

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI TP.HCM

----- oOo -----

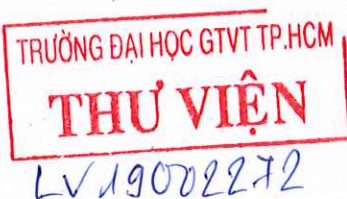
PHẠM THỊ HÀ LINH

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG TƯỜNG CỬ NHỰA PVC
BẢO VỆ BỜ SÔNG TRONG ĐIỀU KIỆN
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU Ở TP. HCM

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

CHUYÊN NGÀNH: XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY

MÃ SỐ: 60580202

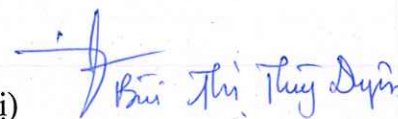


HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
TS. BÙI THỊ THÙY DUYÊN

TP. HCM, 12 - 2017

**LUẬN VĂN ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

Cán bộ hướng dẫn khoa học : TS. Bùi Thị Thùy Duyên
(Ghi rõ họ, tên, học hàm, học vị)



Cán bộ chấm nhận xét 1 : TS. Bùi Quang Nhung
(Ghi rõ họ, tên, học hàm, học vị)



Cán bộ chỉ nhận xét 2 : TS. Phạm Ngọc Thạch
(Ghi rõ họ, tên, học hàm, học vị)



Luận văn th được bảo vệ tại Trường Đại học Giao thông vận tải Tp. Hồ Chí Minh
ngày 06 tháng 01 năm 2018

Thành phần Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ gồm:


(Ghi rõ họ, tên, học hàm, học vị của Hội đồng chấm bảo vệ luận văn thạc sĩ)

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. PGS.TS Nguyễn Bá Hoàng | Chủ tịch Hội đồng; |
| 2. TS. Bùi Quang Nhung | Ủy viên, phản biện; |
| 3. TS. Phạm Ngọc Thạch | Ủy viên, phản biện; |
| 4. TS. Vũ Xuân Dũng | Ủy viên; |
| 5. TS. Vũ Văn Nghi | Ủy viên, thư ký; |

Xác nhận của Chủ tịch Hội đồng đánh giá luận văn và Trưởng Khoa quản lý chuyên ngành sau khi luận văn đã được sửa chữa.

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

TRƯỞNG KHOA KTXD CTGT



PGS.TS. Nguyễn Bá Hoàng



TS. Nguyễn Quốc Hiến

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, dưới sự hướng dẫn của TS. Bùi Thị Thùy Duyên. Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong các công trình nào khác. Các tài liệu tham khảo trong luận văn đều có cơ sở khoa học và có nguồn gốc hợp pháp.

Học Viên**Phạm Thị Hà Linh**

LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian học tập và nghiên cứu tại Viện đào tạo Sau Đại học trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh, dưới sự hướng dẫn và giúp đỡ tận tình của các thầy cô giáo, các bạn cùng lớp tôi đã tích lũy cho mình một số kiến thức nhất định về chuyên ngành Xây dựng Công trình thủy và đã được giao đề tài luận văn Thạc sỹ *“Nghiên cứu ổn định và biến dạng của hệ tường cừ nhựa PVC bảo vệ bờ sông trong điều kiện biến đổi khí hậu ở TP. Hồ Chí Minh”*.

Đề tài của tôi đã được hoàn thành với các nội dung như đã đề ra trong đề cương với sự nỗ lực cố gắng của bản thân và sự hướng dẫn tận tình của cô TS. Bùi Thị Thùy Duyên. Song do thời gian hạn hẹp cũng như hạn chế về kiến thức và kinh nghiệm nên không thể tránh khỏi những thiếu sót nhất định mà bản thân còn mắc phải. Tôi rất mong được sự góp ý, thông cảm của quý thầy, cô giáo và các bạn đồng nghiệp để đề tài được hoàn thiện hơn.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy, cô giáo khoa Công trình giao thông, Viện đào tạo Sau Đại học trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh, cảm ơn các cơ quan đã tạo điều kiện để tôi có thể hoàn thành tốt công việc của mình. Đặc biệt xin gửi lời cảm ơn chân thành đến cô TS. Bùi Thị Thùy Duyên đã trực tiếp hướng dẫn luận văn.

Tôi cũng xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, đồng nghiệp và bạn bè đã tạo mọi điều kiện tốt nhất để cho tôi hoàn thành luận văn thạc sỹ này. Xin trân trọng cảm ơn!

TÓM TẮT

Nhiều năm qua, TP.HCM đã đầu tư nhiều tiền của và công sức cho vấn đề phòng chống sạt lở bờ sông, như nâng cấp hệ thống thoát nước thành phố, khơi thông kênh rạch, kiên cố hóa bờ sông. Song, thực tế tình trạng sạt lở bờ sông, ngập lụt do biến đổi khí hậu và triều cường càng phát triển lan rộng. Nhiều hội nghị, hội thảo về giải pháp xử lý chống sạt lở bờ sông ở TP.HCM đã được tiến hành, các giải pháp chủ yếu là xây dựng công trình kè bản cọc cắm sâu vào lớp đất tốt.

Tường cọc bản là một trong các giải pháp kiên cố hóa bờ sông mà các nước trên thế giới hiện đang sử dụng. Lâu nay các loại tường cọc bản thường được sử dụng chủ yếu là cừ bản gỗ, cừ bản thép, cừ bản bê tông cốt thép. Tuy nhiên, các loại cừ này đều có những nhược điểm như cừ bản gỗ thường có thời gian sử dụng ngắn và nguyên liệu ngày càng hiếm do rừng bị cạn kiệt; cừ thép hoặc bê tông cốt thép vừa nặng nề khó thi công, vừa dễ bị ăn mòn ở các vùng đất mặn, đất phèn... Từ năm 2010 đến nay, giải pháp cừ bản nhựa đã được áp dụng ở một số công trình cống ngăn triều Bình Triệu, Bà Chiểu, Gò Dưa... ở Thành phố Hồ Chí Minh.

Tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây chỉ tập trung vào kết cấu dạng tường cọc bản bê tông cốt thép, như xác định chiều dài cọc, sau đó là ổn định và biến dạng của hệ tường bản cọc. Thêm vào đó, các nghiên cứu cũng chưa đánh giá đến các tác động biến đổi khí hậu của riêng khu vực Tp.HCM. Tường cừ nhựa có những ưu điểm về giá cả và giải pháp thi công đơn giản. Tuy nhiên với điều kiện địa chất và tình hình biến đổi khí hậu ở Tp.HCM thì việc sử dụng cừ nhựa cho các công trình bảo vệ bờ sông cần có những nghiên cứu khoa học hơn. Vì vậy việc ***“Nghiên cứu ổn định và biến dạng của hệ tường cừ nhựa PVC bảo vệ bờ sông trong điều kiện biến đổi khí hậu ở TP. Hồ Chí Minh”*** là hết sức cần thiết, việc nghiên cứu đề tài có ý nghĩa thực tiễn cao, kết quả nghiên cứu làm cơ sở cho việc quy hoạch tổng thể, định hướng công tác quản lý, tư vấn thiết kế sử dụng công trình hệ tường cừ bản nhựa PVC.

Luận văn đưa ra hai kịch bản ứng với điều kiện biến đổi khí hậu là mưa lớn kéo dài triều cường dâng cao và chênh lệch mực nước ngầm và sông lớn để nghiên cứu khả năng sử dụng hệ cừ bản PVC tại 3 khu vực địa chất điển hình của Tp.HCM là Thanh Đa, Nhà Bè và Củ Chi. Mô hình tính được xây dựng với phần mềm Plaxis. Kết quả mô phỏng cho thấy tường cừ bản PVC chỉ thích hợp cho vùng địa chất có tầng đất yếu < 10m – như vùng Củ Chi. Việc sử dụng cừ bản PVC cho các vùng có địa chất yếu > 10m cần phải có những nghiên cứu sâu hơn.

MỤC LỤC

| | |
|---|-----|
| LỜI CAM ĐOAN | ii |
| LỜI CẢM ƠN | iii |
| DANH SÁCH HÌNH ẢNH | vii |
| DANH SÁCH BẢNG BIỂU | ix |
| MỞ ĐẦU | 1 |
| CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN | 4 |
| 1.1. Thực trạng sạt lở bờ sông, tình hình biến đổi khí hậu và triều cường tại Thành phố Hồ Chí Minh:..... | 4 |
| 1.1.1. Thực trạng sạt lở bờ sông tại Tp. Hồ Chí Minh | 4 |
| 1.1.2. Tình hình biến đổi khí hậu và triều cường ở Tp. Hồ Chí Minh | 6 |
| 1.2. Đặc điểm đất yếu ven sông TP. Hồ Chí Minh:..... | 8 |
| 1.3. Cừ nhựa PVC và hệ thống công trình tường cừ bản nhựa PVC bảo vệ bờ sông tại một số địa điểm ở TP.Hồ Chí Minh:..... | 10 |
| 1.4. Kết Luận Chương 1 | 12 |
| CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT | 14 |
| 2.1. Tính toán ổn định công trình chắn đất..... | 14 |
| 2.1.1. Lý thuyết C.A. Coulumb | 14 |
| 2.1.2. Tính toán áp lực đất theo lý luận W.J.W.Rankine..... | 15 |
| 2.1.3. Tính toán áp lực đất theo lý thuyết V.V.Xôclovski: | 17 |
| <i>Đánh giá sơ bộ 3 lý thuyết ổn định</i> | 19 |
| 2.2. Các vấn đề liên quan đến tính toán tường chắn đất..... | 19 |
| 2.3. Tính toán ổn định tường cọc bản..... | 21 |
| 2.4. Một vài nét về phần mềm PLAXIS | 25 |
| 2.5. Kết luận Chương 2..... | 26 |

| | |
|---|----|
| CHƯƠNG 3: CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ SÔNG TP.HCM BẰNG TƯỜNG CỬ PVC | 28 |
| 3.1 Sơ lược về 3 khu vực tính toán..... | 28 |
| 3.1.1. Bán Đảo Thanh Đa | 28 |
| 3.1.2. Rạch Vỡ – Xã Trung An- Huyện Củ Chi | 30 |
| 3.1.3. Rạch Dơi – Xã Hiệp Phước – Huyện Nhà Bè | 31 |
| 3.2 Kịch bản tính toán..... | 33 |
| 3.3 Xây dựng mô hình tính toán với Plaxis | 33 |
| 3.3.1. Kè chống sạt lở bán đảo Thanh Đa..... | 33 |
| 3.3.2. Bờ bao Rạch Vỡ – Huyện Củ Chi | 36 |
| 3.4 Tính toán biến dạng chuyển vị cừ: | 38 |
| 3.4.1. Kè chống sạt lở bán đảo Thanh Đa..... | 38 |
| 3.4.2. Bờ bao Rạch Vỡ – Củ Chi | 40 |
| 3.5 Tính toán ổn định..... | 43 |
| 3.5.1. Kè chống sạt lở bán đảo Thanh Đa..... | 43 |
| 3.5.2. Bờ bao Rạch Vỡ – Củ Chi | 45 |
| 3.6. Đánh giá kết quả | 47 |
| KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ | 49 |
| PHỤ LỤC | 51 |
| Phụ Lục A – Vị trí hố khoan địa chất Khu vực Kè Thanh Đa | 51 |
| Phụ Lục B – Chỉ tiêu cơ lý, khí hậu, thủy văn Khu vực Kè Thanh Đa... | 52 |
| Phụ Lục C – Chỉ tiêu cơ lý, khí hậu, thủy văn Khu vực Kè Rạch Dơi... | 55 |
| Phụ Lục D – Chỉ tiêu cơ lý, khí hậu, thủy văn Khu vực Rạch Vỡ | 62 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 65 |

