

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM PLAXIS NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ CÔNG TRÌNH ĐẬP TRÊN ĐẤT YẾU KHU ĐÔ THỊ MỚI PHÚ MỸ HƯNG - NAM SÀI GÒN.

Thái Vũ Quốc Dương¹⁾, Trà Thanh Phương²⁾

¹⁾ Học viên Cao học Chuyên ngành Địa Kỹ thuật Xây dựng - Trường Đại học Bách khoa TPHCM

²⁾ Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng - Trường Đại học Bách khoa TPHCM

BẢN TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, phương pháp phần tử hữu hạn được phát triển mạnh trong ngành mô phỏng công trình. Trong bài viết này, sử dụng chương trình Plaxis (version 7.2) để giải các bài toán: gia tải từng đợt của công trình đường đắp bằng cát, gia tải từng đợt kết hợp với vải địa kỹ thuật và gia tải từng đợt kết hợp với hệ thống rãnh cát trong môi trường đất yếu ở khu đô thị mới Phú Mỹ Hưng-Nam Sài Gòn. Chỉ xét quá trình tính lún sơ cấp. Không xét ảnh hưởng lún do từ biến.

ABSTRACT

In recent years, the finite element method has been developed greatly to model in geotechnical engineering. In this paper, applied Plaxis (version 7.2) program to carry out practical problems such as staged construction of sand embankment, staged construction combine with geotextiles to reinforce embankment and staged construction together with sand trenches to improve below-ground subsoil in new urban area of Phu My Hung-South Sai Gon. Considering primary consolidation settlement without any creep effects.

1. Giới thiệu

Khu vực Nam Sài Gòn có cấu trúc địa tầng khá phức tạp. Tầng đất bùn sét (cổ kết thường) màu xám xanh, ở trạng thái chảy có bề dày lớn, dao động trong khoảng 2m đến 16m, trong lớp bùn sét còn có những lớp thấu kính cát xen kẽ, không liên tục. Mực nước ngầm sâu 2m tính từ mặt đất. Do đó, khi xây dựng công trình cần có những biện pháp thích hợp để xử lý, cải tạo nền đất ở khu vực này.

2. Địa chất khu vực Nam Sài Gòn

3. Mô hình phần tử hữu hạn của công trình đắp trên đất yếu

3.1 Mô hình bài toán gia tải từng đợt

Trong bài viết này, trình bày công trình đường đắp bằng cát có bề rộng đáy đường là 38m, bề rộng mặt đường là 30m, mái dốc taluy là 1:2. Chiều cao đắp là 2m. Ở bên dưới công trình đắp là lớp đất bùn sét xám xanh ở trạng thái chảy. Bên dưới là lớp sét không thấm. Đây là bài toán phẳng, sử dụng phần tử tam giác có 15 nút.

Gia tải từng đợt tức là đắp đất từng lớp một, mỗi lớp dày 0,5m. Sau khi đắp lớp 1, để

Bảng 1: Địa chất khu vực Nam Sài Gòn

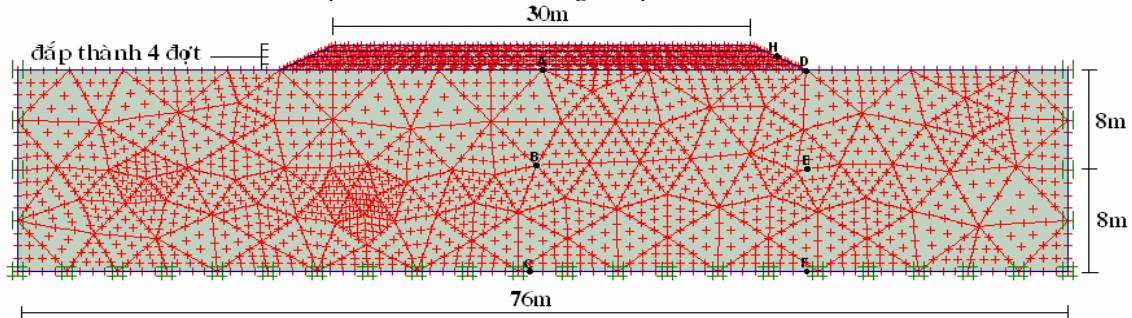
Lớp đất	Cao trình (m)	γ_{sat} (kN/m ³)	W (%)	W _L (%)	W _P (%)	C' (kN/m ²)	ϕ' (°)	E _{oed} (kN/m ²)	k _x =k _y (m/ngày)	C _c	C _s
bùn sét màu xám trạng thái chảy	0→-16	14,7	89,59	74,5	45,5	8,6	6,85	570	4.10 ⁻⁴	0,957	0,147

cho nền cổ kết ổn định mới đắp lớp 2, tuần tự như thế đắp lớp 3, lớp 4 và lớp bù lún (lớp 5).

Chiều cao của công trình đắp cao 2m.
Mỗi đợt đắp cao 0,5m. Do đó, tất cả có 4 đợt

Nền đất dưới công trình đắp được tính
theo mô hình vật liệu: Soft Soil model.

