

NÂNG CAO SỨC CHỊU TẢI CỦA NỀN ĐẤT YẾU DƯỚI MÓNG NÔNG BẰNG GIẢI PHÁP LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT

TS. Nguyễn Ngọc Phúc

Khoa Xây Dựng – Trường Cao Đẳng Xây Dựng Số 2

KS. Nguyễn Khánh Hùng

Khoa Kỹ Thuật Công Trình – Trường Đại Học Lạc Hồng

Abstract

Nowadays, Reinforced soil is being used spread in transport, hydraulic and construction technology. There are many researching about setting up geosynthetic by Vidal in 1966, Binquet and Lee in 1975, shukla in 2002. But, how calculate the bearing capacity of subsoil and settlement of foundation composite with geosynthetic is still interrogatives.

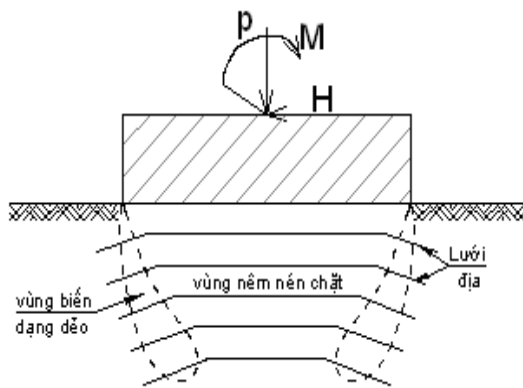
Khái niệm đất có cốt do kỹ sư người Pháp Vidal đề ra năm 1966. Sau đó, đến năm 1975, Binquet và Lee đã tiến hành nhiều thí nghiệm xác định khả năng chịu tải của một móng băng bề rộng b đặt trên nền đất có và không có cốt (thanh gia cường), họ đã đưa ra 3 phương thức phá hoại đầu tiên gồm: khả năng chịu phá hoại của đất ở trên lớp địa kỹ thuật đầu tiên; phân tích lực kéo của lớp địa kỹ thuật; cuối cùng là phân tích sự đứt, gãy của lớp địa kỹ thuật. Đến năm 2002, qua nghiên cứu Shukla đã đưa ra phương thức phá hoại thứ 4 đó là phá hoại từ biến của vật liệu địa kỹ thuật. Sau đó 3 năm, Koerner đã kết hợp cùng với Shukla chứng minh luận điểm này. Cho đến nay, sau gần 47 năm phát triển. Khái niệm “đất có cốt” đã phát triển tương đối rộng trên khắp thế giới, trong đó Việt Nam đã áp dụng rộng rãi cho các công trình tường chắn, đê, kè...

Nội dung nghiên cứu hướng tới giải quyết bài toán xử lý nền đất yếu dưới móng nông bằng giải pháp gia cường lưới địa kỹ thuật, từ đó đi chứng minh đặc tính tăng cường sức chống cắt, giảm tiết diện móng, đồng thời giảm độ lún của đất nền dưới tác dụng của tải trọng công trình.

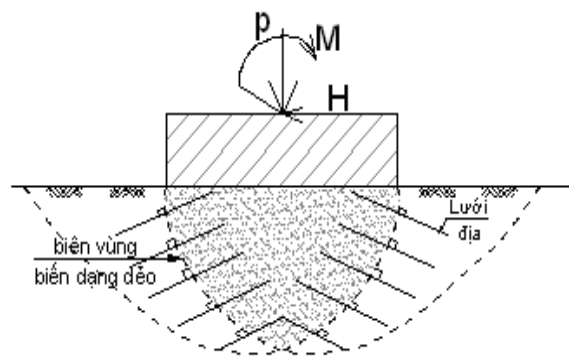
1. Các phương pháp bố trí lưới địa kỹ thuật dưới móng nông:

- Các mô hình gia cố lưới địa lý tương là các lớp địa kỹ thuật đặt theo phương nằm ngang dưới móng và dốc dần khi đi ra xa móng (hình 1) hoặc bố trí theo phương vuông góc với biên của vùng biến dạng dẻo (hình 2). Có nghĩa là cốt gia cường được đặt theo hướng của biến dạng chính. Sự bố trí này được đưa ra là dựa trên cơ chế phá hoại của đất: Đối với đất sét mềm, dưới tác dụng của các cấp tải trọng tăng dần dần đến mẫu đất sẽ phát triển vùng biến dạng dẻo không tắt dần theo thời gian, tiến tới mẫu đất bị phá hoại.