DANH MỤC HÌNH ẢNH

| | |
|---|----|
| Hình 1-1: Sạt lở bờ sông Kinh Lộ, Hiệp Phước – Nhà Bè..... | 5 |
| Hình 1-2: Sạt lở tại bờ sông Sài Gòn – Khu vực Thủ Đức | 5 |
| Hình 1-3: Một số loại cừ bản nhựa..... | 11 |
| Hình 1-4: Công trình bờ bao sông Sài Gòn bằng cừ nhựa uPVC | 14 |
| Hình 1-5: Công trình bằng cừ nhựa uPVC Rạch Nhà Nuôi – Quận 12 | 14 |
| Hình 2-1: Lý thuyết C.A.Coulumb..... | 16 |
| Hình 2-2: Lý thuyết W.J.W Rankine..... | 17 |
| Hình 2-3: Mặt trượt theo thuyết W.J.W Rankine | 27 |
| Hình 2-4: Mặt trượt theo thuyết V.V.Xocolovxki..... | 28 |
| Hình 2-5: Ảnh hưởng của nước ngầm lên tường chắn đất..... | |
| Hình 2-6: Sơ đồ tính toán ổn định chung của công trình theo giả thiết mặt trượt cung tròn | |
| Hình 3-1: Mô hình kè Thanh Đa trong kịch bản mưa lớn liên tục..... | 33 |
| Hình 3-2: Mô hình kè Thanh Đa trong kịch bản mực nước triều thấp | 34 |
| Hình 3-3: Mô hình bờ bao Rạch Vĩ trong kịch bản mưa lớn liên tục | 35 |
| Hình 3-4: Mô hình bờ bao Rạch Vĩ trong kịch bản mực nước triều thấp | 38 |
| Hình 3-5: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ nhựa với kịch bản mưa lớn liên tục tại khu vực Thanh Đa | 39 |
| Hình 3-6: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ thép với kịch bản mức triều thấp nhất tại khu vực Thanh Đa..... | 39 |
| Hình 3-7: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ nhựa với kịch bản mức triều thấp nhất tại khu vực Thanh Đa..... | 39 |
| Hình 3-8: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ thép với kịch bản mưa lớn liên tục tại khu vực Thanh Đa | 39 |

Hình 3-9: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ nhựa
với kích bản mưa lớn liên tục tại khu vực Rạch Vĩ39

DANH MỤC BẢNG BIỂU

| | |
|---|----|
| Bảng 1-1: Bảng so sánh khối lượng thi công tường chắn | |
| Bảng 2-1: Bảng gợi ý hệ số R-inter trong Plaxis..... | |
| Bảng 2-2: Hệ số an toàn cho phép trong các trường hợp tính toán..... | |
| Bảng 3-1: Các thông số đầu vào địa chất bán đảo Thanh Đa..... | 37 |
| Bảng 3-2: Các thông số cừ nhựa khu vực Thanh Đa..... | 40 |
| Bảng 3-3: Các thông số cừ thép khu vực Thanh Đa..... | 41 |
| Bảng 3-4: Các thông số đầu vào địa chất Rạch Vỡ – Củ Chi..... | 37 |
| Bảng 3-5: Các thông số cừ nhựa khu vực Rạch Vỡ | 40 |
| Bảng 3-6: Bảng tổng hợp chuyển vị ngang theo các kịch bản tính toán..... | 58 |
| Bảng 3-7: Bảng tổng hợp hệ số ổn định Ksf theo các kịch bản tính toán | 59 |

MỞ ĐẦU

A. Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu

Trước tình hình mưa bão và ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, các cơ quan chức năng của Thành phố Hồ Chí Minh đã đưa ra dự báo tình hình sạt lở bờ sông, kênh rạch sẽ còn tiếp tục và diễn biến phức tạp hơn trong nhiều năm tới. Địa hình TP. Hồ Chí Minh phần lớn là đất yếu, có nhiều sông ngòi chằng chịt và bị xói lở thường xuyên nên việc nghiên cứu tính toán tường chắn đất ven sông là thực tiễn và thiết yếu. Nhiều hội nghị, hội thảo về giải pháp xử lý chống sạt lở bờ sông ở TP.HCM đã được tiến hành, các giải pháp chủ yếu là xây dựng công trình kè bản cọc cắm sâu vào lớp đất tốt.

Tường cọc bản là một bộ phận trong hệ thống tường chắn đất mà các nước trên thế giới hiện đang sử dụng chủ yếu là cho các công trình bên cảng; bảo vệ bờ sông, vùng ven biển; tầng hầm của các nhà cao ốc; các công trình ngầm; các công trình chống đỡ tạm thời trong lúc xây dựng ... Đây là một hệ thống tường chắn chủ yếu chịu lực tác dụng theo phương ngang gây ra bởi lớp đất đắp, đất tự nhiên, và tải trọng bên trên. Lâu nay các loại tường cọc bản thường được sử dụng chủ yếu là cừ bản gỗ (ván cừ), cừ bản thép, cừ bản bê tông... Tuy nhiên, các loại cừ này đều có những nhược điểm như cừ bản gỗ thường có thời gian sử dụng ngắn và nguyên liệu ngày càng hiếm do rừng bị cạn kiệt; cừ thép hoặc bê tông cốt thép vừa nặng nề khó thi công, vừa dễ bị ăn mòn ở các vùng đất mặn, đất phèn... Từ năm 2010 đến nay, giải pháp cừ bản nhựa đã được áp dụng ở một số công trình công ngăn triều Bình Triệu, Bà Chiểu, Gò Dưa... ở Tp.HCM.

Từ trước đến nay các nghiên cứu chỉ tập trung vào kết cấu dạng tường cọc bản bê tông cốt thép, như xác định chiều dài cọc, sau đó là ổn định và biến dạng của hệ tường bản cọc. Thêm vào đó, các công trình nghiên cứu chưa đánh giá đến các tác động biến đổi khí hậu như mưa lớn kéo dài, chênh lệch mực nước lớn của riêng khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Vì vậy học viên chọn đề tài *“Nghiên cứu ổn định và biến dạng của hệ tường cừ nhựa PVC bảo vệ bờ*

sông trong điều kiện biến đổi khí hậu ở TP. Hồ Chí Minh” làm luận văn thạc sĩ kỹ thuật của mình.

B. Mục đích và nội dung nghiên cứu

B1. Mục đích nghiên cứu

Mục đích của luận văn là nghiên cứu ổn định và biến dạng của hệ tường cừ nhựa PVC bảo vệ bờ sông trên nền đất yếu ở Thành phố Hồ Chí Minh theo các kích bản mưa kéo dài, chênh lệch mực nước lớn.

B2. Nội dung nghiên cứu

Để đạt được các mục đích trên, các nội dung nghiên cứu của đề tài bao gồm:

- Phân tích đặc điểm đất yếu, tình hình sạt lở bờ sông và hệ thống kè bảo vệ bờ ở TP.HCM.
- Nghiên cứu các giải pháp tính toán ổn định và biến dạng tường cọc bản.
- Biến đổi khí hậu ở Tp.HCM.
- Nghiên cứu khả năng ứng dụng tường nhựa PVC không neo với các kích bản biến đổi khí hậu tại Tp.HCM.

C. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp kế thừa các kết quả nghiên cứu về sạt lở bờ, về công trình bảo vệ bờ.

Phương pháp phân tích, xử lý thông kê có chọn lọc các số liệu về địa hình, địa chất, thủy văn khu vực nghiên cứu để tính toán ổn định và biến dạng công trình tường cọc bản.

Sử dụng phần mềm Plaxis tính toán ổn định và biến dạng của hệ tường cừ PVC.

D. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

D1. Ý nghĩa khoa học

Xác định cơ sở khoa học, tính hiệu quả của công trình bảo vệ bờ sông dạng tường cọc bản nhựa PVC.

D2. Ý nghĩa thực tiễn

Bờ sông ở một số khu vực của Thành phố đang bị sạt lở, xu thế sạt lở sẽ tiếp diễn nghiêm trọng hơn trong tương lai; vì vậy việc nghiên cứu đề tài có ý nghĩa thực tiễn cao, kết quả nghiên cứu làm cơ sở cho việc quy hoạch tổng thể, định hướng công tác quản lí, tư vấn thiết kế sử dụng công trình hệ tường cừ bản nhựa PVC.

