

CÁC NGHIÊN CỨU VỀ SỰ GIA TĂNG ÁP LỰC NƯỚC LỖ RỖNG DƯỚI MÓNG BÀN NÉN CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ RUNG ĐỘNG DO XE TẢI QUA NỀN ĐẤT YẾU

Dương hồng Thắm, Lê Bá Lương, Ngô Kiều Nhi

(Bài nhận ngày 06 tháng 04 năm 2001, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 03 tháng 07 năm 2001)

TÓM TẮT

Trong thí nghiệm hiện trường bàn nén trên đất yếu chịu sự rung gây bởi xe tải nặng, một loạt ghi nhận sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng được thực hiện bằng cách dùng các ống đứng hở Casagrande. Những kết quả đã chứng tỏ tính chất tin cậy cao của những thiết bị piezometer và một phương pháp tiên đoán nhằm xác định giá trị thặng dư của áp lực nước lỗ rỗng được áp dụng. Điều này giải thích cho sự gia tăng của cột nước áp dưới ảnh hưởng động.

1. Mục tiêu :

Như được nêu trong các phần trước, phần này trình bày tiếp các kết quả rút ra từ thí nghiệm hiện trường, nhằm xác định sự gia tăng của áp lực nước lỗ rỗng khi có ảnh hưởng động, theo đó giải thích được sự giảm độ bền chống cắt và quá trình gia tăng biến dạng thẳng đứng (lún) của nền công trình chịu ảnh hưởng động.

Nêu ra mối quan hệ giữa áp lực nước lỗ rỗng và các thông số dao động khác cũng là một bước quan trọng để xem xét ảnh hưởng của dao động đến trạng thái ứng suất gây lún (hữu hiệu).

2. Phương thức tiến hành:

a. Trang bị dụng cụ – Vật liệu thí nghiệm:

Các đầu đo áp lực nước lỗ rỗng (viết tắt là ALNLR) dùng trong nghiên cứu thuộc kiểu ống đứng hở Casagrande (Casagrande open standpipe piezometer nhập từ nước ngoài có tính năng hoạt động như nêu trong phụ lục).

Các tính năng kỹ thuật của các ống piezometer được tóm tắt bên dưới:

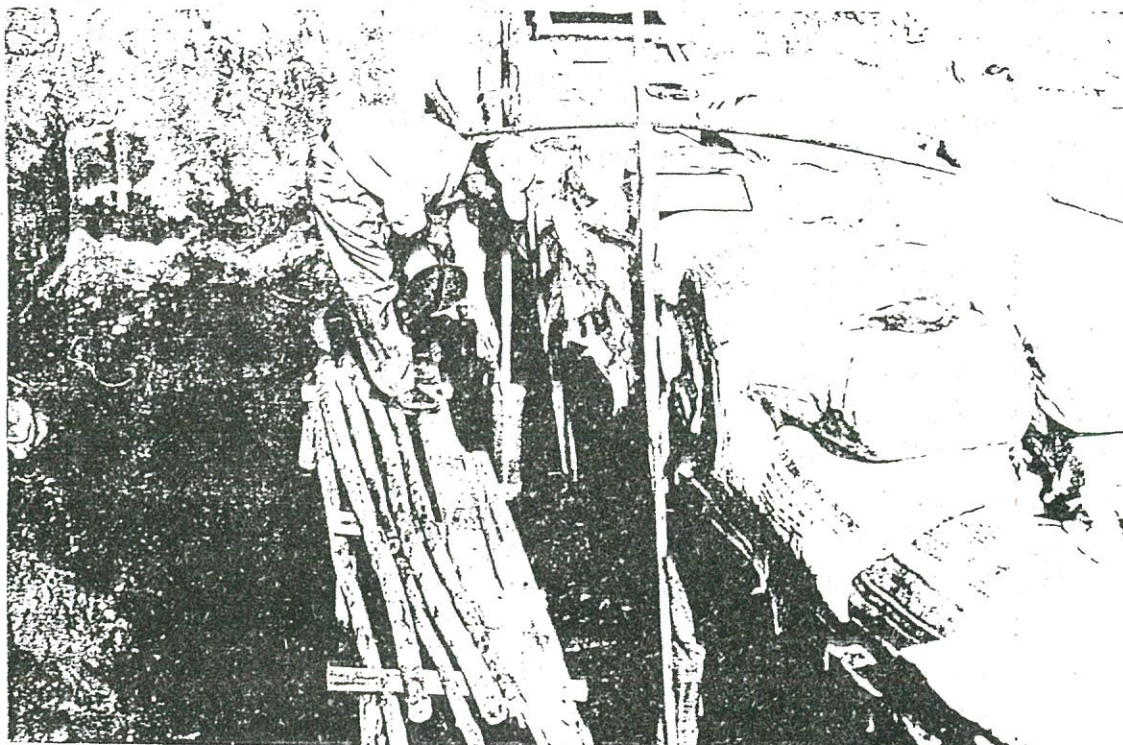
- Đường kính ngoài tối đa, mm: 33.5
- Đường kính lỗ thấm, micromet: 60
- Chiều dài, mm: 356
- Chiều dài phần sứ lọc: 260
- Diện tích phần sứ lọc, cm^2 : 243
- Tính thấm: 3×10^{-6} m/s
- Đường kính ống hở, mm: 27

