



KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023
THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG SỐ ĐÁNH GIÁ ỨNG XỬ CƠ HỌC CỦA KHỐI ĐÁP TĂNG CƯỜNG LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT TRÊN NỀN ĐẤT YẾU GIA CỐ BẰNG CỌC: MỘT ỨNG DỤNG CHO NỀN ĐƯỜNG ĐẦU CẦU

Phạm Văn Hùng

Trường Đại học Mở - Địa chất

Tác giả chịu trách nhiệm: phamvanhung@humg.edu.vn

Tóm tắt

Nền đường đầu cầu thường có chiều cao đắp tương đối lớn. Trong quá trình khai thác, dưới tác dụng của tải trọng khối đắp và tải trọng giao thông, nền đường đầu cầu thường có độ lún lớn và lún theo thời gian. Bên cạnh đó, tại vị trí tiếp giáp giữa cầu và đường, kết cấu chuyển tiếp từ kết cấu mềm với kết cấu có độ cứng lớn của mô cầu làm xuất hiện điểm gãy khúc trên trục dọc tuyến đường, thậm chí tạo thành những hố (rãnh) lún sâu sát mô cầu. Kỹ thuật khối đắp tăng cường lưới địa kỹ thuật trên nền đất yếu gia cố bằng cọc (GRPS) đã được áp dụng tương đối rộng rãi trong gia cố nền đường đầu cầu nhằm giảm độ lún giữa hai kết cấu cầu - đường và giảm thời gian thi công. Bài báo sử dụng phương pháp mô phỏng số 3D bằng phần mềm FLAC^{3D} để xây dựng hệ GRPS cho nền đường đầu cầu. Kết quả phân tích số làm sáng tỏ sự làm việc của hệ khối đắp - lưới địa kỹ thuật - cọc và hiệu quả của phương pháp GRPS. Sự tham gia của lưới ĐKT đã làm gia tăng khoảng 1,5 lần ứng suất tác dụng xuống đầu cọc, và giảm khoảng 20% ứng suất xuống nền đất yếu.

Từ khóa: nền đường; lưới địa kỹ thuật; cọc cứng; ứng suất; độ lún.

1. Tổng quan nền đường đầu cầu

Sự cố lún đường đầu cầu sau mô cầu là hiện tượng khá phổ biến với các công trình giao thông không chỉ ở Việt Nam mà cả các nước phát triển trên thế giới. Hiện tượng lún lệch tại khu vực tiếp giáp giữa cầu và đường là nguyên nhân gây cảm giác khó chịu cho lái xe và hành khách, gây hư hại xe cộ, hỏng hàng hóa, phát sinh tải trọng xung kích, trùng phục tác dụng phụ thêm lên mô cầu, làm gia tăng chi phí duy tu bảo dưỡng và giảm mức độ an toàn giao thông. Thực chất của sự cố lún là mối quan hệ tương tác giữa hệ kết cấu mô cầu và kết cấu đường dẫn đầu cầu. Trong khi kết cấu mô cầu có độ cứng lớn và ít biến dạng. Nền đường đầu cầu có độ cứng nhỏ và có thể bị lún nhiều hơn, đặc biệt là khi nền đường xây dựng trên đất yếu. Ngoài ra, tại vị trí tiếp giáp giữa cầu và đường, do có tải trọng xung kích và trùng phục, diễn biến lún sẽ nhanh hơn nhiều so với các vị trí thông thường khác. Khi nền đường đầu cầu đắp càng cao thì độ chênh lệch lún tại điểm tiếp giáp giữa mô và đường đầu cầu càng lớn (Nguyễn Trung Hồng và Trần Tiến Dũng, 2013).

Có một số nguyên nhân gây lún tại khu vực tiếp giáp giữa cầu và đường, như nền đất lún có kết theo thời gian; vật liệu đắp không đảm bảo; quá trình đầm nén chưa đạt độ chặt; chưa có biện pháp thoát nước mô cầu dẫn đến hiện tượng xói ngầm; do lưu lượng xe quá tải... Để giảm độ lún lệch và độ lún lớn của kết cấu chuyển tiếp giữa đường đầu cầu và kết cấu mô cầu một số giải pháp đã được sử dụng khá phổ biến như thiết kế bản giảm tải; gia tải trước kết hợp với thoát nước thẳng đứng bằng bắc thấm; sử dụng cọc cát đầm chặt; cọc bê tông, hoặc kết hợp nhiều phương pháp khác nhau.

Phương pháp bắc thấm kết hợp gia tải trước là phương pháp phổ biến trong việc xử lý nền đất yếu trong các dự án xây dựng đường giao thông ở Việt Nam, cũng như trên thế giới. Tác giả Nguyễn Hồng Trường và Nguyễn Hữu Thái (2017), nghiên cứu đánh giá độ cố kết của nền đất yếu được gia tải trước kết hợp với thoát nước thẳng đứng. Tác giả thấy rằng, độ lún có kết đạt khoảng 90% sau thời gian gia tải là 100 ngày. Ngoài ra, thông qua quan trắc tại hiện trường, tác giả chỉ ra rằng các điểm gần bắc thấm thì độ lún có kết lớn và các điểm xa bắc thấm thì độ lún có

kết nhỏ hơn. Tuy nhiên, phương pháp thoát nước thẳng đứng có điểm hạn chế là thời gian thi công bị kéo dài do chờ độ lún cố kết theo thời gian.