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN

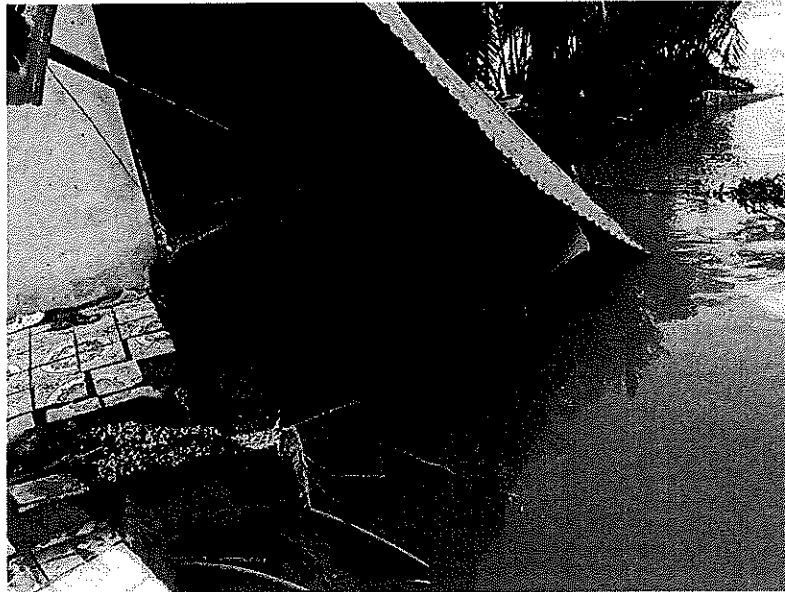
1.1. Thực trạng sạt lở bờ sông, tình hình biến đổi khí hậu và triều cường tại Thành phố Hồ Chí Minh:

TP.HCM được xếp vào loại thành phố lớn trên thế giới, với diện tích khoảng 2 triệu km², với dân số hơn 7 triệu người, được tổ chức thành 24 đơn vị hành chính, gồm: 19 quận và 5 huyện (tài liệu năm 2009)^[1]. Với vị trí địa lý và điều kiện tự nhiên tương đối thuận lợi, TP.HCM có nhiều loại hình giao thông: Đường sắt, đường bộ, đường thủy (sông, biển) và đường hàng không. Thành phố được xác định là trung tâm kinh tế, trung tâm giao dịch quốc tế và du lịch của nước ta. Là đầu mối giao thông thuận lợi để giao lưu khu vực phía Nam, trong nước và quốc tế.

Nhiều năm qua, TP.HCM đã đầu tư nhiều tiền của và công sức cho vấn đề phòng chống sạt lở bảo vệ bờ, như nâng cấp hệ thống thoát nước thành phố, khơi thông hệ thống kênh rạch, góp phần thoát nước và làm đẹp, trong sạch môi trường thành phố. Song, thực tế tình trạng sạt lở bờ sông, ngập lụt do biến đổi khí hậu và triều cường càng phát triển lan rộng.

1.1.1. Thực trạng sạt lở bờ sông tại Tp. Hồ Chí Minh

Theo báo cáo 2777/BC - SGTVT ngày 05/6/2017 của Sở Giao Thông Vận Tải Thành phố Hồ Chí Minh, hiện nay trên địa bàn thành phố có 40 vị trí sạt lở bờ sông (Q.2, Thủ Đức, huyện Nhà Bè, Cần Giờ...), trong đó có 23 điểm đặc biệt nguy hiểm, 16 điểm nguy hiểm và 1 điểm sạt lở cấp độ bình thường. Theo đó, Huyện Nhà Bè có nhiều điểm sạt lở nhất (16 điểm) và có đến 11 điểm sạt lở đặc biệt nguy hiểm. Kế đến là Q.2, Q.Thủ Đức và H.Cần Giờ, mỗi địa phương có 5 điểm sạt lở (hơn một nửa là điểm sạt lở đặc biệt nguy hiểm)^[2] dễ gây thiệt hại đến tài sản, tính mạng của người dân trong khu vực và an toàn giao thông thủy. Đêm 26/6/2017, một vụ sạt lở nghiêm trọng đã xảy ra tại khu vực ven sông Kinh Lộ, đoạn gần cầu Kinh Lộ thuộc xã Hiệp Phước, huyện Nhà Bè, TP.HCM. Đoạn sạt lở có chiều dài ven sông khoảng 50m, ăn sâu vào ít nhất 20m của 5 căn nhà và làm 3 căn nhà khác tại khu vực này bị ảnh hưởng.



1-1: Sạt lở bờ sông Kinh Lộ, Hiệp Phước - Nhà Bè

(Nguồn: Báo Người lao động)

Tại Quận Thủ Đức, 23g00 đêm 01/7/2015, một đoạn bờ sông Sài Gòn có diện tích khoảng 2.000m² ở cuối đường số 7 (khu phố 4, phường Hiệp Bình Phước, quận Thủ Đức) đã bất ngờ sạt lở hậu quả 2 căn nhà, 1 xe máy xúc, 1 xe ben bị cuốn trôi xuống sông. Ngoài ra, khoảng 100m chiều dài của đường số 7, một đoạn bờ tường rào và nhiều trụ điện cũng bị nước cuốn trôi.



1-2: Sạt lở tại bờ sông Sài Gòn, Khu vực Thủ Đức

(Nguồn: Báo Dân trí)

1.1.2. Tình hình biến đổi khí hậu và triều cường ở Tp.Hồ Chí Minh

Xét về điều kiện thủy văn: Tp.HCM nằm ở vùng lưu vực hệ thống sông Đồng Nai - Sài Gòn, chế độ thủy văn - thủy lực của kênh rạch, sông ngòi không những chịu ảnh hưởng của địa hình thành phố (phần lớn thấp dưới 2m), chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều biển đông mà còn chịu tác động rất rõ nét của việc khai thác các hồ bậc thang ở thượng lưu hiện nay và trong tương lai như các hồ chứa Trị An, Dầu Tiếng, Thác Mơ... Hệ thống sông rạch chằng chịt với tổng chiều dài 7.955 km. Tổng diện tích mặt nước chiếm 16%. Phần địa hình thấp trũng có độ cao dưới 2m và mặt nước chiếm 61% diện tích tự nhiên, lại nằm trong vùng cửa sông với nhiều công trình điều tiết lớn ở thượng nguồn nên nguy cơ ngập úng lớn.

Do trong năm có 2 mùa chính là mùa mưa và mùa khô, nên chế độ dòng chảy ở 2 hệ thống sông Sài Gòn và sông Đồng Nai cũng hình thành 2 chế độ dòng chảy tương ứng. Đồng thời do tác động của biển Đông nên các sông rạch của vùng nội thành TP.HCM chịu ảnh hưởng triều cường một cách mạnh mẽ và quanh năm. Chế độ bán nhật triều ở Tp.HCM có đặc điểm như sau:

- Dao động ngày: Ngày 2 lần triều lên và 2 lần triều xuống, đỉnh triều lùi so với ngày trước là 50 phút.
- Dao động tuần trăng: Trong tháng có 2 lần triều lên (ngày 27 tháng trước và ngày mùng 5 tháng sau và từ 13-18 Âm lịch).
- Dao động mùa: Triều cường vào mùa Xuân (các tháng 10,11,12,1 Dương lịch) thời kỳ này được tăng cường bởi dòng lũ mùa mưa trên địa bàn nội thành, nên triều cường thường kéo dài từ tháng 9 đến tháng 1 Dương lịch.

Về lượng mưa: Tổng lượng mưa trung bình TP.HCM khá cao từ 1.800mm đến 2.700mm, tập trung vào 7 tháng, từ tháng Năm đến tháng Mười Một chiếm tới 90% lượng mưa.

Về chế độ thủy văn: Do trong năm có 2 mùa chính mùa mưa và mùa khô, nên chế độ dòng chảy ở 2 hệ thống sông Sài Gòn và sông Đồng Nai cũng hình

thành 2 chế độ dòng chảy tương ứng. Đồng thời do tác động của biển Đông nên các sông rạch của vùng nội thành TP.HCM chịu ảnh hưởng triều cường một cách mạnh mẽ và quanh năm. Đây là chế độ bán nhật triều thể hiện qua các dao động:

- Dao động ngày: Ngày 2 lần triều lên và 2 lần triều xuống, đỉnh triều lùi so với ngày trước là 50 phút.

- Dao động tuần trăng: Trong tháng có 2 lần triều lên (ngày 27 tháng trước và ngày mùng 5 tháng sau và từ 13-18 Âm lịch).

- Dao động mùa: Triều cường vào mùa Xuân (các tháng 10,11,12,1 Dương lịch) thời kỳ này được tăng cường bởi dòng lũ mùa mưa trên địa bàn nội thành, nên triều cường thường kéo dài từ tháng 9 đến tháng 1 Dương lịch.

Về kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng:

Theo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường cho biết, số liệu trong giai đoạn 1993-2014 như sau:

- Mức nước biển trung bình toàn biển đông có xu hướng tăng ($4,05 \pm 0,6\text{mm/năm}$);

- Mức nước trung bình khu vực ven biển Việt Nam có xu hướng tăng $3,5 \pm 0,7\text{mm/năm}$;

- Mức nước biển khu vực Trung bộ mạnh nhất ($5,6\text{mm/năm}$);

- Mức nước biển khu vực ven biển Vịnh bắc bộ có mức tăng thấp nhất 2.5mm/năm .

Theo ICEM – Trung tâm quản lý môi trường Quốc tế, hiện tại có 154 xã phường của TP.HCM đã chịu ngập úng thông thường. Đến năm 2050, dự báo con số này sẽ lên đến 177, chiếm 61% diện tích thành phố. Đặc biệt, khi xuất hiện bão thì 30 xã nữa sẽ bị ảnh hưởng, chiếm 71% diện tích thành phố. Có nghĩa là sẽ có gần 142.000 ha bị ngập úng vào năm 2050 khi có bão bất thường. Ngập úng thông thường xảy ra hàng ngày do thủy triều lên xuống và theo mùa do mưa lớn, bão và triều cường mạnh trong suốt đợt gió mùa. Điều đáng quan

ngại nhất chính là những cơn mưa do gió mùa Tây Nam sẽ là mối đe dọa lớn nhất gây ra ngập úng cục bộ. Chương trình Mục tiêu Quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu của Việt Nam dự báo hiện tượng nóng lên toàn cầu sẽ làm nhiệt độ ở Việt Nam tăng từ 1- 2 độ C vào năm 2050 và 1,5 - 2,5 độ C vào năm 2070. Mực nước biển cũng sẽ dâng cao thêm 30 - 35 cm năm 2050 và 40 - 50 cm năm 2070. Cho tới năm 2100, nhiệt độ có thể tăng thêm 3 độ C và mực nước biển tăng 60 - 70 cm. Theo nghiên cứu của ICEM, ngập úng làm hư hại đường sá, cầu cống, cản trở giao thông.

Qua nghiên cứu tình hình về điều kiện khí hậu, thủy văn khu vực TP.HCM; kết quả quan trắc hiện tượng lún sụt, kịch bản nước biển dâng tại Việt Nam; có thể nói cuối thế kỷ này toàn bộ những vùng đất có độ cao nhỏ hơn 4m tại TP.HCM có nguy cơ ngập nước và những phần diện tích xây dựng không thuận lợi chiếm tới 60-70% tổng diện tích tự nhiên của thành phố.

Do đó, xây dựng chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu là việc làm hết sức cấp thiết. Tại hội thảo, nhiều giải pháp cũng được các chuyên gia đưa ra như xây dựng đê kè dọc sông, kể cả đê gắn với hệ thống kiểm soát lũ lụt; quản lý và phục hồi hệ sinh thái ngập mặn Cần Giờ; tái tổ chức trồng rừng đầu nguồn cho lưu vực sông Đồng Nai; phục hồi khả năng điều tiết nước của hệ thống kênh rạch; bảo vệ và phục hồi các vùng ngập nước đô thị...