b. Cài đặt:

Đối với chiều sâu không lớn, có thể dùng phương pháp khoan tay. Như trong thí nghiệm bàn nén, chiều sâu lớn nhất dự kiến là 6.m (giếng PZ – 4 không khoan thêm vì sự khoan tay rất nặng chứng tỏ đất cứng); giếng nông nhất là PZ – 2 có độ sâu tim đầu sứ là 2.5m; còn giếng PZ – 1 có độ sâu xấp xỉ 5m. Giếng thứ ba sử dụng đầu đo loại khác, cũng loại Casagrande open standpipe, có xuất xứ phương Tây, có đặc tính như đã nêu bên trên. Nhật ký cài đặt của một piezometer được thể hiện như trang sau (dẫn tài liệu của Tedi South):



Hình 15. Cài đặt các đầu đo áp lực nước lỗ rỗng
(Do Cty Tedi South khoan và lắp đặt)



Hình 16. Quan trắc mức nước trong ống đứng hồ
Casagrande piezometer bằng đầu đo điện

c. Kiểm tra độ tin cậy của các đầu đo áp lực nước lỗ rỗng:

Trước hết, có thể kiểm tra bằng thí nghiệm dâng nước, hoặc thí nghiệm rút nước. Đường xu hướng nối các số liệu đo được bằng đầu đo tuân theo quy luật gần như hoàn toàn là công thức cố định cho mỗi piezo của các độ sâu khác nhau (vì trị số bình phương của hệ số tương quan

$$R^2 = 0.9999 \text{ (cho PZ-1)}$$

$$R^2 = 0.9987 \text{ (cho PZ-2)}$$

$$R^2 = 0.9968 \text{ (cho PZ -4)}$$

$$R^2 = 0.9412 \text{ (cho PZ-3)}$$

Các số liệu đo ngẫu nhiên sau thời gian t bất kỳ đều rơi trên những đường cong tiên đoán một cách đáng ngạc nhiên, nói lên tính chất ổn định của các số liệu đo.

Dựa vào điểm quan trọng này, có thể nhận ra sự biến thiên áp lực nước lỗ rỗng là dương (thặng dư) hoặc trị âm nếu sau những chấn động hay ảnh hưởng động nói chung, đáp tuyến vẽ theo điểm các số liệu thực lệch theo hướng lên trên hoặc theo hướng xuống dưới ra khỏi đường cong tiên đoán.

d. Công cụ toán học để đánh giá xu hướng biến thiên u tại nơi thí nghiệm:

- Tính toán hệ số thấm của đất thông qua các số liệu đo độ biến thiên cột áp trong thí nghiệm dâng nước.

Công thức của Hvorslev (Tiêu chuẩn Anh BS 5930:1981 trang 34):

$$k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \ln \frac{H_1}{H_2}$$

Trong đó : A là tiết diện của ống đứng

F là thừa số hút

H_2, t_1, h_1, t_1 lần lượt là chiều cao cột áp biến thiên tại các thời điểm tương ứng sau khi khởi đầu tính bấm giờ thí nghiệm