Khi nghiên cứu về độ lún cố kết của đường đầu cầu trên nền đất yếu gia cố bằng cọc cát đầm chặt dự án quốc lộ 5B, tác giả Ngô Thị Thanh Hương (2020) thấy rằng, quá trình lún cố kết của nền đường diễn ra trong thời gian dài khoảng 800 ngày, độ lún cố kết cuối cùng quan trắc được là 1,72 m. Đồng thời, khi phân tích hai phương pháp tính lún, tác giả chỉ ra rằng độ lún dự đoán theo phương pháp tính của Nhật Bản xấp xỉ bằng 3 lần độ lún dự đoán theo phương pháp nguyên tắc chịu lực, và kết quả phương pháp tính của Nhật Bản cho kết quả gần đúng với kết quả quan trắc với độ sai khác khoảng 4%. Ngoài ra, tác giả cũng cho rằng quá trình đắp kéo dài mà tính lún trong một giai đoạn với một giá trị tải trọng cố định dẫn đến kết quả sai lệch so với thực tế. Khi tính lún cố kết cần phải chia thành nhiều giai đoạn đắp để tính.

Tác giả Trần Minh Hải và nnk (2021) nghiên cứu nền đường đầu cầu trên đất yếu gia cố bằng cọc bê tông cốt thép. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, sử dụng cọc bê tông cốt thép gia cố nền đường mang lại hiệu quả cao do thời gian thi công nhanh, do không phải chờ lún cố kết tắt dần, chất lượng cọc được kiểm soát, hệ cọc được ngàm vào đất tốt, do đó sẽ không phát sinh lún kéo dài theo thời gian. Ngoài ra, khi phân tích bài toán nền đường đắp cao 4,5 m, trên nền đất yếu gia cố bằng cọc bê tông ly tâm D300, dài 28 m kết lợp với lưới địa kỹ thuật, kết quả kiểm toán ổn định tổng thể của nền đường sau khi gia cố đạt hệ số ổn định $K_{min} = 1,865$.

Ngô Bình Giang và nnk (2023) nghiên cứu ứng xử của nền đường đầu cầu được gia cường bằng trụ xi măng đất kết hợp với lưới địa kỹ thuật. Tác giả sử dụng phương pháp mô hình số 3D, mô phỏng lại dự án đường đầu cầu số 2 (bên mố M1), khu đô thị Mizuki Park tại xã Bình Hưng, huyện Bình Chánh. Chiều sâu xử lý chưa hết chiều dày lớp đất yếu, trụ xi măng đất được mô hình dưới dạng cọc treo nhưng hiệu quả truyền tải trọng khá cao với hệ số tập trung ứng suất thu được lớn hơn 2 và lún lệch nhỏ. Tuy nhiên những ứng xử về hiệu ứng vòm, hiệu ứng màng, và hiệu quả của cọc xi măng đất và lưới địa kỹ thuật chưa được phân tích.

Qua phân tích một số phương pháp gia cố và cải tạo nền đường đầu cầu đắp trên đất yếu, tác giả nhận thấy rằng, đã có một số giải pháp được đưa ra như phương pháp bác thấm, cọc cát, cọc bê tông cốt thép, trụ xi măng đất... nhằm giảm độ lún, giảm chi phí xây dựng và rút ngắn thời gian thi công. Qua phân tích tổng quan, tác giả thấy rằng thậm chí khi sử dụng các cọc bê tông cốt thép hay trụ xi măng đất, độ lún của nền đường vẫn còn tương đối lớn, cần có những cải tiến hơn trong khi sử dụng cọc trong gia cố nền đường đầu cầu.

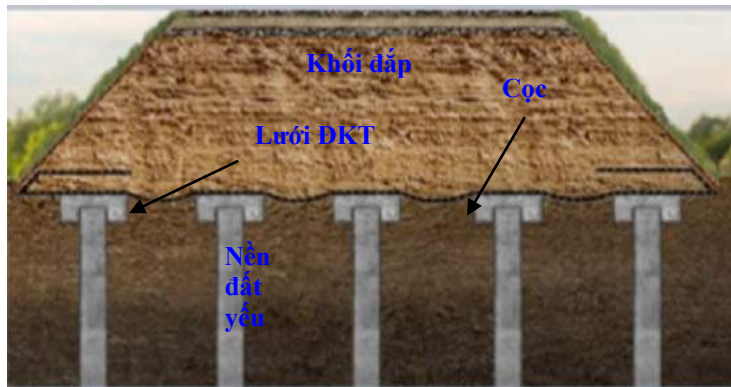
2. Phân tích cấu tạo hệ gia cố khối đắp tăng cường lưới địa kỹ thuật trên nền đất yếu gia cố bằng cọc (GRPS)