Hình 1: Mô hình nền và đất đắp được mô hình hóa bằng lưới phần tử và các điểm khảo sát A,B,C,D,E,F,H



đắp. Sau mỗi đợt đắp thì thời gian cố kết lần lượt là 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày, 120 ngày. So sánh kết quả tính. Đối với đợt cuối cùng tính thời gian cố kết cho trường hợp áp lực lỗ rỗng bằng 1kN/m^2 . Sau mỗi quá trình tính cố kết cần phải cập nhật lại hệ lưới (updated mesh).

3.2 Mô hình cho bài toán gia tải từng đợt kết hợp với rãnh cát

Rãnh cát được mô phỏng có bề rộng b như sau: 20cm, 30cm, 40cm và 50cm. Chiều dài L của rãnh cát thay đổi như sau: 2m, 4m, 6m và 8m. Hệ lưới của phần tử được thể hiện trong hình 2.

Trong bài toán này, sau khi tiến hành thay cát trong rãnh, cần phải tính toán ứng suất ban đầu phương đứng và ngang theo trường hợp “gravity loading” chứ không phải tính

Bảng 2: Các thông số cho mô hình Soft Soil

Lớp đất	λ^*	κ^*	C' (kN/m^2)	φ' ($^\circ$)	ψ ($^\circ$)	ν_{ur}
Bùn sét	0,123	0,042	8,6	6,85	0	0,15

Mô hình này gồm 6 thông số cơ bản:
độ dốc của đường nén λ^* , độ dốc của đường

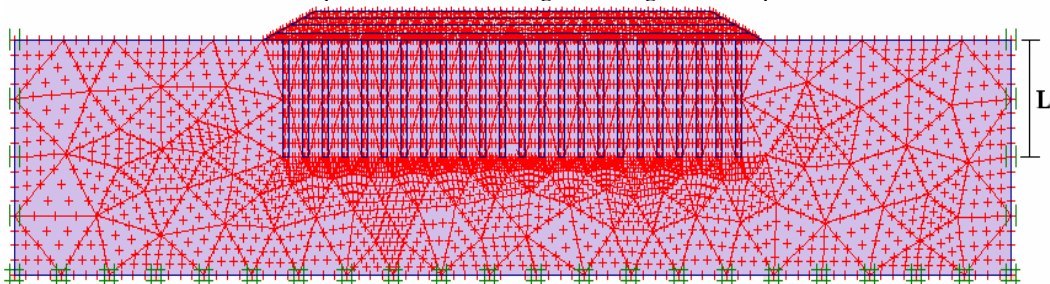
Bảng 3: Các thông số cho vật liệu đắp

Vật liệu	E_{oed} (kN/m^2)	ν'	C' (kN/m^2)	φ' ($^\circ$)	ψ ($^\circ$)
Cát trung	15000	0,30	1	28	0

nở κ^* trong hệ tọa độ $(\ln p', \nu)$, lực dính hữu hiệu C' , góc ma sát hữu hiệu φ' , góc giãn nở ψ , hệ số Poisson cho trường hợp chất tải – dỡ tải ν_{ur} .

Chọn mô hình Mohr – Coulomb cho đất đắp là cát, có tính chất như Bảng 3.

Hình 2: Mô hình phần tử của bài toán gia tải từng đợt kết hợp với rãnh cát



theo K_0^{NC} như phương pháp thông thường. Vật liệu rãnh cát cùng loại với vật liệu làm đất đắp và có $k_x=k_y=0,5\text{m/ngày}$

4. Mô hình vật liệu và những thông số để giải bài toán

5 Kết quả của quá trình phân tích

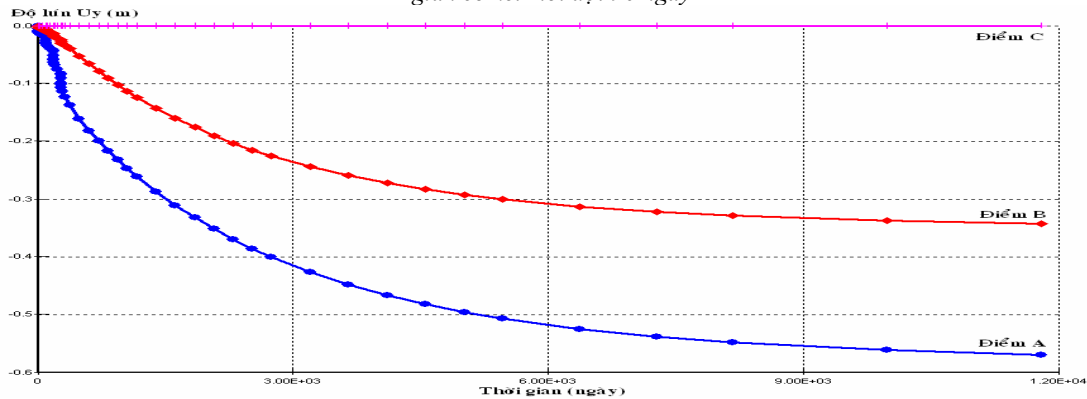
5.1 Ảnh hưởng của mô hình đối với thời gian cố kết và quá trình lún trong bài toán gia tải từng đợt

Độ lún tại các vị trí A, B, C nằm trên đường trục của công trình đắp (hình 1) sẽ giảm