Cột áp của PZ - 4, có z = 6.027m (tính từ mặt đất hố đào), lớp sét dẻo cứng

Tại thời điểm 0 là h = 6272 - (-230 + 3232) = 3270 mm

Sau t = 120 giờ = 432000 giây, cột áp là h = 6270 - (-230 + 2202) = 4300mm

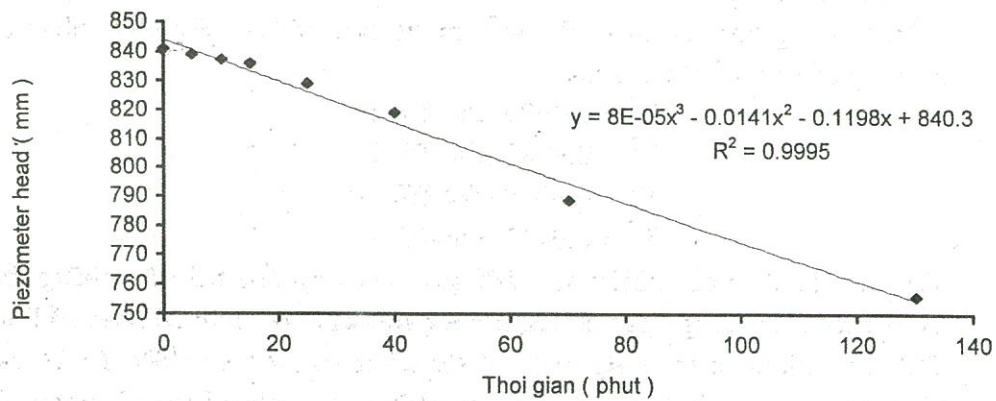
Theo quy tắc cài đặt đang xét, hệ số F = 2.75D

Tiết diện piezometer A = 4.52 cm² (ống 27mm đường kính trong)

$$\text{Hệ số thấm } k = \frac{4.52}{2.75 \times 9(432000)} \ln \frac{3270}{4300} = 1.16 \times 10^{-7}$$

Như vậy, hệ số thấm cho sét pha bột tt dẻo cứng là $k = 1.16 \times 10^{-7}$

Thí nghiệm dâng nước (water rising test)
RachMieu. Pz-1 (đo sau Piezo tip z = 4.5m)



Hình: Các kết quả quan trắc mực nước trong thí nghiệm dâng nước (có thể tính được hệ số thấm của đất)

Tương tự, độ sâu của PZ – 2 là $z = 2.9\text{m}$ (tính từ mặt đất hố đào), là lớp bùn sét trạng thái nhão (số liệu năm 1993, trước khi san lấp)

$$\text{Cột áp tại } t_1 = 0 \text{ là } H_1 = -(948.55-85) + 3712 = 2848\text{mm}$$

$$\text{Cột áp tại } t_2 = 120 \text{ phút là } H_2 = 1434.5 - 85 - 3712 = 2362.5\text{mm}$$

Thế vào công thức trên \rightarrow Hệ số thấm bùn sét $k = 4.7 \times 10^{-6}$

Và sau cùng, ống PZ – 1 (độ sâu $z = 4.68 \text{ m}$), lọt vào lớp á sét dẻo mềm.

Tại $t = 9$ giờ sáng ngày 19-1-2001, cột áp đo được là 149mm

Tại $t = 9$ giờ 40 phút cùng ngày, cột áp đo được là 171mm

Ta tính được \rightarrow Hệ số thấm á sét dẻo mềm $k = 1.04 \times 10^{-5}$

3. Các kết quả và thảo luận:

a. Số liệu đo u bằng cách quan trắc liên tục từ 19-1-2001 đến 10-2-2001 (ngày thí nghiệm lúc ấy, cường độ chấn động là tổng hợp từ 39 lượt thí nghiệm), và mãi sau đó đến 14 giờ 35 phút ngày 11-2-2001 cho thấy:

- Từ TN dâng nước xác định hệ số thấm:

Sau khi lớp cát san lấp được đào bóc ra, cao trình mặt đáy hố đào là tương tự như thời điểm 1993 mà số liệu địa chất công trình đã được lập. Hố khoan số 6 có vị trí rất gần vị trí xây dựng thí nghiệm.