Những ưu điểm khi sử dụng cọc để gia cố nền đất yếu bao gồm: (1) xây dựng công trình được ngay mà không cần phải chờ quá trình lún cố kết; (2) giảm tổng độ lún và độ lún lệch; (3) giảm áp lực xuống nền đất và (4) không phải đào và đắp thay thế nền đất yếu. Tuy nhiên, khi sử dụng cọc gia cố, độ lún của nền đường vẫn còn tương đối lớn, đặc biệt là khi thi công qua nền đất có sức chịu tải nhỏ, hoặc có độ nén lún cao. Phương pháp GRPS là phương pháp gia cố nền đất yếu tiên tiến nhờ sự kết hợp hài hòa giữa khối đắp, lưới ĐKT và hệ cọc, trong đó đáy khối đắp được tăng cường bằng lưới địa kỹ thuật đặt trên nền đất yếu gia cố bằng hệ cọc. Sự tham gia của lưới ĐKT nhằm chống hiện tượng chọc thủng của đầu cọc với khối đắp và nâng cao hiệu quả truyền lực xuống đầu cọc. Hệ cọc gia cố nền đất yếu có vai trò tiếp nhận tải trọng từ khối đắp và truyền xuống các lớp đất dưới sâu.

Từ khi ra đời, phương pháp GRPS đã được nghiên cứu phát triển và áp dụng trong một số dự án gia cố đường đầu cầu từ những năm 80 thế kỷ XX. Bên cạnh đó, phương pháp GRPS cũng phù hợp với nền đất có điều kiện địa chất phức tạp; nền đất yếu bão hòa nước, hệ số nén lún cao; và có chiều dày đất yếu tương đối lớn (Han và Gabr, 2002).

2.1. Cấu tạo của hệ GRPS

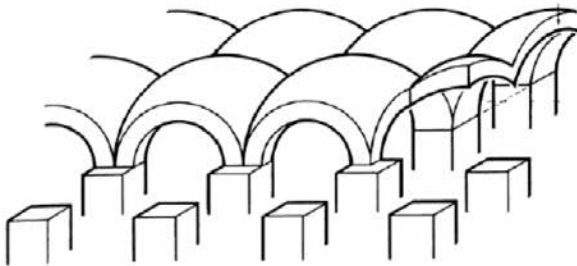
Hệ GRPS gồm nền đất yếu được gia cố bằng cọc trên toàn chiều dày hoặc một phần chiều dày lớp đất yếu. Cọc được sử dụng có thể là cọc có độ cứng lớn như cọc bê tông cốt thép, cọc thép; hay cọc có cứng nhỏ như cọc đất xi măng, cọc đá dăm. Các cọc được bố trí theo sơ đồ lưới ô vuông, lưới chữ nhật hoặc lưới tam giác. Để tăng diện tích truyền tải trọng xuống cọc, đầu cọc có thể mở rộng hơn nhờ mũ cọc. Tại mặt phẳng của đầu cọc, bố trí một hoặc vài lưới/vải địa kỹ thuật. Phía trên là khối đắp bằng các loại vật liệu đắp nền thông thường hoặc đắp vật liệu rời có góc ma sát trong lớn. Như vậy, cấu tạo của hệ GRPS tương đối đơn giản gồm đất yếu gia cố bằng cọc và nền đường tăng cường bằng lưới ĐKT tại mặt phẳng đáy nền đường (hình 1). Phương pháp GRPS thường được sử dụng trong kết cấu nền đường ô tô, nền đường sắt đắp trên đất yếu, gia cố dưới móng các công trình bê chứa, tường chắn, móng trụ cầu...



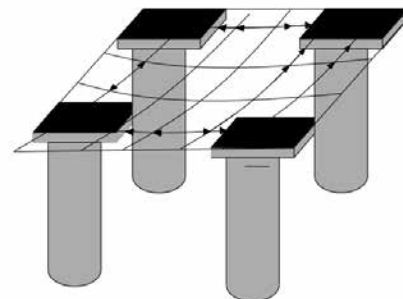
Hình 1. Cấu tạo hệ GRPS.

2.2. Nguyên lý làm việc của hệ GRPS

Khi khối đắp chịu tác dụng của tải trọng bản thân và tải trọng bên trên thì khối đất chịu nén, và phía đáy của khối đắp chịu kéo uốn. Lưới ĐKT làm tăng khả năng chịu kéo của đáy nền đường. Khi xem xét hệ gồm khối đắp - cọc - nền đất yếu, do độ cứng của cọc lớn gấp nhiều lần so với độ cứng của nền đất yếu, với sức kháng cắt lớn của vật liệu khối đắp, do đó, bên trong khối đắp có sự phân bố lại ứng suất, ứng suất truyền xuống đầu cọc lớn gấp nhiều lần so với ứng suất truyền xuống nền đất yếu, hiện tượng này thường được gọi là “hiệu ứng vòm” (hình 2). Thông thường, hiệu ứng vòm được đánh giá thông qua hệ số tập trung ứng suất (n), là tỷ số ứng suất tác dụng xuống đầu cọc (σ_p) và ứng suất tác dụng xuống nền đất yếu (σ_s). Bên cạnh đó, nhờ có sự tham gia của lưới ĐKT với hiệu ứng màng và lực căng kéo lớn, phần ứng suất của nền đường tác dụng xuống lưới ĐKT, thông qua hiệu ứng màng, một phần ứng suất này được truyền dọc lưới ĐKT và truyền về vị trí đầu cọc (hình 3). Nhờ vậy mà hiệu ứng vòm trong khối đắp đã được tăng lên đáng kể.