- Gia cố lưới địa như trên giúp tăng cường độ bền (sức chống cắt) cho đất dưới tác dụng của tải trọng công trình.

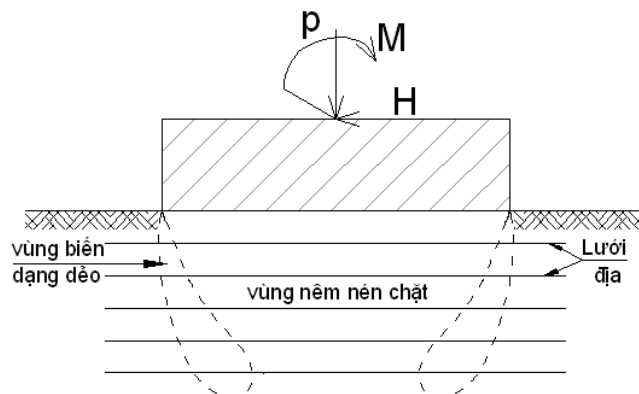


Hình 1: Đặt lưới dốc dần và vuông góc với vùng biến dạng dẻo



Hình 2: Đặt lưới vuông góc với đường biên vùng biến dạng dẻo

- Tuy nhiên để đơn giản cho thi công các tấm lưới địa thường được đặt theo phương nằm ngang và có chiều dài đều nhau. Chiều dài lớp gia cường phải vượt qua giới hạn của khu vực biến dạng dẻo (hình 3).



Hình 3: Đặt lưới đều nhau để thuận tiện cho thi công

2. Đặc tính tăng cường sức chống cắt khi gia cố lưới:

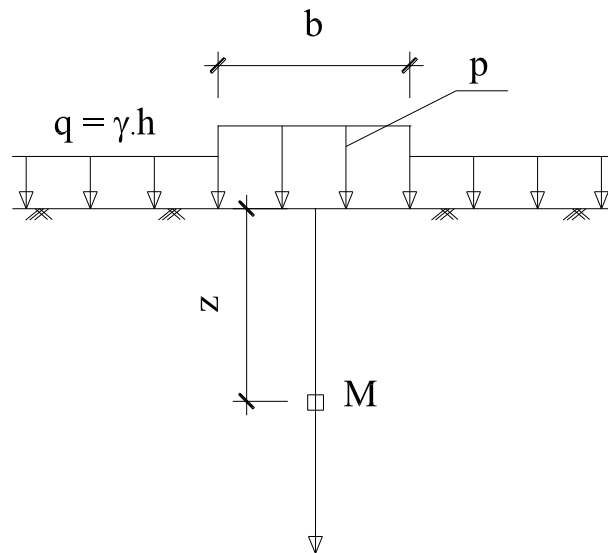
Xét một móng băng có chiều rộng là b , chiều sâu chôn móng là h , dưới đáy móng có tác dụng của tải phân bố đều p (kN/m^2) [1].

Xét một điểm M nằm trên trục đối xứng của móng (hình 4).

- Tại M có 2 thành phần ứng suất chính là σ_1 và σ_3 .

❖ Xét trong trường hợp đất nền không gia cố lưới địa:

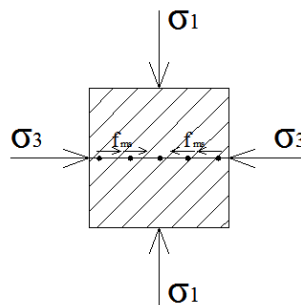
ta có:
$$\tau_1 = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (1)$$



Hình 4: Khảo sát phân tố M trong nền đất nằm trên trục đối xứng của móng

❖ Xét trong trường hợp đất nền có gia cố lưới địa:

- Khi lớp đất dưới móng được gia cố thêm lưới địa. Ngoài sức chống cắt, đất nền còn hình thành thêm lực ma sát giữa đất và lưới địa. Lúc này ứng suất chính tại điểm phân tố có dạng như hình 5.