Kết quả tính toán hệ số thấm chỉ ra sự phù hợp tốt với các số liệu độc lập trong các báo cáo địa chất khác nhau (do Cosidec thiết lập tháng 3/1993, do Cty tư vấn xây dựng tổng hợp Nageco tháng 5/1995 và Cty ACCCO lập tháng 8/2000). Cả 4 giếng đều hoạt động rất tốt, thể hiện bởi hệ số tin cậy cao ($R^2 \sim 1$)

- Từ các số liệu đo hàng ngày (từ 27-1 đến 1-2-2001), áp lực nước lỗ rỗng tại các độ sâu đặt piezometer không đứng yên ổn định mà có sự biến thiên tăng. Có thể xem sự tăng cột áp tuân theo công thức vì hệ số tin cậy rất cao $R^2 \sim 0.99$. Với mật độ xe vận tải nặng lưu thông qua khu vực để đổ cát đá xây dựng đường bãi trong công trường, sự tăng u là có thể xảy ra.

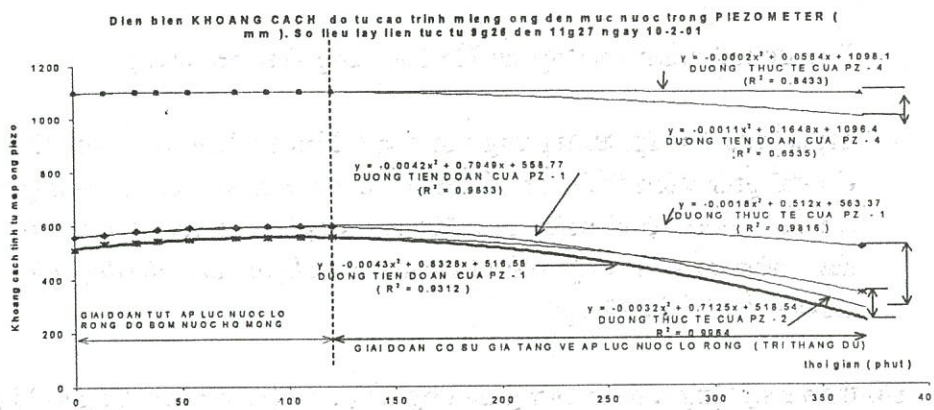
- Sau khi để cho mực nước bình ổn (độ 15 ngày sau, từ 27-1 đến 9 -2), các kết quả đo mực nước, tính ra cột áp (piezometer head) có mức biến thiên ổn định, có xu hướng gần như hoàn toàn kiểm soát được, thí nghiệm bắt đầu được triển khai. Kết quả là có sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng khi xe cộ được tổ chức tập trung tác động, thể hiện bằng đồ thị hình 11 và 18. Mặc dù đất có hệ số thấm nhỏ, đầu đo có thời gian ứng xử chậm trễ, bằng cách so sánh với đường xu hướng (ngoại suy), đường cong số liệu thực cho thấy sự gia tăng rõ rệt nhất là tại lớp á sét dẻo mềm PZ - 1 (độ sâu 4.98m so với mực nước thủy bình của hố móng).

Giá trị thặng dư về u tại PZ -1 là $\Delta u = 0.231 \text{ t/m}^2$;

Giá trị thặng dư về u tại PZ -2 là $\Delta u = 0.101 \text{ t/m}^2$;

Giá trị thặng dư về u tại PZ -4 là $\Delta u = 0.08 \text{ t/m}^2$;

Các áp lực này tuy nhỏ nhưng có thể làm giảm áp lực hữu hiệu giữa các hạt đất thuộc sườn cấu trúc tại độ sâu 10 lần bề rộng móng (PZ - 1 , tim piezometer ở z = 4.98 m so với bản nền đường kính 450mm).



Hình 18: Dựa vào sự làm việc ổn định của đầu đo, áp lực nước lỗ rỗng thặng dư có thể được xác định tại thời điểm bất kỳ chính là giá trị áp lực chênh lệch giữa số liệu đo thực tế với số liệu ngoại suy (đường cong tiên đoán).

- Tính toán hệ số đầm chặt động lực:
 $Z = 4.980$, cột áp $h = 0.231 \text{ t/m}^2$
 $Z = 3.712$, $h = 0.101$ -
 $Z = 6.270$, $h = 0.08$ -

Với chiều sâu lớp chịu nén $H = 5.3\text{m}$ ta tính được hệ số đầm chặt động lực

$$A_n = \frac{h_z}{\left(Hz - \frac{z^2}{2} \right)} = \frac{0.101}{\left(5.3 \times 3.712 - \frac{3.712^2}{2} \right)} = 7.9 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$$

$$A_n = \frac{h_z}{\left(Hz - \frac{z^2}{2} \right)} = \frac{0.231}{\left(5.3 \times 4.98 - \frac{4.98^2}{2} \right)} = 1.65 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$$

Mặc dù giá trị này khá nhỏ nhưng vẫn có ý nghĩa: giá trị thứ hai cho thấy khả năng đầm chặt thêm do ảnh hưởng động của lớp trên (theo đó là khả năng gây lún) cao hơn lớp dưới. Dựa vào các biểu đồ quan hệ giữa hệ số đầm chặt động lực và gia tốc (tăng tuyến tính) nêu trong [7], rõ ràng gia tốc tại các điểm phía trên của nền cao hơn rất nhiều trị số gia tốc của điểm bên dưới.

