

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**



**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN**

Đề tài:

Nghiên cứu ứng dụng thí nghiệm Dilatometer (DMT) xác định sức kháng cắt không thoát nước của đất yếu khu vực cảng Cái Mép.

Trưởng nhóm nghiên cứu:

Nguyễn Đức Tân 2121020043

Thành viên tham gia:

Hoàng Văn Thịnh 2121020062

Lê Quang Tấn 2121020034

Người hướng dẫn:

TS. Nguyễn Văn Phóng

Hà Nội- 2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
BỘ MÔN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH



BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN

Đề tài:

Nghiên cứu ứng dụng thí nghiệm Dilatometer (DMT) xác định sức kháng cắt không thoát nước của đất yếu khu vực cảng Cái Mép.

Trưởng nhóm nghiên cứu:

Nguyễn Đức Tân 2121020043

Thành viên tham gia:

Hoàng Văn Thịnh 2121020062

Lê Quang Tấn 2121020034

Người hướng dẫn:

TS. Nguyễn Văn Phóng

Mục lục

MỞ ĐẦU	3
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ THÍ NGHIỆM DILATOMETER	5
1.1. Thiết bị và phương pháp thí nghiệm	5
1.2. Tình hình nghiên cứu ở Việt Nam	13
CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH SU BẰNG THÍ NGHIỆM DMT	15
2.1. Sức kháng cắt không thoát nước theo DMT	15
2.2. Sức kháng cắt không thoát nước theo C.C.Ladd	16
2.3. Sức kháng cắt không thoát nước theo kinh nghiệm của Nhật Bản và các nước phương Tây	16
2.4. Sức kháng cắt không thoát nước theo hệ số áp lực lỗ rỗng	16
2.5. Sức kháng cắt không thoát nước theo chỉ số dẻo	17
2.6. Sức chống cắt không thoát nước theo công thức (V.6) 22TCN262-2000	17
2.7. Sức kháng cắt không thoát nước theo thí nghiệm 3 trục UU	18
2.8. Sức kháng cắt không thoát nước theo thí nghiệm cắt cánh	18
CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM ĐỊA KỸ THUẬT KHU VỰC CẢNG CÁI MÉP	19
3.1. Đặc điểm chung của khu vực nghiên cứu	19
3.2. Đặc điểm địa tầng khu vực nghiên cứu	19
3.3. Tính chất cơ lý các lớp	20
CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH SU BẰNG THÍ NGHIỆM DMT VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THỐNG KHÁC	22
4.1. Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm DMT	22
4.2. Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm UU	23
4.3. Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm cắt cánh	24
4.4. Biểu đồ so sánh sức kháng cắt Su	26

CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN	30
5.1 Kiến nghị	30
5.2 Kết luận	30
TÀI LIỆU THAM KHẢO	31

MỞ ĐẦU

Hiện nay, vùng ven biển Việt Nam được Nhà nước coi là khu vực chiến lược quan trọng về cả kinh tế, xã hội và quốc phòng. Với hơn 3.260 km bờ biển, vùng ven biển Việt Nam đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế biển, giao thông hàng hải, du lịch, và khai thác tài nguyên thiên nhiên. Do đó, nhiều dự án hạ tầng kỹ thuật (giao thông, bến cảng), khu công nghiệp, công trình khai thác tài nguyên như dầu khí, điện gió, ... đã được quy hoạch xây dựng.

Thông tin địa chất công trình (ĐCCT) là một yếu tố không thể thiếu khi tiến hành quy hoạch và khai thác kinh tế lãnh thổ. Nó giúp công tác quy hoạch và khai thác kinh tế lãnh thổ được hợp lý về kỹ thuật và kinh tế. Đặc điểm điều kiện ĐCCT khu vực ven biển nước ta có những đặc thù riêng. Trong đó, đặc điểm nổi bật là sự phân bố phổ biến của đất yếu với quy luật phân bố phức tạp, thành phần và tính chất đặc biệt (Nguyễn Văn Phóng, 2015; Tạ Đức Thịnh, 2022). Sự có mặt của đất yếu trong cấu trúc nền đất gây ra nhiều vấn đề như mất ổn định nền đất (sụt, trượt), lún và lún theo thời gian làm cho công trình bị hư hỏng hoặc làm việc không bình thường. Hiệu quả xử lý các vấn đề này không chỉ phụ thuộc vào giải pháp xử lý thích hợp mà còn đòi hỏi công tác khảo sát, thu thập thông tin về đất yếu tin cậy, phù hợp với điều kiện làm nền cho công trình. Điều này đặt ra yêu cầu với công tác khảo sát ĐCCT là phải lựa chọn được các phương pháp thí nghiệm phù hợp, tin cậy và hiệu quả với đối tượng nghiên cứu. Do đó, việc nghiên cứu, đánh giá khả năng ứng dụng của các phương pháp thí nghiệm là rất cần thiết.

Hiện nay, các phương pháp thí nghiệm ĐCCT hiện trường như: thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT), xuyên tĩnh (CPT, CPTu), nén ngang PMT, nén tám phẳng DMT, cắt cánh (VST), . . . , đã được nghiên cứu và ứng dụng phổ biến trên Thế Giới. Ở Việt Nam, các phương pháp thí nghiệm như SPT, CPT và CPTu, VST, PMT đã và đang được áp dụng rộng rãi trong thực tế sản xuất, có nhiều nghiên cứu ứng dụng. Trong khi đó, thí nghiệm DMT được đánh giá cao nhờ tính chính xác và dễ thực hiện, cung cấp nhiều thông tin quan trọng cho việc thiết kế và xây dựng các công trình địa kỹ thuật như phân loại đất, xác định độ bền, tính biến dạng và đánh giá khả năng hóa lỏng của đất (Phạm Văn Minh, 2005; Lê Trọng Thắng, 2018). Mặt khác, thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện làm việc thực tế của đất nền, thời gian thí nghiệm nhanh, có thể cho kết quả

nhANH chóng nên có thể đáp ứng được các yêu cầu khắT khe về kinh tế, kỹ thuật và thời gian thi công. Tuy nhiên, việc phân loại đất và xác định các chỉ tiêu cơ lý cần thiết của đất cho thiết kế được xác định từ thí nghiệm này thường liên quan đến các hệ số thực nghiệm. Trong khi đó, một số nghiên cứu trước đây chủ yếu áp dụng các liên hệ thực nghiệm và hệ số thực nghiệm đã được tổng hợp trên thế giới mà chưa xác định được trong điều kiện Việt Nam. Để ứng dụng có hiệu quả phương pháp thí nghiệm DMT, cần phải xác định được các hệ số thực nghiệm phù hợp cho các loại đất ở khu vực khác nhau.

Ở nước ta, việc sử dụng thí nghiệm DMT và sử dụng kết quả của nó còn hạn chế (một phần do thiếu thiết bị). Một số công trình đã sử dụng phương pháp thí nghiệm này đều là các công trình có vốn đầu tư nước ngoài hoặc thuê tư vấn thiết kế nước ngoài. Vì chưa có những nghiên cứu tổng thể để xác định các hệ số thực nghiệm ở Việt Nam nên ngay cả khi đã có kết quả thí nghiệm thì việc sử dụng kết quả cũng bị hạn chế.

Trong đó, thiết bị nén ngang bằng tấm nén phẳng Dilatometer (DMT) là một thiết bị hiện đại, được sản xuất tại Ý. Việc nghiên cứu ứng dụng thí nghiệm này ở Việt Nam không những có đóng góp về chuyên môn, khoa học, phục vụ sản xuất mà còn góp phần quảng bá năng lực của Nhà Trường.

Như vậy, việc nghiên cứu ứng dụng thí nghiệm Dilatometer (DMT) trong điều kiện Việt Nam, tận dụng những ưu điểm và nâng cao hiệu quả sử dụng kết quả thí nghiệm này trong tính toán, thiết kế nền móng công trình ven biển là rất cần thiết, đặc biệt là cho đối tượng đất yếu vùng ven biển. Việc áp dụng đất yếu khu vực cảng Cái Mép, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu sẽ có ý nghĩa thực tiễn, hữu ích cho các dự án xây dựng trong phạm vi nghiên cứu.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ THÍ NGHIỆM DILATOMETER

1.1. Thiết bị và phương pháp thí nghiệm

a) Giới thiệu phương pháp

Thí nghiệm DMT được phát triển bởi Marchetti (Ý) từ năm 1975, được sử dụng để đánh giá các đặc tính của đất yếu như độ chặt, mô đun biến dạng, và khả năng chịu tải của đất (Marchetti, S., 1980). DMT có ưu điểm là dễ dàng cung cấp thông tin về trạng thái của đất yếu mà không gây xáo trộn nhiều (Monaco P., etc, 2007). Các công bố của Marchetti và cộng sự (1980, 2001, 2007, 2019) cho thấy phương pháp DMT được sử dụng rộng rãi trong các dự án cải tạo đất yếu và các công trình xây dựng ven biển, nơi các đặc tính cơ học của đất cần được hiểu rõ để đảm bảo an toàn công trình.