Hình 2. Mô hình hiệu ứng vòm (Hewlett và Randolph, 1988).



Hình 3. Mô hình hiệu ứng ứng suất kéo trên đầu cọc (Phạm Anh Tuấn và Đỗ Hữu Đạo, 2015).

Nhờ có hiệu ứng vòm bên trong khối đắp, hiệu ứng màng và khả năng chịu kéo của lưới ĐKT, ứng suất tác dụng xuống nền đất yếu giảm đi đáng kể, ứng suất tác dụng lên đầu cọc được

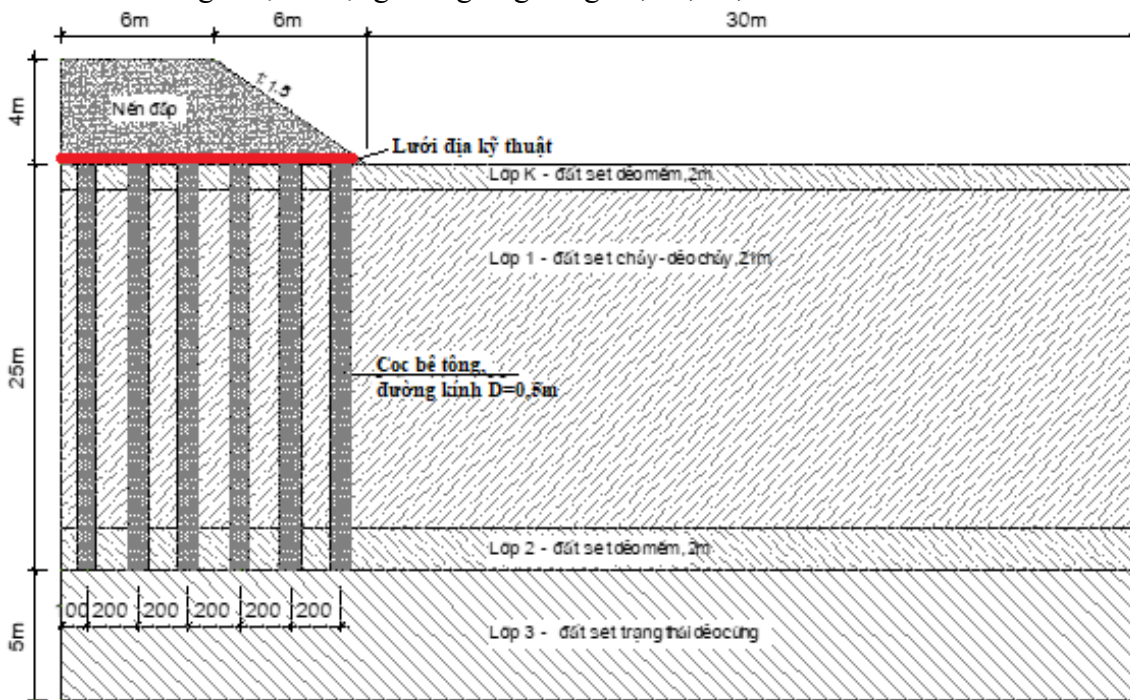
tăng lên, do đó độ lún của nền đất yếu và độ lún của nền đường giảm đi rõ rệt. Phương pháp GRPS, có cấu tạo đơn giản, và có hiệu quả cao trong việc giảm độ lún cuối cùng và độ lún lệch của khối đắp. Bài báo nghiên cứu ứng dụng công nghệ khối đắp tăng cường bằng lưới địa kỹ thuật trên nền đất yếu gia cố bằng cọc cho nền đường đầu cầu sẽ tập trung phân tích cơ chế ứng xử bên trong khối đắp, độ lún của nền đường dưới tác dụng của tải trọng bản thân và tải trọng bên trên khối đắp.

3. Sử dụng mô hình số 3D phân tích sự làm việc của hệ GRPS gia cố nền đường đầu cầu

3.1. Phương pháp xây dựng mô hình số 3D

Nghiên cứu phân tích sự làm việc của nền đường tăng cường bằng lưới ĐKT trên nền đất yếu được gia cố bằng cọc (hệ GRPS) và nền đường trên nền đất yếu được gia cố bằng cọc (hệ PE). Số liệu địa chất sử dụng trong nghiên cứu được lấy trong dự án xây dựng tuyến đường đầu cầu qua sông Gành Hào, thuộc địa phận tỉnh Bạc Liêu. Nghiên cứu đánh giá hiệu quả của việc sử dụng lưới ĐKT tăng cường nền đường trên khối đắp gia cố bằng hệ cọc thông qua phân tích độ lún của nền đường, độ lún nền đất yếu, hiện tượng truyền ứng suất bên trong khối đắp.

