

TCVN 6861: 2001

ISO 11276 : 1995

**CHẤT LƯỢNG ĐẤT – XÁC ĐỊNH ÁP SUẤT NƯỚC
TRONG LỖ HỔNG CỦA ĐẤT – PHƯƠNG PHÁP
DÙNG CĂNG KẾ (TENSIO-METER)**

Soil quality – Determination of pore water pressure - Tensiometer method

HÀ NỘI - 2001

Lời nói đầu

TCVN 6861 : 2001 hoàn toàn tương đương với ISO 11276 : 1997.

TCVN 6861 : 2001 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC190
Chất lượng đất biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng
đề nghị, Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường ban hành.

Chất lượng đất – Xác định áp suất nước trong lỗ hổng của đất –

Phương pháp dùng căng kế (Tensiometer)

Soil quality- Determination of pore water pressure - Tensiometer method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các phương pháp xác định áp suất nước trong lỗ hổng của cả hai loại đất bão hoà và không bão hoà bằng căng kế. Các phương pháp được áp dụng đối với những phép đo áp suất nước trong lỗ hổng tại hiện trường, cũng như để quan trắc áp suất nước trong lỗ hổng, ví dụ trong chậu cây hoặc trong lõi đất được sử dụng trong quá trình thực nghiệm.

Ở áp suất không khí bình thường, nghĩa là khoảng 100 kPa, việc áp dụng phương pháp này bị hạn chế ở dãy áp suất hạ xuống thấp khoảng - 85 kPa. Dãy đo giảm ở những áp suất khí quyển thấp hơn. Các căng kế sẽ không hoạt động nếu nhiệt độ nhỏ hơn 0°C tại độ sâu được đo. Độ chính xác của phương pháp cũng bị ảnh hưởng bởi những dao động nhiệt độ của đất và không khí. Căng kế đáp ứng được khoảng thời gian dao động từ vài giây đến nhiều ngày. Để thu được những số liệu đo tin cậy trong các điều kiện ngoài đồng ruộng, các căng kế phải được dùng thường xuyên.

Các căng kế cung cấp các phép đo điểm của áp suất nước trong lỗ hổng. Để đo áp suất nước trong lỗ hổng ở các độ sâu khác nhau, cần có nhiều căng kế. Ở ngoài đồng, cho phép dùng các bộ dụng cụ giống nhau nếu có sự thay đổi về không gian của các vị trí lấy mẫu.

2 Định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các định nghĩa sau đây:

Chú thích 1 - Các định nghĩa bổ sung trong E.2 chỉ có giá trị tham khảo.

2.1 Áp suất nước trong lỗ hổng (pore water pressure): Tổng các áp suất khí và mặt phân cách.

Chú thích:

- 2 Áp suất nước trong lỗ hổng cũng được coi là áp suất sức căng.
- 3 Áp suất nước trong lỗ hổng biểu thị tổng của những áp suất do các lực của mặt phân cách giữa nước, không khí và các thể rắn của đất (áp suất mặt phân cách), phần khối lượng của vật liệu nằm bên trên không được bộ khung của đất mang tải và do đó mang tải bằng áp suất nước trong đất (áp suất quá tải; áp suất này thường được coi như một phần của áp suất mặt phân cách) và áp suất khí tại chỗ trong đất (áp suất khí). Ở hầu hết các tình huống, áp suất quá tải và áp suất khí bằng 0.

2.2 Áp suất mặt phân cách (matric pressure): Tổng số công phải thực hiện để vận chuyển một cách thuận nghịch và đẳng nhiệt một lượng nước vô cùng nhỏ, có thành phần đồng nhất với nước trong đất, từ vùng nước ở độ cao nhất định và áp suất khí bên ngoài của điểm đang xem xét, đến nước của đất tại điểm đang được xem xét, chia cho thể tích nước được vận chuyển.

2.3 Áp suất khí (pneumatic pressure): Tổng số công phải thực hiện để vận chuyển một cách thuận nghịch và đẳng nhiệt một lượng nước vô cùng nhỏ, có thành phần đồng nhất với nước trong đất, từ vùng nước ở áp suất khí quyển và ở độ cao tại điểm đang xem xét, đến vùng nước tương tự tại áp suất khí bên ngoài của điểm đang được xem xét, chia cho thể tích nước được vận chuyển.

Chú thích 4 - Áp suất nước phải được xem như áp suất tương đương của thế năng của nước trong đất. Tương tự như vậy áp dụng với cột nước trong đất, cột tương đương với thế năng của nước trong đất.

Tương quan giữa chúng là:

$$\Psi \cdot \rho_w = p - h \cdot g \cdot \rho_w$$

trong đó:

Ψ là thế năng của nước trong đất, tính bằng jun trên kilôgam trên cơ sở khối lượng;

p là áp suất tương đương của thế năng của nước trong đất, tính bằng jun trên mét khối trên cơ sở khối lượng
(1 J/m³ = 1 N/ m² = 1 Pa);

h là cột tương đương của thế năng của nước trong đất, tính bằng jun trên newton trên cơ sở lực
(1J/N = 1 m);

ρ_w là khối lượng riêng của nước, tính bằng kilôgam trên mét khối;

g là gia tốc trọng trường, tính bằng mét trên giây bình phương.

Trong tiêu chuẩn này những tương đương áp suất và thế năng của nước trong đất được sử dụng. Đơn vị tương ứng của phép đo là Pascan (Pa). Bảng 1 cung cấp sự chuyển đổi giữa thế năng nước trong đất và áp suất của nó và các tương đương cột.

**Bảng 1 - Các chuyển đổi giữa thế năng của nước trong đất
và áp suất của nó và các tương đương cột**

Các thông số cần chuyển đổi	Tương đương áp suất Pa	Tương đương cột m	Thế năng J/kg
Tương đương áp suất (Pa)	1	$0,102\ 0 \times 10^{-3}$	10^{-3}
Tương đương cột (m)	9 807	1	9,807
Thế năng (J/kg)	10^3	0,102 0	1

Chú thích

- 1 Chuyển đổi từ thế năng hoặc tương đương của nó trong chiều thẳng đứng thứ nhất đến tương đương khác hoặc thế năng, nhân với yếu tố đã cho, ví dụ:
thế năng 1 J/kg có áp suất tương đương 10^3 Pa và cột tương đương 0,1020 m.

- 2 Gia tốc trọng trường = $9,807\text{ m/s}^2$.

Khối lượng riêng của nước = $1\ 000\text{ kg/m}^3$.

3 Nguyên tắc

Một căng kế gồm một cốc xộp thấm nước được nối với dụng cụ đo áp suất. Các lỗ hổng của thành cốc đủ nhỏ để ngăn không khí đi qua khi nó bị ướt. Cốc xộp được chứa đầy nước. Khi đặt cốc vào trong đất, nước bên trong căng kế chảy qua thành xộp vào đất, hoặc nước của đất chảy vào căng kế, cho đến khi áp suất nước ở cả hai phía của thành xộp bằng nhau. Khi cân bằng đạt được, áp suất nước bên trong căng kế được đo, sau khi hiệu chỉnh sự khác nhau về độ cao giữa bộ cảm biến áp suất (sensor) và cốc xộp bằng áp suất nước trong lỗ hổng của nước trong đất tại vị trí của cốc xộp.

4 Thiết bị, dụng cụ

4.1 Căng kế, thường gồm một cốc xộp, một ống nối và/hoặc một thân ống, một bộ cảm biến áp suất (sensor) và một bộ phận để đuổi bất kỳ không khí nào tích lũy trong căng kế. Các chi tiết thiết kế phụ thuộc trước hết vào việc dụng cụ được chỉ định cho sử dụng trong phòng hay ngoài đồng và loại bộ cảm biến áp suất (sensor) được dùng. Các ví dụ được chỉ ra ở hình 1. Phụ lục B cung cấp thông tin về những vật liệu để thiết kế những căng kế và cấu tạo của chúng.

4.1.1 Cốc xốp, được làm từ vật liệu xốp cho không khí đi qua (nghĩa là áp suất cần có để cưỡng bức không khí qua cốc và nước) lớn hơn về độ lớn so với áp suất nước trong lỗ hổng thấp nhất, phải được đo ở độ dẫn thuỷ lực đã biết trước. Vật liệu phải cứng và không bị thoái hoá trong đất, loại sứ không tráng men thường được sử dụng; các lựa chọn khác được mô tả ở phụ lục B.

4.1.2 Ống nối và thân ống, được làm từ những vật liệu thích hợp có tính thấm nước và khí thấp và được nối với nhau bằng nút nối kín. Các ống cứng hoặc bán cứng được sử dụng để nối căng kể với bộ cảm biến áp suất (xem phụ lục B). Chức năng của ống nối có thể, từng phần hoặc toàn bộ, được thân ống phục vụ.

Thân ống thường làm đầy các lỗ ở bên trên và bên dưới cốc căng kể sau khi đưa vào trong đất. Đó là một ống cứng với cùng đường kính phía ngoài như cốc xốp. Trong một vài thiết kế, nó được đổ đầy nước, nhưng khác là nó tạo thành vỏ bọc cho những ống nhỏ hơn được nối với cốc xốp và/hoặc dây dẫn được đính vào bộ chuyển đổi áp suất nằm dưới cốc.