Hình 5: Lực ma sát giữa đất và lưới địa

ta có:
$$\tau_2 = \frac{\sigma_1 - (\sigma_3 + fms)}{2} \quad (2)$$

trong đó:

f_{ms} : Lực ma sát giữa đất và lưới địa.

$$f_{ms} = \sigma_1 \times tg\varphi_a + C_a \quad (3)$$

c_a : lực dính giữa đất và lưới

φ_a : góc ma sát giữa đất và lưới

φ : góc ma sát trong của đất

c : lực dính của đất

- Theo tiêu chuẩn bền Coulomb:

+ Trường hợp không có lưới địa kỹ thuật:

$$\tau \leq [\tau] \Leftrightarrow \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \leq \sigma tg\varphi + C \quad (4)$$

+ Trong trường hợp có lưới địa:

$$\tau \Leftrightarrow \frac{\sigma_1 - (\sigma_3 + f_{ms})}{2} \leq [\tau] = \sigma tg\varphi + C \quad (5)$$

Với

σ : Ứng suất nén tác dụng lên mặt phẳng đang xét (kN/m^2)

$$\Leftrightarrow \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \leq \sigma tg\varphi + C + \frac{f_{ms}}{2} \quad (6)$$

Đặt $\left(\sigma tg\varphi + \frac{f_{ms}}{2}\right) = \sigma tg\varphi'$ (2): cường độ chống cắt do thành phần ma sát.

$$\Leftrightarrow \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \leq [\tau'] = \sigma tg\varphi' + C \quad (7)$$

Với $[\tau']$: Cường độ chống cắt khi gia cố thêm lưới địa

Từ (5) và (6) ta thấy $[\tau'] \geq [\tau]$. Vậy từ chứng minh trên ta thấy sức chống cắt trong trường hợp có bố trí lưới địa lớn hơn trường hợp không bố trí lưới địa do có thêm thành phần f_{ms} .

- Từ (6) ta lại có: $tg\varphi' = tg\varphi + \frac{f_{ms}}{2\sigma} \Rightarrow \varphi' = \arctg\left[tg\varphi + \frac{f_{ms}}{2\sigma} \right]$

$$\Rightarrow \varphi' = \varphi + \arctg\left[\frac{f_{ms}}{2\sigma} \right] \Rightarrow \varphi' > \varphi$$

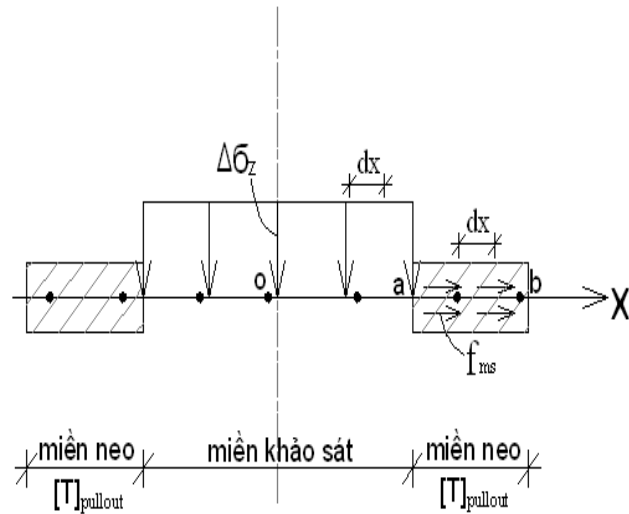
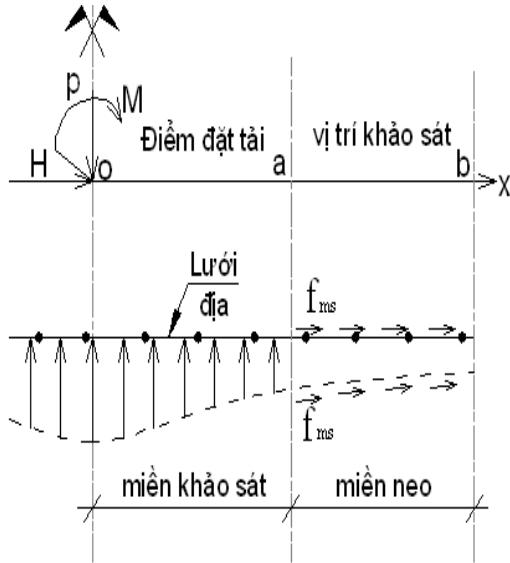
\Rightarrow Từ chứng minh trên ta thấy góc ma sát trong biểu kiến (φ') tăng dẫn đến sức chịu tải (R_{dy}) tăng, đồng thời làm giảm tiết diện móng (F).