b) Thiết bị thí nghiệm

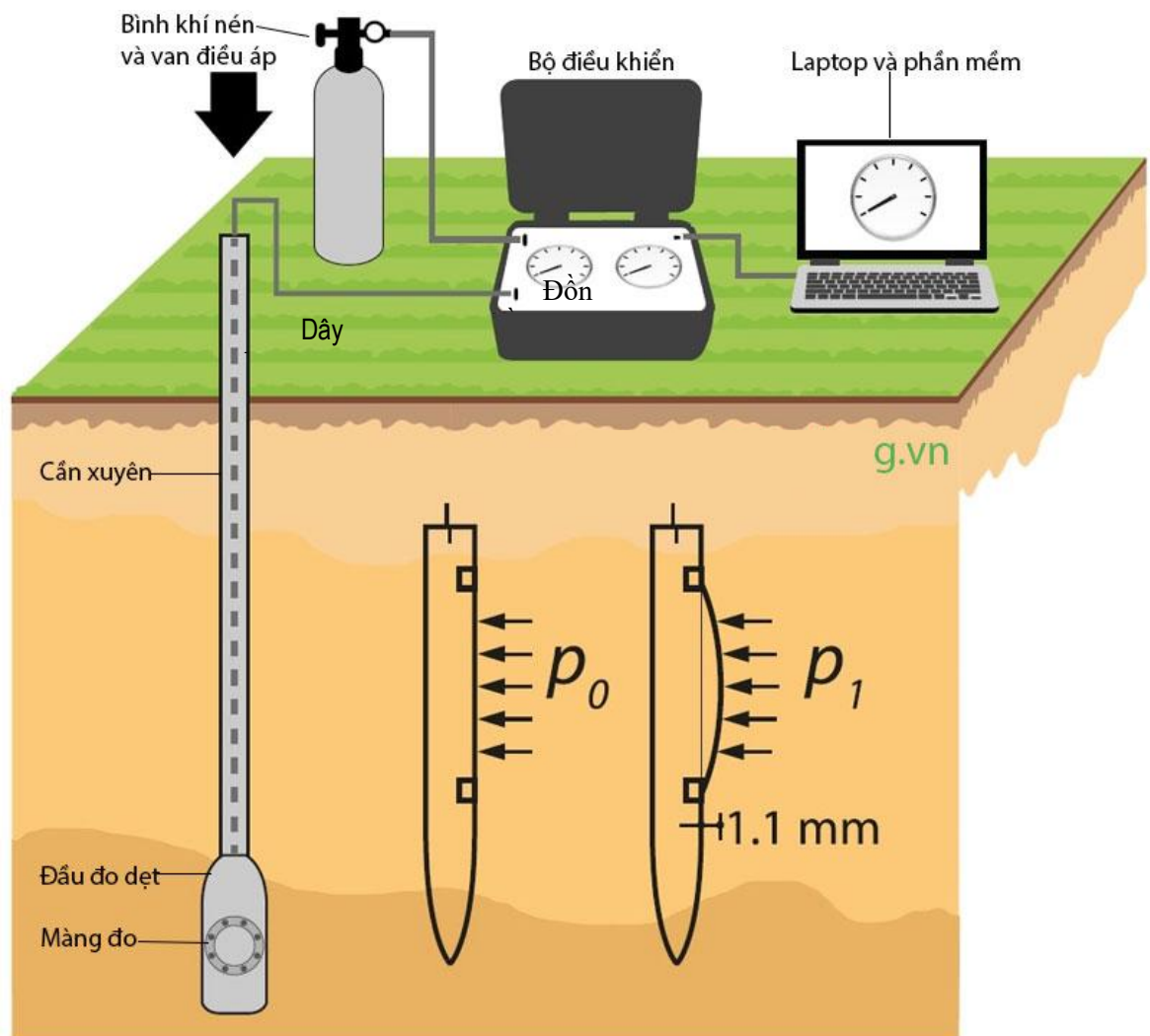


Hình 1. Bộ thiết bị nén ngang DMT

Thiết bị nén ngang Dilatometer (Dilatometer Pressure Test – DMT, hình 1) bao gồm đầu đo dẹt (blade) bằng thép với màng kim loại tròn, mỏng, phồng lên được gắn ở một mặt bên. Đầu đo dẹt (blade) bằng thép không gỉ, rộng 95mm, độ dày 15mm, lưỡi vát (tương tự lưỡi dao), khả năng chịu lực đẩy (xuyên) đến 250 kN. Màng đo bằng thép không gỉ, có thể phồng lên được, đường kính 60mm, độ dày 0.2 mm, 0.25mm hoặc 0.30mm. Đầu đo nối với bộ điều khiển trên mặt đất bằng ống khí nén-dây điện luồn theo các cần xuyên.

Thiết bị điều khiển bao gồm các đồng hồ áp suất, đèn báo và âm thanh báo, các van để điều chỉnh áp suất khí nén được cung cấp từ bình khí nén. Có thể nối cáp USB từ bộ điều khiển đến máy tính để ghi tự động số đo DMT.

Toàn bộ hệ thống thiết bị được kết nối theo sơ đồ như hình 2. Theo đó thành phần cơ bản của thiết bị DMT: (1) Mũi xuyên phẳng (hay đầu đo dẹt) trên đó có gắn màng thép (màng đo); (2) Cần xuyên được kết nối với mũi xuyên để đưa mũi xuyên vào đất. (3) Dây cáp khí - điện để dẫn khí nén và điện từ hộp điều khiển vào mũi xuyên, từ bình khí đến hộp điều khiển; (4) Đồng hồ đo trên hộp điều khiển; (6) Bình khí nén và van điều áp.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống thiết bị DMT

c) Phương pháp tiến hành

Xuyên đầu đo DMT vào đất bằng các thiết bị hiện trường như hệ thống thủy lực của thiết bị xuyên tĩnh. Cũng có thể xuyên DMT bằng búa SPT. Nên sử dụng xe xuyên tĩnh hạng nặng để đạt hiệu quả cao trong việc xuyên đầu đo xuống đất.

Quy trình thí nghiệm bao gồm xuyên đầu đo xuống đất với tốc độ không đổi ASTM là 2 cm/giây đến độ sâu thí nghiệm, dừng xuyên tại độ sâu cần thí nghiệm. Màng đo ban đầu phẳng với bề mặt bao quanh nó, đo áp lực ngang của đất. Người vận hành mở van lưu lượng trên bộ điều khiển để làm phồng màng đo trong khoảng 30 giây, lấy hai số đọc: áp suất P_0 (cần để bắt đầu làm phồng màng đo, số đọc "A") và áp suất P_1 (cần để làm phồng tâm màng 1.1mm vào đất, số đọc "B"). Số đọc thứ ba (số đọc "C") có thể tùy chọn bằng cách làm xẹp màng đo với van xả chậm được P_2 , sau khi lấy số đọc P_1 . Sau đó tiếp tục xuyên đầu đo đến độ sâu thí nghiệm tiếp theo, thường là bước tăng 0.2m. Việc đọc các số đọc cụ thể như sau:

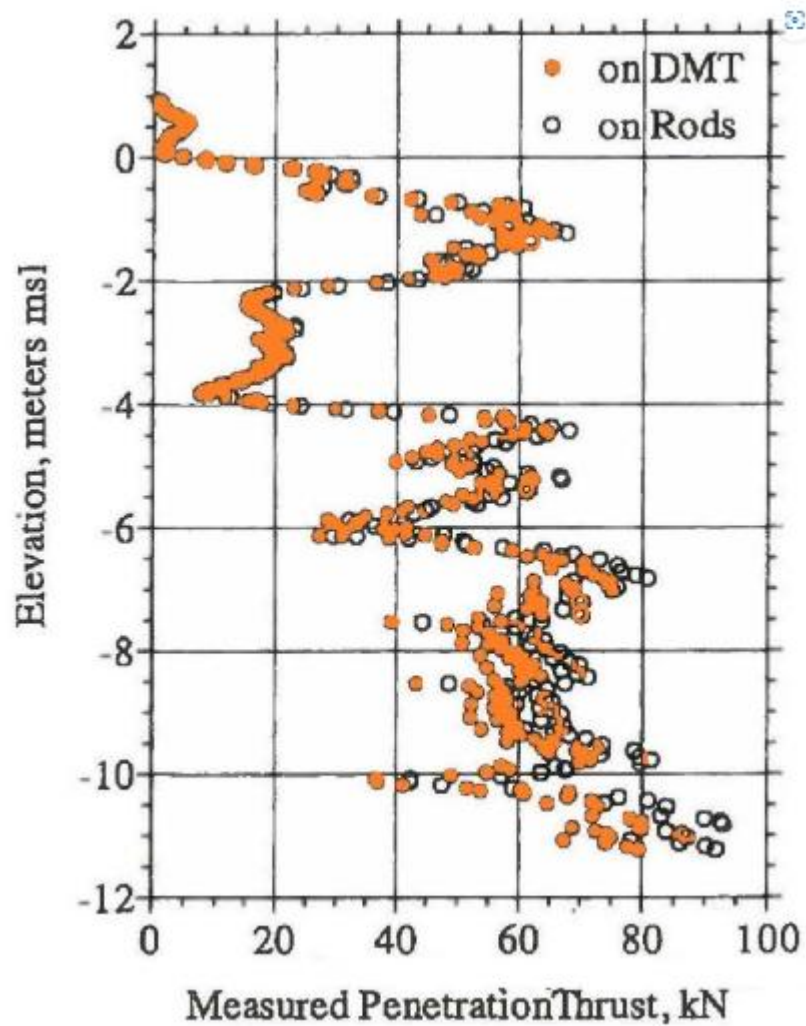
- Xác định số đọc A: là số đọc khi màng thép bị đẩy ra 0,05mm và không còn tiếp xúc với đĩa cảm ứng (tiếng bíp ngừng kêu).

- Xác định số đọc B: là số đọc khi màng thép tiếp tục bị đẩy ra 1, 1 mm (ngay khi có tiếng bíp kêu lại).

- Để đọc số đọc C: xả khí từ vị trí số đọc B, không xả hết khí ngay mà đóng van xả nhanh lúc áp suất vẫn còn một chút, mở van xả chậm. Tiếng bíp sẽ ngừng kêu. Sau 45-50 giây, màng thép sẽ tiếp xúc với đĩa cảm ứng, tiếng bíp kêu lại, ta đọc số đọc C.

Tính toán góc ma sát trong, hệ số ứng suất ngang khi nghỉ và áp suất tiền cố kết trong đất rời đòi hỏi phải đo lực đẩy. Trước khi bắt đầu thí nghiệm DMT, có thể so sánh phép đo lực đẩy với dữ liệu lực đẩy trước đó và các giá trị đo độ giãn nở "A" và "B" tương ứng của chúng để dự đoán giá trị đo độ giãn nở "A" và "B" có thể là bao nhiêu. Tỷ lệ "B"/"A" gần như không đổi đối với cùng một loại đất. Đối với đất dính, tỷ lệ đo đó xấp xỉ 1,5, trong khi đối với đất rời, tỷ lệ đó xấp xỉ 3. Sau khi đo giá trị "A" và nếu lực đẩy tương tự như giá trị trước đó, có thể cho rằng loại đất và tỷ lệ "B"/"A" của nó vẫn giữ nguyên. Sau đó, có thể ước tính tốt giá trị đo "B", nên bơm màng chậm hơn khi áp suất tiếp cận các giá trị "A" và "B" dự đoán, đo các giá trị đó chính xác hơn.