Nghiên cứu tiến hành xây dựng mô hình số 3D tỷ lệ thực của hệ PE và hệ GRPS. Mô hình 3D nền đường có bề rộng nền đường $B = 12\text{ m}$, chiều cao $H = 4\text{ m}$. Các cọc cứng bằng bê tông đường kính bằng $0,5\text{ m}$ với chiều dài bằng 25 m , được bố trí lưới hình vuông kích thước $2 \times 2\text{ m}$ (hình 4). Ảnh hưởng của tải trọng tác dụng bên trên (q) đến sự phân bố ứng suất và độ lún cũng được xem xét. Các giá trị tải trọng tương ứng bằng $10, 20, 30, 40$ và 50 kPa .



Hình 4. Kích thước hình học của mô hình.

Nghiên cứu xây dựng mô hình số 3D bằng phần mềm FLAC^{3D} với lời giải phương pháp sai phân hữu hạn. Mô hình dạng dải với $\frac{1}{2}$ mô hình được xây dựng với 6 cọc cứng bằng bê tông cốt thép (hình 4). Mô hình Mohr-Coulomb (MC) đã được kiến nghị sử dụng cho các lớp đất và nền đường, năm thông số của mô hình gồm môđun đàn hồi, E , hệ số Poisson, ν , góc ma sát trong, ϕ , lực dính đơn vị, c và trọng lượng thể tích, γ . Các thông số được xác định từ các kết quả thí nghiệm trong phòng, và được thông kê trong bảng 1. Cọc bê tông và vật liệu lưới địa kỹ thuật được mô phỏng bằng mô hình đàn hồi tuyến tính với ba thông số chủ yếu là E , ν và γ . Các thông số của mô hình vật liệu cọc và vải ĐKT được thống kê trong bảng 2. Cao trình mực nước ngầm được giả thiết nằm ngang bằng với bề mặt của nền đất.

Bảng 1. Bảng mô hình vật liệu đất nền và thông số của các mô hình trong tính toán mô phỏng

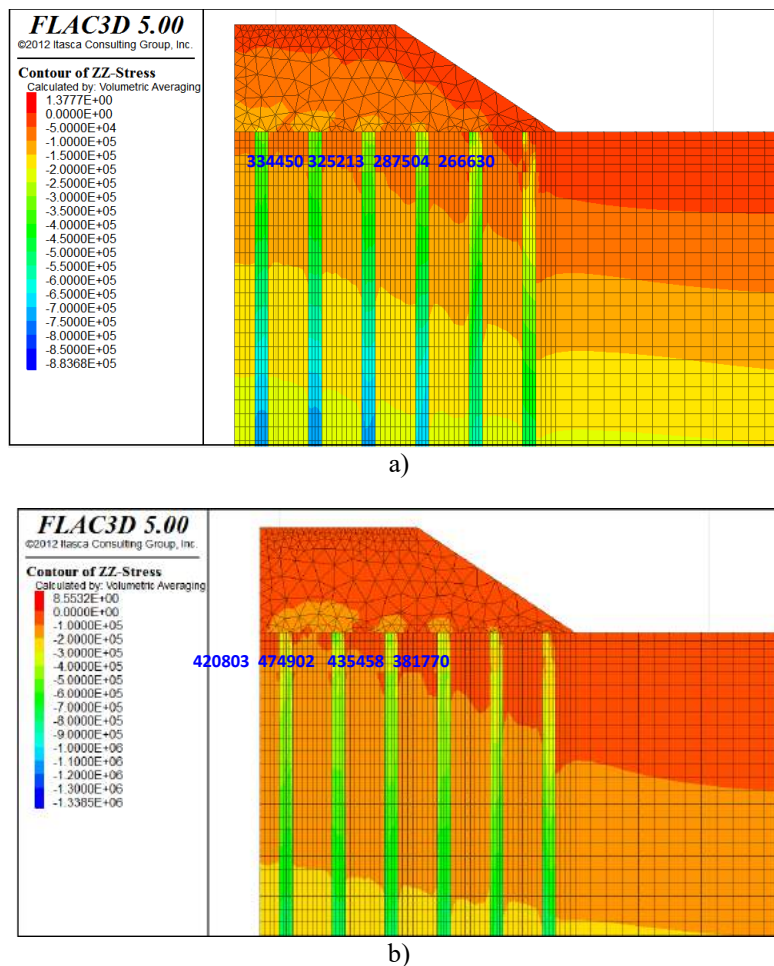
| Vật liệu | Mô hình | Các thông số của mô hình |
|----------|---------|---|
| Lớp K | MC | $E = 1,5 \text{ MPa}, \nu = 0,3, \varphi = 4^{\circ}36', c = 5,9 \text{ kPa}, \gamma = 16,1 \text{ kN/m}^3$ |
| Lớp 1 | MC | $E = 2,5 \text{ MPa}, \nu = 0,3, \varphi = 4^{\circ}36', c = 5,9 \text{ kPa}, \gamma = 16,1 \text{ kN/m}^3$ |
| Lớp 2 | MC | $E = 6,5 \text{ MPa}, \nu = 0,3, \varphi = 10^{\circ}04', c = 19 \text{ kPa}, \gamma = 18,1 \text{ kN/m}^3$ |
| Lớp 3 | MC | $E = 20 \text{ MPa}, \nu = 0,3, \varphi = 12^{\circ}6', c = 25,6 \text{ kPa}, \gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ |
| Nền đắp | MC | $E = 45 \text{ MPa}, \nu = 0,3, \varphi = 28^{\circ}0', c = 16,0 \text{ kPa}, \gamma = 21,0 \text{ kN/m}^3$ |