1.2. Đặc điểm đất yếu ven sông TP. Hồ Chí Minh:

Thành phố Hồ Chí Minh thuộc châu thổ sông Sài Gòn. Đường sông phát triển mạnh, mạng lưới rạch sông chằng chịt đan xen nhau, độ cao mặt đất tự nhiên trong khoảng 0,56 – 1,85m. Sông nước bị ảnh hưởng chế độ nhật triều, thủy triều lên xuống sáng, chiều trong 1 ngày. Lúc triều lên, một phần đất tự nhiên chìm dưới mực thủy triều.

Căn cứ vào địa chất, địa tầng cho thấy, cấu tạo địa tầng của khu vực này thuộc kỷ Đệ Tứ thời đại Tân Sinh và thời kỳ Tân Cận địa chất bồi đắp mà thành, tổng cộng phân thành 6 lớp đất tự nhiên. Lớp 1 và lớp 2 gồm bùn lầy đất dày ước độ sâu 20-30m, có hàm lượng chất hữu cơ cao, chứa lượng nước cao đạt

khoảng 85-104%, tỉ lệ rỗng xốp 2.283 ~ 2.864, thuộc loại đất nền quá yếu có tính nén lún rất cao, chỉ số tính lỏng IL cao, đạt 1.85, đã cho thấy rõ cấu tạo đất tự nhiên ở vào trạng thái bồi đắp từ các dòng chảy mạnh. Do đó cần phải tiến hành gia cố với nền đất yếu, mới có thể đáp ứng nhu cầu chịu tải khi xây dựng các công trình^[4]

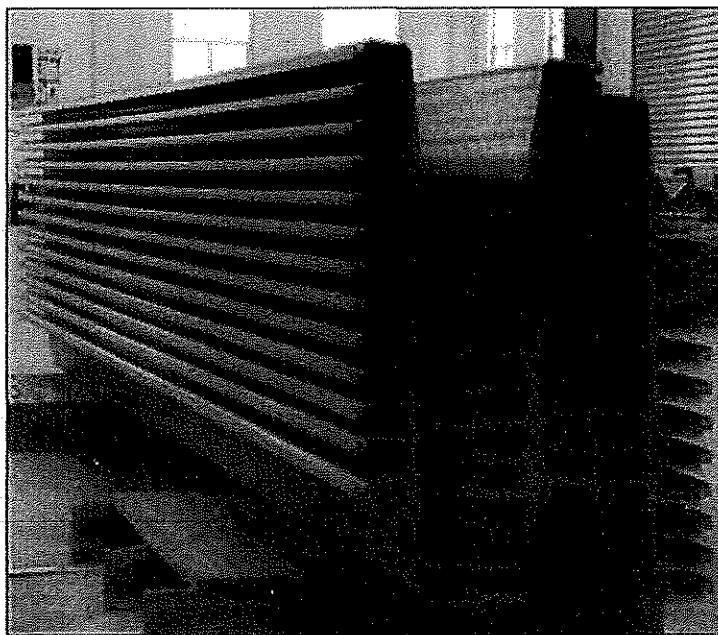
Các lớp đất yếu phân bố rộng rãi ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh bao gồm các quận huyện ven và cả nội thành như: Quận Bình Thạnh, quận 2, quận 6, quận 7, quận 8, quận 4, huyện Nhà Bè, huyện Cần Giờ và các tràm tích thuộc loại sét yếu bão hòa nước cũng có mặt hầu hết ở các tỉnh thuộc đồng bằng sông Cửu Long. Tùy từng nơi, các lớp đất yếu có chiều dày khác nhau. Ở các vùng rìa đồng bằng thường có chiều dày từ 5, 10m, ở trung tâm đồng bằng và gần ven biển có chiều dày 10, 30m, có nơi có chiều dày từ 20, 50m. Các lớp đất yếu thường gặp là: á cát, á sét, sét, bùn á sét, bùn sét, đất than bùn, đất dạng than bùn có chứa tạp chất hữu cơ. Đặc biệt các loại đất nói trên thường bị nhiễm phèn, nhiễm mặn vùng ven biển. Các loại đất này chứa một loại dung dịch acid sulfat (có nồng độ pH = 2.06 , 2.54) ở trạng thái tự nhiên, chúng có sức chống cắt bé, hệ số nén lún lớn, hệ số thấm nước bé.

Các vùng đất yếu ở thành phố Hồ Chí Minh thấy tập trung ở: một phần quận Bình Thạnh, quận 6, quận 2, quận 8, quận 7, quận 4, cảng Hiệp Phước - Nhà Bè, huyện Bình Chánh, huyện Nhà Bè, huyện Cần Giờ.

Các lớp đất yếu thường gặp là bùn sét, bùn á sét, bùn á cát, có nơi là đất than bùn, cát mịn (thấy có ở rải rác khu vực Bến Than, quận Bình Thạnh, khu vực Nhà Bè và Cần Giờ). Các lớp đất yếu có chiều dày khác nhau: ở các vùng ven miền Đông thường có chiều dày 5 - 10m, ở trung tâm và vùng ven biển có chiều dày 10 - 30m, ở huyện Cần Giờ, Nhà Bè có chỗ lớp đất yếu dày tới 30 - 50m. Các lớp đất yếu thường có màu xám, xám đen, xám nâu, nâu đỏ và xám đậm.

1.3. Cờ nhựa PVC và hệ thống công trình tường cờ bản nhựa PVC bảo vệ bờ sông tại một số địa điểm ở TP.Hồ Chí Minh:

PVC là một loại Nhựa Vinylclorua tổng hợp không hóa dẻo, độ bền cao, chịu được va đập, không bị oxy hóa, không co ngót, không biến dạng theo thời gian. Đây là loại vật liệu khá mới tại các nước Đông Nam Á, nhưng đã được ứng dụng phổ biến trong công nghiệp xây dựng tại các nước tiên tiến^[5]



1-3: Cờ bản nhựa trong nhà máy

So với cờ thép và cờ bê tông, cờ bản nhựa uPVC có những đặc tính vượt trội như sau:

- Có độ ổn định và tính cơ lý cao
- Bền với môi trường, chịu được phèn mặn, hóa chất, nước biển, nước ô nhiễm.
- Chịu va đập tốt, không thấm nước
- Trọng lượng nhẹ, dễ vận chuyển với chi phí thấp, dễ cắt khoan.
- Vật liệu bền chắc, tuổi thọ đến trên 50 năm.
- Phù hợp khí hậu Việt Nam.

Bảng 1-1: Bảng so sánh khối lượng thi công tường chắn
(Nguồn: Website công ty nhựa Đạt Hòa dathoa.com.vn)

| BẢNG SO SÁNH KHỐI LƯỢNG CÔNG VIỆC THI CÔNG TƯỜNG CHẮN | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|
| CÔNG VIỆC | TƯỜNG CHẮN BÊ TÔNG | TƯỜNG CHẮN CỨ BẢN NHỰA |
| Giải tỏa mặt bằng thi công | Có 100% | Có, tùy công trình |
| Ngăn dòng để tạm chặn nước triều | Có, do bờ kè bị hỏng, để đúc bê tông | Không cần |
| Đào rãnh đất để đúc bê tông | Có | Không |
| Đóng cừ tràm chắn móng | Có (16 cây/m dài) | Không |
| Đúc bê tông tường chắn | Có | Không |
| Lắp rãnh đào | Có | Không |
| Đổ đất nới rộng chân, nâng cao công trình tường chắn | Có | Có |
| Khởi thông dòng chảy nguyên trạng | Có | Không |
| Số công đoạn cần thực hiện | 8 | 3 |
| Khả năng thi công trong điều kiện ngập nước, bùn lầy | Không | Có |

Từ những ưu điểm kỹ thuật và năng lực thích ứng điều kiện thực tế, cừ bản nhựa PVC đã được ứng dụng rộng rãi tại các công trình chống ngập chống sạt lở tại TP. HCM:

- Công trình thí điểm tại Cầu Ngang, Gò Dưa (Thủ Đức)
- Công trình kè bờ hồ cừ bản nhựa tại công viên văn hoá Đầm Sen.
- Công trình bờ kè chống sạt lở ở Thanh Đa.
- Và hàng loạt công trình hiệu quả trên địa bàn quận Bình Thạnh, huyện Củ Chi, Quận 12, quận Thủ Đức như bờ bao rạch Hương Việt, rạch Nhà Nuôi, Nhà Việt...



1-4: Công trình bờ bảo sông Sài Gòn bằng cừ nhựa PVC – Phường 28, Quận Bình Thạnh (Nguồn: Báo Nhân dân)



1-5: Công trình bằng cừ nhựa PVC Rạch Nhà Nuôi – Phường Thạnh Xuân, Quận 12 (Nguồn: Báo Vietnamnet)

1.4. Kết Luận Chương 1

Thực trạng sạt lở bờ vùng Tp.HCM và các giải pháp công trình đặc biệt là dạng công trình bảo vệ bờ sông bằng cừ nhựa PVC đã được phân tích trong Chương 1. Từ kết quả phân tích trên có thể thấy rằng việc tìm ra giải pháp công trình bảo vệ bờ sông ở Tp.HCM vừa đảm bảo kỹ thuật vừa kinh tế là hết sức quan trọng. Cừ nhựa là một trong những giải pháp công trình được sử dụng rộng rãi trong nhiều năm gần đây. Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện tuy nhiên vẫn còn những điểm chưa rõ khi thực hiện việc xây dựng công trình bảo vệ bờ với cừ nhựa chẳng hạn như với địa chất như thế nào thì sử dụng được cừ nhựa, chiều dài cừ nhựa như thế nào hợp lý trong điều kiện biến đổi khí hậu ở Tp.HCM.

Nghiên cứu phương pháp tính toán tải trọng tác dụng lên tường chắn đất, các dạng mặt trượt gây mất ổn định của nền là công việc cần thiết trong luận văn. Nội dung này được tìm hiểu ở Chương 2. Nghiên cứu việc sử dụng cừ PVC cho công trình bảo vệ bờ khu vực Tp.HCM qua phân tích ổn định và biến dạng của đê được thực hiện với Plaxis sẽ trình bày trong Chương 3.