4.1.3 Bộ cảm biến áp suất (sensor). Nhiều loại căng kể được sử dụng, phổ biến nhất là áp kế thuỷ ngân, các kiểu Bourdon và những bộ chuyển đổi áp điện. Cho phép sử dụng các loại áp kế khác. Độ chính xác của bộ cảm biến áp suất quyết định áp suất của nước trong căng kể được đo chính xác tới mức nào.

Phụ lục A trình bày chi tiết cấu tạo và sử dụng áp kế thuỷ ngân đối với việc sử dụng căng kể. Những bộ cảm biến áp suất khác được mô tả ở phụ lục C.

Độ chính xác của kiểu Bourdon và căng kể chuyển đổi áp suất sẽ được kiểm tra trước khi lắp đặt và ít nhất sau đó mỗi năm một lần.

Chú thích 5 - Độ chính xác của các dụng cụ được sử dụng ngoài đồng có thể được trắc nghiệm với mốc quy chiếu áp kế thuỷ ngân. Bộ căng kể hoàn chỉnh có thể được thử nghiệm ở ngoài đồng bằng cách đặt mẫu chữ "T" vào ống nối. Khi cần thiết, một ống nối khác có thể đính vào nó để nối với áp kế thuỷ ngân. Độ chính xác đòi hỏi càng lớn hơn cho các mục đích ở phòng thí nghiệm, thì lại càng đặc biệt cần thiết cho những thiết bị thử.

4.2 Cấu tạo căng kể

Các chi tiết của vật liệu để cấu tạo căng kể và cấu tạo của chúng được đưa ra trong phụ lục B. Do có một phần bên trong của căng kể được lắp đặt trong đất không bao hoà dưới điều kiện chân không từng phần, nên điều cần thiết là tất cả các điểm liên kết có thể phải được làm càng an toàn càng tốt. Số lượng những mối nối trong hệ thống càng ít càng tốt. Các mối nối được thiết kế sao cho không có không gian trống giữa các bộ phận được hoàn toàn lấp đầy. Các mối nối nằm ở chỗ khớp kín của hai loại vật liệu, ví dụ những nút, cần có kích thước chính xác, với diện tích tiếp xúc càng lớn càng tốt.

Hệ thống được sử dụng trong một môi trường ẩm ướt. Tất cả vật liệu phải được chọn sao cho chống được ẩm. Điều này đặt biệt được áp dụng đối với các keo dính, một số trong chúng có thể mềm hoặc nở trương (dẫn đến sai số của các phân bị xi măng hoá) trong những điều kiện ẩm ướt.

Nếu một bộ căng kể có thiết kế mới hoặc những vật liệu chưa được thử nghiệm đem sử dụng, thì nó sẽ được thử nghiệm về sự rò rỉ dưới áp suất và/hoặc dưới điều kiện chân không trước khi lắp đặt. Quá trình này được khuyến cáo cho mọi sự lắp đặt.

5 Cách tiến hành

5.1 Lắp đặt căng kể

Căng kể có thể được lắp đặt theo chiều thẳng đứng, hoặc nằm ngang sao cho phù hợp nhất với mục đích yêu cầu. Đặt mỗi căng kể sao cho trung tâm của cốt xóp tại độ sâu mà ở đó phép đo được qui định. Đảm bảo sự nhiễu tối thiểu với đất xung quanh căng kể, cả ở đất mặt và dưới sâu. Cực đại hoá sự tiếp xúc giữa cốt xóp và đất nhưng giảm thiểu đất bồi bắn quanh cốt.

Chú thích 6 - Thông thường, một lỗ có cùng đường kính như căng kể được khoan cẩn thận và căng kể được lắp đặt vào đó. Các chi tiết của những thao tác khác để chuẩn bị các lỗ mà các căng kể được đưa vào đó ở ngoài đồng được chỉ ra ở phụ lục D. Các phương pháp tương tự đối với vấn đề này cũng được mô tả trong phụ lục D, nhưng được giảm nhẹ hơn, thường được chọn khi lắp đặt những căng kể trong chậu cây, lõi đất, dụng cụ đo thấm lọc...

Cần chú ý bảo vệ hệ thống căng kể khỏi sự biến đổi nhiệt độ. Những biến đổi gây ra sự lan truyền nhiệt và sự co lại các phần của hệ thống và nước bên trong, ảnh hưởng đến việc đo áp suất. Ngoài đồng, tất cả các phần nhô ra của căng kể, phải được che chắn khỏi bức xạ nhiệt mặt trời. (Điều đó làm giảm sự nhiễu loạn nhiệt đối với việc đọc căng kể và cũng kéo dài tuổi thọ của các hợp chất). Những phòng ngừa cần tiến hành để ngăn chặn sự thấm lọc nước mưa hoặc nước tưới xuống phía dưới của căng kể đến cốt. Mọi thiết bị và diện tích quanh căng kể phải được bảo vệ khỏi sự gây hại do chuột và những động vật khác.

5.2 Chuẩn bị căng kể để sử dụng

5.2.1 Chuẩn bị nước đã được loại không khí

Loại bỏ không khí hoà tan khỏi tất cả các nước được sử dụng trong căng kể, hoặc bằng cách đun sôi hoặc với hệ thống chân không. Bảo quản nước loại không khí sao cho không có không khí có thể tiếp xúc với nó. Rót cẩn thận và từ từ nước đã loại không khí để giảm thiểu sự tiếp xúc với không khí.

5.2.2 Làm đầy nước vào hệ thống

Điều cần thiết là, khi rót nước đã loại không khí vào hệ căng kể đã được lắp ráp, tránh không khí bị bẫy bên trong nó. Ở những điều kiện ngoài đồng, các hệ thống căng kể áp kế thủy ngân chảy mạch được mô tả trong phụ lục A.

Chú thích 7 - Ở những điều kiện thực nghiệm trong phòng thí nghiệm, tốt hơn là không rửa hệ thống bằng vòi phun, có thể gây ảnh hưởng đến cân bằng nước của lõi đất.

Có thể loại không khí khỏi các hệ thống đồng ruộng bằng cách trang bị kiểu Bourdon hoặc chuyển đổi áp suất điện, bằng việc sử dụng bơm chân không. Điều đó gây cho không khí trong hệ thống phát rộp và sủi bọt. Thay không khí bằng nước khi chân không được nhả. Đôi khi sẽ cần thiết để loại tất cả không khí.

5.3 Cách đọc trị số của căng kể

Điều quan trọng là phải chờ cho đến khi căng kể đạt đến sự cân bằng thủy lực trước khi đọc trị số.

Chú thích:

- 8 Trong đất ướt, thô, việc đọc trị số tin cậy có thể đạt được trong vòng 1 giờ hoặc ít hơn tính từ lúc bắt đầu, trong khi đó ở đất khô hơn, phải cần nhiều ngày. Khoảng thời gian nên ít nhất là 4 giờ và tốt hơn là 16 giờ (qua đêm) cho phép trước khi đọc trị số căng kể ở ngoài đồng, kể từ khi bắt đầu đặt hoặc phục vụ.
- 9 Tần số lần đọc được tiến hành phụ thuộc vào mục đích của số liệu cần thu thập. Ở phía trên 0,5 m hoặc trên cao hơn, việc đọc sẽ thay đổi nhanh tương ứng với lượng mưa (thang thời gian theo giờ) và nhanh hơn một chút tương ứng với lượng bốc hơi (thang thời gian theo ngày). Những thay đổi sẽ chậm hơn ở độ sâu hơn. Tuy nhiên, nếu các lần đọc có khoảng thời gian dài hơn một tuần, thì điều cần thiết là bảo quản áp kế và các hệ thống căng kể kiểu Bourdon trước khi đọc để thu được trị số tin cậy. Để giảm đến mức tối thiểu ảnh hưởng của những thay đổi nhiệt độ một ngày đêm và những dao động áp suất nước trong lỗ hổng do thực vật sử dụng nước, phù hợp nhất là nên đọc trị số của căng kể ở một thời điểm quan trắc hàng ngày, nếu như tần số đọc là hàng ngày hoặc ít hơn.

5.4 Bảo quản và bảo dưỡng căng kể

Một vấn đề thường tái diễn là sự tích lũy không khí ngay trong khi các căng kể hoạt động. Các căng kể này có bộ cảm biến áp suất đặt sau cốc xộp ít nhạy cảm đối với hiện tượng này, nhưng điều cần thiết để đảm bảo rằng bất kỳ một sự tích lũy không khí nào cũng được làm giảm đến mức tối thiểu bằng cách thỉnh thoảng gột rửa sạch.

Với những kiểu thiết bị khác, những bọt không khí nhỏ trong bể không khí sẽ không ảnh hưởng đến độ chính xác của căng kể, nhưng sẽ kéo dài thời gian phản hồi của nó. Căng kể sẽ phải tái chứa đầy nước

đã loại không khí tuy nhiên một bọt khí có dung tích lớn hơn 100 mm³ (0,1 cm³) đã bị thu lại thì phải thay lại bằng nước đã loại không khí. Cách tiến hành giống như những mô tả ở 5.2.2.

Các số đọc thấp kéo dài của căng kế (nghĩa là các số đọc âm) có thể do tiếp xúc yếu với đất hoặc rò rỉ vào hệ thống. Trong những trường hợp này, một lượng lớn không khí sẽ hút vào trong căng kế. Nếu có vấn đề bị nghi ngờ, cần lấy căng kế ra và sửa chữa.

Nếu cần, việc kiểm tra và bảo quản thường được tiến hành ít nhất một lần trong tuần.