Bảng 2. Các thông số của cọc và lưới ĐKT sử dụng trong mô hình số

| Vật liệu | E (GPa) | ν | γ (kN/m ³) |
|-------------|---------|-------|-------------------------------|
| Cọc bê tông | 20 | 0,3 | 24,0 |
| Lưới ĐKT | 26 | 0,33 | - |

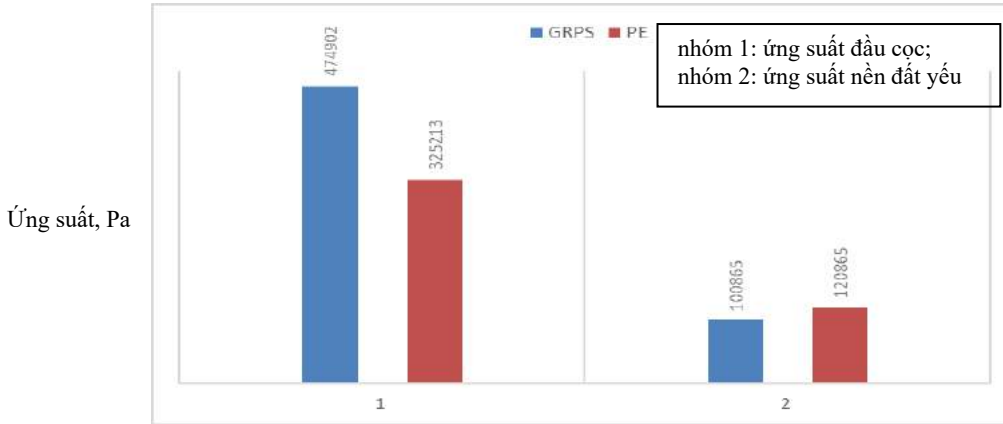
3.2. Phân tích quá trình truyền ứng suất trong nền đường

Hình 5 (a, b) biểu diễn ứng suất tác dụng xuống đầu cọc trong trường hợp nền đường không và có được gia cường bằng lưới ĐKT. Có thể thấy rằng sự tham gia của lưới ĐKT đã làm tăng tải trọng truyền xuống dưới đầu cọc, xấp xỉ gấp 1,5 lần so với trường hợp không được tăng cường bằng lưới ĐKT. Hiện tượng gia tăng ứng suất tại đầu cọc có thể được giải thích rằng tại mặt phẳng đáy nền đường, phần ứng suất thẳng đứng tác dụng xuống lưới ĐKT, làm lưới ĐKT bị biến dạng võng xuống, gây lên lực kéo trong lưới ĐKT, lực kéo này được truyền dọc trong lưới ĐKT, và truyền xuống các gối tựa là các đầu cọc, điều này đã làm gia tăng ứng suất xuống đầu cọc, hiện tượng này được các nhà nghiên cứu gọi là “hiệu ứng màng”.



Hình 5. Ứng suất tác dụng xuống đầu cọc khi tải trọng $q = 30 \text{ kPa}$: a) PE; b) GRPS.

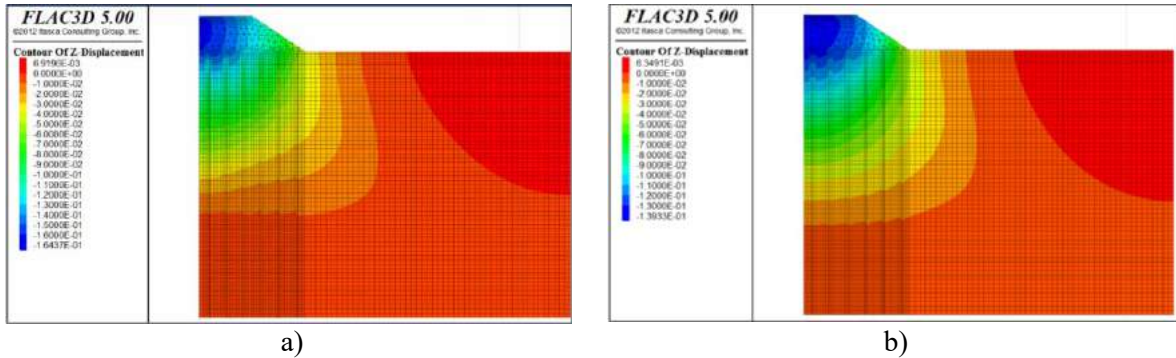
Khi tải trọng tác dụng không đổi, sự gia tăng ứng suất truyền xuống đầu cọc sẽ làm giảm ứng suất truyền xuống nền đất yếu (hình 6). Điều này phù hợp với những nghiên cứu trước đây của tác giả Han và Gabr (2002). Khi đó, hệ số tập trung ứng suất (n) tính được bằng 3,22 và 4,71 tương ứng với trường hợp PE và GRPS. Sự tham gia của lưới ĐKT đã tăng hiệu quả của hiệu ứng vòm truyền xuống đầu cọc.