4. Khả năng phân bố ứng suất do tải trọng ngoài gây ra:

4.1 Sự làm việc của cốt địa trong đất:

- Khi đất được gia cố thêm cốt địa thì cốt địa và đất xuất hiện ma sát tạo ra sức kháng trượt trên một đoạn chiều dài nhất định (Hình 6)

$$[T]_{pullout} = \int_a^b f_{ms} dx \quad (8)$$



Hình 6: Sự làm việc của lớp cốt lưới trong đất nền
 Hình 7: Khả năng tiếp nhận ứng suất theo phương đứng thông qua hiệu ứng neo của cốt lưới

Khi có tải trọng công trình, nền xuất hiện biến dạng làm cho cốt đất xuất hiện biến dạng theo và hiệu ứng neo trên miền khảo sát (miền neo) mới thực sự bắt đầu làm việc: Xem cốt địa làm việc như một dây đàn hồi, lực tác dụng vào dây ($\Delta\sigma_z$) chuyển thành lực kéo căng và được neo giữ bằng $T_{pullout}$ trong miền khảo sát.

=> Khả năng gánh đỡ tải trọng trong miền khảo sát:

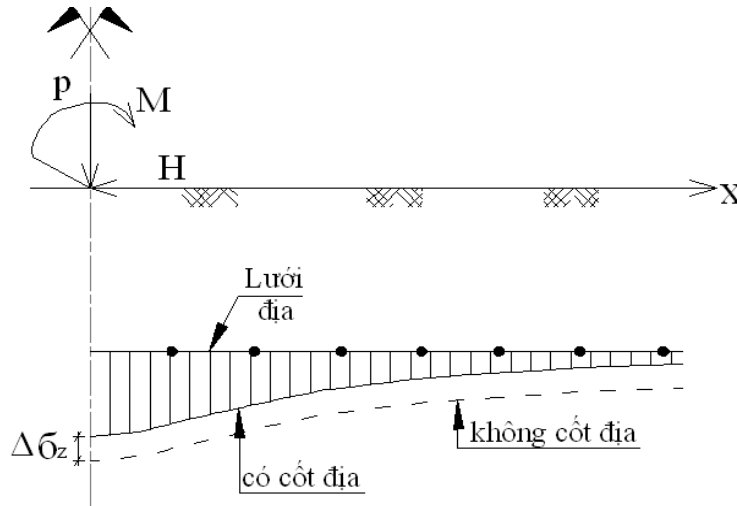
$$\Delta P = \int_0^a \Delta\sigma_z dx = \int_a^b f_{ms} dx \quad (9)$$

Tiến hành đạo hàm biểu thức trên ta có: $\Delta\sigma_z = f_{ms}$. Như vậy ta thấy rằng độ gia tăng ứng suất pháp theo phương đứng (tải trọng công trình) là do hiệu ứng neo

cốt đất (f_{ms}) sinh ra. Trong đó $\Delta\sigma_z$: Là lượng biến thiên ứng suất pháp theo phương đứng tại vị trí khảo sát do hiệu ứng neo của cốt đất sinh ra.