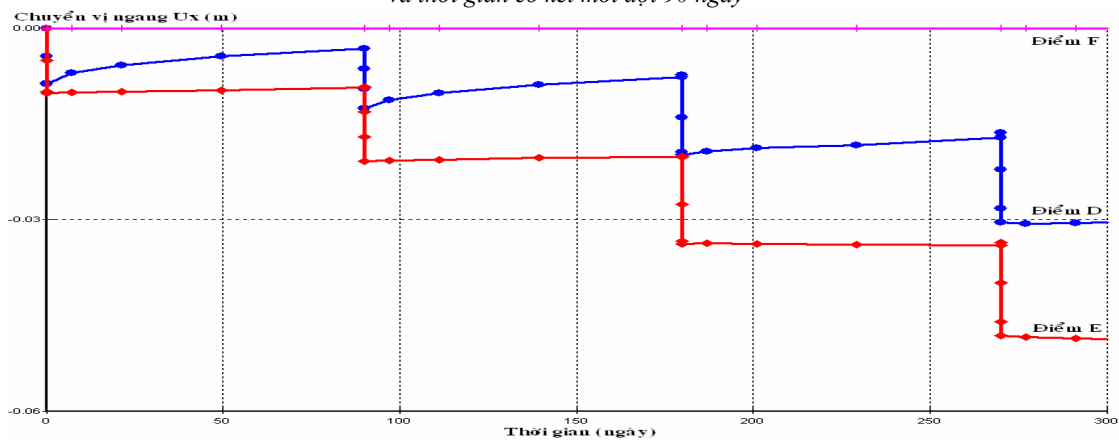
dần khi các điểm càng xa mặt đất (hình 3). Áp lực nước lỗ rỗng thặng dư sẽ tăng theo độ sâu (hình 5)

5.2 Ảnh hưởng của thời gian cố kết mỗi đợt đắp đối với quá trình lún trong bài toán gia tải từng đợt

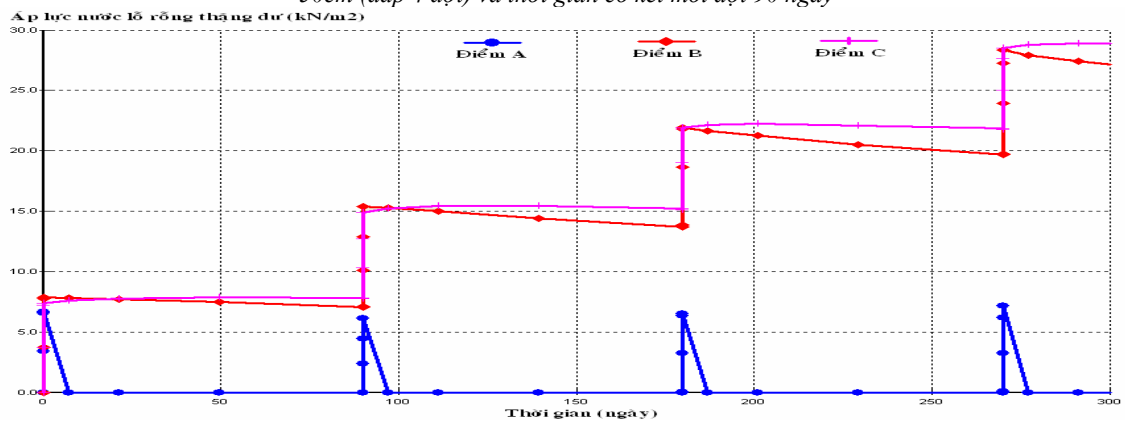
Hình 3: Độ lún U_y theo thời gian tại các vị trí A, B, C trường hợp chiều cao mỗi đợt đắp 50cm (đắp 4 đợt) và thời gian cố kết mỗi đợt 90 ngày



Hình 4: Chuyển vị ngang U_x theo thời gian tại các vị trí D, E, F trường hợp chiều cao mỗi đợt đắp 50cm (đắp 4 đợt) và thời gian cố kết mỗi đợt 90 ngày



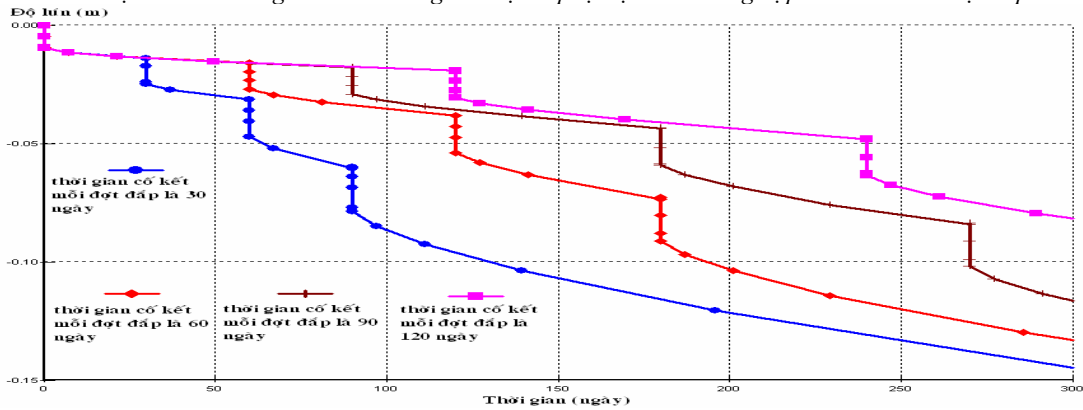
Hình 5: Quan hệ áp lực nước lỗ rỗng thặng dư và thời gian tại các vị trí A, B, C trường hợp chiều cao mỗi đợt đắp 50cm (đắp 4 đợt) và thời gian cố kết mỗi đợt 90 ngày