6 Biểu thị kết quả

6.1 Phương pháp tính toán

Trị số đọc của bộ cảm biến áp suất sẽ cho tổng áp suất trong cốc xộp của căng kế và của cột nước giữa bộ cảm biến áp suất và cốc xộp (xem hình 2). Áp suất nước trong lỗ hổng của nước trong đất tại vị trí từ cốc xộp được tính theo công thức sau:

$$P_p = P_x + \rho_w \cdot g \cdot a$$

trong đó

P_p là áp suất nước trong lỗ hổng, tại vị trí đo, nghĩa là tại cái cốc xộp, tính bằng pascan;

P_x là áp suất của nước tại bộ cảm biến áp suất bằng với cốc xộp, tương ứng với áp suất khí quyển, tính bằng pascan;

a là khoảng cách thẳng đứng, giữa bộ cảm biến áp suất và cốc xộp, tính bằng mét;

ρ_w là khối lượng riêng của nước, tính bằng kilôgam trên mét khối (khoảng 1 000 kg/m³);

g là gia tốc trọng trường, tính bằng mét trên giây bình phương (khoảng 9,81 m/s²).

6.2 Độ chụm

Khó có thể khẳng định về độ chụm của phép đo áp suất nước trong lỗ hổng bằng căng kế. Nhiều yếu tố có thể là đơn lẻ, hoặc trong tổ hợp, ảnh hưởng đến độ chụm, nghĩa là mức độ mà đối với nó áp suất trong căng kế khác biệt với áp suất nước thực trong lỗ hổng tại vị trí của cốc xộp. Độ chính xác của phép đo áp suất trong căng kế được quyết định bởi tính chính xác của bộ cảm biến áp suất được sử dụng.

Tất cả các hệ căng kế đều cần thời gian để lập cân bằng với những điều kiện bên ngoài. Thời gian đạt được sự cân bằng này phụ thuộc vào:

- loại bộ cảm biến áp suất, mà nó xác định thể tích nước chuyển vị cho sự thay đổi đã cho trong thế năng của nước trong đất;
- khả năng của hệ căng kế;
- tính dẫn nước của vật liệu xốp của cốt;
- diện tích bề mặt của cốt xốp.

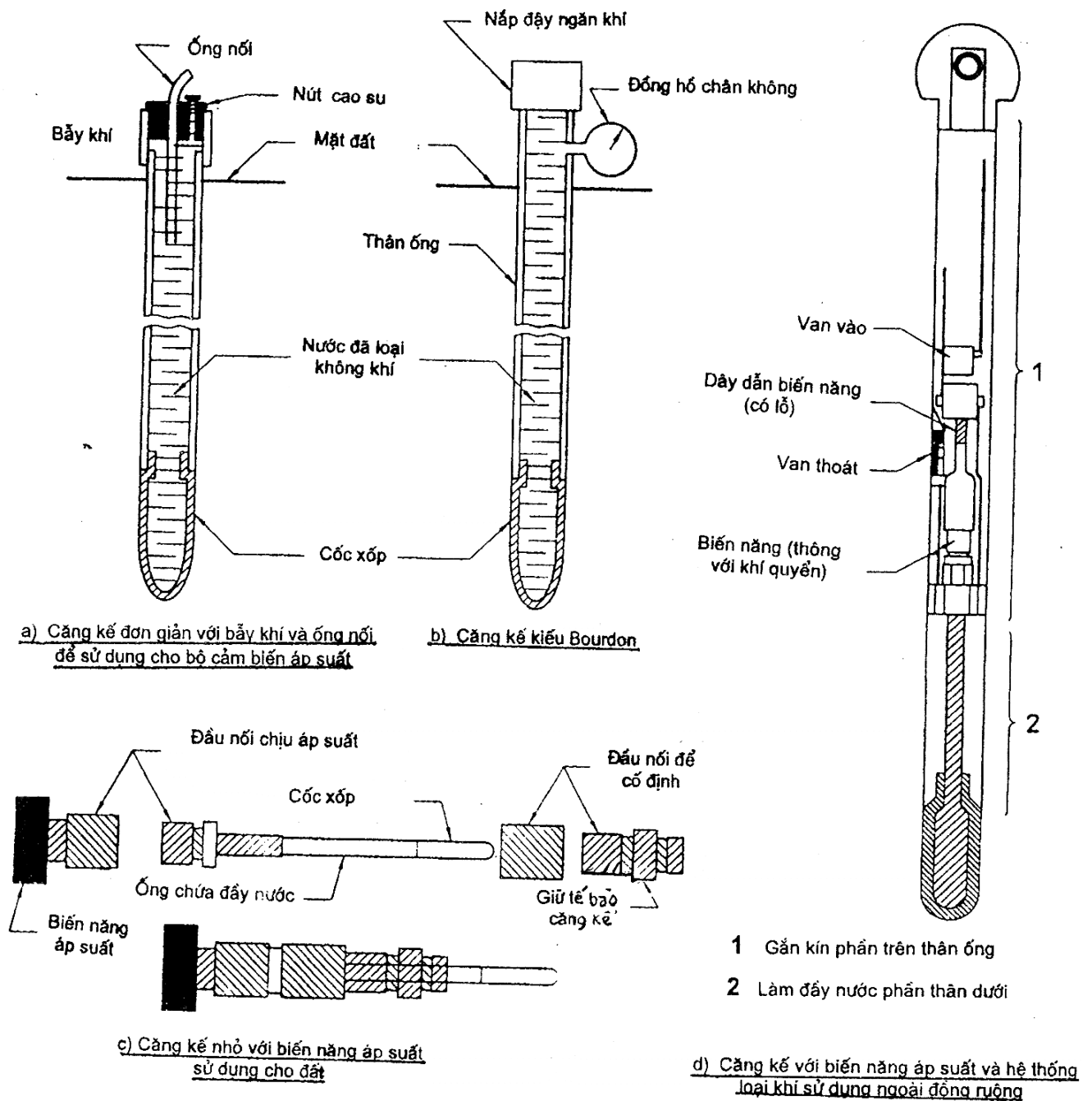
Thêm vào đó, trong một loại đất đã cho, thời gian đạt được sự cân bằng bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc với đất và độ dẫn thủy lực của đất, nó là một chức năng của hàm lượng nước trong đất.

Nếu thời gian không đủ để tạo cơ hội cho căng kế và hệ bộ cảm biến áp suất lập cân bằng với đất, mặc dù sau khi bắt đầu hoặc bảo quản thiết bị, áp suất cao hơn (không xấu lắm) so với áp suất nước trong lỗ hổng sẽ được ghi lại. Một cách khác, hoặc thêm vào đó, áp suất nước trong lỗ hổng trong đất có thể thay đổi rất nhanh trong thời gian có tần số đo, ví dụ, một frôn ẩm ướt chuyển động qua đất, trong trường hợp cân bằng giữa đất và căng kế không thể đạt được.

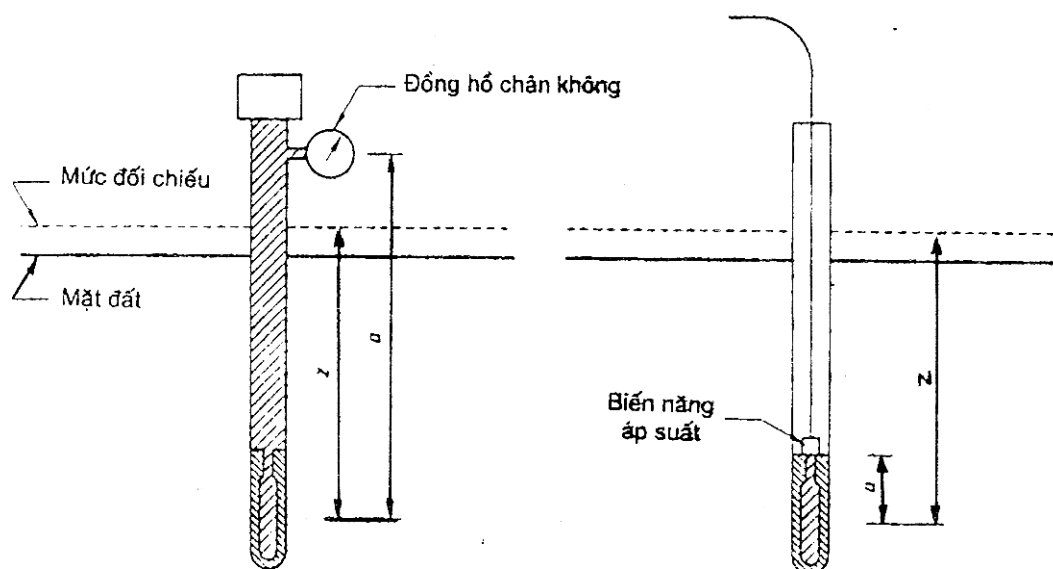
7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm bao gồm thông tin sau:

- a) viện dẫn tiêu chuẩn này;
- b) mô tả cẩn thận vị trí đo và phẫu diện đất;
- c) mô tả cẩn thận căng kế và các bộ cảm biến áp suất được sử dụng;
- d) độ sâu của căng kế và mô tả chi tiết quá trình lắp đặt;
- e) áp suất nước trong lỗ hổng được đo tính bằng kilopascal, là hàm số của độ sâu và thời gian;
- f) những nhật xét bất kỳ nào mà quan trọng để biện luận các kết quả, như liệu căng kế đã vừa mới được làm sạch không khí và các quan sát về phương diện các điều kiện thủy văn và khí tượng trước đây và trong phép đo;
- g) bất kỳ những chi tiết đặc biệt được ghi chép lại trong phép đo;
- h) những chi tiết của bất kỳ các thao tác tương ứng mà không được qui định trong tiêu chuẩn này, hoặc có liên quan như một sự tùy ý.