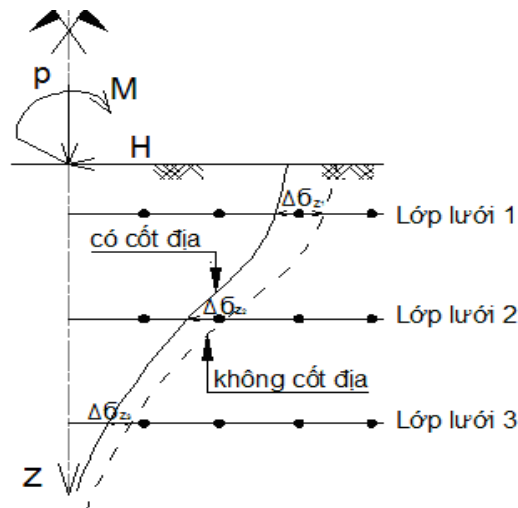
4.2 Sơ đồ phân bố ứng suất khi có và không có cốt lưới:

- Sơ đồ phân bố ứng suất theo phương ngang (phương x)



Hình 8: Sơ đồ phân bố ứng suất σ_z theo phương x

- Sơ đồ phân bố ứng suất theo phương đứng (phương z)



Hình 9: Sơ đồ phân bố ứng suất σ_z theo phương z

Việc xác định sơ đồ phân bố ứng suất pháp do tải trọng ngoài gây ra khi có và không có cốt địa được xác định bằng lí thuyết tính toán, đồng thời kết hợp với phần mềm Plaxis để có sự so sánh giữa hai phương pháp. Từ đó xác định được độ giảm ứng suất phân bố xuống nền đất do tải trọng ngoài gây ra.

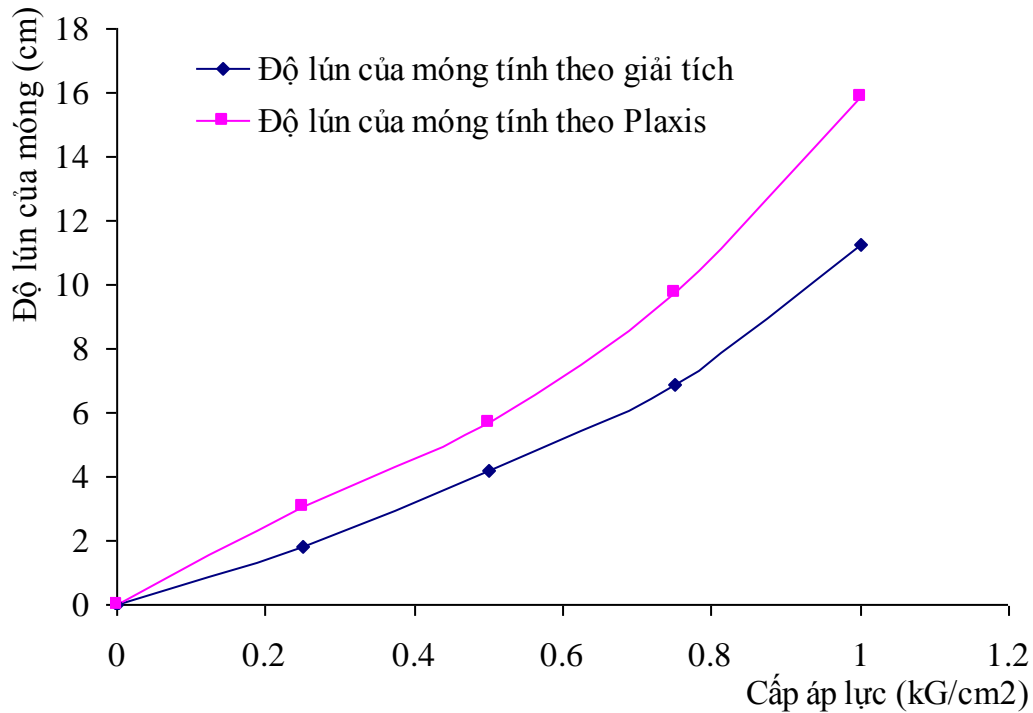
5. So sánh tỷ số áp lực cho phép tác dụng lên nền đất khi có và không có cốt lưới:

5.1 Áp lực cho phép tác dụng lên nền đất khi có bố trí cốt lưới:

- Sau khi tính toán độ lún nền đất bằng phương pháp giải tích và phần mềm Plaxis theo các cấp áp lực 0,25kG/cm²; 0,5kG/cm²; 0,75 kG/cm²; 1,0 kG/cm².