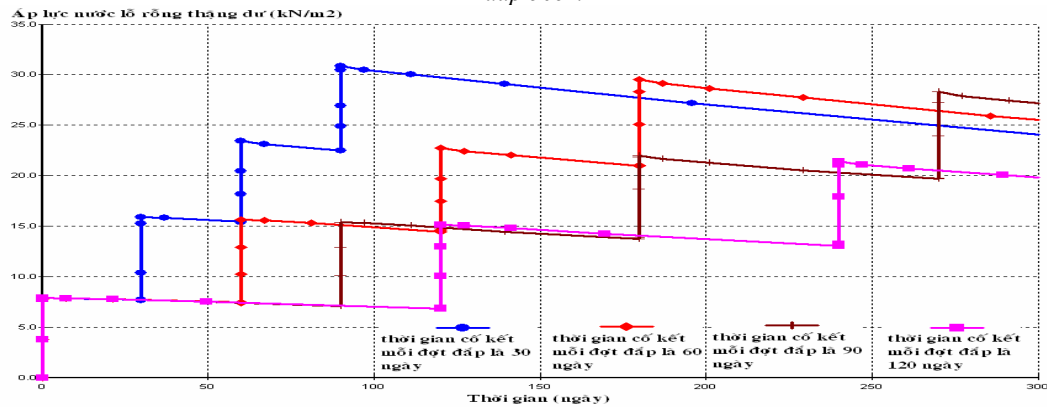
Khi giảm thời gian cố kết mỗi đợt đắp thì độ lún cố kết ở cuối mỗi đợt đắp sẽ giảm nhưng không đáng kể (hình 6). Do đó đắp từng đợt trong khoảng thời gian ngắn sẽ có lợi hơn về thời gian thi công. Áp lực nước lỗ rỗng thẳng dư tăng không đáng kể khi giảm thời gian cố kết của từng đợt đắp (hình 7)

lún theo thời gian tỷ lệ thuận với chiều dài của rãnh cát trong giai đoạn đắp từng đợt (hình 8). Thời gian cố kết cuối cùng giảm nếu chiều dài của rãnh cát tăng (hình 9). Do đó, rãnh cát làm tăng nhanh quá trình cố kết và rút ngắn thời gian cố kết của nền đất yếu

Hình 6: Độ lún theo thời gian cố kết trong mỗi đợt đắp tại vị trí A trường hợp chiều cao mỗi đợt đắp 50cm



Hình 7: Áp lực nước lỗ rỗng thẳng dư theo thời gian trong mỗi đợt đắp tại vị trí B trường hợp chiều cao mỗi đợt đắp 50cm



5.3 Ảnh hưởng chiều dài, bề rộng và khoảng cách của rãnh cát đối với quá trình lún trong bài toán gia tải từng đợt kết hợp với rãnh cát

5.3.1 Ảnh hưởng của chiều dài L của rãnh cát

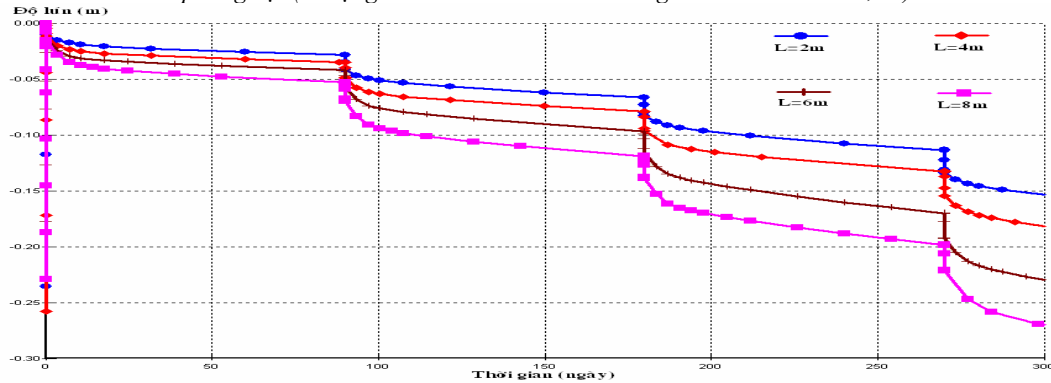
Khi cho bề rộng b rãnh cát và khoảng cách D giữa 2 rãnh cát không thay đổi giá trị mà chỉ tăng chiều dài L của rãnh cát. Tốc độ