Lực đẩy cần thiết để ấn đầu đo đến độ sâu thí nghiệm cần được ghi lại. Trên hình 3, Bullock (2015) chỉ ra rằng các phép đo lực đẩy được thực hiện tại bề mặt bằng với các phép đo được thực hiện tại bộ giảm ma sát ngay phía trên lưỡi nếu độ sâu đo nhỏ hơn 12 m (40 feet). Khi lực đẩy đo được nhỏ hơn 500 kgf, thường biểu thị đất rất yếu, khi đó nên giảm khoảng cách thí nghiệm xuống 10 cm để cung cấp thêm dữ liệu cho thiết kế.



Hình 3. Lực đẩy đo được trên bề mặt so với độ sâu hố khoan

Khi thí nghiệm ở dưới mực nước ngầm, có thể xả hơi màng và đo áp suất (đọc "C") tại điểm màng tiếp xúc lại với đầu đo. Bên dưới mực nước ngầm, đọc "C" đo áp suất nước ngầm trong đất rời hoặc áp suất nước lỗ rỗng dư trong đất dính (Hình 4, Schmertmann và Crapps, 1988). Trong đất dính, nếu đo các giá trị "A" hoặc "C" theo thời gian, có thể tính toán tốc độ cố kết theo thời gian khi áp lực nước lỗ rỗng tiêu tan. Hình 5 thể hiện trình tự thí nghiệm đo độ giãn nở (các số đọc A, B, C).

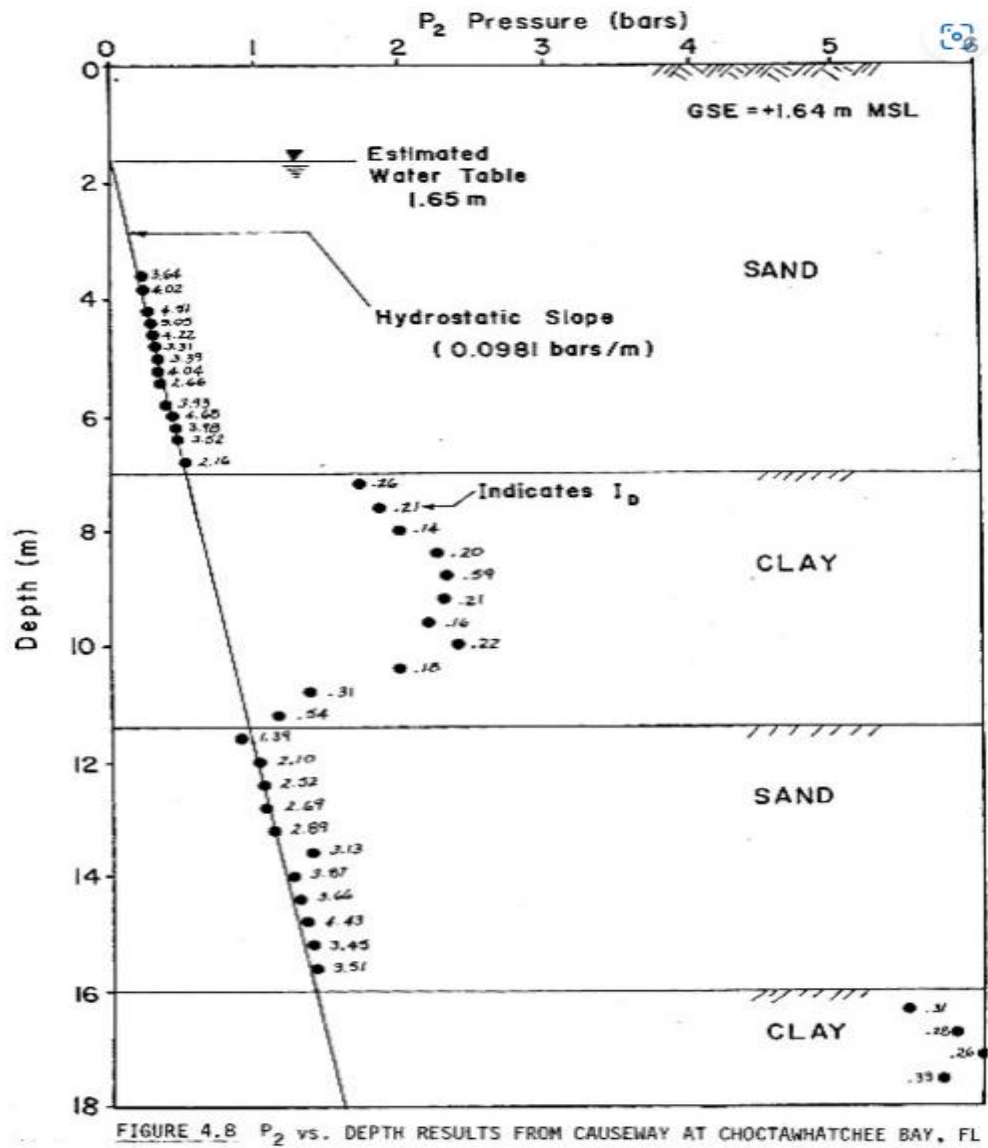
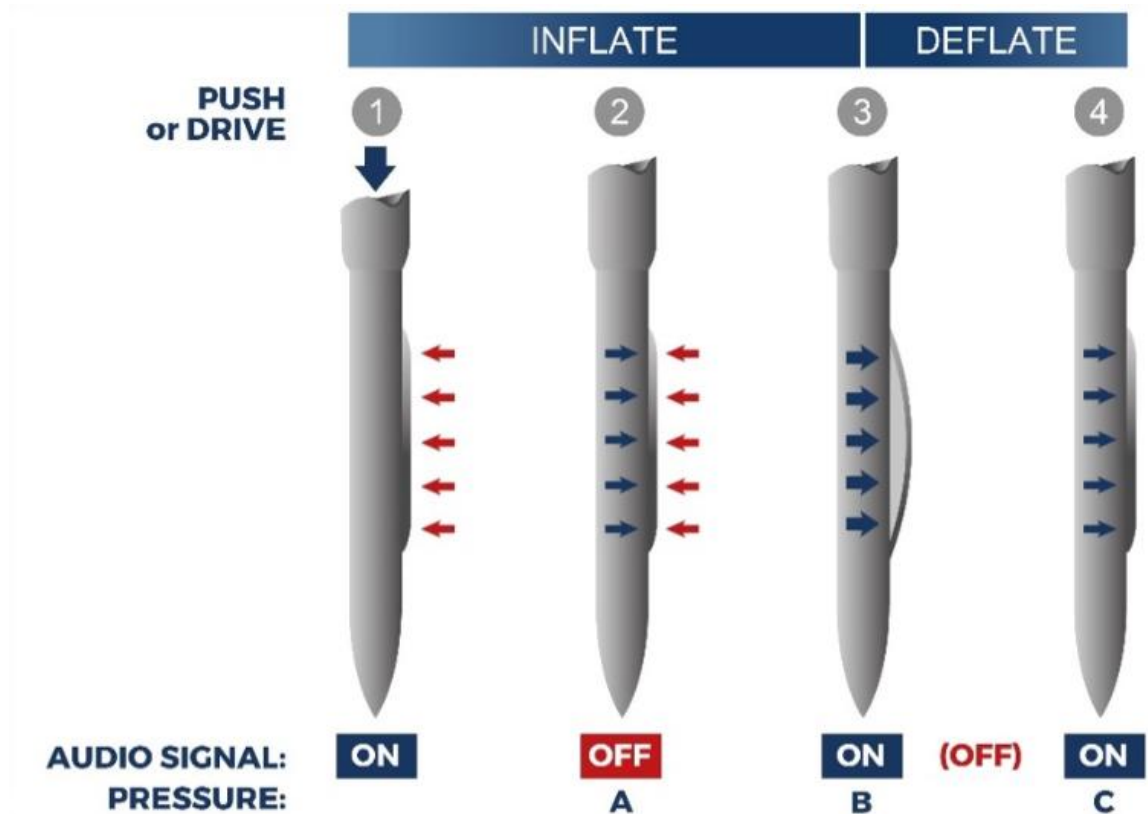


FIGURE 4.8 P₂ vs. DEPTH RESULTS FROM CAUSEWAY AT CHOCTAWHATCHEE BAY, FL

Hình 4. Đo áp suất nước lỗ rỗng P₂ so với độ sâu



Hình 5. Trình tự thí nghiệm đo độ giãn nở

d) Thí nghiệm tiêu tán

Khi đầu đo DMT xuyên vào đất sẽ ép đất và nước lỗ rỗng ra khỏi vị trí đầu đo chiếm chỗ. Trong đất dính, áp lực nước lỗ rỗng tăng lên ngay thời điểm xuyên vì nước không kịp thoát đi, sau đó giảm dần theo thời gian. Mức độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng có thể đo bằng cách 1) tạo một khoang rỗng từ đầu đo và theo dõi sự suy giảm áp lực nước lỗ rỗng theo thời gian hoặc 2) đẩy phòng màng đo nhiều lần tại vị trí đọc A.