- Giải thích về trị số áp lực nước lỗ rỗng tại độ sâu $z = 6.270$:

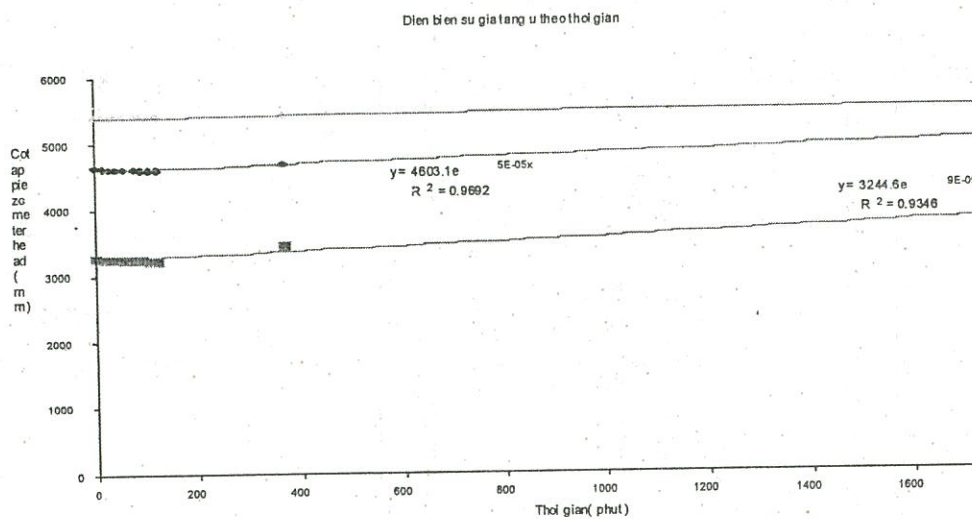
Đầu đo này nằm vào lớp sét lẫn bột trạng thái dẻo cứng.

Trị số của cột áp, tương ứng với $z = 6.27\text{m}$ là 0.08 t/m^2 , như thế là không cao. Có thể giải thích là do hệ số thấm của đất loại sét lẫn bột trạng thái dẻo cứng ($A \times 10^{-7}$) hơn hệ số thấm của đầu đo (sứ piezometer- $k = B \times 10^{-6}$) hàng chục lần, nên trị số cột áp nhỏ là do ứng xử chậm của đầu đo (chưa đo đúng thời điểm vọt hết của cột áp).

- Đồ thị về sự tăng u theo thời gian ứng xử (số liệu lấy đến 14 giờ 35 phút ngày 11-2-2001).

Dựa vào đặc tuyến khá song song của đường quan hệ giữa chiều cao cột áp và thời gian giữa 3 đầu đo, có thể hiểu rằng 3 đầu đo này làm việc đồng thời khá ổn định và như nhau.

Riêng giếng số 3 (khoan cài đặt lần thứ 4) bị nước tràn vào nên không tiếp tục sử dụng để đo được (nước không trong, có mùi thối vì đã không qua sứ lọc của piezometer).