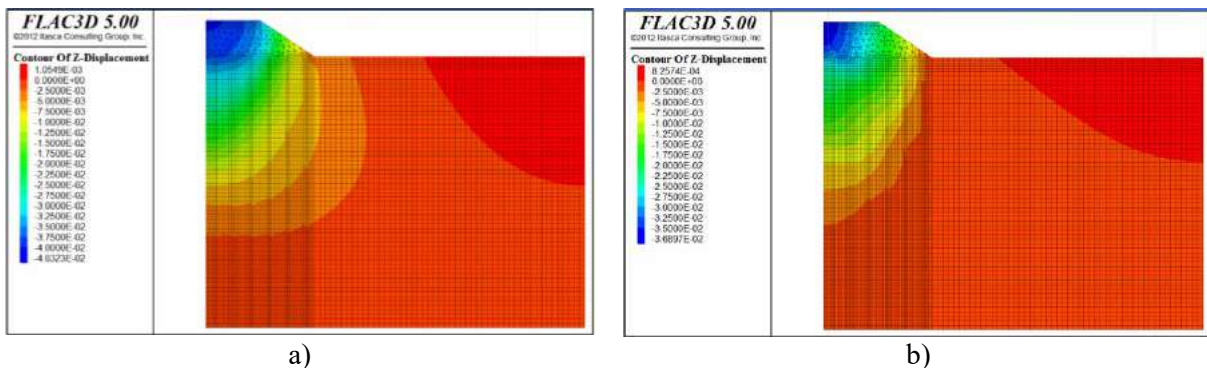
Hình 6. Ứng suất truyền xuống đầu cọc và đất yếu.

3.3. Phân tích độ lún của nền đường

Để đánh giá hiệu quả của việc sử dụng lưới ĐKT tăng cường dưới đáy nền đường, tác giả xem xét đánh giá độ lún của nền đường trong trường hợp hệ chỉ chịu tải trọng bản thân của khối đắp (hình 7), và hệ chịu tải trọng bên trên $q = 30 \text{ kPa}$ (hình 8). Kết quả từ hình 7 chỉ ra rằng, độ lún cuối cùng của nền đường thu được 16,4 cm với trường hợp hệ PE, trong khi độ lún bằng 13,9 cm với trường hợp hệ GRPS, tương ứng với sự giảm độ lún bằng 18%. Sau khi đắp nền đường, độ lún của nền đường được đưa về giá trị bằng “0”, và xét tiếp ảnh hưởng của tải trọng bên trên. Hình 8 thể hiện độ lún của nền đường dưới tác dụng của tải trọng $q = 30 \text{ kPa}$. Độ lún của nền đường của hệ GRPS chỉ bằng 90% so với trường hợp PE.

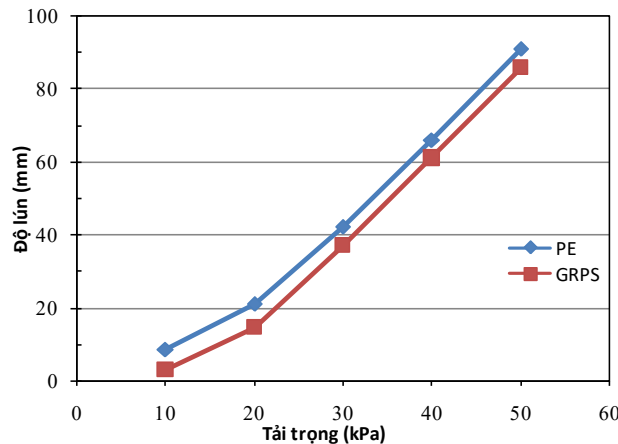


Hình 7. Độ lún của nền đường khi tải trọng bản thân: a) PE; b) GRPS.



Hình 8. Độ lún của nền đường khi tải trọng bên trên $q = 30 \text{ kPa}$: a) PE; b) GRPS.