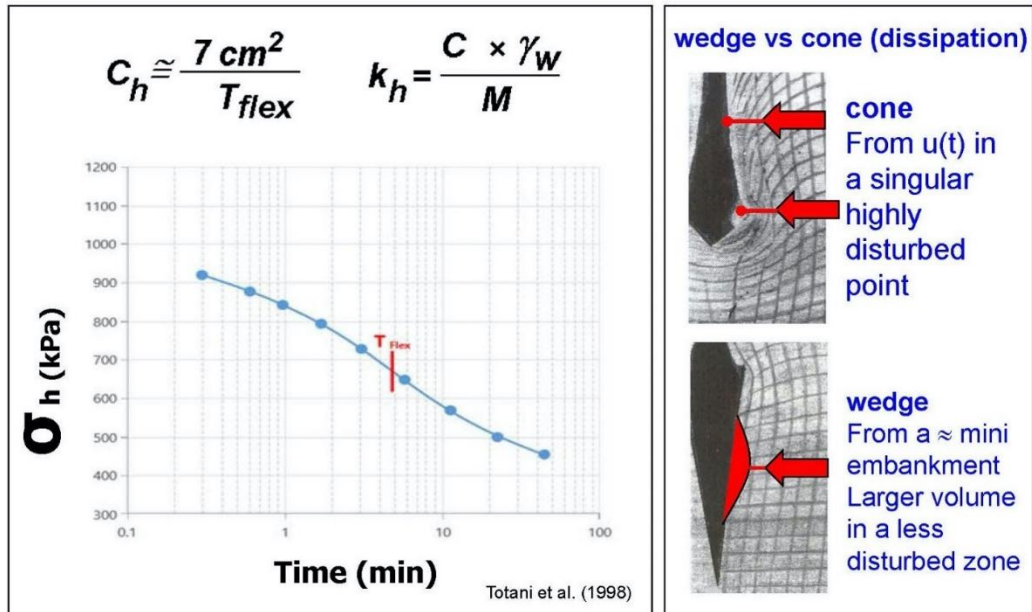
Có thể tiến hành theo cách sau: Đẩy màng ra đến 1,1 mm để có được giá trị đọc B, và khi màng xẹp xuống, một khoang rỗng chứa đầy nước áp lực được hình thành. Có thể đo độ suy giảm áp lực nước bằng cách di chuyển màng từ vị trí nở sang vị trí đóng hoặc di chuyển màng từ vị trí đóng sang vị trí nhấc lên. Đo thời gian ngay khi đầu đo giãn nở đạt đến độ sâu thí nghiệm. Hình 6 trình bày một ví dụ về thí nghiệm tiêu tán và các phép tính cho tốc độ thời gian cố kết và hệ số thấm.

Sau khi đẩy đầu đo đến độ sâu thí nghiệm, có thể lặp lại thao tác nhấc lên hoặc đọc A. Cả đất và nước lỗ rỗng dư đều tạo ra áp lực cản. Bằng cách biểu diễn các trị số đo này với logarit thời gian, có thể tìm ra điểm uốn trên đường cong, T_{flex} . Hệ thống giãn nở Medusa tự động thu thập số đo "A" để vẽ các đường cong như Hình 6. Totani (1998) đưa ra công thức tính toán hệ số cố kết và hệ số thấm như sau:

$$C_h = 7 \text{ cm}^2/T_{\text{flex}}$$

$$k_h = C_h \cdot \gamma_w / M$$

Dissipation test in cohesive soils estimate coefficient consolidation & permeability



Hình 6. Thí nghiệm tiêu tán được thực hiện bằng Hệ thống đo Medusa

e) Xử lý số liệu

Các giá trị đo “A”, “B” và “C” được hiệu chỉnh để xác định các giá trị “P₀”, “P₁” và “P₂”. Sau đó tính toán các chỉ số đo độ giãn nở trung gian, I_D (Chỉ số vật liệu), K_D (Chỉ số ứng suất ngang), E_D (Mô đun nén ngang) và U_D (Chỉ số áp lực lỗ rỗng).

Các giá trị áp lực chuẩn hóa của thí nghiệm:

- Áp suất đất P₀: là áp suất tác dụng lên mặt tấm nén, khi mặt tấm nén ngang bằng với mặt mũi xuyên lưỡi mai (độ giãn nở bằng 0).
- Áp suất đất P₁: là áp suất tác dụng lên mặt tấm nén để tâm tấm nén giãn ra 1,10 mm.
- Áp suất đất P₂: là áp suất tác dụng lên tấm nén khi xả áp lực khí từ vị trí B về vị trí A.

Xác định các giá trị áp lực chuẩn hóa của thí nghiệm theo các công thức sau:

$$P_0 = 1,05(A - Z_M + \Delta A) - 0,05(B - Z_M - \Delta B) \quad (1)$$

$$P_1 = B - Z_M - \Delta B \quad (2)$$

$$P_2 = C - Z_M + \Delta A \quad (3)$$

Trong đó: Áp suất Z_M : là độ lệch số đọc trên đồng hồ đo áp suất lệch khỏi vị trí gốc “0” khi tấm nén được để trong điều kiện khí quyển.

- Xác định ΔA và ΔB : ΔA và ΔB là áp lực khí cần có để vượt qua độ cứng của màng thép. ΔA và ΔB được dùng để hiệu chỉnh số đọc A , B . ΔA là áp lực khí nén ở bên ngoài tác dụng vào màng thép (đặt trong không khí) làm xẹp nó về vị trí A (áp suất khí nén âm - hút vào). ΔB là áp lực khí nén ở bên trong tác dụng vào màng (đặt trong không khí) đẩy tâm màng thép ra vị trí B , cách 1,1 mm so với vị trí A (áp suất khí nén dương - đẩy ra).

Các giá trị áp lực chuẩn hoá sẽ được dùng để tính toán các chỉ số DMT như sau:

- Chỉ số vật liệu hay còn gọi là chỉ số loại đất (I_D):

$$I_D = (P_1 - P_0) / (P_0 - U_0)$$

Có thể sử dụng I_D để phân loại đất như sau: sét $I_D < 0,6$; bụi $0,6 < I_D < 1,8$; cát $I_D > 1,8$

- Chỉ số ứng suất theo phương ngang (K_D):

$$K_D = (P_0 - U_0) / \sigma_{vo}'$$

- Mô đun nén ngang (E_D):

$$E_D = 34,7(P_1 - P_0)$$

- Hệ số áp lực nước lỗ rỗng:

$$U_D = (P_2 - P_0) / (P_0 - U_0)$$

Trong đó:

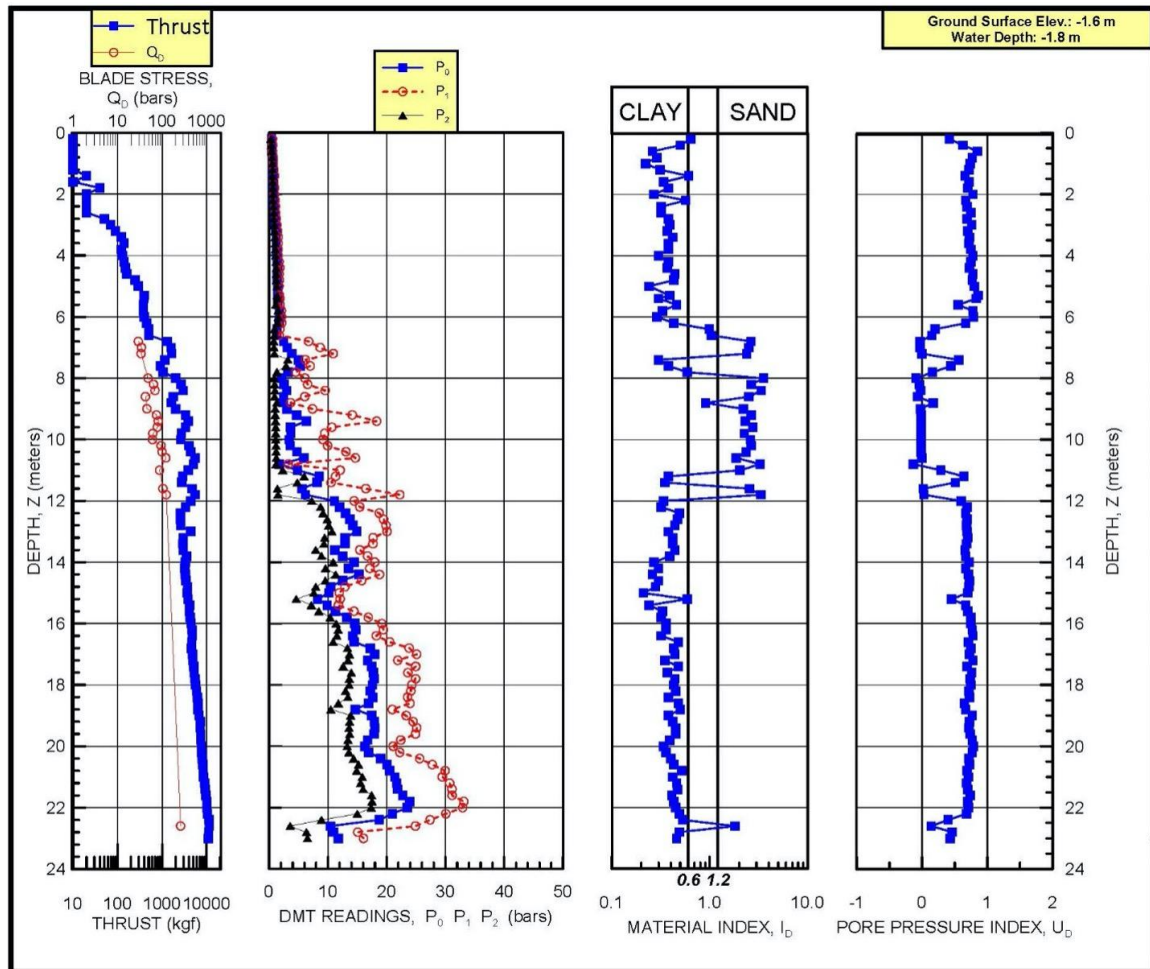
P_0 - là áp lực cần thiết thực tế để đẩy màng thép về vị trí 0;

P_1 - là áp lực cần thiết thực tế để đẩy màng thép giãn nở 1,1 mm;

U_0 - là áp lực nước lỗ rỗng ban đầu (bằng áp lực thuỷ tĩnh);

σ_{vo}' là ứng suất thẳng đứng có hiệu của đất. (Totani và nnk., 2001)

Toàn bộ kết quả thí nghiệm được biểu diễn trên các biểu đồ đặc trưng như hình



Hình 7. Biểu diễn kết quả thí nghiệm DMT

1.2. Tình hình nghiên cứu ở Việt Nam

Khi nghiên cứu về đặc tính của đất yếu, các phương pháp thí nghiệm hiện trường đóng vai trò đặc biệt quan trọng do đất yếu dễ bị xáo động gây ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm trong phòng. Các phương pháp thí nghiệm hiện trường thường được áp dụng cho đất yếu bao gồm: xuyên tĩnh (CPT), xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng CPTu), cắt cánh (VST), nén ngang (loại Menard nén trong hố khoan, PMT), Dilatometer (nén ngang bằng tấm nén phẳng, DMT). Đây là các phương pháp hiệu quả để đánh giá đặc tính của đất yếu. Trong đó, các thí nghiệm CPT, CPTu, FVT, PMT đã được áp dụng nhiều ở Việt Nam trong nhiều dự án xây dựng và công trình nghiên cứu. Các kết quả nghiên cứu điển hình cho thấy: thí nghiệm VST chủ yếu được dùng xác định sức kháng cắt không thoát nước (Nguyễn Văn Phóng, 2004; Phạm Văn Minh, 2005); thí nghiệm CPTu cho phép đánh giá trạng thái và phân loại đất, xác định được các chỉ tiêu cơ học (với các hệ số thực nghiệm phù hợp) cho tính toán, thiết kế nền móng (Nguyễn Văn

Phóng, 2010, 2012; Lê Trọng Thắng, 2011); thí nghiệm PMT thường được dùng để xác định đặc tính biến dạng, độ bền của đất (Phạm Văn Minh, 2005). Nhìn chung, các kết quả nghiên cứu này đã đánh giá khả năng và phạm vi ứng dụng, xác định được các hệ số thực nghiệm phù, cho phép áp dụng hiệu quả các phương pháp này ở Việt Nam.