5.3.2 Ảnh hưởng của bề rộng b của rãnh cát

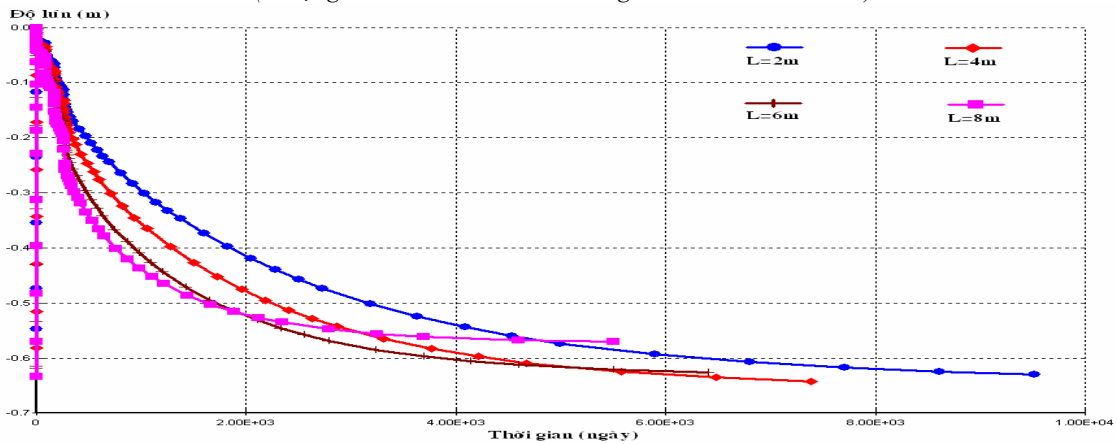
Khi tăng bề rộng b rãnh cát thì độ lún cố kết sẽ giảm trong quá trình đắp từng đợt và sau khi đắp (hình 10, 11). Do đó, rãnh cát có tác dụng gia cố nền đất yếu

5.3.3 Ảnh hưởng của khoảng cách D giữa 2 rãnh cát

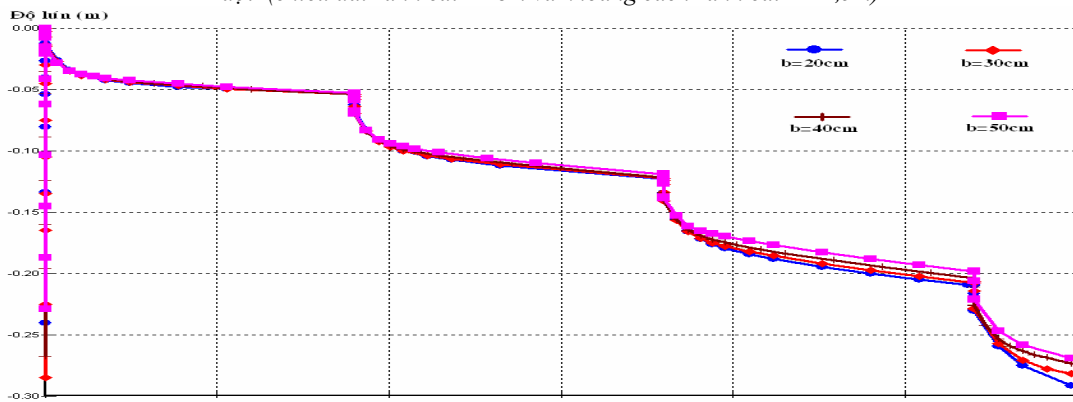
Hình 8: Quan hệ giữa thời gian–độ lún tại điểm A trường hợp chiều dài rãnh cát thay đổi trong khoảng thời gian đắp từng đợt (bề rộng rãnh cát $b=50\text{cm}$ và khoảng cách rãnh cát $D=1,5\text{m}$)



Hình 9: Quan hệ giữa thời gian–độ lún tại điểm A trường hợp chiều dài rãnh cát thay đổi (bề rộng rãnh cát $b=50\text{cm}$ và khoảng cách rãnh cát $D=1,5\text{m}$)



Hình 10: Quan hệ giữa thời gian–độ lún tại điểm A trường hợp bề rộng rãnh cát thay đổi trong giai đoạn đắp từng đợt (chiều dài rãnh cát $L=8\text{m}$ và khoảng cách rãnh cát $D=1,5\text{m}$)



Khi cho bề rộng b rãnh cát và chiều dài L rãnh cát không thay đổi giá trị mà chỉ tăng khoảng cách D của rãnh cát thì độ lún trong giai đoạn đắp từng đợt hầu như không thay đổi nhiều. Nhưng lại tăng dần sau khi kết thúc giai đoạn đắp (hình 12).

