượng ngậm nước thích hợp.

1.2. Độ ẩm tốt nhất của đất là lượng ngậm nước thích hợp cho sự nén chặt để có thể đạt được khối lượng thể tích khô lớn nhất khi đầm nện tốn ít công nhất.

Công đầm nện A được tính bằng Niu-ton centimet trên centimet khối, theo công thức (1):

$$A = \frac{n.m.g.h}{F.a} \times 10$$

Trong đó:

n- số lần đầm nện mỗi lớp;

m- khối lượng của búa đầm nện, tính bằng kilôgam;

g- gia tốc trọng trường, bằng 981 centimet trên giây bình phương;

h – chiều cao rơi của búa, tính bằng centimet;

F- diện tích tiết diện cối đầm nện, tính bằng centimet vuông

a- chiều dày lớp đất đầm nện, tính bằng centimet.

1.3. Thiết bị và dụng cụ để xác định

1.3.1. Cối đầm nện và cân dẫn búa bằng kim loại (hình 1) có các thông số và kích thước chế tạo bằng 1 với sai số cho phép 0,1%.

**Bảng 1**

Loại thiết bị	Kích thước cối đầm nện			Đường kính của đế đập $d_2$ (cm)	Khối lượng của búa (kg)
	Đường kính trong cối $d_1$ (cm)	Chiều cao của cối $h_1$ (cm)	Thể tích cối $V$ , (cm <sup>3</sup> )		
A	10,0	12,7	1,000	10,0	2,5
B	10,0	12,7	1,000	5,0	2,5

*Chú thích:*



M- khối lượng ẩm của toàn bộ mẫu đất thí nghiệm, tính bằng kilôgam;

$W_p$ - độ ẩm của phân hạt lớn hơn 5mm, tính bằng phần trăm;

$W_0$ - độ ẩm của toàn bộ mẫu đất thí nghiệm, tính bằng phần trăm.

**Chú thích:** Cần chọn một ít đất đại diện cho mẫu để xác định khối lượng riêng, chỉ số dẻo và thành phần hạt. Có thể xác định lượng chứa P theo kết quả phân tích thành phần hạt.

- 2.3. Chọn khoảng 15 kg đất đã qua sàng 5mm, chia ra ít nhất năm phần, mỗi phần hơn 2,5kg, cho vào các khay và phun vào lượng nước khác nhau để có độ ẩm từ 5 đến 30% (trong đó có hai trị số ẩm lớn hơn và hai trị số độ ẩm nhỏ hơn độ ẩm tốt nhất).

Lượng nước phun vào đất để dự chế độ ẩm được tính theo công thức (3):

$$q = \frac{0,01m}{1 + 0,01w_1} \times (w - w_1)$$

Trong đó:

q- lượng nước phun thêm, tính bằng gam;

w- độ ẩm của đất cần dự chế, tính bằng phần trăm;

$w_1$ - độ ẩm của đất trước khi làm ẩm thêm, tính bằng gam.

Nếu khối lượng đất dùng để thí nghiệm bị hạn chế, cho phép sử dụng lại đất sau lần thí nghiệm đầu tiên để chế bị mẫu cho các lần thí nghiệm tiếp theo. Trong trường hợp này, cần chọn khoảng 8kg đất đã qua sàng 5mm và chia ra làm ba phần để dự chế các độ ẩm khác nhau cho lần thí nghiệm đầu tiên.

**Chú thích:** Đối với một số loại đất đặc biệt như đất đỏ bazan, đất sét có tính dẻo cao thì không được dùng đất đã làm để chế bị mẫu.

- 2.4. Đối với đất loại cát, lần thí nghiệm đầu tiên bắt đầu độ ẩm 5% và những thí nghiệm tiếp theo sẽ tăng lên từ 1 đến 2% cho mỗi lần. Nếu độ ẩm tự nhiên của đất thấp hơn quy định nói trên (cho lần thí nghiệm đầu tiên) thì phải thêm nước vào cho đủ. Độ ẩm của đất phải được xác định trước khi đầm nện.

Trước khi thí nghiệm, mẫu đất phải được trộn đều và kĩ, sau đó, để mẫu trong bình kín hoặc ủ bằng vải thấm nước ít nhất 1 giờ sau khi trộn.

Mẫu sử dụng sau lần thí nghiệm đầu tiên phải làm tươi vụn và trộn kĩ như trên. Khi sự chênh lệch khối lượng giữa hai lần thí nghiệm vượt quá 10g thì phải điều chỉnh lại độ ẩm cho bằng độ ẩm đã quy định đối với lần thí nghiệm đầu tiên, sau đó mới tính toán lượng nước phun thêm vào cho thích ứng với lần tiếp theo. Sau khi thêm nước, phải trộn lại cho đều và để trong bình kín hoặc ủ vải thấm nước ít nhất 15 phút mới lấy ra thí nghiệm.