Thí nghiệm Dilatometer (DMT) là thí nghiệm nén ngang bằng tấm nén phẳng. Đây là một phương pháp thí nghiệm địa kỹ thuật hiện đại, mới được nhập vào nước ta trong vài năm lại đây. Phương pháp này được ứng dụng rộng rãi trên thế giới nhờ khả năng cung cấp thông tin chi tiết về các đặc điểm và tính chất cơ lý của đất như phân loại đất, độ bền, tính biến dạng và khả năng hóa lỏng của đất (Vũ Công Ngữ, 2003). Ở Việt Nam, các nghiên cứu về thí nghiệm MDT còn hạn chế về số lượng và nội dung. Một số kết quả nghiên cứu mới dừng lại ở việc đánh giá phạm vi áp dụng và đưa ra một số kết quả thực nghiệm ban đầu ở Việt Nam (Phạm Văn Minh, 2005; Lê Trọng Thắng, 2018). Nhìn chung, các công trình nghiên cứu và phân tích đánh giá cho thấy DMT là một phương pháp có nhiều tiềm năng ứng dụng tại Việt Nam, đặc biệt là trong nghiên cứu đất yếu ven biển, nơi đang phát triển hạ tầng, công nghiệp hóa và đô thị hóa nhanh chóng.

CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH SU BẰNG THÍ NGHIỆM DMT

Thí nghiệm Dilatometer (DMT) được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực địa kỹ thuật để đánh giá các tính chất cơ học của đất. Với khả năng cung cấp thông tin chi tiết, nhanh chóng và chính xác, DMT được sử dụng trong nhiều ứng dụng thực tiễn.

Từ số liệu thí nghiệm DMT, việc xử lý số liệu thí nghiệm sẽ xác định được các thông số đất sau:

- Góc ma sát thoát nước đối với đất rời $[\varphi']$,
- Cường độ cắt không thoát nước đối với đất dính $[c_u]$
- Khối lượng thể tích của đất $[\gamma_t]$,
- Hệ số áp lực hông $[k_0]$,
- Áp lực tiền cố kết $[p_c]$ và
- Hệ số quá cố kết $[OCR]$

2.1. Sức kháng cắt không thoát nước theo DMT

Công thức tính toán sức kháng cắt không thoát nước (Su) theo Thí nghiệm Đo áp kế ngang Marchetti (DMT) được xây dựng dựa trên các mối quan hệ thực nghiệm và phụ thuộc vào chỉ số ứng suất ngang (KD) và ứng suất hữu hiệu theo phương thẳng đứng (σ'_{vo}). Công thức được sử dụng phổ biến nhất, được đề xuất bởi Marchetti (1980) cho đất sét cố kết thường đến hơi quá cố kết (Chỉ số Vật liệu $ID < 1.2$), là:

$$Su = 0.22 \cdot \sigma'_{vo} \cdot (0.5 \cdot K_D)^{1.25} \quad (1)$$

Trong đó:

- Su là sức kháng cắt không thoát nước.
- σ'_{vo} là ứng suất hữu hiệu theo phương thẳng đứng tại độ sâu thí nghiệm.
- K_D là chỉ số ứng suất ngang, được tính bằng công thức:

$$K_D = \frac{p_0 + u_0}{\sigma'_{vo}}$$

trong đó:

- p_0 là áp lực đọc lần đầu đã được hiệu chỉnh (áp lực nâng lên) từ DMT.
- u_0 là áp lực nước lỗ rỗng tại chỗ.

Ngoài ra Theo (Kamei và nnk., 1995):

$$Su = 0,35 \cdot \sigma'_v \cdot (0,47 K_D)^{1,14} \quad (2)$$

2.2. Sức kháng cắt không thoát nước theo C.C.Ladd

Sức kháng cắt không thoát nước, xuất phát từ công thức của C.C.Ladd được áp dụng phổ biến trên thế giới :

$$Su = \alpha \cdot \sigma'v'(\text{OCR})^m \text{ hay } Su = \alpha \cdot \sigma'v'(\sigma'pz/\sigma'vz)^m \quad (3)$$

Trong đó:

- α và m là các hệ số tùy thuộc vào tính chất của đất, thường được lấy $\alpha = 0,22$ và $m = 0,8$ nếu không có số liệu thí nghiệm
- $\sigma'v$ - ứng suất hữu hiệu theo phương đứng
- OCR: tỉ số quá cố kết của đất
- $\sigma'pz$ - áp lực tiền cố kết ở độ sâu z trong đất
- $\sigma'vz$ - ứng suất hữu hiệu thẳng đứng do bản thân các lớp đất gây ra ở độ sâu z

2.3. Sức kháng cắt không thoát nước theo kinh nghiệm của Nhật Bản và các nước phương Tây

Dự báo được quan hệ giữa cường độ chống cắt với tốc độ cố kết một cách đúng đắn và phù hợp với thực tế là một việc khó khăn thường dựa vào thực nghiệm, công thức kinh nghiệm Nhật Bản và các nước phương Tây:

$$C = Co + \Delta C = Co + U \cdot \sigma z \cdot m \quad (4)$$

Trong đó:

- C : Là cường độ chống cắt sau khi đất yếu đạt mức cố kết U
- Co : Là cường độ chống cắt của đất ở trạng thái tự nhiên ban đầu
- σz - là ứng suất thẳng đứng do tải trọng gia tải
- m : Là hệ số tăng cường độ chống cắt được dự báo theo A. W. Skempton tùy thuộc vào chỉ số dẻo PI

$m = 0.11 + 0.0037 \times PI$ hoặc $m = \text{tg} \varphi_{cu}$, với φ_{cu} xác định từ thí nghiệm nén ba trục theo sơ đồ CU

- ($m = 0.2 \sim 0.5$ tùy loại đất yếu)

2.4. Sức kháng cắt không thoát nước theo hệ số áp lực lỗ rỗng

Bằng cách phân tích ứng suất hữu hiệu với sử dụng hệ số áp lực lỗ rỗng Skempton A_i (lúc ban đầu) và A_f (khi phá hoại), công thức tính toán Su theo các thông số hữu hiệu được đề xuất :

$$Su = \frac{c' \cos \varphi' + \sigma'_{v0} \sin \varphi' (K_o + A_f(1 - K_o))}{1 + (2A_f - 1) \sin \varphi'} \quad (5)$$

Đối với sét cổ kết thường, $c'=0$, công thức trở thành:

$$Su = \frac{\sigma'_{vo} \sin \varphi' (K_0 + A_f(1 - K_0))}{1 + (2A_f - 1) \sin \varphi'} \quad (6)$$

Trong đó:

- c', φ' : lực dính, góc ma sát hữu hiệu, xác định thí nghiệm nén ba trục (CU)
- σ'_v : ứng suất hữu hiệu theo phương đứng
- K_0 : hệ số áp lực tĩnh ngang
- A_f : hệ số, được xác định dựa vào mối quan hệ ($A_f \sim OCR$) như Mayne (1988)

2.5. Sức kháng cắt không thoát nước theo chỉ số dẻo

Với đất cổ kết thường, Skempton, 1957 đề xuất quan hệ sức kháng cắt không thoát nước S_u với chỉ số dẻo PI như sau :

$$Su/\sigma'_v = 0,11 + 0,0073 PI \quad (7)$$

Trong đó:

- σ'_v : ứng suất hữu hiệu theo phương đứng do tải trọng bản thân và tải trọng tăng thêm
- PI : chỉ số dẻo của đất

2.6. Sức chống cắt không thoát nước theo công thức (V.6) 22TCN262-2000

Nền đắp trong quá trình xây dựng với giải pháp đắp làm nhiều đợt, vừa đắp vừa chờ cổ kết, mức độ cổ kết của đất yếu tăng dần trong những đợt đắp thứ hai, thứ ba,... Tại thời điểm nền đạt độ cổ kết U thì sức chống cắt của nền đất được xác định theo 22TCN262-2000 như sau :

$$Su = U(0,22 \sigma_z + S_s(\sigma_{pz}/\sigma_{vz})^{0,2}) \quad (8)$$

Trong đó:

- U là mức độ cổ kết dự báo có thể đạt được kể từ lúc bắt đầu đắp nền đợt đầu tiên cho đến khi bắt đầu đắp nền đợt II tiếp theo
- S_s là sức chống cắt nguyên dạng không thoát nước từ thí nghiệm cắt cánh hiện trường
- σ_z là ứng suất thẳng đứng do tải trọng đắp (phần nền đắp và phần đắp gia tải trước)
- σ_{pz} là áp lực tiền cổ kết ở độ sâu z trong đất yếu, được xác định từ thí nghiệm cổ kết

- σ_{vz} là ứng suất thẳng đứng do trọng lượng bản thân các lớp đất yếu gây ra ở độ sâu z

2.7. Sức kháng cắt không thoát nước theo thí nghiệm 3 trục UU

Thí nghiệm ba trục không cố kết không thoát nước (UU) được thiết kế đặc biệt để xác định sức kháng cắt không thoát nước (S_u) của đất. Vì thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện không thoát nước, mọi ứng suất tác dụng đều do áp lực nước lỗ rỗng chịu trong đất bão hòa, và do đó ứng suất hữu hiệu vẫn không đổi trong suốt quá trình thí nghiệm.

$$S_u = \sigma_{vo} \cdot \tan \varphi_u + C_u \quad (9)$$

2.8 Sức kháng cắt không thoát nước theo thí nghiệm cắt cánh

Công thức tính sức kháng cắt không thoát nước (S_u) theo thí nghiệm cắt cánh (VaneShear Test) thường được biểu diễn như sau:

$$S_u = \frac{T}{\pi d^2 \left(\frac{H}{2} + \frac{d}{6} \right)} \quad (10)$$

Trong đó:

- S_u : Sức kháng cắt không thoát nước
- T : Mô men xoắn cực đại đo được khi cánh cắt đất
- d : Đường kính của cánh cắt
- H : Chiều cao của cánh cắt

CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ THUẬT KHU VỰC CẢNG CÁI MÉP

3.1 Đặc điểm chung của khu vực nghiên cứu

Nằm ở cửa sông Thị Vải và sông Cái Mép, có vị trí địa lý thuận lợi cho giao thương hàng hải quốc tế. Thuộc vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, gần các trung tâm kinh tế lớn như TP. Hồ Chí Minh, Đồng Nai, và Bà Rịa - Vũng Tàu.