Bảng 1: Giá trị độ lún theo các cấp áp lực khi có cốt lưới

Cấp áp lực (kG/cm ²)	Kết quả tính lún trên Plaxis				Kết quả tính lún bằng giải tích			
	0.25	0.5	0.75	1.0	0.25	0.5	0.75	1.0
Độ lún (cm)	3.065	5.676		15.847	1.8	4.16		11.27



Hình 10: Biểu đồ quan hệ giữa cấp áp lực và độ lún khi có cốt lưới

- Áp lực cho phép tác dụng lên nền đất ở độ lún giới hạn [S] = 8 (cm) trong trường hợp giải tích và phần mềm Plaxis:

+ Giải tích: [P₁] = 1,24 kG/cm²

+ Dùng Plaxis: [P₂] = 0,614 kG/cm²

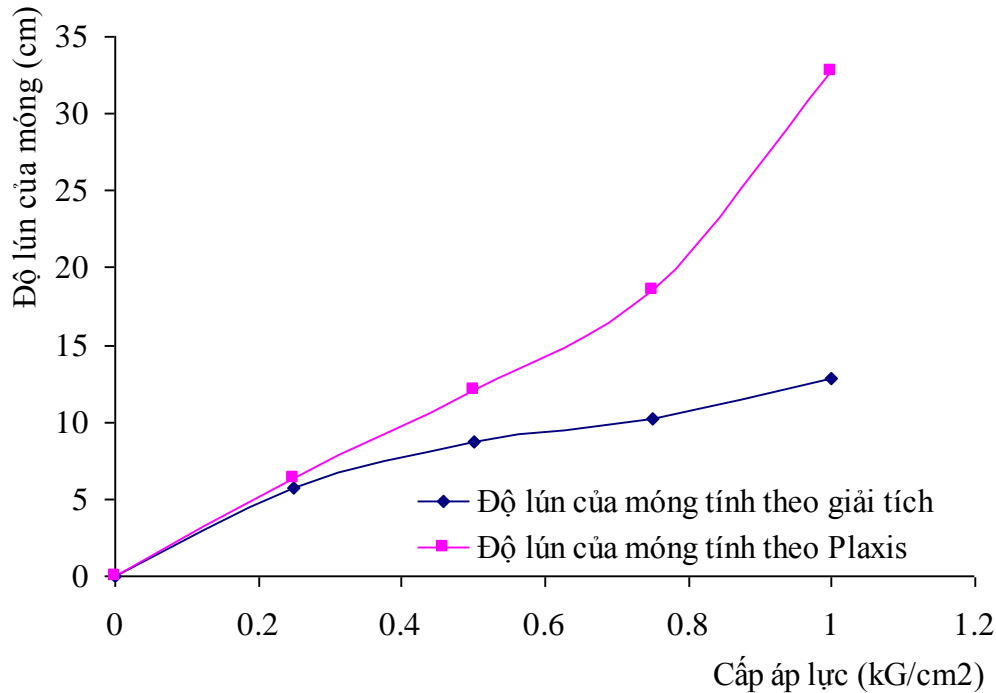
$$\Rightarrow \text{Tỷ số áp lực: } \frac{[P_1]}{[P_2]} = \frac{1,24}{0,614} = 2,02 \quad (10)$$

5.2 Áp lực cho phép tác dụng lên nền đất khi không có bố trí cốt lưới:

- Sau khi tính toán độ lún nền đất bằng phương pháp giải tích và phần mềm Plaxis theo các cấp áp lực 0,25kG/cm²; 0,5kG/cm²; 0,75 kG/cm²; 1,0 kG/cm².