Hình 1 - Các bộ phận chính của càng kế với các kiểu thiết kế
 sử dụng cho phòng thí nghiệm và đồng ruộng



Hình 2 - Các bộ phận của áp suất được đo bằng bộ cảm biến áp suất (sensor)
được gắn với căng kế

Phụ lục A

(qui định)

Cấu tạo và sử dụng áp kế thủy ngân.

A.1 Giới thiệu

CẢNH BÁO - Thủy ngân độc hại cho con người, động vật và môi trường và do vậy đòi hỏi phải rất chú ý khi sử dụng các áp kế thủy ngân. Tất cả những người sử dụng cần ý thức được bản chất của mối nguy hại và cần có những phòng ngừa cần thiết để ngăn chặn sự chảy tràn và với các quá trình làm sạch bất kỳ phần thủy ngân nào chảy tràn ra.

Áp kế thủy ngân thích hợp cho nhiều áp dụng. Dưới những điều kiện nhiệt độ không đổi như trong phòng thí nghiệm, áp suất nước trong căng kế phải được đo một cách thận trọng như mức thủy ngân phải được đo ứng với thang chia độ, nghĩa là độ chính xác đến 0,1 kPa. Dưới những điều kiện đồng ruộng, độ chính xác của áp kế thủy ngân khoảng 0,4% cộng với 0,1 kPa sai số do đọc sai. Áp kế thủy ngân có ưu việt là dễ làm với chi phí tương đối thấp.

A.2 Cấu tạo

Hình A.1 minh họa ba áp kế thủy ngân với bể chứa thông dụng, được gắn trên một tấm bảng. Mỗi một áp kế được nối với một căng kế nhờ ống nối.

Chú thích 10 - Ở nơi yêu cầu cả một mạng nhiều căng kế trong phẫu diện đất, tốt hơn cả là lắp đặt trên cùng một tấm bảng và sử dụng bể chứa thông dụng sao cho tất cả các phép đo đều dựa trên cùng số liệu.

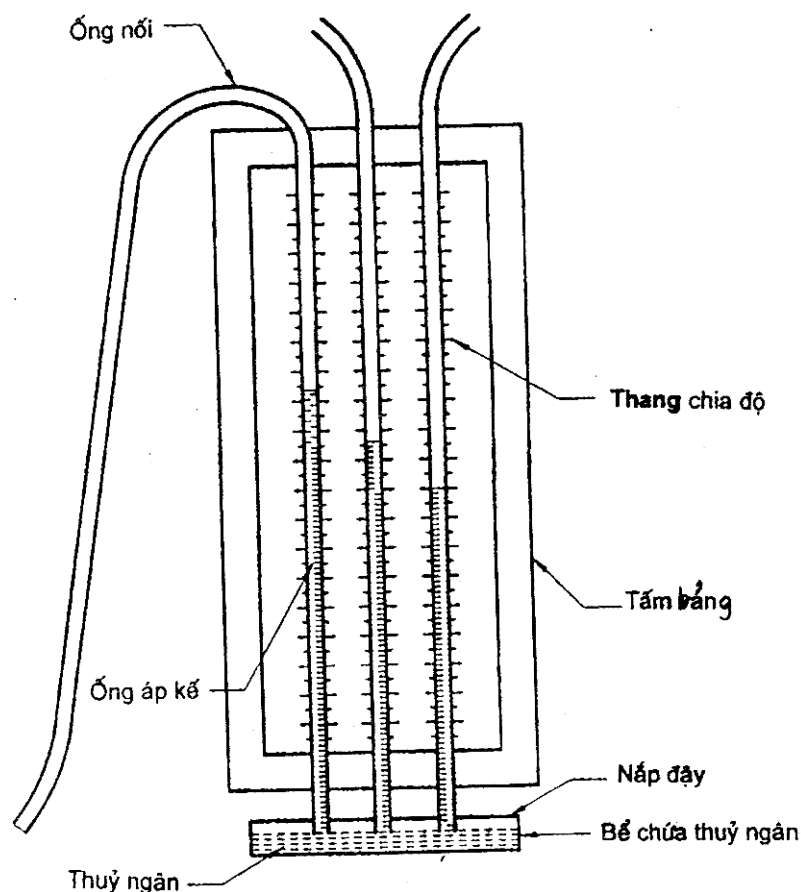
Nếu ống áp kế không đồng bộ với ống nối, thì phải rất chú ý bảo đảm vành kín khí giữa chúng. Ống áp kế có đường kính bên trong vào khoảng 0,5 mm và 2,0 mm, phải có tính thấm thấp đối với khí và nước và đủ trong suốt sao cho bề mặt giao diện với nước/thủy ngân có thể dễ nhìn thấy được. Bề mặt bên trong của ống áp kế phải trơn, để ngăn sự tích đọng bụi trong đó.

Chú thích 11 - Polyamid 12, polyamid 66 (cả hai đều là loại nylon) và thủy tinh là những vật liệu phù hợp cho các ống mao quản. Hai loại nylon đều phù hợp cho các ống nối (xem B.4).

Ống áp kế được lắp đặt trên thang chia độ, đơn vị vạch chia độ nhỏ, thường là milimét. Sẽ không được có một kẽ hở giữa hai thứ, giảm đến mức tối thiểu những sai số khi đọc mức thủy ngân.

Đáy của ống áp kế nhúng vào bể chứa thủy ngân có nắp đậy để tránh chảy tràn. Đầu của ống được cắt tại góc để tạo điều kiện cho dòng thủy ngân tự do. Điều được khuyến cáo là một khay được lắp cố định bên dưới bể chứa thủy ngân như sự cảnh báo trước để chống tràn thủy ngân.

Chú thích 12 - Diện tích bề mặt của bể chứa cần phải đủ rộng để ngăn chặn mức thủy ngân trong bể chứa khỏi tụt nhiều hơn 2 mm khi tất cả các ống áp kế cùng trong một bể chứa, có 600 mm thủy ngân trong chúng. Điều đó có nghĩa là diện tích bề mặt của bể chứa cần nhiều hơn 300 lần diện tích cắt ngang của các ống áp kế phối hợp lại. Nếu bể chứa nhỏ hơn, mức thủy ngân phải được ghi lại mỗi lần thực hiện các phép đo và sau đó việc hiệu chỉnh được áp dụng. Bể chứa được cấu tạo cho đầu cuối của các ống tách rời nhau, để tránh sự đi qua của nước hoặc của khí từ ống này sang ống khác trong thời gian vận hành. Nắp đậy cần mở lỗ thông để đảm bảo những thay đổi áp suất khí quyển ảnh hưởng đến thủy ngân.



Hình A.1 - Hệ áp kế thủy ngân sử dụng với các căng kế.

NHỮNG PHÒNG NGỪA AN TOÀN – Nếu thủy ngân bị tràn ra tại bất kỳ thời gian nào, phải được làm sạch ngay lập tức. Nếu sự tràn xảy ra ngoài đồng ruộng, thì đất và thảm thực vật bị nhiễm độc phải loại ngay và đem tới chuyên gia chất thải độc hại để tái chế.

Những ống áp kế, thang chia độ, bể chứa thủy ngân phải được lắp đặt trên một tấm bảng thẳng đứng, rắn chắc, sao cho những đánh dấu của thang chia độ nằm ngang. Những ống áp kế được gắn chặt vào tấm bảng và thang chia độ, để chúng nằm thật bằng ngược với thang chia độ. Khi sử dụng ở bên ngoài, tấm bảng sẽ được cấu tạo từ vật liệu chống chịu sự biến dạng dưới những điều kiện môi trường chiếm ưu thế. Bản thân tấm bảng phải được giữ chặt tại chỗ, sao cho nó không bị xáo trộn, ví dụ như gió. Nó sẽ được sắp đặt sao cho thang chia độ và những ống áp kế hướng ngược lại với hướng mặt trời.

Chú thích 13 - Ống nối có thể được cho vào một ống khác, tấm bảng và những ống áp kế được đính kèm ở phía trong một hộp màu sáng, với một cửa để áp kế có thể đọc được. Như vậy tất cả thiết bị có thể bị che khuất. Để cho an toàn, hộp có thể được giữ ở trạng thái đóng khi các áp kế không được phục vụ.

Các ống nối phải được cắt theo độ dài và không được dài hơn so với độ dài cần thiết, và nếu ở ngoài trời, thì cũng được đảm bảo để giảm tối thiểu tác động do gió, vì nó có thể gây ra lung lay mức thủy ngân. Đầu cuối mỗi ống nối sẽ kết thúc phía trong thân của căng kế gắn sát với đáy của nó, để đảm bảo không có cột nước liên tục từ cốc xộp đến bề mặt thủy ngân trong ống áp kế. Cần chú ý đảm bảo rằng ống nối không bám chặt vào cốc xộp, do đó ngăn chặn được sự chuyển động của chất lỏng qua nó, bằng cách cắt ống với một góc.