Hình 9 so sánh độ lún của nền đường trong trường hợp hệ PE và GRPS. Từ biểu đồ có thể thấy rằng hiệu quả của lưới ĐKT trong việc giảm tổng độ lún của nền đường. Tuy nhiên, khi chiều cao nền đường càng lớn, hiệu quả giảm độ lún không giảm đi. Ngoài ra, biểu đồ cũng đã chỉ ra rằng khi tải trọng tăng lên, độ lún của nền đường cũng tăng lên, và quy luật gần như là tuyến tính. Thực tế rằng, khi gia cố nền đất yếu bằng cọc, đã làm tăng sức chịu tải của nền đất yếu, dưới tác dụng của tải trọng bản thân của nền đường và tải trọng bên trên, hệ đất yếu và cọc vẫn làm việc trong giai đoạn đàn hồi, và độ lún tỷ lệ thuận với giá trị của tải trọng.



Hình 9. So sánh độ lún của nền đường của hệ PE và GRPS.

4. Kết luận

Hiện nay có một số phương pháp sử dụng để gia cố và cải tạo nền đường đầu cầu đắp trên đất yếu, mỗi phương pháp đều có những ưu nhược điểm. Hệ khối đắp tăng cường lưới địa kỹ thuật trên nền đất yếu gia cố bằng cọc (GRPS) làm việc chủ yếu dựa trên nguyên lý hiệu ứng vòm trong khối đắp và hiệu ứng màng của lưới ĐKT. Thông qua phân tích số nền đường đầu cầu sử dụng hệ khối đắp không và có gia cố lưới ĐKT trên nền đất yếu gia cố bằng cọc, so với phương pháp PE, phương pháp GRPS đã có một số ưu điểm trong việc gia tăng độ ứng suất truyền xuống đầu cọc, và giảm độ lún của nền đường.

Tài liệu tham khảo

- Ngô Bình Giang, Đỗ Thắng, Trịnh Minh Thụ, 2023. Nghiên cứu ứng xử của nền đường đầu cầu được gia cố bằng trụ xi măng đất kết hợp với lưới địa kỹ thuật. *Tạp chí Xây dựng*, Bộ Xây dựng, tháng 5 năm 2023, trang 50-53.
- Trần Minh Hải, Trịnh Minh Thụ, Đỗ Thắng, 2021. Nghiên cứu gia cường nền đất yếu đường đầu cầu bằng cọc bê tông cốt thép. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường*, số 76, 12/2021, trang 74-80.
- Han, J., Gabr, M.A., 2002. Numerical analysis of geosynthetic-reinforced and pile-supported earth platforms over soft soil. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 128, No. 1, January 1, 2002. Eng. 128 (1), pp 44-53.
- Hewlett, W.J., Randolph, M.F. 1988. "Analysis of piled embankments." *Ground Engineering*, 21(3), pp 12-18.
- Nguyễn Trung Hồng, Trần Tiến Dũng, 2013. Nguyên nhân lún lệch giữa cầu và đường yêu cầu thiết kế đoạn chuyên tiếp. *Thông tin tư vấn thiết kế*, Quý 2 năm 2013, trang 38-43.
- Ngô Thị Thanh Hương, 2020. Dự đoán lún của nền đường đầu cầu trên đất yếu gia cố bằng cọc cát đầm chặt. *Tạp chí Địa kỹ thuật*, số 3 năm 2020, trang 75-81.
- Phạm Anh Tuấn, Đỗ Hữu Đạo, 2015. Nghiên cứu sơ đồ hợp lý cho hệ cọc đất xi măng có gia cường vải địa kỹ thuật dưới nền đường đắp cao. *Hội nghị Cơ học kỹ thuật toàn quốc*, ngày 3-5 tháng 8 năm 2015, trang 551-558.

Numerical analyses to evaluate the behavior of geosynthetic reinforced pile supported embankment: an application for approach road

Pham Van Hung

Hanoi University of Mining and Geology

Corresponding author: phamvanhung@humg.edu.vn

Abstract

The approach road usually has been built with a relatively large embankment height. During the exploitation time, under the effect of embankment and traffic loads, the settlement of embankment is often accumulated over time. In addition, at the junction between the bridge abutment and the road, the transitional structure from the soft structure to the high stiffness structure of the abutment makes the broken point on the road profile, even forming deep sinks behind the bridge abutment. The technics of Geosynthetic Reinforced Pile Supported embankment (GRPS) has been widely used for approach road thanks to the reduction in final and differential settlements, the decrease in construction time. The paper analyzes the behavior of GRPS embankment of the approach road using the FLAC^{3D} software. The numerical results clearly indicate the working of the embankment-geosynthetic-pile system and the effectiveness of the GRPS method. Additionally, the presence of geosynthetic increases about 1.5 times the applied stress onto pile head, and decreases about 20% the applied stress on the soft soil.

Từ khóa: *embankment, geosynthetic, pile, stress, settlement.*



KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023
THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
Số 70 Trần Hưng Đạo, Hoàn Kiếm, Hà Nội
SốĐT: 024 3822 0686 | Hotline: 0989 275 999
Email: nxbkht@hn.vnn.vn
Website: <https://nxbkht.com.vn>