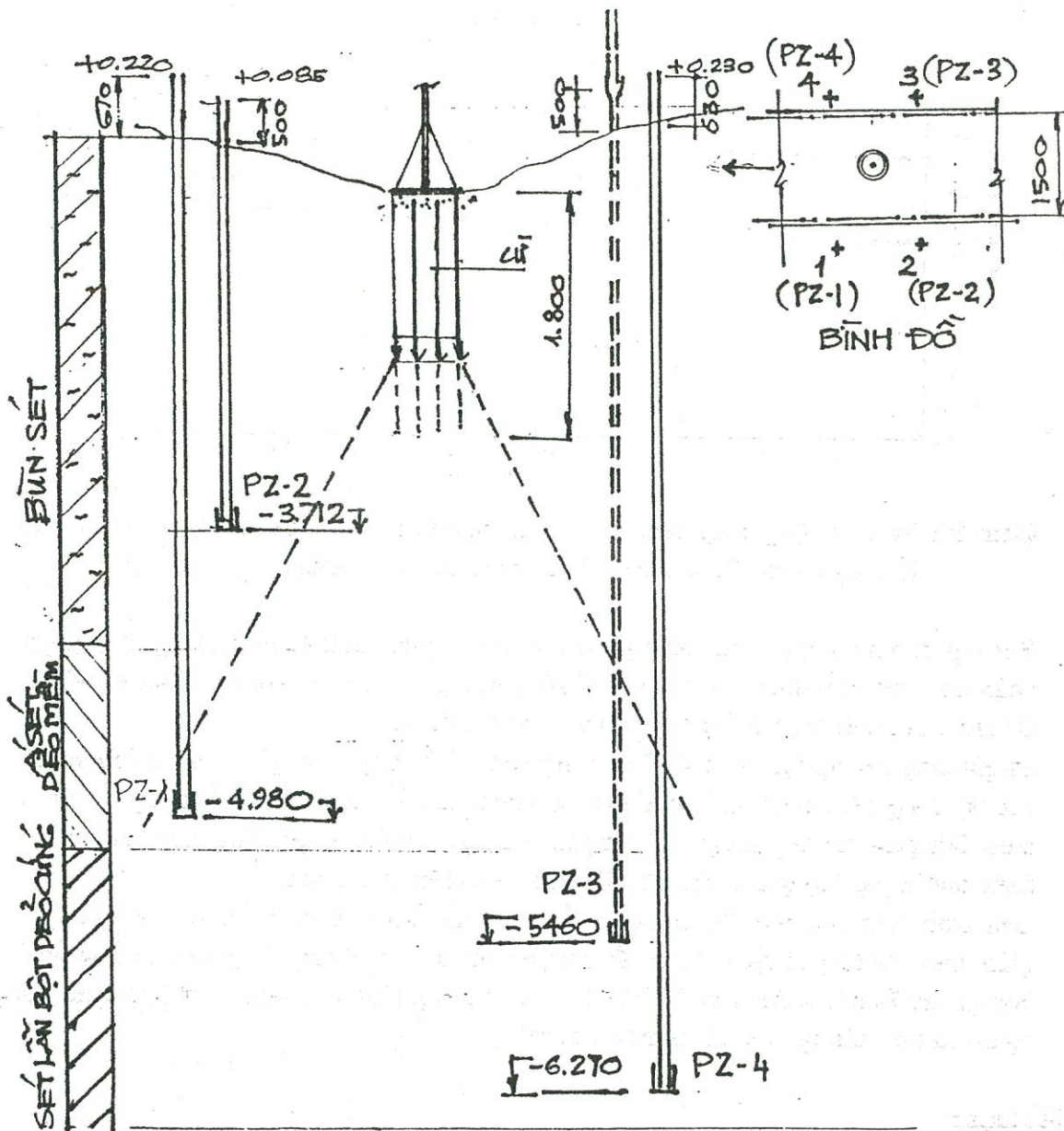


Hình 19: Sự hoạt động đồng đều và ổn định theo thời gian của các đầu đo áp lực nước lỗ rỗng có thể được khai thác để phân tích xu hướng.

- Bên ngoài hình nón cụt của đường phân bố áp lực phát xuất từ mép móng, không ghi nhận được sự biến thiên áp lực nước lỗ rỗng thặng dư nào, thể hiện ở giếng số PZ-2 (độ sâu 2.9m tính từ mặt đất đáy hố đào (xem hình 20).
- Sự gia tăng của áp lực nước lỗ rỗng trong nền có thể gây ra sự giảm sức chống cắt tại cục bộ trong nền; đồng thời, một quá trình phân tán áp lực nước lỗ rỗng này (giảm) theo thời gian dài tiếp sau đó, là nguyên nhân gây sự lún do gia tăng ứng suất hữu hiệu dưới trọng lượng của các lớp đất phía trên điểm đang xét.
- Quá trình bơm hút nước hố móng có tác dụng hạ thấp mức nước và như vậy cột áp giảm theo. Giá trị áp lực nước lỗ rỗng thặng dư do ảnh hưởng động thực chất sẽ lớn hơn giá trị ấy nêu ở đoạn trước. Vì vậy, các thực nghiệm tiến hành bên dưới mức nước ngầm cần có những thiết kế nghiên cứu riêng.