5.4 Ảnh hưởng của vải địa kỹ thuật đối với chuyển vị ngang công trình

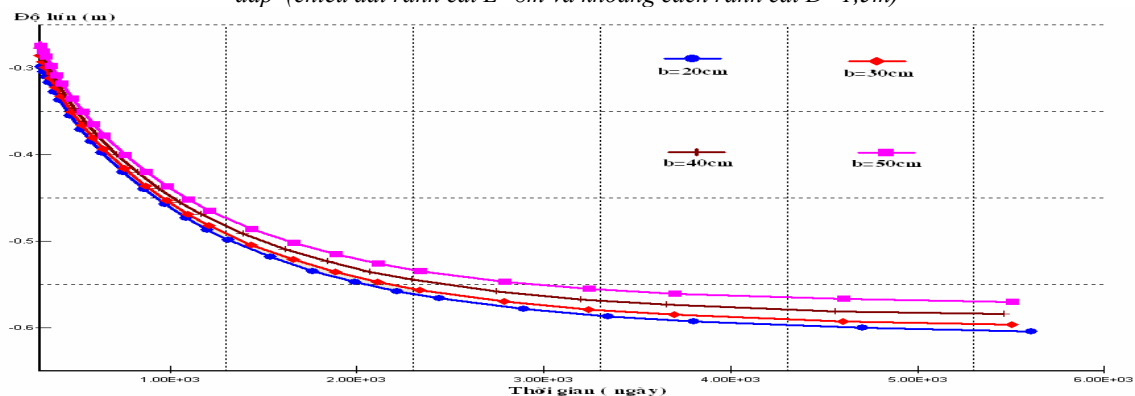
Đắp công trình thành 8 đợt kết hợp với vải địa kỹ thuật cho mỗi đợt đắp (khoảng cách giữa 2 lớp vải địa kỹ thuật là: 25cm). Thời gian

cố kết mỗi đợt đắp là 45 ngày. Khi sức chịu kéo của vải địa kỹ thuật tăng lên thì chuyển vị ngang tại điểm H (hình 1) sẽ giảm. Khi không dùng vải địa kỹ thuật và dùng vải có sức chịu

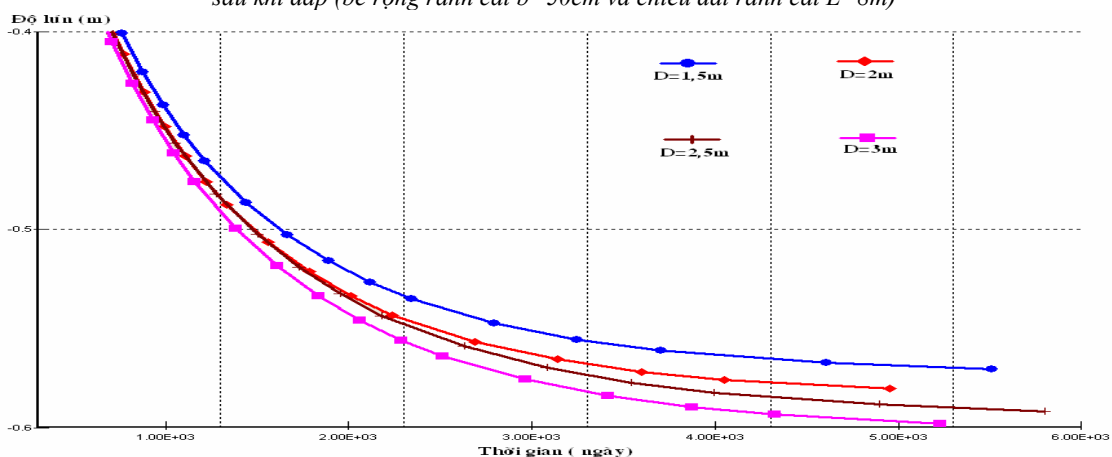
5.5 Phân tích tính ổn định của công trình đắp

Khi vải địa kỹ thuật có sức chịu kéo tăng thì hệ số an toàn (FS) của từng đợt đắp

Hình 11: Quan hệ giữa thời gian–độ lún tại điểm A trường hợp bề rộng rãnh cát thay đổi trong giai đoạn sau khi đắp (chiều dài rãnh cát $L=8m$ và khoảng cách rãnh cát $D=1,5m$)



Hình 12: Quan hệ giữa thời gian–độ lún tại điểm A trường hợp khoảng cách D của rãnh cát thay đổi trong giai đoạn sau khi đắp (bề rộng rãnh cát $b=50cm$ và chiều dài rãnh cát $L=8m$)



kéo tăng từ 14kN/m (vải cuộn trevira spunbond-1112-loại vải: không dệt), 160kN/m (vải cuộn nicolon-1250 (nhóm HP)-loại vải: dệt), 335kN/m (vải cuộn nicolon-1900 (nhóm HS)-loại vải: dệt) thì chuyển vị ngang U_x sẽ giảm tương ứng như hình 13.

Khi chiều dày mỗi đợt đắp có kết hợp vải địa kỹ thuật tăng thì chuyển vị ngang lớn nhất tại điểm H cũng tăng (hình 14)

Do đó, đắp từng đợt có kết hợp vải địa kỹ thuật có chiều dày càng nhỏ thì chuyển vị ngang của mái dốc càng nhỏ

hay của toàn công trình hầu như tăng (bảng 4).