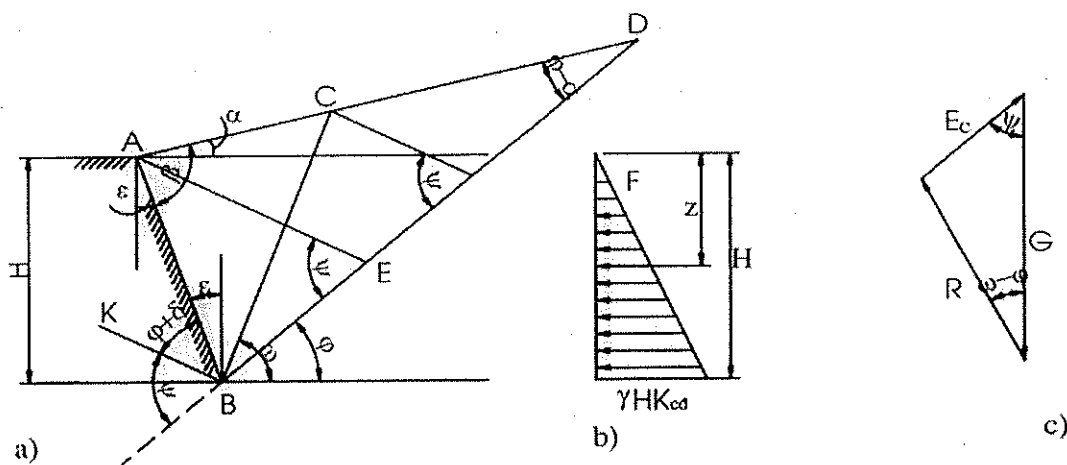
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Tính toán ổn định công trình chắn đất

Tường chắn là kết cấu công trình dùng để giữ khối đất đắp hoặc vai hố đào sau tường khỏi bị sạt trượt. Tường chắn đất được sử dụng rộng rãi trong các ngành xây dựng, thủy lợi, giao thông. Khi làm việc lưng tường chắn tiếp xúc với khối đất sau tường và chịu tác dụng của áp lực đất. Mặt ổn định của các công trình tường chắn đất chủ yếu gây ra bởi áp lực đất. Bài toán kiểm tra ổn định tường chắn đất chính là xét điều kiện cân bằng của khối đất bao gồm cả tường chắn đất, xác định mặt trượt của khối đất dưới tác dụng của ngoại lực

2.1.1. Lý thuyết C.A. Coulomb

Do tính phức tạp trong tính toán của xu hướng xem mặt trượt là mặt cong hay mặt hỗn hợp, hơn nữa kết quả cũng không sai khác nhiều so với xu hướng xem mặt trượt là mặt phẳng của C.A.Coulomb, nên trong phần này chỉ trình bày xu hướng xem mặt trượt là mặt phẳng.



2-1: Lý Thuyết C.A. Coulomb

Lý thuyết áp lực đất lên tường chắn của C.A.Coulomb dựa trên cơ sở của các giả thiết sau đây:

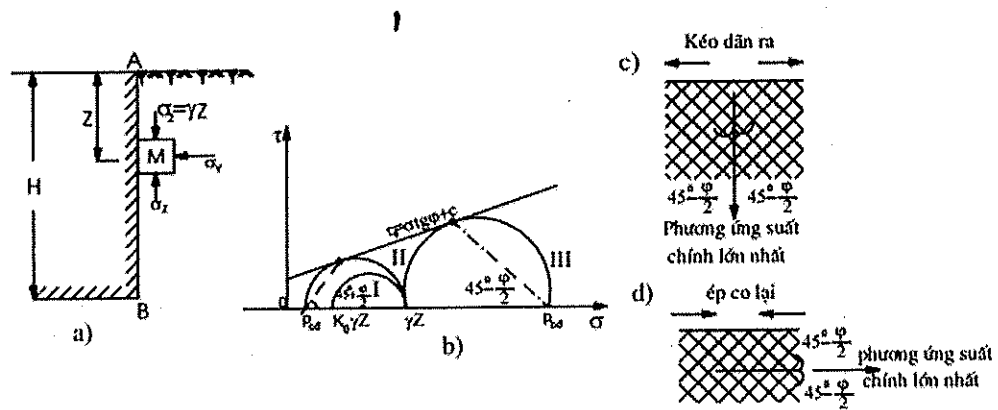
- Tường tuyệt đối cứng không biến dạng, mặt trượt là mặt phẳng.

- Lãng thể trượt xem như một khối rắn tuyệt đối được giới hạn bằng hai mặt trượt: mặt phát sinh trong khối đất và mặt lưng tường. Giả thiết này cho phép ta thay các lực thể tích và lực bề mặt tác dụng lên lãng thể trượt bằng các lực tương đương như trọng lượng G của lãng thể trượt, phản lực R từ khối đất bất động và phản lực E từ phía tường.

- Xét khối đất trượt ở trạng thái cân bằng giới hạn, nghĩa là trạng thái ứng với thời điểm bắt đầu trượt. Nếu gọi ε là góc nghiêng của lưng tường so với phương thẳng đứng và ω là góc hợp bởi mặt trượt giả thiết nào đó với phương nằm ngang thì (i) – dưới tác dụng áp lực đất chủ động có thể xảy ra trượt, vùng trượt giới hạn bởi hai mặt trượt AB và BC -lãng thể trượt ABC , hình 2.1a. Với giả thiết này cho phép ta thừa nhận các góc lệch của các phản lực tại các mặt trượt bằng góc ma sát trong φ (giữa khối đất bất động và lãng thể trượt) và góc ma sát ngoài δ (giữa đất và lưng tường) đồng thời đa giác lực (G, E_c, R) khép kín (hình 2.1c); (ii) – Nếu dưới tác dụng của lực ngoài, khi vượt quá trạng thái cân bằng giới hạn bị động, thì đất sau tường có khả năng bị trượt theo mặt trượt BC và BA , hình 2.1a.

2.1.2. Tính toán áp lực đất theo lý luận W.J.W.Rankine.

Dựa vào trạng thái ứng suất trong vật thể bán không gian vô hạn và điều kiện cân bằng giới hạn tại một điểm trong bán không gian đó W.J.W.Rankine đã đề ra phương pháp tính toán áp lực đất chủ động và bị động của đất lên tường bỏ qua ma sát giữa đất và tường, nghĩa là ứng suất phân bố trên mặt tiếp xúc giữa đất và tường trong trường hợp có tường và không có tường như nhau.



2-2: Lý thuyết W.J.W Rankine

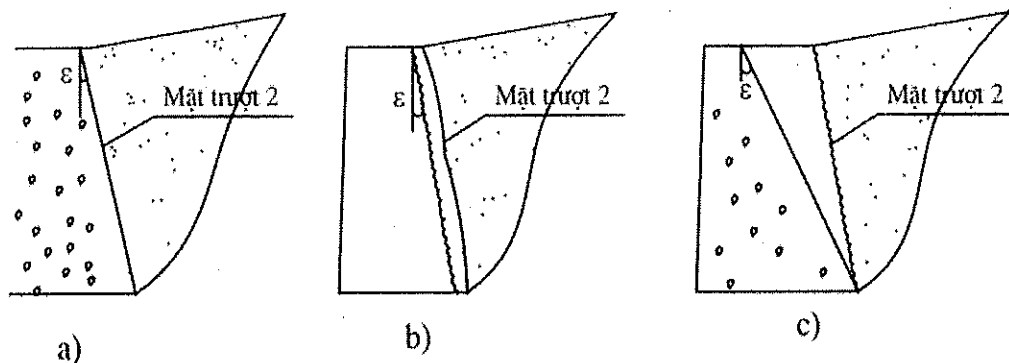
Khi tường dịch chuyển ra ngoài khối đất, thì khối đất bị kéo giãn ra phía hông do đó ứng suất của mặt phẳng nằm ngang σ_z không thay đổi, còn ứng suất pháp của mặt phẳng đứng σ_y sẽ bị giảm dần, cho đến khi đạt thỏa mãn điều kiện cân bằng giới hạn thì dừng lại (gọi là trạng thái chủ động Rankine), lúc đó σ_y đạt cực tiểu, còn $\sigma_z = \gamma.z$ là ứng suất chính lớn nhất. Vòng tròn Mohr II (hình 2.2.b). được dựng từ các ứng suất trên sẽ tiếp xúc với đường bao cường độ chống cắt của Coulomb, nếu đất giãn ra tiếp thì chỉ có thể dẫn đến trạng thái chảy dẻo chứ không làm thay đổi trạng thái ứng suất đó.

Khi tường dịch chuyển về phía khối đất, thì khối đất sẽ bị ép lại từ hai phía hông thì ứng suất pháp của mặt phẳng đứng σ_y không ngừng tăng lên, còn σ_z không đổi, cho đến khi khối đất thỏa mãn điều kiện cân bằng giới hạn (gọi là trạng thái bị động của Rankine) thì σ_y đạt giá trị cực đại, còn $\sigma_z = \gamma.z$ là ứng suất chính nhỏ nhất. Vòng tròn Mohr dựng từ hai giá trị ứng suất này là vòng III (hình 2.2.b) tiếp xúc với đường bao Coulomb. Do khi khối đất ở trạng thái giới hạn chủ động, mặt ứng suất chính lớn nhất là mặt phẳng ngang cho nên mặt trượt làm với mặt phẳng đứng một góc $(45 - \varphi / 2)$ còn khi khối đất ở trạng thái cân bằng bị động thì mặt ứng suất chính lớn nhất là mặt phẳng đứng cho nên mặt trượt làm với mặt phẳng ngang một góc $(45 + \varphi / 2)$, Hình 2.2.c,d.

2.1.3. Tính toán áp lực đất theo lý thuyết V.V.Xôclovski:

Thực tế cho thấy rằng sự có mặt của tường chắn trong đất sẽ làm thay đổi điều kiện làm việc của nền đất sau lưng tường rất nhiều. Khi xuất hiện áp lực đất chủ động (hoặc bị động), trong nền đất đắp sau tường đồng thời xuất hiện khối trượt giới hạn bởi hai mặt trượt và mặt đất tự nhiên. Mặt trượt thứ nhất xảy ra trong khối đất, hình 2.3.