Nằm trên các tuyến đường giao thông quan trọng cả đường bộ và đường thủy, kết nối với các khu công nghiệp và trung tâm logistics. Vị trí cửa sông nằm ở khu vực cửa sông Thị Vải và sông Cái Mép, địa chất khu vực này chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của quá trình bồi tụ trầm tích sông và biển. Các lớp trầm tích Holocen (đệ Tứ) có vai trò quan trọng trong cấu trúc địa chất bề mặt. Khu vực này có địa hình tương đối bằng phẳng ở vùng ven biển và thấp dần về phía tây, nơi có các vùng đầm lầy và rừng ngập mặn tiếp giáp sông Thị Vải và vịnh Gành Rái. Ở phía đông và đông bắc có địa hình bán trung du với các đồi thấp. Cấu trúc địa chất chịu ảnh hưởng của quá trình kiến tạo địa chất phức tạp của khu vực Đông Nam Bộ. Nền móng địa chất chủ yếu là các loại đá magma xâm nhập và phun trào Mesozoi và Cenozoi. Thổ nhưỡng đa dạng với các loại đất phù sa ven sông, đất cát biển, đất xám trên phù sa cổ và đất đỏ bazan ở vùng đồi. Khu vực ven biển chịu ảnh hưởng của quá trình bồi tụ phù sa và tác động của thủy triều.

3.2. Đặc điểm địa tầng khu vực nghiên cứu

Tại các khu vực xây dựng cảng và cơ sở hạ tầng, có thể có lớp đất đắp nhân tạo. Đất tự nhiên tùy thuộc vào vị trí cụ thể, có thể là đất phù sa (ven sông), đất cát (ven biển), hoặc đất xám trên phù sa cổ. Ở các vùng rừng ngập mặn và đầm lầy sẽ có lớp bùn hữu cơ.

Trầm tích Holocen (Đệ Tứ): Đây là lớp trầm tích trẻ tuổi, được hình thành trong khoảng 11.700 năm trở lại đây, chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của mực nước biển dâng và các quá trình sông biển.

Sét mềm thường thấy ở các vùng trũng thấp ven sông và đầm lầy. Lớp sét này có độ chịu tải thấp và độ lún lớn. Các dải cát có thể tồn tại dọc theo bờ biển và trong lòng

Trường Đại học Mở - Địa chất

sông, với độ chặt thay đổi. Bùn tập trung ở các khu vực rừng ngập mặn và đầm lầy, chứa nhiều chất hữu cơ, có tính nén lún cao.

Trầm tích hỗn hợp: Có thể có các lớp xen kẽ giữa sét, cát và bùn.

Trầm tích Pleistocen (Đệ Tứ): Nằm dưới lớp Holocen, các trầm tích Pleistocen thường cổ hơn và có độ chặt cao hơn.

Các lớp đất xám, đất đỏ có thể thuộc về hệ tầng phù sa cổ Pleistocen. Cát pha, sạn, cuội có thể gặp các lớp trầm tích hạt thô hơn, phản ánh các điều kiện trầm tích khác nhau trong quá khứ. Nền đá gốc nằm ở sâu hơn, sẽ gặp các lớp đá gốc thuộc các hệ tầng Mesozoi (Trung Sinh) và Cenozoi (Tân Sinh). Đây là nền móng cứng chắc của khu vực.

3.3. Tính chất cơ lí các lớp

Lớp K : Cát lẫn sét cấp phối kém/ Cát lẫn sét, màu xám đen, kết cấu xốp - chặt vừa

Lớp 1a : Sét ít dẻo, màu xám nâu, trạng thái dẻo mềm - dẻo cứng

Lớp 1 : Sét rất dẻo, màu xám xanh, xám đen, trạng thái chảy - dẻo chảy

Lớp 2a : Sét ít dẻo, màu xám vàng, trạng thái dẻo mềm - dẻo cứng

Lớp 2 : Cát lẫn sét cấp phối kém/ Cát lẫn sét, màu xám vàng, kết cấu xốp - chặt vừa

Lớp 3 : Sét rất dẻo, màu xám xanh, trạng thái dẻo chảy - dẻo cứng

Lớp 4a : Sét ít dẻo, màu xám vàng, xám trắng, trạng thái dẻo mềm - nửa cứng

Lớp 4 : Cát lẫn sét cấp phối kém/ Cát lẫn sét, màu xám vàng, kết cấu xốp - chặt vừa

Lớp 5a : Sét ít dẻo, màu xám vàng, xám đen, trạng thái dẻo cứng - cứng

Lớp 5b : Sét ít dẻo, màu xám xanh, trạng thái dẻo cứng - nửa cứng

Lớp 5 : Cát lẫn sét cấp phối kém/ Cát lẫn sét, màu xám vàng, kết cấu chặt vừa - rất chặt

Lớp 6 : Sét ít dẻo, màu xám xanh, xám vàng, xám nâu, trạng thái cứng

Hình 8: Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất

Lớp	Thành phần hạt - Particle size distribution														Hạn độ Atterberg Atterberd limits			Độ sệt / Liquidity index		Độ ẩm / Moisture Content		Dung trọng ướt / Wet Density		Dung trọng khô / Dry Density		Khối lượng riêng / Specific Gravity		Độ rỗng / Porosity		Hệ số rỗng / Void Ratio		Độ bão hòa / Degree of Saturation	
	Đầm cuội			Sạn sỏi/ Gra.	Cát / Sand						Bụi / Silt		Sét / Clay	Hệ số đồng nhất / Coefficient of Uniformity	Hệ số đường cong phân bố hạt	Giới hạn chảy	Giới hạn dẻo	Chỉ số dẻo	Độ sệt / Liquidity index	Độ ẩm / Moisture Content	Dung trọng ướt / Wet Density	Dung trọng khô / Dry Density	Khối lượng riêng / Specific Gravity	Độ rỗng / Porosity	Hệ số rỗng / Void Ratio	Độ bão hòa / Degree of Saturation							
	75	150	300	2-150	60	4.75	75	150	300	600	2.0	0.075	< 0.075																				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm							%	%	g/cm³	g/cm³	g/cm³	%	%	%	%					

CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH SU BẰNG THÍ NGHIỆM DMT VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THỐNG KHÁC

4.1. Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm DMT

Bảng 1: Sức kháng cắt Su của hố DMT-4

Độ sâu (m)	Áp lực nước lỗ rỗng (U _o) (kPa)	Ứng suất hữu hiệu (kPa)	Po(kPa)	KD	Su (kPa)
3	0	57	97,6	1,888	10,33
6	10	105	162,25	1,640	18,03
9	40	153	293,6	2,180	37,50
12	70	201	341,4	2,047	45,52
15	100	249	386,15	1,952	53,16
18	130	306,9	481,5	1,993	67,20
21	160	354,9	515,5	1,903	73,39
24	190	412,8	326,5	1,251	50,53
27	220	470,7	542,75	1,620	79,60
30	250	528,6	625,25	1,656	91,84

Bảng 2: Sức kháng cắt Su của hố DMT-3

Độ sâu (m)	Áp lực nước lỗ rỗng (U _o) (kPa)	Ứng suất hữu hiệu (kPa)	Po(kPa)	KD	Su (kPa)
3	10	47	83	1,979	10,20
6	10	95	220,5	2,426	26,61
9	40	143	285,65	2,277	37,00
12	70	143	336,5	2,843	48,82
15	100	239	417,6	2,166	58,08
18	130	296,9	361	1,654	51,50
21	160	346,4	552,5	2,057	78,93
24	190	398,9	455,5	1,618	67,34
27	220	448,4	725,25	2,108	105,35
30	250	506,3	587,75	1,655	87,89

Bảng 3: Sức kháng cắt Su của hố DMT-2

Độ sâu (m)	Áp lực nước lỗ rỗng (U_0) (kPa)	Ứng suất hữu hiệu (kPa)	Po(kPa)	KD	Su (kPa)
3	0	57	215,5	3,781	27,80
6	10	105	245,5	2,433	29,52
9	40	153	289,75	2,155	36,96
12	70	201	364,5	2,162	48,73
15	100	249	400,25	2,009	55,09
18	130	297	488	2,081	68,66
21	160	345	559	2,084	79,91
24	190	393	606,5	2,027	87,91
27	220	450,9	509,75	1,618	76,13
30	250	508,8	764	1,993	111,44

Bảng 4: Sức kháng cắt Su của hố DMT-1

Độ sâu (m)	Áp lực nước lỗ rỗng (U_0) (kPa)	Ứng suất hữu hiệu (kPa)	Po (kPa)	KD	Su (kPa)
3	0	57	66	1,158	6,33
6	10	105	115,25	1,193	12,11
9	40	153	253,75	1,920	31,98
12	70	201	333,25	2,006	44,39
15	100	249	378	1,920	52,04
18	130	306,9	535	2,167	74,63
21	160	354,9	536,75	1,963	76,29
24	190	408,3	590	1,910	84,82
27	220	461,7	640	1,863	92,93
30	250	519,6	797,5	2,016	115,45