A.3 Làm đầy nước vào hệ thống

Khi hệ thống được lắp và cố định vào vị trí, đổ đầy nước đã loại không khí vào căng kế, và làm ổn định với bầu khí mở. Sau đó đổ đầy mỗi căng kế đến đỉnh và dùng ống bơm để bơm nước loại khí đến tận đỉnh của căng kế, thổi hết không khí ra khỏi ống nối và áp kế qua bể chứa.

A.4 Hiệu chỉnh về mức không của thang đo

Để hiệu chỉnh về mức không của thang đo của một căng kế loại áp kế thủy ngân, đặt một đĩa nhỏ, chứa một ít nước, sao cho bề mặt của nước ngang bằng với mức đối chiếu được chọn. Đổ vào một trong những ống nối với áp kế hoàn toàn bằng cách bơm nước vào đầu cuối căng kế từ ống bơm. Đặt đầu mở này vào trong đĩa, ở dưới mức nước, bảo đảm chắc chắn rằng ống luôn chứa đầy nước và ghi số đọc được trên áp kế. Hoặc dùng sự khác biệt giữa nó và mức không của thang đo như một sự hiệu chỉnh, hoặc điều chỉnh độ cao bể chứa thủy ngân.

Chú thích 14 - Thông thường, điều mong muốn là nhìn được số đọc ở mức thuận tiện, ví dụ số mức không ở trên thang đo. Điều này có thể thực hiện bằng việc điều chỉnh thang đo, cân xứng với ống áp kế, dịch chuyển hoặc thêm thủy ngân vào bể chứa hoặc thay đổi độ cao của tấm bảng ở chỗ lắp đặt nó. Quá trình này cần tiến

hành đối với áp kế ở mỗi phía của tấm bảng. Các mức phải phù hợp trong phạm vi 1 mm. Nếu không được như vậy, thì hoặc thang đo không thẳng đứng hoặc các đường kính của 2 ống áp kế là khác nhau.

A.5 Sự bảo quản

Các căng kế áp kế thủy ngân cần được bảo quản khi có chứng cứ về sự tích lũy không khí trong bẫy không khí của căng kế vượt quá 100 mm³ (0,1 cm³), hoặc tổng chiều dài của các bọt khí nhìn thấy trong ống nối vượt quá 10 mm, hoặc nếu cột thủy ngân bị gãy.

A. 6 Tính toán kết quả

Công thức sau đây được sử dụng để tính áp suất nước trong lỗ hổng từ các trị số đọc được với áp kế thủy ngân được minh họa ở hình A.2.

$$P_p = - [(\rho_{Hg} - \rho_w) \cdot g \cdot b] + (\rho_w \cdot g \cdot z)$$

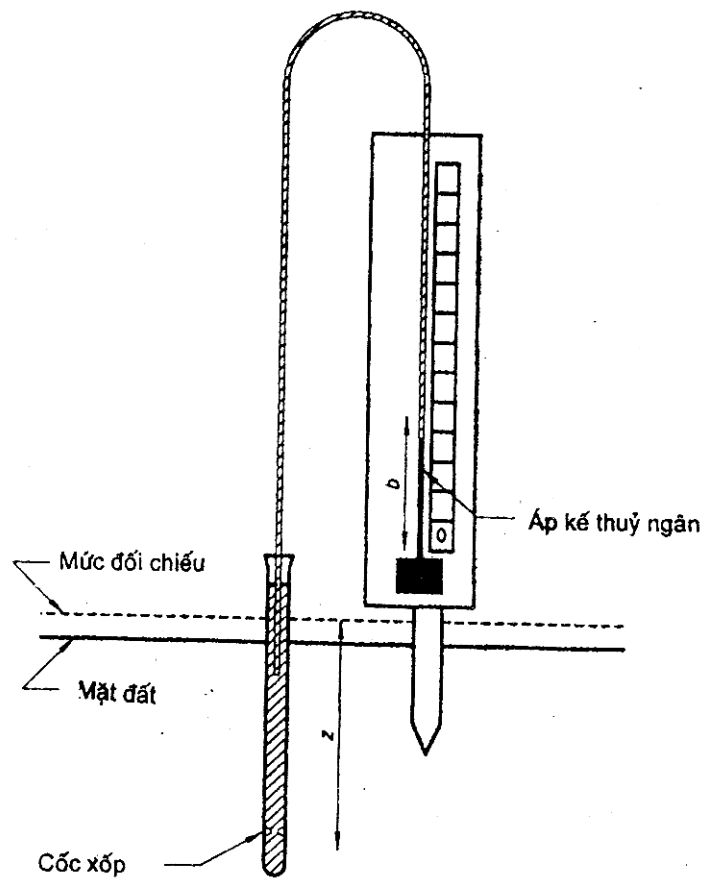
trong đó

b là khoảng cách thẳng đứng giữa đỉnh cột thủy ngân và trị số cho trước, được xác định khi hiệu chỉnh áp kế về mức không của thang đo;

ρ_{Hg} là khối lượng riêng của thủy ngân, tính bằng kilôgam trên mét khối (13 600 kg/m³);

z là khoảng cách thẳng đứng, giữa cốc xốp và mức đối chiếu, tính bằng mét;

P_p , *g* và ρ_w có cùng nghĩa như ở 6.1.



Hình A.2 - Sơ đồ các bộ phận của căng kế loại áp kế thủy ngân

Phụ lục B

(tham khảo)

Vật liệu và cấu tạo của căng kể

B.1 Cấu tạo của cốc xốp

Cốc xốp thường được làm từ sứ không tráng men, mặc dù thuỷ tinh xốp, kim loại được nung kết và các vật liệu chất dẻo có thể sử dụng được. Các tính chất quan trọng của vật liệu được sử dụng cho cốc xốp là có áp suất xâm nhập không khí, độ dẫn thủy lực, độ bền thoái hoá trong đất và tác động cơ học. Đối với hầu hết các áp dụng, cốc xốp đều có áp suất xâm nhập không khí (nghĩa là áp suất cần thiết để đẩy không khí qua cốc bão hoà nước) tối thiểu là 100 kPa. Nếu căng kể chỉ được dùng trong những tình huống mà ở đó những áp suất nước trong lỗ hổng duy trì gần 0, áp suất xâm nhập không khí của cốc có thể thấp hơn, thường để tạo cho nó có độ dẫn thủy lực cao hơn và giảm thời gian cân bằng trở lại của căng kể.

Áp suất xâm nhập không khí có thể được thử nghiệm bằng cách ngâm mặt ngoài của cốc nhiều giờ vào nước. Sau đó cốc rỗng được đặt vào bát nước và áp suất không khí được áp dụng cho mặt trong. Áp suất không khí tăng chậm đến khi xuất hiện những bọt khí qua cốc. Áp suất không khí tại lúc bắt đầu xuất hiện bọt khí là áp suất xâm nhập không khí của cốc.

Cốc xốp có thể có độ dẫn thủy lực là 10^{-4} mm³ nước/Pa/s hoặc lớn hơn. Nếu sự cân bằng trở lại nhanh trong những đất ướt được yêu cầu, thì độ dẫn của cốc sẽ lớn hơn một cách tương ứng và công suất của các hệ thống có thể sẽ nhỏ.

Kích thước cốc phụ thuộc vào mục đích mà căng kể yêu cầu. Để sử dụng ngoài đồng, đường kính phía ngoài của cốc nói chung là từ 10 mm và 50 mm, với bề dày thành cốc giữa 1 mm và 4 mm. Cốc có cổ với đường kính ngoài khoảng 1,5 mm nhỏ hơn đường kính trong của thân ống, để tạo cho mối nối giữa hai ống kín khí. Để dùng trong phòng thí nghiệm, những cốc xốp nhỏ hơn thường được yêu cầu và đối với một số mục đích nhất định, ví dụ đối với các phép đo trong những phòng độc lập riêng biệt, yêu cầu những cốc xốp có đường kính nhỏ hơn 1 mm.

B.2 Cấu tạo của thân ống

Thân ống được liên kết với cốc xốp bởi vải không thấm nước dính chặt, như nhựa epoxy phù hợp. Nó sẽ có cùng đường kính phía ngoài như của cốc xốp và được ghép với các cốc sao cho phía ngoài cốc liên tục với nó và được làm từ vật liệu rắn sao cho khi căng kể cắm vào trong đất, khoảng rỗng phía sau

hoặc bên trên cốc, hoàn toàn chứa đầy nước. Các chất dính thừa phải được loại bỏ khi ghép cốc xóp với thân ống, sao cho bề mặt căng kế trơn tru và có thể dễ dàng cắm vào trong đất.

Các chất dẻo cũng được khuyến cáo dùng cho thân ống vì tính dẫn nhiệt thấp của chúng và nó làm giảm tối thiểu sự rối loạn nhiệt của đất mà căng kế được đặt trong đó. Tuy nhiên đồng thau, đồng hoặc ống thép không gỉ cũng có thể sử dụng được.

Khi thiết kế với thân ống chứa đầy nước được sử dụng ở ngoài đồng ruộng, một bẫy không khí hoặc phương pháp khác để thải loại không khí ra khỏi hệ thống sẽ là cần thiết. Để sử dụng ở ngoài đồng, đường kính bên trong của ống trụ không được nhỏ hơn 6 mm để tạo điều kiện cho những bọt khí nổi lên một cách tự do. Nếu một bẫy không khí được sử dụng, chiều dài của ống trụ phải sao cho khi căng kế được đưa vào đất, đáy của bẫy khí càng gần với bề mặt đất càng có khả năng giảm đến tối thiểu những thay đổi trong khi đọc trị số do sự thay đổi nhiệt độ không khí.