Trong trường hợp nếu mặt phẳng lưng tường trơn nhẵn, ma sát giữa đất và tường nhỏ hơn ma sát trong của đất thì mặt trượt thứ II chính là mặt phẳng lưng tường như hình (2.3.a). Trường hợp bề mặt lưng tường gồ ghề, độ nhám lớn, ma sát giữa đất và tường lớn hơn ma sát trong của đất, mặt trượt thứ II thường xảy ra trong đất sát lưng tường hình (2.3.b). Còn trường hợp lưng tường quá thoải, góc nghiêng lưng tường (ϵ) lớn thì mặt trượt thứ II cũng thường xảy ra trong đất nhưng cách lưng tường một quãng (Hình 2.3.c). Chính yếu tố ma sát làm thay đổi tình hình ứng suất trong đất nền. Khi đất nằm trong trạng thái cân bằng giới hạn không phải toàn bộ thỏa mãn điều kiện cân bằng giới hạn cực tiểu đơn thuần, hoặc cân bằng giới hạn cực đại đơn thuần như W.J.W Rankine quan niệm, mà trong nền đất có thể xuất hiện nhiều vùng khác nhau với những điều kiện cân bằng giới hạn khác nhau; tùy thuộc vào tình hình tải trọng và ma sát giữa đất và tường.



2-3: Mặt trượt theo thuyết W.J.W Rankine

Biết được hình dạng mặt trượt và giới hạn các vùng đất ở trạng thái cân bằng giới hạn trong lăng thể trượt. Như các điểm nằm trong vùng I (ACD) thỏa mãn điều kiện cân bằng giới hạn cực tiểu, các điểm nằm trong vùng III (ABE) thỏa mãn điều kiện cân bằng giới hạn cực đại còn các điểm nằm trong vùng II (ADE) là vùng chuyển tiếp, đồng thời dựa vào điều kiện biên của bài toán tương ứng, ông đã rút ra các biểu thức giải tích cho phép xác định được áp lực chủ động và bị động của đất lên tường. Tuy vậy, do những sự phức tạp và đòi hỏi khối lượng lớn, nên dẫn đến việc áp dụng trong thực tế đối với phương pháp này bị hạn chế.

Đánh giá sơ bộ 3 lý thuyết ổn định

3 lý thuyết tính toán cân bằng ổn định trên được chia thành hai nhóm: (i) nhóm nghiên cứu cân bằng khối đất – lý thuyết Coulomb; (ii) nhóm nghiên cứu cân bằng giới hạn phân tố (điểm) – lý thuyết của Rankin và Xocolovxki. Lý luận áp lực đất của Xocolovxki hiện nay được coi là lý luận chặt chẽ về mặt toán học, cho kết quả có độ chính xác khá cao. Tuy nhiên hạn chế lớn của lý luận này là cách thể hiện lời giải phức tạp, chưa đưa ra lời giải và bảng tính sẵn cho mọi trường hợp thực tế. Lý thuyết C.A.Coulomb chỉ được coi là lý luận gần đúng do sử dụng nhiều giả thiết cơ bản. Song hiện nay lý luận này được dung phổ biến để xác định áp lực đất vì tương đối đơn giản, có khả năng giải được nhiều bài toán thực tế phức tạp và kết quả tương đối chính xác.

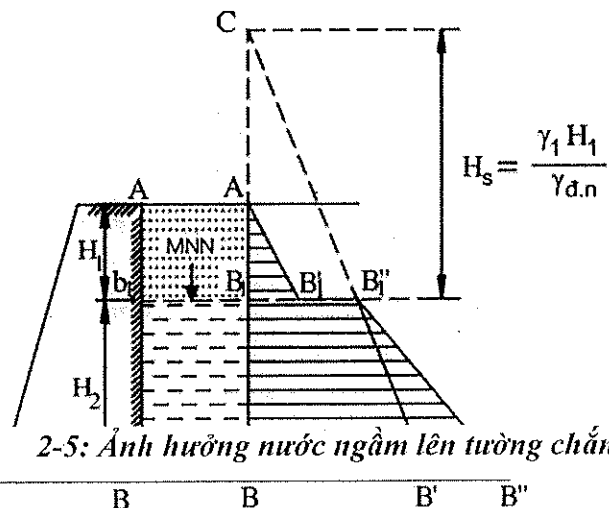
Luận văn sử dụng lý thuyết của C.A.Coulomb trong vận dụng chương trình tính Plaxis để mô phỏng vấn đề cần nghiên cứu.

2.2. Các vấn đề liên quan đến tính toán tường chắn đất

2.2.1. Ảnh hưởng của nước ngầm

Trong thực tế, đối với các công trình cảng, thủy lợi và một số công trình khác, trong đất đắp sau tường thường có nước ngầm. Do đó khi tính toán áp lực đất lên tường chắn chúng ta cũng cần xét đến vai trò ảnh hưởng của nó. Nói chung khi giải quyết bài toán này cũng gặp nhiều khó khăn khi mặt đất đắp sau tường nghiêng ($\alpha \neq 0$)

Nhưng sẽ đơn giản cho việc tính toán, khi góc nghiêng α không lớn lắm thường là giả thiết mặt nước ngầm và mặt đất song song với nhau, rồi tiến hành tính toán bình thường.



Do ảnh hưởng của mực nước ngầm trong đất đắp sau tường, nên áp lực đất lên tường cũng khác đi. Trong trường hợp này áp lực đất tác dụng lên tường bao gồm hai thành phần: thành phần áp lực hữu hiệu và thành phần áp lực thủy tĩnh (Hình 2.5).

2.2.2. Tương tác đất và tường

Tại mặt tiếp xúc nền đất – kết cấu (tường chắn đất, móng...), các phần tử đất có sự làm việc khác so với nền đất bên ngoài. Phần mềm Plaxis kể đến hiện tượng này bằng cách kể đến hệ số nhân R_{inter} vào các chỉ tiêu cơ lý so với phần tử đất bình thường bên ngoài.

Plaxis gợi ý một số giá trị tùy theo các loại bề mặt tiếp xúc nền đất / kết cấu như sau:

Bảng 2.1: Bảng gợi ý hệ số R_{inter} trong Plaxis

| | |
|---|-----------------------------|
| Bề mặt tiếp xúc đất cát / thép | $R_{inter} \approx 0,6-0,7$ |
| Bề mặt tiếp xúc đất sét / thép | $R_{inter} \approx 0,5$ |
| Bề mặt tiếp xúc đất cát / bê tông | $R_{inter} \approx 1,0-0,8$ |
| Bề mặt tiếp xúc đất sét / bê tông | $R_{inter} \approx 1,0-0,7$ |
| Bề mặt tiếp xúc đất / lưới địa kỹ thuật | $R_{inter} \approx 1,0$ |
| Bề mặt tiếp xúc đất / vải địa kỹ thuật | $R_{inter} \approx 0,9-0,5$ |

2.3. Tính toán ổn định tường cọc bản

2.3.1. Phương pháp tính toán ổn định tường cọc bản

Sử dụng phương pháp phân mảnh xác định hệ số ổn định K_{min} .

Áp dụng tiêu chuẩn QCVN 04-05 :2012/BNNPTNT: quy chuẩn kỹ thuật quốc gia công trình Thủy Lợi – các quy định chủ yếu về thiết kế.

$$n_c \cdot N_{II} \leq \frac{m}{k_n} \cdot R \quad (2.2)$$

$$K = \frac{R}{N_{II}} \geq \frac{n_c \cdot K_n}{m} \quad (2.3)$$

Trong đó :

- n_c : hệ số tổ hợp tải trọng

$n_c = 1,00$ Tổ hợp tải trọng cơ bản.

$n_c = 0,90$ Tổ hợp tải trọng đặc biệt.

$n_c = 0,95$ Tổ hợp tải trọng trong thời kì thi công và sửa chữa.

- m : hệ số điều kiện làm việc, $m=1$
- k_n : hệ số đảm bảo được xét theo quy mô và nhiệm vụ công trình. Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất k_n được xác định theo cấp công trình: $k_n = 1,15$ (công trình cấp IV)
- N_{tt} : tải trọng tính toán (M_{tr} : tổng momen của các lực gây trượt).
- R : sức chịu tải tính toán (M_g : tổng momen của các lực giữ).

Bảng 2.2. Hệ số an toàn cho phép trong các trường hợp tính toán

| Hệ số an toàn chung của công trình | Cơ bản $n_c = 0,95$ (TH. Thi công) | Cơ bản $n_c = 1$ (TH. Vận hành bình thường) | Đặc biệt $n_c = 0,9$ |
|------------------------------------|--|---|-------------------------|
| K | 1,09 | 1,15 | 1,04 |

Sử dụng phương pháp phân mảnh để tính các thành phần chống trượt và gây trượt của công trình :

(i) Tính toán sức kháng cắt cọc.

Lực kháng trượt của cọc được xác định theo điều 13.20 - 22 TCN 207 – 92 Công trình cảng biển như sau:

$$Q_{ci} = \frac{4M_c}{t_z \cdot L} \quad (2.4)$$

Trong đó:

- Q_{ci} : lực cắt cọc tính cho một mét dài công trình.
- L : Khoảng cách cọc dọc tuyến kè, (m)
- M_c : moment uốn trong cọc ở dưới mặt trượt, xác định theo hai điều kiện (lấy giá trị nhỏ để tính):

Điều kiện độ bền theo TCVN 4116 - 85.

Điều kiện ngàm của cọc dưới mặt trượt một đoạn $t_z = t_n/1,25$, theo công thức:

$$M_c = \frac{(\sigma_p - \sigma_a) I_c t_z^2}{8} \quad (2.5)$$

Trong đó :

- l_c : Chiều dài của đoạn thẳng mà trên phạm vi đoạn đó áp lực chủ động và bị động của đất sẽ truyền lên cọc. Tùy thuộc khoảng cách L từ tim đến tim của các cọc dọc theo tuyến mép bên mà lấy l_c như sau:

$$l_c = L \text{ khi } L \leq 3 d_c;$$

$$l_c = 3 d_c \text{ khi } L > 3 d_c;$$

Với d_c : đường kính cọc (hoặc cạnh tiết diện chữ nhật của cọc)

- t_z : nửa chiều dài đoạn cọc bị uốn giữa hai mặt phẳng ngầm.

$$t_z = \sqrt{\frac{8M_c}{(\sigma_p - \sigma_a)l_c}} \quad (2.6)$$

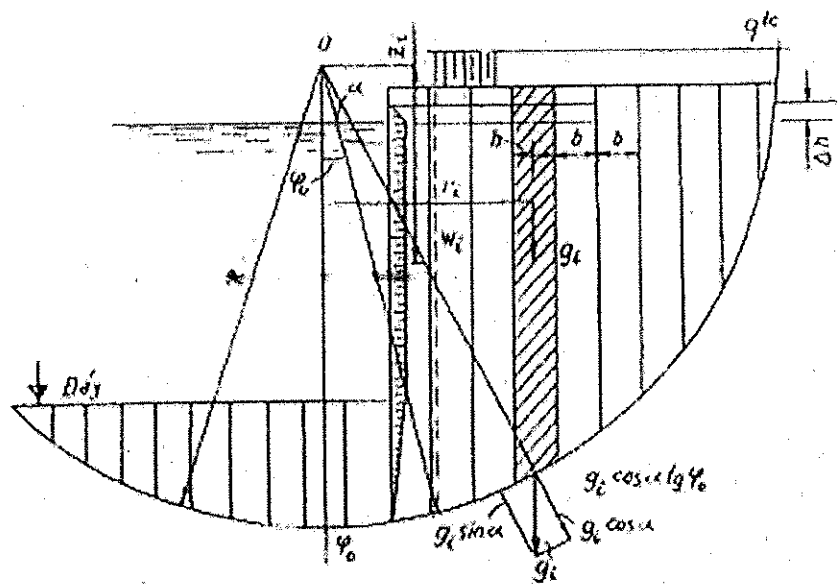
$$\sigma_a = k_a(q + \sum \gamma_i h_i) - 2c\sqrt{k_a} \quad (2.7)$$

$$\sigma_a = k_a(q + \sum \gamma_i h_i) + 2c\sqrt{k_a} \quad (2.8)$$

- q : Hoạt tải trên bề mặt kè.
- $\sum \gamma_i h_i$: áp lực thẳng đứng do trọng lượng bản thân của đất ở độ sâu cần xác định tung độ biểu đồ áp lực chủ động.
- γ_i : dung trọng tự nhiên của đất.
- h_i : chiều cao lớp đất thứ i .
- c : lực dính của đất.
- φ : góc ma sát trong của đất.