4.2. Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm UU

Bảng 5: Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm UU

Độ sâu (m)	Cu (kPa)	ϕ_u (độ)	Su (kPa)
8	0,167	2°32'	6,13
10	0,123	2°36'	8,3
12	0,121	3°27'	13,14

14	0,148	3°18'	14,9
16	0,126	2°22'	12,05
18	0,164	2°37'	14,99
20	0,185	5°17'	33,45
22	0,189	5°23'	37,48

4.3. Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm cắt cánh

Bảng 6: Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm cắt cánh của hố khoan BH35

Độ sâu (m)	Su (kPa)
7	25
9	30
11	37,5
13	23,8
15	27,5
17	37,5
21	35
23	40

Bảng 7: Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm cắt cánh của hố khoan BH19

Độ sâu (m)	Su (kPa)
7	34
9	30
11	41
13	34
15	40
17	42
21	44
23	48

Bảng 8: Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm cắt cánh của hố khoan BH17

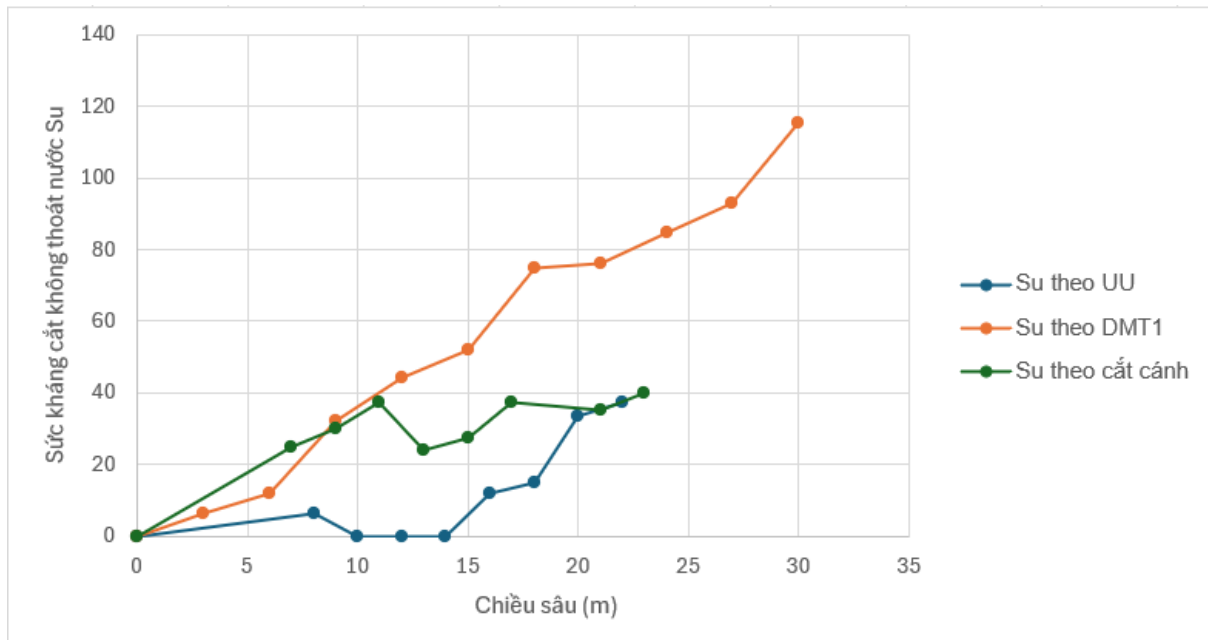
Độ sâu (m)	Su (kPa)
8,5	20
10,5	30
12,5	35
14,5	25
16,5	27
18,5	38
20,5	33
22,5	56
24,5	58

Bảng 9: Sức kháng cắt Su theo thí nghiệm cắt cánh của hố khoan BH07

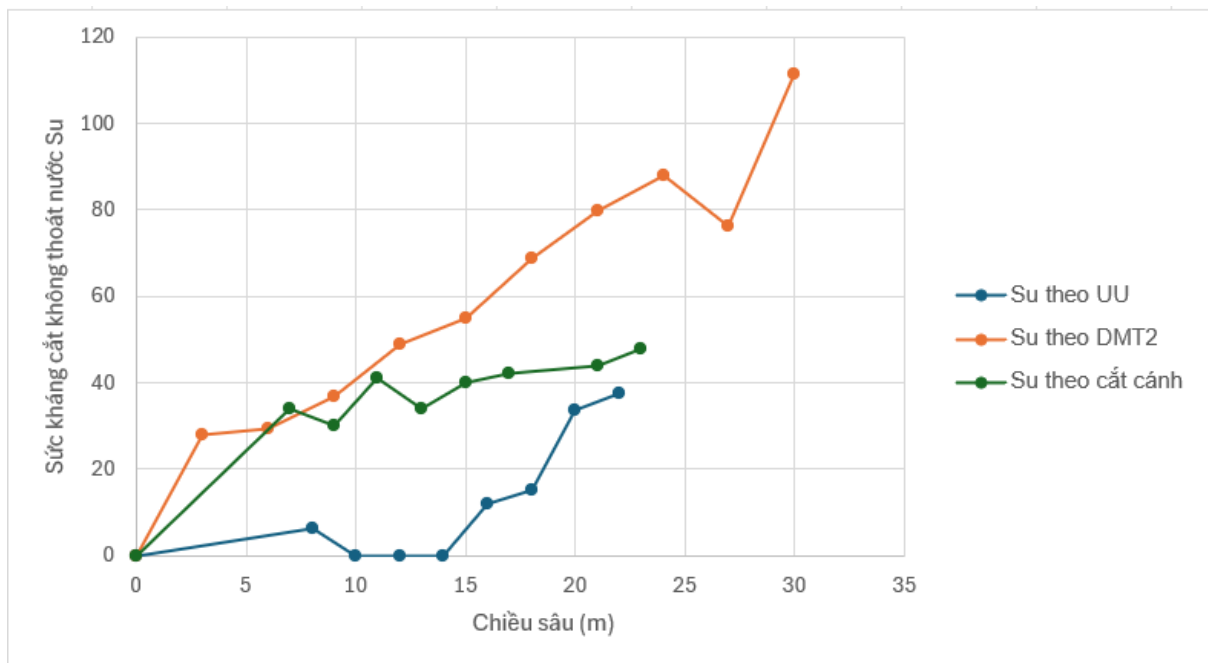
Độ sâu (m)	Su (kPa)
7	32
9	28
11	26
13	32
15	24
17	38
21	40
23	44
27	38

4.4. Biểu đồ so sánh sức kháng cắt Su

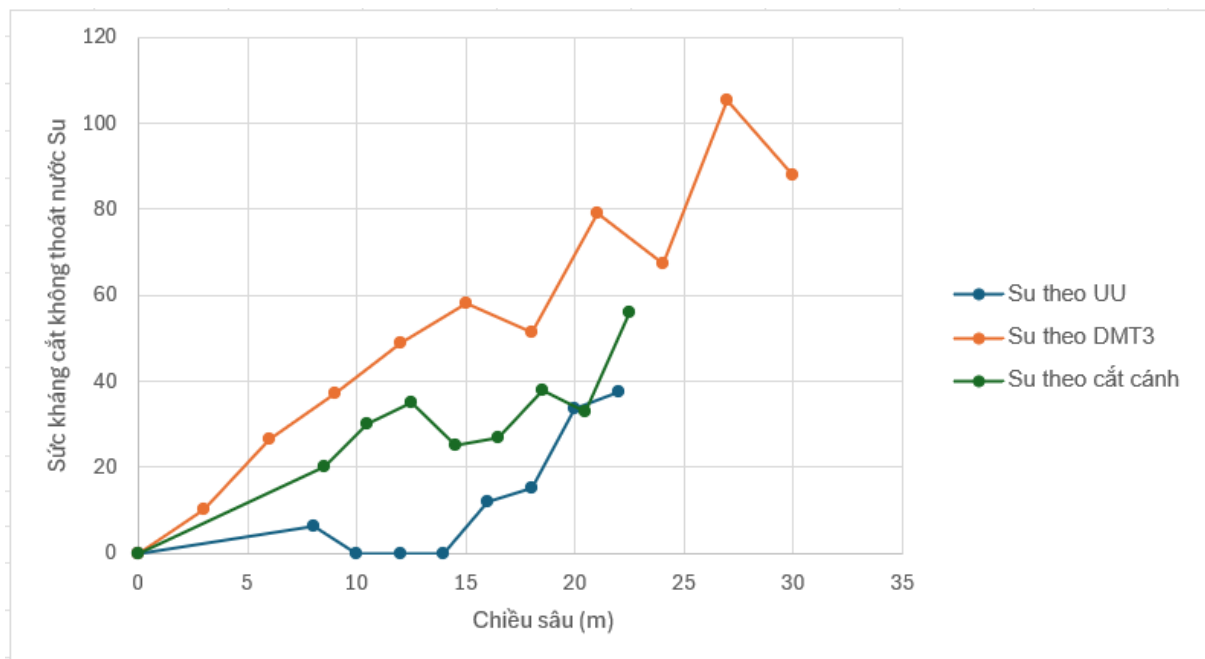
Hình 9: Biểu đồ so sánh Su của thí nghiệm UU, DMT1, Cắt cánh tại hố khoan BH35