4. Kết luận:

Áp lực nước lỗ rỗng và trị số thặng dư của nó khi chịu ảnh hưởng động là một mục tiêu quan trọng khi nghiên cứu các vấn đề ổn định và biến dạng của nền đất. Việc đo lường chính xác đại lượng này đối với đất mềm yếu có hệ số thấm nhỏ và biến dạng lớn là một việc rất khó, đòi hỏi nhiều thời gian và kỹ thuật tinh vi. Để khắc phục khó khăn này, trước hết công tác quan trắc ghi số liệu tự động giao tiếp với máy vi tính phải được đặt thành nhiệm vụ quan trọng. Cụ thể là phải phát triển và hoàn chỉnh ngay các môđun và dây chuyền công nghệ đo đạc và chẩn đoán áp lực nước lỗ rỗng trong điều kiện phòng thí nghiệm và tại hiện trường trong các dự án nền móng và địa kỹ thuật. Các kết quả đo ALNLR trong nghiên cứu này tuy có ý nghĩa tương quan rất cao, chứng tỏ các đầu đo được cài đặt và làm việc rất tốt, cho kết quả tính toán hợp lý; nhưng do điều kiện hạn chế, thời gian ứng xử chậm chạp của đầu đo và chưa xây dựng được các máy ghi tự động nhiều kênh ổn định cao (có số đọc không bị trôi theo thời gian trong nhiều tháng, thậm chí cả năm), nên chưa thể có những kết luận định lượng cụ thể, và rất cần những nghiên cứu bổ sung nữa.



Hình 20: Sơ đồ bố trí các giếng đo áp lực nước kể rộng tại các độ sâu thuộc phạm vi nền công trình chịu ảnh hưởng động (bàn nén). Giếng PZ-2 nằm ngoài đường truyền áp lực từ móng không ghi nhận được sự biến động nào về Δu .

Lời cảm ơn: Tác giả nghiên cứu đề tài này chân thành cảm ơn Viện cơ ứng dụng IAM (TpHCM), Cty Kỹ thuật - XD Phú Nhuận, XN LAS47 thuộc Cty ACCCo (Sở xây dựng), Cty TEDI SOUTH (Bộ GTVT) và nhiều cá nhân khác đã giúp tôi thực hiện công tác nghiên cứu.

SOME STUDIES ON THE RAISE OF THE WATER PORE PRESSURES UNDER A SIMULATED FOOTING DUE TO THE VIBRATION OF TRAFFIC OVER SOFT SOIL

ABSTRACT

In the field test of bearing plate on soft soil subjected to vibration caused by heavy truck, a recording of the raise of water pore pressures was carried out by using Casagrande open standpipes. The results proved the high reliability of piezometer devices, and the predictive method was applied for determining the excess values of pore water pressures. This account for the raise of the piezometer head due to dynamic effects.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Thẩm, D. H, “Nghiên cứu thí nghiệm về ổn định và biến dạng của nền móng chịu ảnh hưởng động bằng mô hình thu nhỏ đồng dạng cơ học”, tạp chí Phát triển KH-CN, thuộc ĐH Quốc gia, tập 2, Số 9/99.
2. Xavinov, O.A, “Cấu tạo và tính toán móng dưới máy”, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà nội, 1971.
3. Taylor, D.W, “Fundamental of Soil me
4. Chanics”, Wiley Turtle, Modern Asia edition, 1967.
5. Prakash, S. “Móng cọc trong thực tế xây dựng”. NXB Xây dựng, Hà Nội 1999
6. Thẩm, D.H, “ Nghiên cứu về ảnh hưởng của tải trọng động đối với điều kiện làm việc của nền các công trình bằng thiết bị thí nghiệm là Hộp cát hiệu chỉnh”, Trích kỷ yếu Hội nghị khoa học và Công nghệ lần 7, trường ĐH Kỹ thuật, tháng 4/99.
7. Trai, H.N, “ Cách lập công thức thực nghiệm bằng pp bình phương cực tiểu ...”, tài liệu phát hành nội bộ của nguyên phó TGD Tổng công ty Cienco 6, 1981.
8. Maxlov, N.N, “ Điều kiện ổn định của đất cát bão hòa nước”, nguyên bản tiếng Nga, NXB.