(ii) Tính các thành phần tải trọng gây trượt (M_{tr}), thành phần tải trọng chống trượt (M_g)

2-6: Sơ đồ
tính toán ổn định
chung của công
trình
theo giả thiết mặt
trượt cung tròn



Các moment M_{tr} và M_g được tính theo công thức sau:

$$M_{tr} = R \sum g_i \sin \alpha + \sum W_i Z_i \quad (2.9)$$

$$M_g = R [\sum g_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_{ii} + \sum c_{ii} l_i + \sum Q_{ci}] \quad (2.10)$$

Trong đó :

- + R : Bán kính cung trượt
- + g_i : Tổng trọng lượng của các lớp đất, của các cấu kiện công trình và của hoạt tải công trình trong phạm vi cột đất thứ i .
- + α_i : Góc nghiêng so với đường nằm ngang của đường tiếp tuyến với cung trượt ở giao điểm của cung trượt với đường tác động của lực g_i , đó cũng là góc giữa đường thẳng đứng với bán kính R vẽ qua giao điểm trên.

$$\alpha_i = \arcsin \frac{r_i}{R} \quad (2.11)$$

- + r_i : Khoảng cách theo đường nằm ngang từ tâm quay cung trượt đến đường tác động của lực g_i
- + φ_{ii} và c_{ii} : Tương ứng là góc nội ma sát và lực dính của đất ở đáy cột đất thứ i
- + l_i : Chiều dài đoạn cung ở đáy cột đất thứ i
- + W_i : Áp lực thủy động tăng thêm
- + z_i : Khoảng cách từ tâm cung trượt đến lực W_i
- + Q_{ci} : Lực kháng trượt, tính cho 1 m dài công trình do sức chống gãy của các cọc.

2.3.2. Nguyên tắc chung tính toán tường cọc bản

a. Nguyên tắc làm việc

Dưới tác dụng của áp lực đất chủ động do trọng lực bản thân của đất và do tải trọng khai thác trên công trình gây ra, tường cừ có xu hướng dịch chuyển về phía khu nước. Để chống lại sự dịch chuyển đó và giữ cho tường ổn định thì cừ phải đóng sâu vào đất một chiều sâu nào đó để gây ra được áp lực bị động Ep có thể giữ lực gây dịch chuyển.

b. Nguyên tắc chung tính toán tường cọc bản

Công trình bảo vệ bờ bằng tường cừ cũng như các loại công trình bảo vệ bờ khác (tường góc, mái nghiêng, trọng lực....) bao gồm ba phần tính toán chính: tính ổn định, tính sức chịu tải của nền, tính độ bền của các cấu kiện. Tùy theo cấu tạo từng công trình mà tỷ lệ tính toán một trong ba phần trên có khác nhau. Nhìn chung trong sự phát triển của các phương pháp tính toán các công trình thủy, kết cấu tường cừ lần lượt từ trước đến nay tính toán theo:

- Trạng thái phá hoại.
- Ứng suất cho phép.
- Trạng thái giới hạn.
- Lý thuyết độ tin cậy.

Theo các quy định của các tiêu chuẩn thiết kế: Công trình bảo vệ bờ kết cấu tường cừ được tính theo lý thuyết trạng thái giới hạn nhóm I và nhóm II.

Giải bài toán tường cừ tức là tìm nội lực của cừ, tìm chiều sâu chôn cừ, tính lực neo và lực Ep đặt ở chân cừ. Bài toán giải cừ là bài toán phẳng ứng với tải trọng tĩnh, vì vậy còn có tên gọi là: “giải tĩnh lực tường cừ”.

2.4. Một vài nét về phần mềm PLAXIS

PLAXIS 2D là một chương trình phân tử hữu hạn dùng để phân tích chiều biến dạng và ổn định trong ngành địa kỹ thuật. Nó được trang bị với các tính năng để giải quyết các khía cạnh khác nhau của các kết cấu địa kỹ thuật

và quá trình xây dựng sử dụng những phương pháp lý thuyết đúng đắn và thực tiễn.

Với PLAXIS 2D, mô hình hình học có thể dễ dàng xác định trong đất và các dạng kết cấu, sau đó mô hình rắn độc lập tự động có thể được giao nhau và ăn khớp. Các phương pháp xây dựng theo giai đoạn cho phép mô phỏng các quá trình xây dựng và khai báo bằng cách mở và tắt cụm đất và các đối tượng kết cấu. Công cụ tính toán cho phép một mô phỏng thực tế của phi tuyến tính, ứng xử phụ thuộc vào thời gian và đẳng hướng của đất và / hoặc đá. Vì đất là một nguyên liệu đa giai đoạn, phương pháp đặc biệt cho phép tính toán ứng phó với áp lực lỗ thủy tĩnh và không thủy tĩnh có trong đất. Các đầu ra bao gồm đầy đủ các công cụ trực quan để kiểm tra các chi tiết của mô hình hầm đất kết cấu 2D.

Ứng dụng PLAXIS điển hình bao gồm: đánh giá chuyển vị mặt đường trong xây dựng đường hầm, phân tích củng cố bờ bao, dịch chuyển đất xung quanh một hố khai quật, ổn định đập trong quá trình mực nước khác nhau, ứng dụng tính toán, phân tích các công trình thủy công...

Phần mềm Plaxis có khả năng giải quyết các bài toán địa kỹ thuật thường gặp trong thực tế. Trong đó có bài toán tính toán hệ tường cừ bảo vệ bờ sông. Trong chương 3 của luận văn này, học viên dùng phần mềm Plaxis để tính toán áp lực đất, nước tác dụng vào lưng tường cừ; chuyển vị của cừ theo các kịch bản tính toán mưa lớn liên tục và sự chênh lệch mực nước sau tường cừ. Từ đó đưa ra đánh giá, nhận xét về sự làm việc của hệ tường cừ PVC trong các kịch bản biến đổi khí hậu ở TP. Hồ Chí Minh.

2.5. Kết luận Chương 2

Trong chương này, tác giả đã hệ thống lại một số lý thuyết chính, khá phổ biến trong tính toán áp lực đất lên tường chắn: Lý thuyết Rankine, lý

thuyết Coulomb và lý thuyết Xoclovski. Mặc dù có sự khác nhau về phương pháp tiếp cận, các giả thiết ban đầu, nhưng mục tiêu cuối cùng là cho phép người sử dụng xác định chính xác áp lực của đất lên tường chắn. Việc tiếp cận một cách chi tiết các lý thuyết tính toán này là cơ sở để tác giả lựa chọn một lý thuyết tính toán thích hợp nhằm xác định áp lực của đất lên tường cừ PVC sẽ được nghiên cứu trong Chương 3. Tác giả cũng đã nghiên cứu và giới thiệu những nét chính cũng như ứng dụng của phần mềm phân tích địa kỹ thuật, phần mềm PLAXIS V8.2. Đây sẽ là phần mềm tác giả sẽ sử dụng để phân tích biến dạng dạng của tường cừ nhựa PVC và sự ổn định của công trình được bảo vệ bởi cừ PVC trong Chương 3.

CHƯƠNG 3: CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ SÔNG TP.HCM BẰNG TƯỜNG CỪ PVC

Hiện nay, trước tình hình biến đổi khí hậu (BĐKH) của Tp.HCM như thời gian mưa kéo dài nhiều ngày, mực nước triều thay đổi đáng kể trong ngày, thì việc tính toán thiết kế các công trình bảo vệ bờ sông không thể không kể ảnh hưởng của các yếu tố gây ra do BĐKH. Để đáp ứng yêu cầu tương lai, luận văn tập trung nghiên cứu xác định khả năng sử dụng giải pháp tường cừ nhựa cho các công trình bảo vệ bờ sông cho khu vực Tp.HCM theo các kịch bản có kể đến ảnh hưởng BĐKH.

Ba khu vực của TP.HCM được chọn là Nhà Bè, Thanh Đa và Củ Chi với các kịch bản mưa lớn kéo dài, chênh lệch mực nước ngầm và sông lớn.

3.1 Sơ lược về 3 khu vực tính toán

3.1.1. Bán Đảo Thanh Đa

Bán đảo Thanh Đa gồm toàn bộ phường 28, quận Bình Thạnh được bao quanh bởi sông Sài Gòn và kênh Thanh Đa. Dự án chống sạt lở bán đảo Thanh Đa có chiều dài toàn bộ dự án hơn 12,139 km. Kè Thanh Đa - Đoạn hai bên bờ kênh Thanh Đa đã thi công hoàn thành đưa vào sử dụng. Kè Thanh Đa - Đoạn 2 và Kè Thanh Đa - Đoạn 4 đang trong quá trình thi công.

Khu vực nghiên cứu nằm trong dự án Chống sạt lở bán đảo Thanh Đa – Đoạn Bình Quới, Cây Bàng, Rạch Chùa được duyệt có chiều dài 4.000m. Sau khi trừ các vị trí cửa xả theo đồ án quy hoạch 1/2000 theo Quyết định số 3408/QĐ-UBND ngày 13/7/2015 của Ủy ban nhân dân thành phố có chiều dài 3.241,64 m.