- 2.5. Đối với đất sét

Lần thí nghiệm đầu tiên bắt đầu từ độ ẩm 10%, những lần tiếp theo sẽ tăng lên từ 2% (đối với đất pha sét) đến 5% (đối với đất sét). Sau khi cho thêm nước, phải trộn kĩ và để trong bình kín hoặc phủ vải thấm nước ít nhất 15 phút mới lấy ra thí nghiệm. Mẫu sử dụng lại sau lần thí nghiệm đầu tiên phải đảm bảo như mẫu chưa thí nghiệm và sau phun thêm nước vào phải ủ kín ít nhất 15 phút.

### 3. Tiến hành thí nghiệm

- 3.1. Đặt cối đầm nện trên nền cứng và bằng phẳng. Lấy đất đã chuẩn bị ở mỗi khay cho vào cối thành ba lớp, mỗi lớp chiếm khoảng một phần ba thể tích của cối đầm. Dùng búa nặng 2,5kg cho rơi tự do ở độ cao 30cm để đầm riêng cho từng lớp.
- 3.2. Khi đầm đệm, phải để cho bùn rơi tự do và phân bố đều trên mặt đất. Số lần đập cho mỗi lớp quy định theo loại đất.
- Đối với đất cát và cát pha: đập 25 búa.
  - Đối với sét cát pha và sét có chỉ số dẻo nhỏ hơn 30: đập 40 búa;
  - Đối với đất sét có chỉ số dẻo lớn hơn 30: đập 50 búa.

**Chú thích:**

1. Đối với thiết bị đầm loại B thì khi đã đầm được 5 búa, phải thay đổi cần dẫn búa theo ở vị trí đều nhau trên bề mặt của mỗi lớp.
2. Để tránh phân lớp và tạo điều kiện tiếp xúc tốt giữa các lớp, phải dùng dao rạch bề mặt của lớp đã đầm, trước khi cho thêm đất vào cối để đầm lớp tiếp theo.
3. Khi đầm nện lớp thứ ba, mẫu đất sau khi đã đầm đủ số búa chỉ được nhô cao hơn mép cốt không quá 0,5cm.
4. Khi đầm nện theo phương pháp Proctor cải tiến, dùng búa nặng 4,5KG, cho rơi tự do ở độ cao 45cm; năng lượng đầm đơn vị đạt tới 25KG.cm/cm<sup>3</sup>. Mỗi cối được đầm thành 5 lớp; số lần đập cho mỗi lớp là 55 nhất búa.

Vết lõm lúc đo phải lấy đất dư lấp đầy lại.

- 3.3. Khi đầm xong, cẩn thận tháo phần nối bên trên của cối và dùng dao gạt bỏ phần đất thừa cho phẳng. Khi gạt bằng, do trong đất có nhiều hạt thô, trên bề mặt mẫu có thể có những vết lõm. Lúc đó phải lấy đất dư lấp đầy lại.
- 3.4. Tháo cối ra khỏi đế và đem cân đất cùng cối với độ chính xác đến 1 gam. Sau đó xác định khối lượng của đất ẩm tính theo công thức:

Trong đó:

$$\gamma_w = \frac{m_w}{V}$$

$\gamma_w$  – khối lượng thể tích của đất ứng với độ ẩm W, tính bằng gam trên centimét khối;

$m_w$  – khối lượng đất ở độ ẩm w, tính bằng gam;

V – thể tích cối đầm, tính bằng centimét khối.

**Chú thích:** Mỗi lần thí nghiệm phải xác định độ ẩm của đất. Đối với đất loại cát cần lấy mẫu xác định độ ẩm trước khi đầm nện; đối với đất sét sau khi cân xong lấy đất ở phần giữa của mẫu đất đã đầm để xác định độ ẩm.

- 3.5. Tiếp tục thí nghiệm như vậy với ít nhất năm cối đất đã chuẩn bị. Nếu thấy khối lượng thể tích đất ẩm tăng dần và sau đó giảm dần thì thôi. Nếu chưa đạt, phải lấy đất làm lại từ đầu, hoặc làm thêm với các độ ẩm khống chế thích hợp. Khi đầm, ứng với một trị số độ ẩm nào đó thấy có dấu hiệu thoát nước ra từ cối thì cho phép dừng lại.
- 3.6. Tính toán kết quả và vẽ biểu đồ.

Khối lượng thể tích khô ( $\gamma_c$ ) được xác định theo công thức (5):

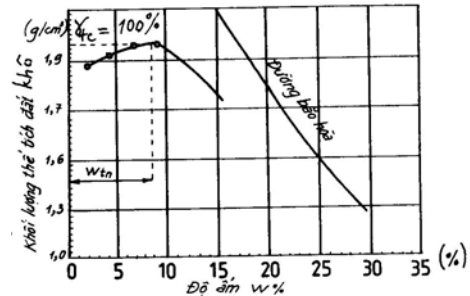
$$\gamma_c = \frac{\gamma_w}{1 + 0,01w}$$

Trong đó:

$\gamma_c$  – khối lượng thể tích của đất khô, tính bằng gam trên centimét khối.

w- độ ẩm của đất, tính bằng phần trăm;

$\gamma_w$  – khối lượng thể tích của đất ẩm, tính bằng gam trên centimét khối.