Đối với những thiết kế nhất định, đặc biệt đối với các mục đích của phòng thí nghiệm, ống trụ không đòi hỏi ống nối dẫn trực tiếp đến cốc xóp.

B.3 Cấu tạo của bẫy không khí

Một bẫy không khí có thể được liên kết với ống trụ hoặc có thể hình thành toàn vẹn với nó (xem hình B.1). Mục đích của nó là tóm bắt tất cả các bọt khí sinh ra bên trong căng kế, cho phép kiểm tra bằng mắt để phát hiện không khí bên trong căng kế và tạo thuận lợi cho việc loại bỏ lượng không khí thừa. Nó được làm từ vật liệu rắn, tốt hơn là từ chất dẻo trong suốt như ống acrylic. Chiều dài của nó tối thiểu là 30 mm. Nếu căng kế để thực nghiệm trong sương giá, thì độ dày của thành bẫy khí phải đủ để chịu đựng những áp suất của nước giá lạnh. Nếu bẫy không khí là ống acrylic thì độ dày của thành được khuyến cáo ít nhất là 3 mm.

Bẫy không khí được đậy bằng một cái nút, một mũ vặn kín khí hoặc một cái van. Nếu nút được sử dụng trong đồng ruộng, thì nó sẽ được làm từ cao su tổng hợp neopren hoặc cao su silicon, cao su tự nhiên không tồn tại được lâu ở ngoài trời.

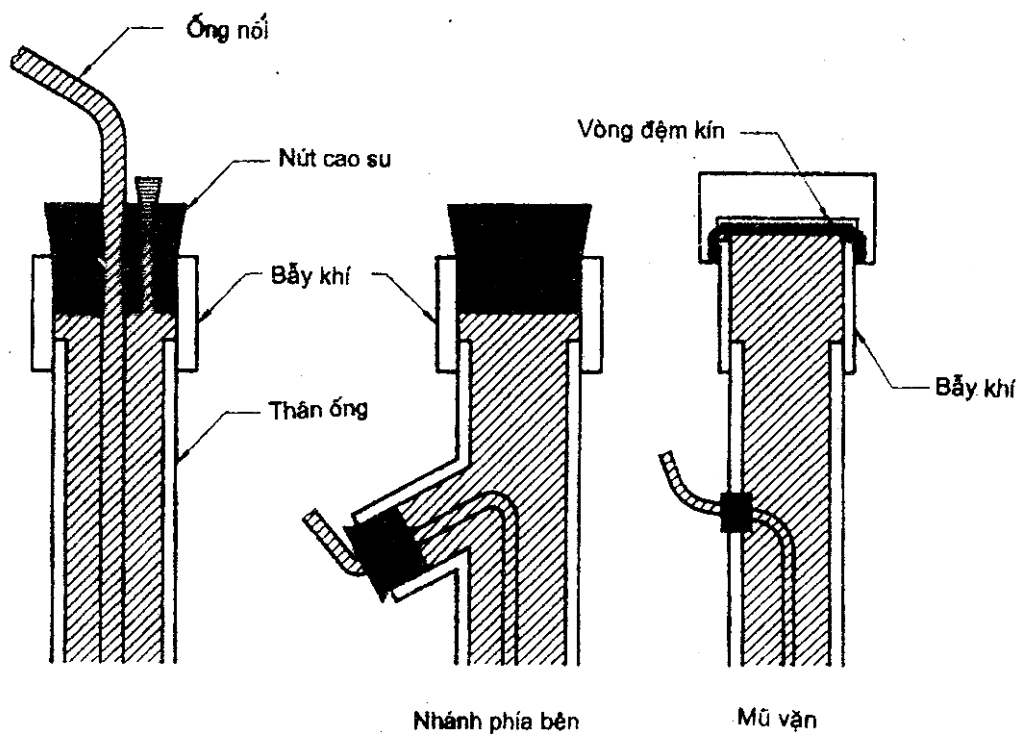
B.4 Cấu tạo của ống nối

Ống nối để nối bộ cảm biến áp suất với căng kế. Định dạng chính xác của nó sẽ phụ thuộc vào bộ cảm biến áp suất được chọn và trong nhiều tình huống, nó có thể không yêu cầu. Nó có thể nối với trụ của căng kế qua nhánh phía bên hoặc do việc đóng bẫy khí (xem B.1). Nếu nhánh bên được sử dụng, nó sẽ được sắp xếp sao cho không khí không được thu vào trong nó, mà lại hướng vào bẫy khí. Một cách lựa chọn là, ống nối có thể được nối trực tiếp với cốc xóp, trong trường hợp đó, đối với những mục đích ở đồng ruộng, hệ thống làm sạch không khí trong cốc sẽ được qui định.

Vật liệu có độ thấm nước và khí thấp sẽ được sử dụng cho ống nối. Các chất dẻo (polyamid 12, polyamid 66; cả hai đều là nylon) kim loại (ví dụ như đồng) hoặc ống thủy tinh cũng thích hợp.

Các vật liệu bằng chất dẻo cần phải cứng hoặc bán cứng. Ống cần thu hẹp với đường kính bên trong không lớn hơn 6 mm. Nếu vật liệu bằng chất dẻo không có sức bền với bức xạ tia cực tím, cần che chắn, ví dụ với ống có sức bền bức xạ tia cực tím, có thể trang bị ở đồng ruộng. Nếu các quá trình vi sinh vật gây cản trở thì phải thay ống.

Hai vật liệu nylon (polyamid 12 và polyamid 66) cũng thích cho các ống áp kế, do đó ống nối và ống áp kế có thể là một bộ phận liên tục.



Hình B.1 - Bẫy không khí khác nhau và sự sắp xếp ống nối

Phụ lục C

(tham khảo)

Các ví dụ về bộ cảm biến áp suất (sensor) khác với áp kế thủy ngân**C.1 Các áp kế khác**

Những chất lỏng nặng khác không trộn lẫn được với nước có thể thay thế cho thủy ngân trong áp kế; cấu tạo và hoạt động của những áp kế như vậy cũng tương tự như đã mô tả đối với áp kế thủy ngân. Hầu hết những chất lỏng nặng là những chất hữu cơ và bay hơi và/hoặc có hệ số giãn nở nhiệt cao, làm cho rất khó khăn trong khi sử dụng chúng (và đôi khi lại độc hại). Tuy nhiên, chúng ít đậm đặc so với thủy ngân và việc sử dụng chúng để chế tạo các áp kế nhạy hơn. Các áp kế chứa nước có thể sử dụng nhưng thực tế chỉ đối với các thế năng cao (0 kPa đến khoảng -15 kPa) trong các tình huống mà ở đó áp kế phải lắp đặt dưới mức của cốc xộp; ví dụ khi các ổ được sử dụng hoặc ở trong phòng thí nghiệm. Độ chính xác khoảng 0,05 kPa cũng có thể đạt được với áp kế chứa nước dưới những điều kiện nhiệt độ không đổi.

C.2 Máy đo áp suất Bourdon

Để áp dụng ở ngoài đồng ruộng nơi mà độ chính xác cao nhất không yêu cầu, ví dụ trong sơ đồ tưới, thì những căng kế máy đo áp suất Bourdon thường rất thích hợp trong nhiều trường hợp so với căng kế áp kế thủy ngân. Độ chính xác của chúng tốt nhất là tại 1 kPa đến 2 kPa, do đó chúng không được sử dụng cho những công việc đòi hỏi chính xác, hoặc cho trường hợp những gradien thủy lực nhỏ cần phải xác định.

Có nhiều căng kế kiểu máy đo Bourdon được sản xuất mang tính thương mại, các dụng cụ đồ nghề bảo quản của chúng cũng có sẵn. Các máy đo có thể điều chỉnh cho ra các trị số đọc tương đối so với mức đối chiếu cũng có thể mua được. Nếu loại này không được sử dụng, điều cần thiết là xác định độ cao của máy đo trên mức đối chiếu đối với mỗi căng kế và cho phép để đo mục đích này trong mọi tính toán của áp suất nước trong lỗ hổng (xem 6.1).

Cơ chế của máy đo Bourdon tương đối nhạy cảm. Điều đó không nảy sinh vấn đề lớn ở hầu hết môi trường áp dụng, nhưng cơ chế có thể bị hư hại nghiêm trọng do giá rét. Điều không được khuyến cáo là những căng kế này có thể dùng những máy đo để sử dụng trong những ứng dụng ở nơi có nhiệt độ không thấp dưới 3°C. Việc tiếp cận với những thế năng thấp hơn so với thế năng mà máy đo được thiết kế và cú sốc cơ học là những nguyên nhân khác gây tổn hại cho những máy đo này.

C.3 Bộ chuyển đổi áp điện

Các bộ chuyển đổi áp điện phối hợp nhiều thuận tiện của các máy đo áp suất Bourdon với việc chính xác hoá tốt hơn so với máy đo áp kế thủy ngân. Hầu hết những bộ chuyển đổi áp suất có độ chính xác khoảng 0,1 kPa cộng với sai số khoảng 0,5% do những hiệu ứng nhiệt. Các mẫu này có thể thu nhận sai số khoảng 0,06 kPa, cộng với hiệu ứng nhiệt độ khoảng 0,2%. Thêm vào đó, những bộ chuyển đổi áp suất thường có dung tích làm việc nhỏ, làm thời gian cân bằng càng kể nhanh hơn nhiều so với những dụng cụ sử dụng bộ cảm biến áp suất khác. Chúng cũng có ưu việt là các số đọc có thể được ghi chép một cách tự động.