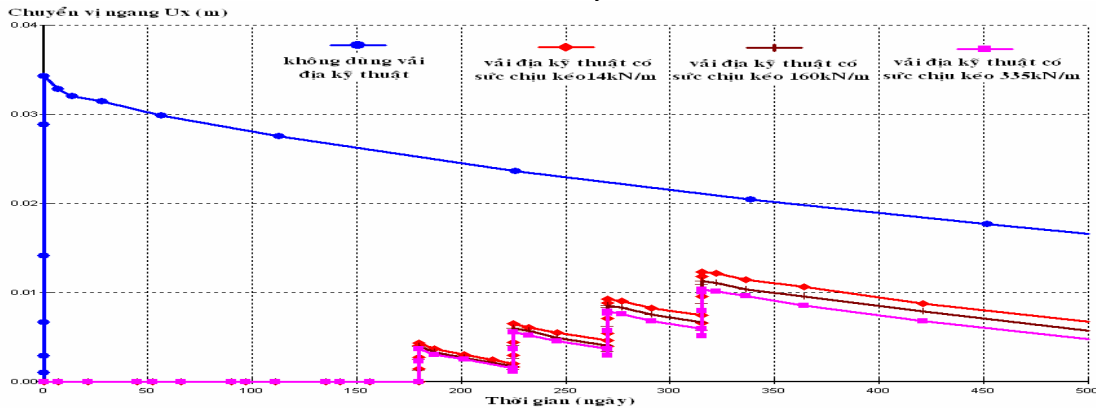
5.6 So sánh 2 trường hợp gia tải từng đợt và gia tải từng đợt kết hợp với rãnh cát

Độ lún của trường hợp gia tải từng đợt kết hợp với rãnh cát lớn hơn trường hợp gia tải không kết hợp với rãnh cát (hình 15). Thời gian cố kết cuối cùng của trường hợp dùng rãnh cát nhỏ hơn không dùng rãnh cát (hình 16).

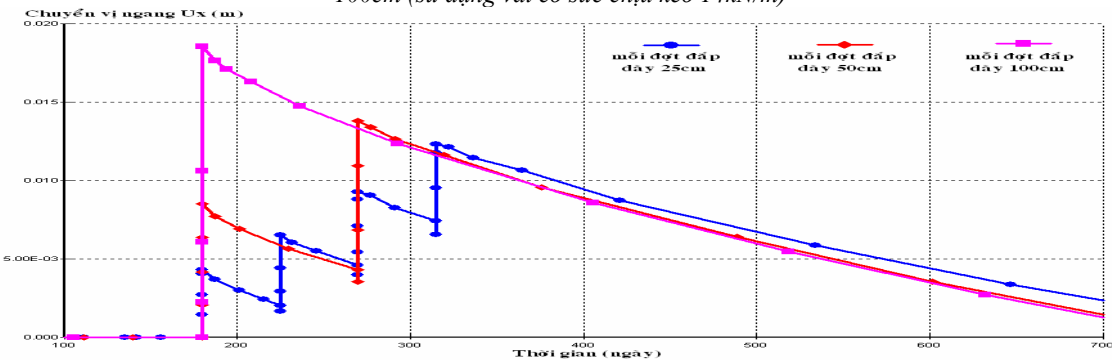
Bảng 4: Quan hệ giữa hệ số an toàn công trình và sức chịu kéo của vải địa kỹ thuật trường hợp chiều dày mỗi đợt đắp 50cm và thời gian cố kết mỗi đợt đắp 90 ngày

	Không có vải địa kỹ thuật	Vải có sức chịu kéo 14kN/m (vải cuộn trevira spunbond-1112)	Vải có sức chịu kéo 160kN/m (vải cuộn nicolon-1250 (nhòum HP))	Vải có sức chịu kéo 335kN/m (vải cuộn nicolon-1900 (nhòum HS))
FS của đợt đắp thứ 1	3.32	3.75	3.83	4.92
FS của đợt đắp thứ 2	2.27	2.37	3.62	3.54
FS của đợt đắp thứ 3	1.92	2.75	2.45	2.60
FS của đợt đắp thứ 4	1.68	2.00	1.99	2.13
FS của toàn công trình	1.70	2.31	2.38	2.44

Hình 13: Chuyển vị ngang U_x tại điểm H trong trường hợp khoảng cách giữa các lớp vải địa kỹ thuật 25cm và vải có sức chịu kéo thay đổi



Hình 14: Chuyển vị ngang U_x tại điểm H trong trường hợp khoảng cách giữa 2 lớp vải địa kỹ thuật lần lượt: 25cm, 50cm, 100cm (sử dụng vải có sức chịu kéo 14kN/m)