Hình 2 : Đường đầm chặt tiêu chuẩn

3.7. Dùng số liệu thí nghiệm để tính toán và vẽ đường cong quan hệ giữa độ ẩm và khối lượng thể tích khô lên giấy kẻ ly. Đỉnh cao nhất của đường cong có tọa độ ứng với khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất của đất (hình 2)

3.8. Nếu trong mẫu đất có hạt lớn hơn 5 mm chiếm trên 3%, phải loại trừ khi đầm nệm thì dùng các công thức hiệu chỉnh (6) sau đây để tính toán:

$$\gamma'_c = \frac{\gamma_c \rho'}{\rho' - 0,01p(\rho' - \gamma_c)}$$

$$W' = W (1 - 0,01p)$$

Trong đó:

$\gamma'_c$  – khối lượng thể tích khô của đất có chứa hạt lớn hơn 5mm, tính bằng gam trên centimét khối;

$\gamma_c$  - khối lượng thể tích khô của đất có chứa hạt nhỏ hơn 5mm, tính bằng gam trên centimét khối;

$\rho'$  - khối lượng riêng của phần hạt lớn hơn 5mm, tính bằng centimét khối;

w - độ ẩm của đất chỉ có hạt nhỏ hơn 5mm, tính bằng phần trăm;

w' - độ ẩm của đất chỉ có hạt lớn hơn 5mm, tính bằng phần trăm.

p- hàm lượng của các hạt lớn hơn 5mm, tính bằng phần trăm.

3.9. Dùng số liệu để tính toán hiệu chỉnh vẽ đường cong liên hệ giữa độ ẩm và khối lượng thể tích khô trên giấy kẻ ly (có thể vẽ trên cùng một biểu đồ khi chưa hiệu chỉnh). Đỉnh cao nhất của đường cong có tọa độ ứng với khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất của đất có chứa trên 3% các hạt lớn hơn 5mm.

Với đất cát và đỉnh cao nhất của đường cong thường thể hiện không rõ ràng, vì vậy không chỉ có một giá trị độ ẩm tốt nhất. Trường hợp này cần thuyết minh khi báo cáo kết quả thí nghiệm.

3.10. Để kiểm tra đường hầm chặt đạt tiêu chuẩn, phải tiến hành biểu diễn thêm đường bão hoà. Đường này biểu diễn khối lượng thể tích khô hạt được do khí trong mẫu hoàn toàn thoát khỏi lỗ rỗng nhờ đầm chặt liên tục. Đường bão hoà là đường cong lý thuyết và phụ thuộc vào khối lượng riêng của đất, được tính theo công thức (7):

$$\gamma_{c(bh)} = \frac{\rho}{1 + 0,01W \frac{\rho}{\rho_n}}$$

Trong đó:

$\gamma_{c(ch)}$  – khối lượng thể tích khô của đất hoàn toàn bão hoà, tính bằng gam trên centimét khối;

$\rho$  - khối lượng riêng của đất, tính bằng gam trên centimét khối;

$\rho_n$  – khối lượng riêng của nước, tính bằng gam trên centimét khối;

W- độ ẩm của đất, tính bằng phần trăm.

Những cấp giá trị cần thiết để biểu diễn đường bão hoà được phép rút ra từ bảng 2, khi biết khối lượng riêng của đất.

Những giá trị trung gian được xác định bằng phương pháp nội suy.

**Bảng 2- Khối lượng thể tích khô  $\gamma_{c(bh)}$  ứng với khối lượng riêng của đất**

Khối lượng riêng của đất (g/cm <sup>3</sup> )	Khối lượng thể tích khô của đất (g/cm <sup>3</sup> ) ở các độ ẩm (%)					
	5	10	15	20	25	30
2,52	2,238	2,013	1,829	1,676	1,546	1,435
2,54	2,254	2,026	1,839	1,684	1,554	1,442
2,56	2,270	2,038	1,850	1,693	1,561	1,448
2,58	2,285	2,051	1,860	1,702	1,568	1,454
2,60	2,301	2,064	1,871	1,711	1,576	1,461
2,62	2,317	2,076	1,881	1,719	1,583	1,467
2,64	2,332	2,089	1,891	1,728	1,590	1,473
2,65	2,339	2,099	1,896	1,732	1,594	1,476
2,66	2,348	2,101	1,901	1,736	1,598	1,479
2,68	2,363	2,114	1,912	1,745	1,605	1,486
2,70	2,379	2,126	1,922	1,753	1,612	1,492
2,72	2,894	2,138	1,932	1,762	1,619	1,498
2,74	2,410	2,151	1,942	1,770	1,626	1,504
2,76	2,425	2,163	1,952	1,778	1,633	1,510