Một số vị trí đặt bộ chuyển đổi áp suất vào trong thân ống liền ngay phía sau cốc xóp. Ngoài đồng ruộng, nó cho phép đo áp suất nước trong lỗ hổng tại những độ sâu lớn hơn nhiều so với những trường hợp nếu một cột nước liên tục đến bề mặt bộ cảm biến áp suất được sử dụng.

Ngoài đồng ruộng, bất kể vị trí của bộ chuyển đổi áp suất (phía sau cốc hay ở bề mặt), cơ chế loại bỏ không khí khỏi cẳng kể được hợp nhất.

Những nhược điểm trước hết của bộ chuyển đổi áp suất là giá thành, ở ngoài đồng ruộng, khả năng bị hư hại do giá lạnh nếu chúng được lắp đặt gần với mặt đất, và sự hư hại đối với bộ chuyển đổi áp suất là do tiếp cận với độ ẩm khí quyển. Một số bộ chuyển đổi rất bền vững với các điều kiện hơi nước, một số khác có thể được bảo vệ bằng cách quạt chúng qua tác nhân gây khô, ví dụ silicagen.

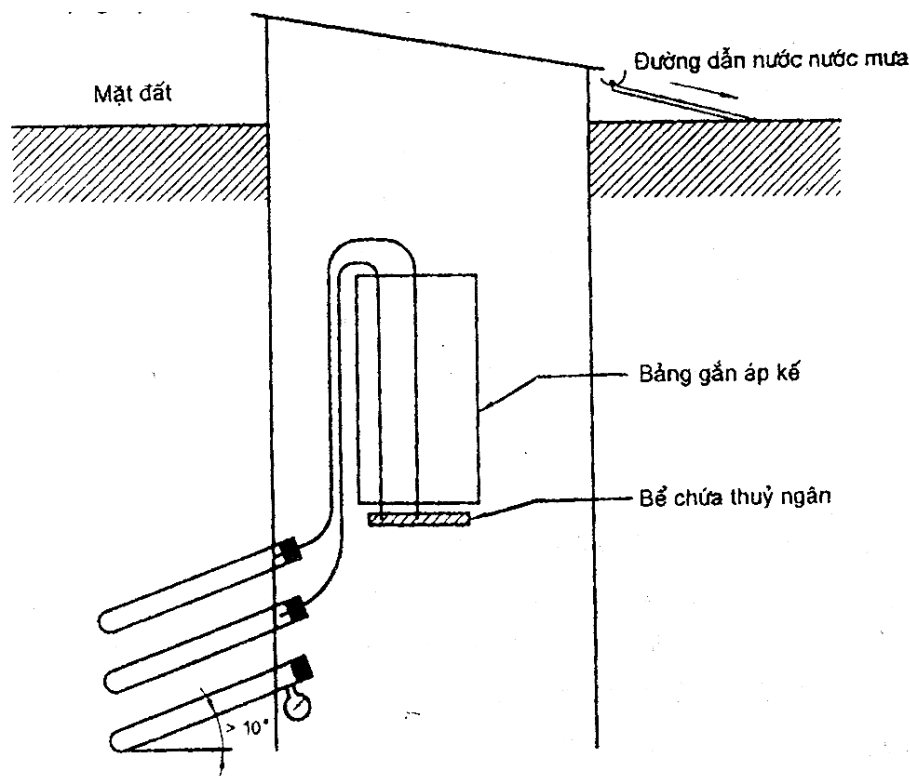
Phụ lục D

(tham khảo)

Lắp đặt căng kể ngoài đồng ruộng**D.1 Lắp đặt**

Đặt thẳng đứng, như mô tả trong D.2 và D.3 là phù hợp với những căng kể đến độ sâu khoảng 3 m, mặc dù nó có thể thích hợp hơn là đặt các căng kể rất nông (< 3 m) tại góc thẳng đứng để cải thiện sự ổn định cơ học của chúng. Đối với các độ sâu lớn hơn, thường thì nó thích hợp với cách đặt các căng kể theo phương nằm ngang từ bề mặt của hố đào trong đất, như đã được chỉ ra ở hình D.1. Đối với một số mục đích, việc lắp đặt theo phương nằm ngang từ hố nông cũng có thể thích hợp đối với việc lắp đặt thẳng đứng.

Ở những nơi việc sắp xếp theo phương nằm ngang theo yêu cầu, thì các căng kể cũng có thể được đặt xa khỏi bề mặt của hố. Nếu các căng kể được trang bị với bẫy không khí, thì chúng có thể đặt nghiêng 10° hoặc hơn so với phương nằm ngang để đảm bảo rằng các bọt khí nổi lên mặt. Phụ thuộc vào loại căng kể được sử dụng, việc tiếp cận sau này với các hố để bảo quản các căng kể và lấy các trị số đọc có thể cần và cũng có thể không cần. Ở nơi việc đánh giá không yêu cầu, hố có thể được lấp lại. Mặt khác, hố sẽ được che đậy và mưa rơi lên mái che sẽ được định hướng cho chảy ra ngoài là cũng rất thực tiễn đối với đất bên trên các căng kể. Những phòng ngừa an toàn để ngăn chặn các vách khỏi đổ, hoặc người và động vật lấp đất vào hố, cũng rất cần thiết.



Hình D.1 - Căng kể được lắp đặt ở độ sâu từ phía bên cạnh một hố

D.2 Các hố kín

Căng kếp có thể được lắp đặt vào trong những cái hố kín, như mô tả ở hình D.2a. Điều đó có giá trị gây nên sự rối loạn tối thiểu đối với đất. Hố có thể được đào bằng việc sử dụng khoan xoay cùng kích thước, hoặc nhỏ hơn một chút, so với cốt căng kếp. Độ sâu của hố cần phải sao cho tâm điểm của cốt ở độ sâu mong muốn của phép đo. Cần chú ý khi đào hố, sao cho thân căng kếp vừa để gọn vào trong nó và không có chỗ rỗng dọc theo vách thân ống để nước chảy vào khi mưa to. Một bộ làm lệch nhỏ quanh đỉnh của thân căng kếp, như chỉ dẫn ở hình D.2a), có thể được sử dụng để dẫn nước chảy đi khỏi điểm tiếp xúc với mặt đất. Điều này có thể có hiệu quả trong những điều kiện mà ở đó cường độ mưa nhỏ hơn khả năng thấm lọc của đất. Phương pháp này không được khuyến cáo ở những đất cao và có đá, vì nó khó đảm bảo rằng không có những lỗ trống sinh ra quanh thân ống.

D.3 Những hố được gia cố

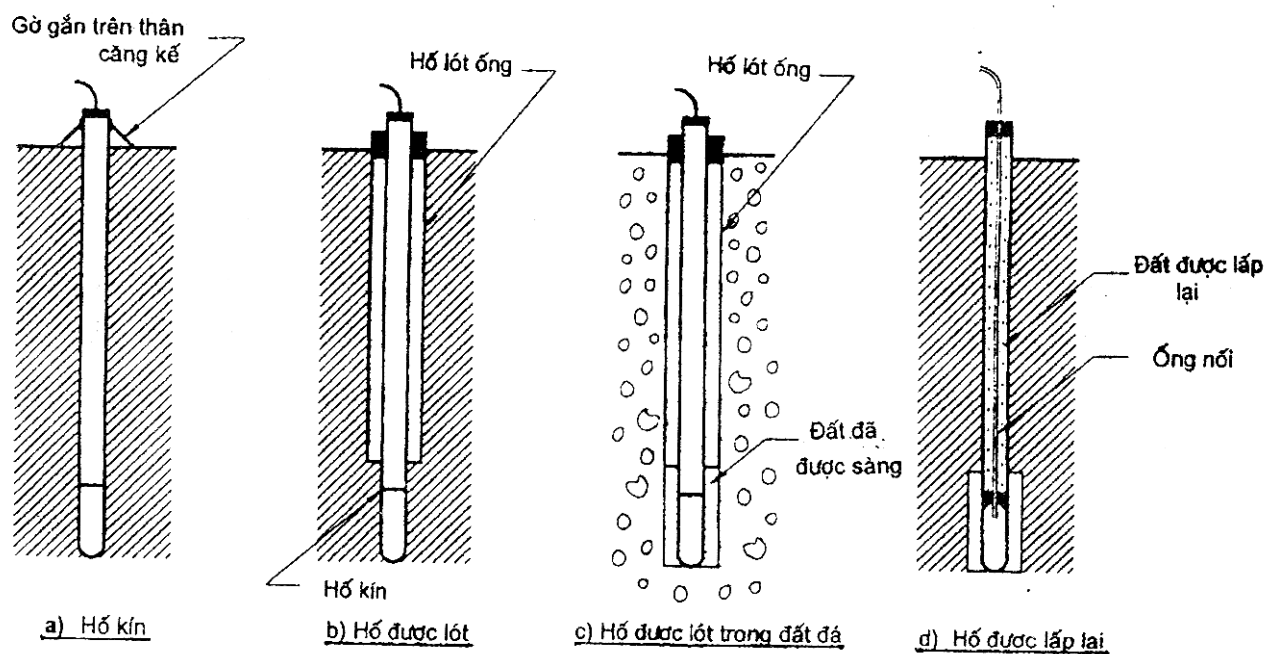
Một phương pháp lựa chọn về việc lắp đặt được minh họa ở hình D.2b, và nó thích hợp với tất cả các loại đất và được khuyến cáo cho những đất trương và có lẫn đá. Một hố có đường kính lớn hơn đường kính của thân căng kếp được đào vào đất. Nó được gia cố để cho vừa với ống và kết thúc khoảng 0,2 m bên trên mức dự kiến của cốt căng kếp. Bất kỳ nước chảy vào khe trống giữa ống bên ngoài và đất sau đó sẽ không chảy tiếp vào đáy bên ngoài ống. Phần sâu hơn 0,2 m của hố sẽ có đường kính bằng đường kính của cốt căng kếp, như đã mô tả ở D.2. Trong những đất có lẫn đá, ở đó không thể đào hố có kích thước như cốt căng kếp, độ sâu tổng thể có thể được khoan với đường kính rộng hơn, sau đó đất ở độ sâu hơn 0,2 m được sàng lại để loại đá, rồi đưa lại đất vào hố, đầm chặt và tạo một hố có cùng kích thước như cốt căng kếp được khoan qua nó để cho căng kếp được đặt vừa vào [xem hình D.2c)]. Trong những đất trương và lún, sự tiếp xúc liên tục giữa cốt và đất có thể khó đạt được, đặc biệt khi đất khô. Trong những tình huống như vậy, có thể khuyến cáo là ấn cốt vào lượng nhỏ đất chặt hoặc trộn với cát và cao lanh để duy trì sự tiếp xúc. Trong loại đất này, các vấn đề xảy ra ít hơn khi việc lắp đặt được thực hiện khi đất còn ướt, mặc dù cần phải chú ý để ngăn ngừa sự dính bần.