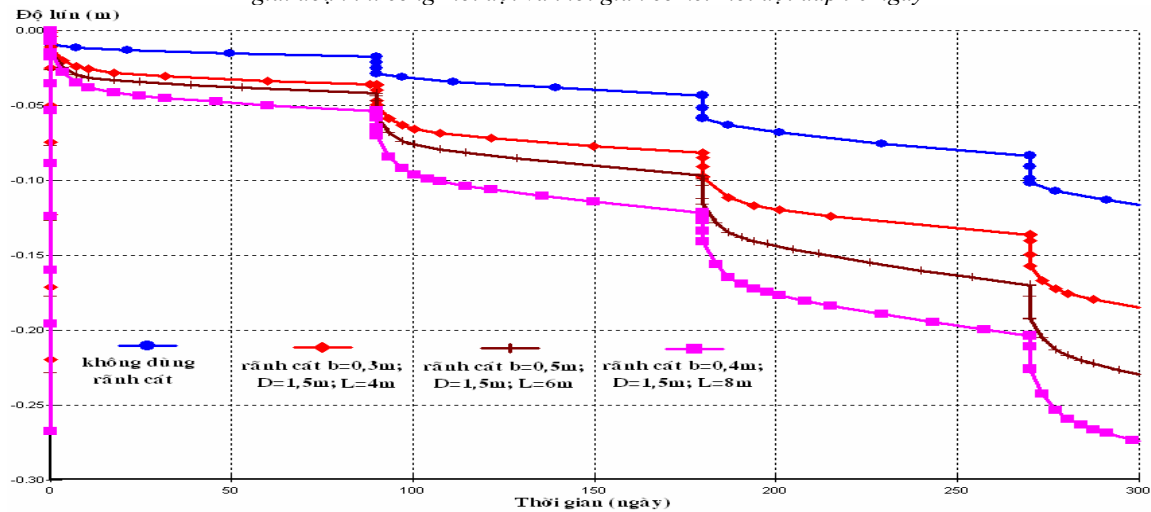
6. Kết luận

Công trình đắp trên nền đất yếu đã được thực hiện trên chương trình Plaxis thông qua việc nghiên cứu mô hình nền soft soil về độ lún, chuyển vị ngang, thời gian cố kết, áp

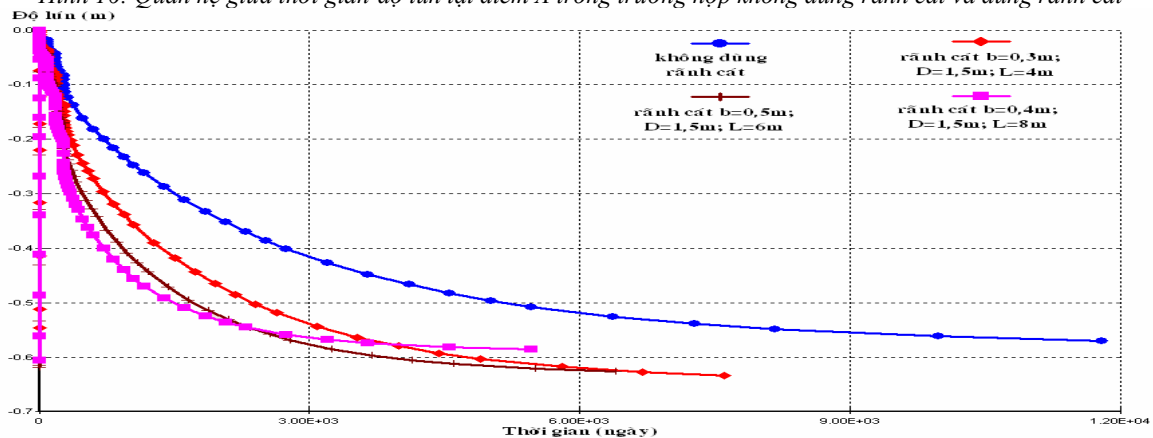
lực nước trong lỗ rỗng. Những kết luận đã được rút ra:

- Rãnh cát xem như vật liệu thoát nước thẳng đứng làm tăng nhanh quá trình cố kết của nền.
- Khi chiều dài rãnh cát tăng lên thì độ lún cố kết tăng trong mỗi đợt đắp. Thời gian cố kết cuối cùng cũng giảm.

Hình 15: Quan hệ giữa thời gian và độ lún tại điểm A trong trường hợp không dùng rãnh cát và dùng rãnh cát trong giai đoạn thi công mỗi đợt và thời gian cố kết mỗi đợt đắp 90 ngày



Hình 16: Quan hệ giữa thời gian-độ lún tại điểm A trong trường hợp không dùng rãnh cát và dùng rãnh cát



- Khi tăng bề rộng rãnh cát thì độ lún cố kết giảm trong mỗi đợt đắp : Rãnh cát có tác dụng gia cố nền đất yếu.
- So sánh giữa có và không có rãnh cát (H.16) nhận thấy thời gian cố kết và độ lún của hai trường hợp không chênh lệch nhiều, do đó để kinh tế có thể chọn phương án không rãnh cát.
- So sánh giữa có dùng vải địa kỹ thuật và không dùng vải (H.13) và hệ số an toàn (bảng 4) nhận thấy không dùng vải, công trình vẫn đạt độ an toàn cho phép.
- So sánh độ lún sau mỗi đợt đắp 30, 60 ngày ... (H.6) và áp lực lỗ rỗng thặng dư (H.7) nhận thấy rằng để rút ngắn thời gian thi công, chọn mỗi đợt đắp 50cm và thời gian cố kết 30 ngày là hợp lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bauduin C.M., De Vos M., Vermeer P.A., “Back analysis of staged embankment failure: the case study Streefkerk”
2. Bergado, Chai, Muira và Balasubramaniam, “PVD improvement of soft Bangkok clay”
3. Bùi Đức Hợp, “ Ứng dụng vải và lưới địa kỹ thuật trong xây dựng công trình”
4. Vermeer P.A., “The Vaasa trial embankment”, bulletin no. 7,8,9