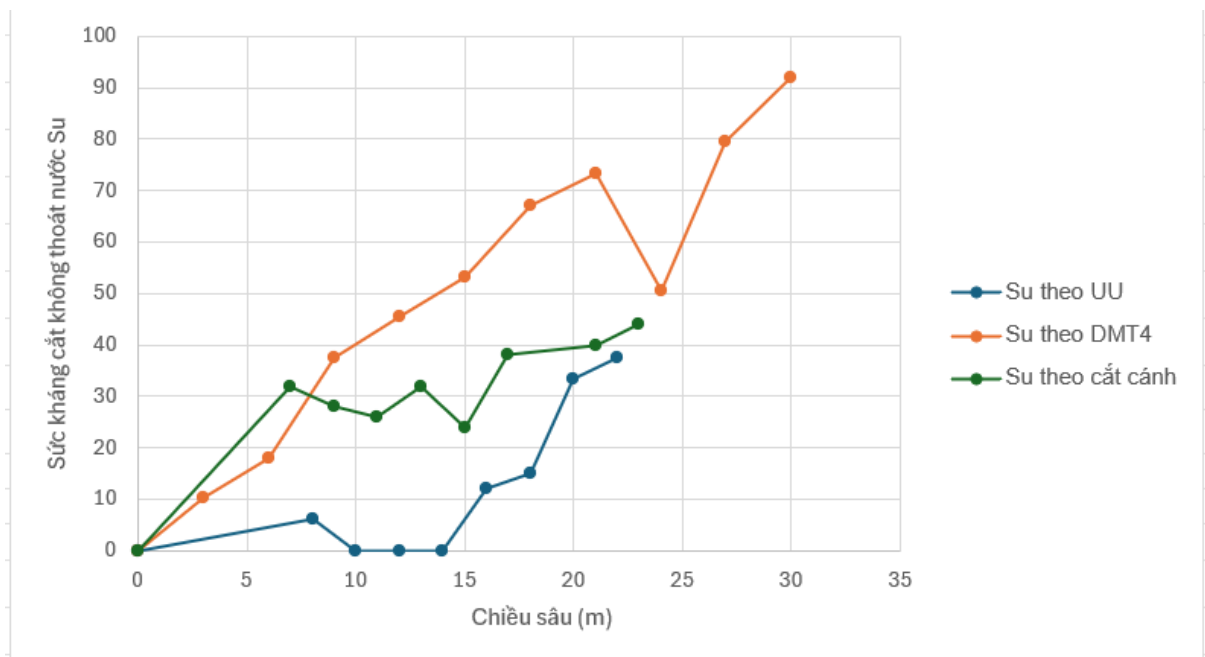
Hình 10: Biểu đồ so sánh Su của thí nghiệm UU, DMT2, Cắt cánh tại hố khoan BH19



Hình 11: Biểu đồ so sánh Su của thí nghiệm UU, DMT3, Cắt cánh tại hố khoan BH17



Hình 12: Biểu đồ so sánh Su của thí nghiệm UU, DMT2, Cắt cánh tại hố khoan BH07

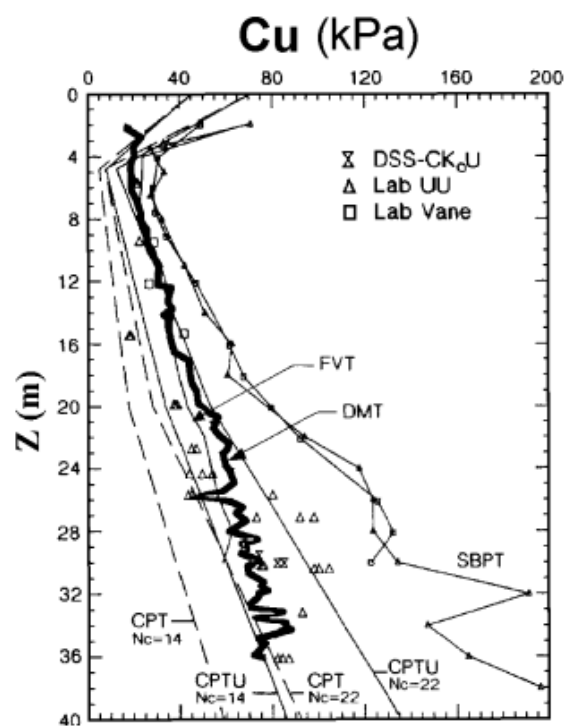
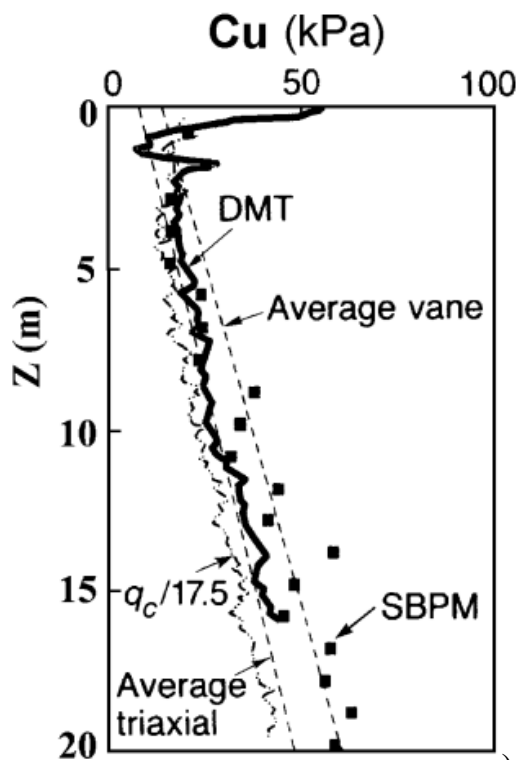


Bảng 10: Bảng trung bình S_u của các thí nghiệm

Su theo UU	Su theo Cắt cánh	Su theo DMT
6,13	+3,53	+2,52
8,3	+2,55	+3,32
13,14	+1,65	+2,57
14,9	+0,93	+2,66
12,05	+1,46	+4,44
14,99	+1,59	+4,15
33,45	+0,14	+1,17
37,48	+0,25	+1,36

Theo tài liệu tham khảo ta so sánh giữa S_u xác định từ DMT và S_u từ các phương pháp thí nghiệm khác tại hai khu vực nghiên cứu tham khảo

Giá trị S_u từ DMT là khá chính xác và đáng tin cậy để sử dụng trong thiết kế, ít nhất là trong các ứng dụng thông thường hàng ngày.



Hình 8. So sánh giữa S_u xác định bằng DMT và các thí nghiệm khác tại a) Khu nghiên cứu quốc gia Bothkennar, Vương quốc Anh (Nash et al. 1992) và b) Khu nghiên cứu quốc gia Fucino, Ý (Burghignoli et al. 1991)

CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN

5.1 Kiến nghị

Để nâng cao hiệu quả và độ tin cậy của thí nghiệm sức kháng cắt không thoát nước (su), cần thiết phải tiếp cận một cách toàn diện từ khâu lựa chọn phương pháp thí nghiệm phù hợp với điều kiện địa chất và mục đích khảo sát, đến việc chuẩn bị mẫu và thực hiện thí nghiệm một cách cẩn thận, tuân thủ nghiêm ngặt các tiêu chuẩn kỹ thuật. Quá trình xử lý và phân tích kết quả cần được thực hiện chính xác, có xem xét đến các yếu tố hiệu chỉnh và đánh giá độ tin cậy bằng cách so sánh với các phương pháp khác. Đồng thời, việc hiểu rõ các yếu tố ảnh hưởng đến giá trị su như loại đất, độ ẩm, lịch sử ứng suất và kết hợp kết quả thí nghiệm với các thông tin địa kỹ thuật tổng thể, bao gồm hồ sơ địa chất và kinh nghiệm địa phương, sẽ giúp đưa ra những đánh giá chính xác và lựa chọn thông số thiết kế phù hợp cho công trình.

5.2 Kết luận

Khi khảo sát địa kỹ thuật với đối tượng nghiên cứu là đất nền, sử dụng thí nghiệm DMT có ưu điểm là xác định được nhiều thông số đất quan trọng với độ tin cậy cao, thời gian thực hiện nhanh, không bị ảnh hưởng bởi xáo động mẫu, **tiện** sử dụng và chi phí hợp lý, xác định được hệ số áp lực hông của đất, có thể sử dụng kết quả thí nghiệm DMT để phân chia địa tầng tương tự như đối với các phương pháp xuyên để nâng cao độ tin cậy của tài liệu khảo sát.

Tuy nhiên, sử dụng kết quả thí nghiệm DMT xác định các chỉ tiêu tính chất cơ lý của đất nền cần có thêm nhiều nghiên cứu thực nghiệm phương pháp thí nghiệm này nhằm đánh giá các phương pháp xác định, các hệ số thực nghiệm để tăng độ tin cậy, phát huy ưu điểm của phương pháp, thích ứng với yêu cầu và nhiệm vụ của lĩnh vực trong điều kiện hiện nay ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Văn Minh (2005). Nghiên cứu và đánh giá khả năng ứng dụng của phương pháp thí nghiệm nén ngang trong khảo sát địa chất công trình. Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học Mở - Địa chất
- [2] Vũ Công Ngữ, Nguyễn Thái (2003). Thí nghiệm hiện trường và ứng dụng trong phân tích nền móng, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3] Nguyễn Văn Phóng, Tạ Đức Thịnh (2008). Xác định các đặc trưng cơ học của đất yếu bằng thí nghiệm xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng CPTu. Tuyển tập báo cáo HNKH lần thứ 18, trường ĐH Mở - Địa chất năm 2008.
- [4] Lê Trọng Thắng (2018). Đánh giá khả năng sử dụng thiết bị Dilatometer (DMT) để xác định các thông số đất nền và kết quả áp dụng tại khu công nghiệp Vũng Áng, Hà Tĩnh.
- [5] ASTM D6635-01: Standard Test Method for Performing the Flat Plate Dilatometer
- [6] Marchetti, S., Monaco, P., Totani, G., Calabrese, M., 2001. The flat dilatometer test (DMT) in soil investigations, International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). University of L'Aquila, Italy
- [7] Totani, G., Marchetti, S., Monaco, P., Calabrese, M., 2001. Use of the flat dilatometer test (DMT) in geotechnical design. Preprint : IN SITU 2001, Intl. Conf. On In situ Measurement of Soil Properties, Bali, Indonesia, May 2001. University of L'Aquila, Faculty of Engineering, L'Aquila, Italy.
- [8] Nguyễn Hồng Trường Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Nguyễn Hữu Thái Trường Đại học Thủy lợi, Đặng Thị Hải Vân Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Vĩnh Phúc. DỰ TÍNH SỨC KHÁNG CẮT KHÔNG THOÁT NƯỚC CỦA ĐẤT DÍNH ĐƯỢC GIA TẢI TRƯỚC KẾT HỢP THOÁT NƯỚC THĂNG ĐỨNG