Một cách khác để chuẩn bị hố này, là lắp đặt căng kếp trong một hố rộng không được gia cố (ngoại trừ đối với đáy 0,2 m) và lấp khoảng trống giữa thân căng kếp và đất bằng vữa lỏng không thấm nước.

D.4 Hố được lấp lại

Khi các căng kếp không có thân ống được sử dụng [xem hình D.2 d)], các quá trình sau đây được khuyến cáo. Khoan một hố với cùng đường kính như của cốt xếp. Cắm căng kếp vào trong và sau đó lấp hố lại cẩn thận với đất từ độ sâu tương ứng, sàng để loại bỏ đá lẫn nếu cần thiết. Nhồi đất xuống và sau đó thêm các lớp tiếp theo cho tới khi hố được lấp đầy đến bề mặt. Điều được khuyến cáo là, được đưa một lớp vữa lỏng không thấm nước lên trên cốt xếp một ít, khi hố được lấp đầy, để ngăn ngừa sự chuyển động ưu thế của nước đất qua hố lấp lại của cốt xếp. Điều không được khuyến cáo là các hố có

đường kính lớn có thể bị lấp đất lại vì nguy cơ nước có ưu thế chảy qua đất được lấp lại, gây ra những phép đo của căng kế không đại diện.



Hình D.2 - Các phương pháp lắp đặt căng kế

Phụ lục E

(tham khảo)

**Mối liên quan của áp suất nước trong lỗ hổng và áp suất thủy lực
và tính toán từ những phép đo căng kế**

E.1 Mối liên quan giữa áp suất nước trong lỗ hổng và áp suất thủy lực

Áp suất nước trong lỗ hổng của đất, trong tổ hợp với áp suất trọng trường và thẩm thấu, ảnh hưởng đến tình trạng và chuyển động của dung dịch nước trong đất. Tác động thực của chúng được đặc trưng bởi áp suất tổng của nước trong đất mà nó đã được định nghĩa ở E.2. Áp suất tổng bằng tổng áp suất nước trong lỗ hổng, áp suất trọng trường và áp suất thẩm thấu.

Áp suất trọng trường biểu thị công cần thiết để di chuyển nước từ điểm đã cho trong đất đến một mức đối chiếu; thường bề mặt đất được dùng làm mức đối chiếu. Áp suất thẩm thấu là hợp phần của áp suất nước trong đất biểu thị công cần thiết để di chuyển nước nguyên chất đến dung dịch đồng nhất trong thành phần với dung dịch nước trong đất, (áp suất thẩm thấu không được đo bằng những căng kế mô tả trong tiêu chuẩn này). Các định nghĩa của các thuật ngữ này được đưa ra ở E.2.

Tổng các áp suất mang và áp suất trọng trường được gọi là áp suất thủy lực của đất. Áp suất thủy lực, P_h , tương ứng với mức đối chiếu đã chọn thu được như sau:

$$P_h = P_p - \rho_w \cdot g \cdot z$$

trong đó P_p , ρ_w , g và z có cùng ý nghĩa như ở 6.1 và A.6.

Trong hầu hết các tình huống, áp suất thủy lực được đo bằng căng kế, gần với áp suất tổng của dung dịch nước trong đất.

E.2 Định nghĩa

Trong phụ lục này, áp dụng những định nghĩa sau đây.

E.2.1 Áp suất tổng (total pressure): Tổng số công phải thực hiện để vận chuyển một cách thuận nghịch và đẳng nhiệt một lượng nước nguyên chất vô cùng nhỏ từ bể chứa nước tại độ cao đặc trưng và tại áp suất khí quyển, đến nước trong đất tại điểm đang xem xét, chia cho thể tích nước được vận chuyển.

E.2.2 Áp suất thủy lực (hydraulic pressure): Tổng của áp suất trọng trường và áp suất mang.

E.2.3 Áp suất thẩm thấu (osmotic pressure): Tổng số công phải thực hiện để vận chuyển một cách thuận nghịch và đẳng nhiệt một lượng nước nguyên chất vô cùng nhỏ từ bể chứa tại độ cao và áp suất khí bên ngoài của điểm đang được xem xét, đến bể chứa nước tương tự, có thành phần đồng nhất với nước trong đất, chia cho thể tích nước được vận chuyển.

E.2.4 Áp suất trọng trường (gravitational pressure): Tổng số công phải thực hiện để vận chuyển thuận nghịch và đẳng nhiệt một lượng nước nguyên chất vô cùng nhỏ, có thành phần đồng nhất với nước trong đất, từ bể chứa, tại độ cao đặc trưng tương ứng và tại áp suất khí quyển, đến bể chứa tương tự tại độ cao của điểm đang được xem xét, chia cho thể tích nước được vận chuyển.

E.3 Những ví dụ về cách tính toán

Những ví dụ sau đây minh họa cách tính toán áp suất nước trong lỗ hổng và áp suất thủy lực từ các phép đo bằng căng kế.

Ví dụ 1

Căng kế được lắp đặt với máy đo áp suất Bourdon

Theo hình 2.a) và 6.1 để giải thích các ký hiệu. Giả định rằng một căng kế được lắp đặt sao cho

$a = 0,8$ m và $z = 0,6$ m. Nếu trị số đọc ở bộ phận chân không là $-10\,000$ Pa, thì

$$P_x = -10\,000 \text{ Pa}$$

$$P_p = P_x + (\rho_w \cdot g \cdot a) \text{ (Pa)}$$

$$= -10\,000 + (1\,000 \times 9,81 \times 0,8)$$

$$= -10\,000 + 7\,848$$

$$= -2\,152 \text{ Pa}$$

$$= -2,15 \text{ kPa}$$

$$P_h = P_p - (\rho_w \cdot g \cdot z) \text{ (Pa)}$$

$$= -2\,152 - (1\,000 \times 9,81 \times 0,6)$$

$$= -8\,038 \text{ Pa}$$

$$= -8,04 \text{ kPa}$$

VÍ DỤ 2

Căng kế được lắp đặt với bộ cảm biến áp suất với áp kế thủy ngân

Theo hình A.2, 6.1 và A.6 để giải thích các ký hiệu. Giả định rằng căng kế được lắp đặt sao cho độ sâu của nó, z , dưới mức đối chiếu là 0,8 m. Nếu độ cao, b , của cột thủy ngân trên vị trí phần còn lại của nó trong khi cân bằng với mức đối chiếu là 0,500 m, thì

$$\begin{aligned}P_p &= [(\rho_{Hg} - \rho_w) \cdot g \cdot b] + (\rho_w \cdot g \cdot z) \text{ (Pa)} \\&= [(13\,600 - 1\,000) \times 9,81 \times 0,500] + (1\,000 \times 9,81 \times 0,8) \\&= - 61\,803 + 7\,848 \\&= - 53\,955 \text{ Pa} \\&= - 54,0 \text{ kPa} \\P_h &= P_p - (\rho_w \cdot g \cdot z) \text{ (Pa)} \\&= - 53\,955 - (1\,000 \times 9,81 \times 0,8) \\&= - 53\,955 - 7\,848 \\&= - 61\,803 \text{ Pa} \\&= - 61,8 \text{ kPa.}\end{aligned}$$

Phụ lục F

(tham khảo)

Tài liệu tham khảo

- [1] CASSELL, D.K. and KLUTE, A. (1986), Water Potential: Tensiometry, *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods, Agronomy Monograph No. 9* (2nd edition). American Society of Agronomy — Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 563-596.
- [2] HARTGE, K.H. and HORN, R. (1989), *Bodenphysikalisches Praktikum*, Enke Verlag, 175 pages.
- [3] MULLINS, C.E. (1990), Matric Potential, in Smith, K.A. and Mullins, C.E. (editors), *Soil Analysis: Physical Methods*, Marcel Dekker, New York, pp. 75-109.