Bảng 2: Giá trị độ lún theo các cấp áp lực khi không bố trí cốt lưới

Cấp áp lực (kG/cm ²)	Kết quả tính lún trên Plaxis				Kết quả tính lún bằng giải tích			
	0.25	0.5	0.75	1.0	0.25	0.5	0.75	1.0
Độ lún (cm)	6.395	12.07	10.25	32.734	5.676	8.713	18.57	12.85



Hình 11: Biểu đồ quan hệ giữa cấp áp lực và độ lún khi không có cốt lưới

- Áp lực cho phép tác dụng lên nền đất ở độ lún giới hạn $[S] = 8$ (cm) trong trường hợp giải tích và phần mềm Plaxis:

+ Giải tích: $[P_1'] = 0,441$ kG/cm²

+ Dùng Plaxis: $[P_2'] = 0,321$ kG/cm²

$$\Rightarrow \text{Tỷ số áp lực: } \frac{[P_1']}{[P_2']} = \frac{0,441}{0,321} = 1,374 \quad (11)$$

Từ (10) và (11) ta thấy tỷ số áp lực khi có bố trí cốt lưới lớn hơn tỷ số áp lực khi không bố trí cốt lưới. Điều đó chứng minh rằng: khi có bố trí cốt lưới thì áp lực đáy móng nằm trong giới hạn độ lún cho phép $[S] \leq 8$ (cm) được tăng lên.

6. Kết luận:

- Lưới địa kỹ thuật tiếp nhận và phân phối ứng suất trong nền đất. Chúng làm giảm độ lún và tăng sức chịu tải của đất nền trong phạm vi gia cố.

- Hiệu quả phân phối ứng suất phụ thuộc vào trạng thái của đất nền yếu tự nhiên và mật độ bố trí lưới. Kết quả tính toán cho thấy trong trường hợp bố trí 3 lớp lưới trong nền ngay dưới đáy móng, mức độ tăng sức chịu tải tăng 1,45 lần so với nền đất yếu tự nhiên, độ lún giảm mạnh và tùy theo cấp áp lực.

- Khi tiến hành tính toán độ lún của móng bằng Plaxis (chuyển vị đứng), biến dạng được tính toán bao gồm cả hai thành phần biến dạng thể tích do tenseur cầu ứng suất và biến dạng trượt do tenseur lệch ứng suất gây ra. Trong khi đó, độ lún của nền dưới móng trong các lời giải giải tích chỉ xét đến thành phần biến dạng thể tích. Vì thế kết quả tính lún của móng bằng Plaxis lớn hơn độ lún tính bằng giải tích.

- Các đề xuất giải tích ở trên đáng tin cậy khi dự tính chịu tải và độ lún của nền có gia cố bằng lưới địa kỹ thuật.

Tài liệu tham khảo:

[1] Lê Quý An, Nguyễn Công Mẫn, Nguyễn Văn Quý (1977), “*Cơ học đất*”, Nhà xuất bản đại học và trung học chuyên nghiệp.

[2] Châu Ngọc Ân (2009), “*Nền móng*”, Nhà xuất bản đại học quốc gia TP.HCM.

[3] GS.TS Dương Học Hải (2004), “*Thiết kế và thi công tường chắn đất có cốt*”, Nhà xuất bản Xây Dựng.

[4] Pierre Laréal, Nguyễn Thành Long, Lê Bá Lương, Nguyễn Quang Chiêu, Vũ Đức Lục (1986-1989), “*Công trình trên đất yếu trong điều kiện Việt Nam*”, Đề án hợp tác Pháp - Việt.

[5] Hoàng Văn Tân, Trần Đình Ngô, Phan Xuân Trường, Phạm Xuân, Nguyễn Hải (1997), “*Những phương pháp xây dựng công trình trên nền đất yếu*”, Nhà Xuất Bản Xây Dựng.

[6] Sanjay Kumar Shukla, Jian-Hua Yin (2006), “*Fundamentals of Geosynthetic Engineering*”, Taylor & Francis.