*** Địa chất vùng Thanh Đa**

Căn cứ vào mô tả địa chất ở thực địa và kết quả thí nghiệm các đặc trưng cơ lý của đất nền trong phạm vi khảo sát, điều kiện địa chất khu vực nghiên cứu gồm các lớp như sau:

Lớp 1a: Đất san lấp

Lớp đất đắp là lớp đất bụi màu nâu vàng, xám xanh, lớp đất này chịu ảnh hưởng trực tiếp của môi trường nên trạng thái của đất thay đổi rất lớn đất từ trạng thái dẻo cứng đến dẻo chảy. Lớp này hiện diện ở các hố khoan trên cạn từ vị trí hố khoan HK 10 ÷ HK 21 – xem phụ lục A, chiều dày lớp đất đắp này thay đổi trong phạm vi từ (1,30m ÷ 2,90m), lớp đất này mỏng không lấy mẫu thí nghiệm.

Lớp 1: Bùn sét màu xám xanh, xám đen

Bùn sét màu xám xanh, xám đen, đôi chỗ lẫn thực vật chưa phân hủy hoàn toàn, lớp này phân bố từ bề mặt tự nhiên và dưới lớp 1a, xuất hiện hết trong tất cả các hố khoan khảo sát, chiều dày lớp thay rất lớn, không theo qui luật và đột biến trong phạm vi hẹp, độ sâu đáy lớp từ (-11.00 m ÷ -39,53m).

Lớp 2a: Đất sét, bụi pha cát, màu xám vàng, xám trắng, nâu đỏ loang lổ.

Lớp 2a có diện phân bố không liên tục, bề dày lớp thay đổi lớn theo từng vị trí hố khoan. Lớp đất này thường xuất hiện ngay dưới lớp bùn sét các hố khoan HK 9, HK10; HK11, HK13, HK16, HK17, hoặc nằm dưới lớp cát mịn ở HK14; HK15; HK18; HK19, lớp này có thể nằm dạng thấu kính. Độ sâu phân bố của đáy lớp thay đổi tùy theo vị trí các hố khoan ở bảng 5.

Lớp 2c: Thấu kính cát

Thấu kính cát hạt mịn, màu xám trắng xám nâu vàng, xuất hiện trong các hố khoan HK 6, HK 13, HK 14, HK15, HK 19, HK 20 và HK21. Thấu kính cát nằm kẹp trong lớp 1 và lớp 2a, kết cấu chặt vừa.

Lớp 2: Đất cát chứa sét, lẫn bụi, đôi chỗ lẫn sạn sỏi, màu xám trắng, vàng nhạt, xám đen

Lớp đất cát chứa sét, lẫn bụi đôi chỗ lẫn sạn sỏi, màu xám trắng, vàng nhạt, xám đen phân bố ngay dưới lớp 1 và lớp 2a đến các độ sâu rất khác nhau tùy theo vị trí hố khoan. Ở hố khoan HK11 không xuất hiện lớp này. Đa số các vị trí hố khoan khi khoan hết độ sâu thiết kế chưa phát hiện đáy lớp trừ ở vị trí hố khoan HK10; HK 13; HK 15; HK18; HK19.

3.1.2. Rạch Võ – Xã Trung An- Huyện Củ Chi

Củ Chi là một huyện ngoại thành của Thành phố Hồ Chí Minh, có Sông Sài Gòn chảy qua. Huyện Củ Chi nằm trong vùng chuyển tiếp giữa miền Tây Nam Bộ và Đông Nam Bộ. Độ cao trung bình so với mặt nước biển từ 8 m – 10m. Vị trí địa lý Củ Chi nằm về phía Tây Bắc Thành phố Hồ Chí Minh, khu vực dự án cách trung tâm thành phố Hồ Chí Minh khoảng 70 km theo đường Xuyên Á:

- + Phía Bắc giáp huyện Trảng Bàng thuộc địa phận tỉnh Tây Ninh.
- + Phía Nam giáp huyện Hóc Môn.
- + Phía Tây giáp huyện Đức Hòa, tỉnh Long An.

Địa hình trong vùng nghiên cứu, cao độ bờ dọc theo rạch thay đổi từ +0.25 đến +1.58, cao trình đáy rạch sâu khoảng -0, 1 ÷ -0,75. Mái bờ rạch phía trên tương đối dốc, phía dưới thoải do địa tầng chủ yếu là bùn sét chảy, mái tự nhiên ổn định khoảng $m=3.5$;

Phạm vi nghiên cứu Bờ bao rạch Võ với chiều dài nghiên cứu là 1008,80m thuộc Ấp Bôn Phú - Xã Trung An - Huyện Củ Chi - Tp.HCM

*** Địa chất vùng Củ Chi**

Vị trí công trình tọa lạc tại huyện Củ Chi, TPHCM nên các yếu tố về điều kiện tự nhiên của dự án đều mang tính chất đặc điểm chung của khu vực TPHCM, địa chất Thành phố Hồ Chí Minh chủ yếu là hai hướng trầm tích Pleistocen và Holocen lộ ra trên bề mặt. Trầm tích Pleistocen chiếm hầu hết phần Bắc, Tây Bắc và Đông Bắc thành phố. Dưới tác động của các yếu tố tự

nhiên và hoạt động của con người, trầm tích phù sa cổ hình thành nhóm đất đặc trưng riêng đất xám. Với khoảng 23,40 % diện tích thành phố, đất xám ở Thành phố Hồ Chí Minh có ba loại: đất xám cao, đất xám có tầng loang lổ đỏ vàng và hiếm hơn là đất xám gley. Trầm tích Holocen ở Thành phố Hồ Chí Minh có nhiều nguồn gốc: biển, vùng vịnh, sông biển, bãi bồi... hình thành nhiều loại đất khác nhau.

Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm phân loại mẫu đất trong phòng thí nghiệm, kết quả theo dõi mô tả địa tầng trong quá trình khoan lấy mẫu và kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT). Nên đất trong phạm vi khảo sát (sâu đến 15.0m) tại khu vực công trình có thể phân chia thành các lớp sau (theo thứ tự từ trên xuống):

- + Lớp 1: Lớp sét lẫn hữu cơ màu xám xanh, xám đen, trạng thái chảy – dẻo chảy. Lớp có bề dày 10,40m. Nguồn gốc trầm tích
- + Lớp 2: Lớp sét màu xám xanh, loang nâu, vàng, lẫn ít sỏi sạn Laterit, trạng thái dẻo cứng – nửa cứng. Lớp có bề dày đã khoan 4,6m, nguồn gốc trầm tích.

3.1.3. Rạch Dơi – Xã Hiệp Phước – Huyện Nhà Bè

Khu vực nghiên cứu nằm dọc sông Rạch Dơi Sông Kinh ngay phía dưới chân cầu Hiệp Phước, đoạn này có bán kính cong nhỏ, chiều rộng sông thay đổi từ 130m đến 150m.

Đường bờ có cao độ trung bình 1m. Dọc bờ sông chủ yếu tập trung bụi cây và dừa nước phía trong dân cư tập trung đông đúc.

Khu vực sông Rạch Dơi Sông kinh (phạm vi nghiên cứu) nằm trong tổng thể mạng lưới sông ngòi của huyện Nhà Bè nên chịu ảnh hưởng rất lớn của hiện tượng triều cường. Đây là khu vực có chế độ dòng chảy thủy văn phức tạp, chịu ảnh hưởng trực tiếp của cả triều biển Đông và lũ ở thượng nguồn. Khu vực dự án chịu ảnh hưởng trực tiếp của chế độ bán nhật triều

không đều. Mực nước cao nhất khu vực xây dựng tuyến kè thường vào các tháng 10 và 11. Đây là thời kỳ mực nước triều cường ở Biển Đông dâng cao gặp lũ hoặc các hồ chứa trên thượng nguồn như Dầu Tiếng, Trị An ... xả xuống. Mực nước thấp nhất vào tháng 6 và tháng 7. Biên độ triều tại khu vực xây dựng công trình lên đến 3,5m. Điều này ảnh hưởng lớn đến độ ổn định của đường bờ và công trình khi mực nước trên sông xuống thấp đặc biệt là trong điều kiện địa chất công trình rất yếu.

*** Địa chất vùng Nhà Bè**

Căn cứ vào mô tả địa chất ở thực địa và kết quả thí nghiệm các đặc trưng cơ lý của đất nền trong phạm vi khảo sát tới độ sâu 36.0m, điều kiện địa chất khu vực dự án gồm các lớp như sau:

- Lớp 1a: Lớp cát san lấp

Lớp đất đắp, màu xám nâu đen, xám, lớp này xuất hiện trong tất cả các hố khoan khảo sát và phân bố từ mặt đất tự nhiên đến độ sâu (0,7-1,4)m tùy vị trí hố khoan. Không lấy mẫu thí nghiệm trong lớp này

- Lớp 1: Bùn sét, màu xám xanh, xám đen

Bùn sét, màu xám xanh, xám đen, đôi chỗ lẫn hữu cơ, kẹp cát, lớp này xuất hiện ở hầu hết trong các hố khoan khảo sát và phân bố dưới lớp 1a đến độ sâu (17,6-21,8)m tùy vị trí hố khoan.

- Lớp 2: Sét, sét pha, màu nâu đỏ, xám vàng, xám trắng

Sét, sét pha, màu nâu đỏ, xám vàng, xám trắng. trạng thái dẻo mềm, lớp này xuất hiện ở hầu hết trong các hố khoan khảo sát và phân bố ngay dưới lớp 2 ở độ sâu (21,4-22,4)m tùy vị trí hố khoan.

- Lớp 3a: Lớp thấu kính sét, màu xám nâu, xám xanh đen, xám vàng

Sét, màu xám nâu, xám xanh đen, xám vàng, trạng thái dẻo mềm, lớp này chỉ xuất hiện ở hố khoan HK2 và phân bố ngay trong lớp 3 ở độ sâu (28,0-34,2)m.

- Lớp 3: Cát, màu xám vàng, xám trắng, đôi chỗ lẫn sạn sỏi

Cát, màu xám vàng, xám trắng, đôi chỗ lẫn sạn sỏi, trạng thái chặt vừa, lớp này xuất hiện ở tất cả trong các hố khoan khảo sát và phân bố ngay dưới lớp 2 và khi khoan hết độ sâu 38,0m vẫn chưa phát hiện đáy lớp này.

** Qua kết quả khảo sát địa chất 3 địa điểm, tác giả nhận thấy điều kiện địa chất của 02 khu vực bán đảo Thanh Đa và Rạch Dơi Sông Kinh là tương tự nhau. Vì vậy tác giả chỉ chọn đại diện 2 khu vực Rạch Vỡ – Củ Chi và khu vực Bán đảo Thanh Đa để xây dựng mô hình tính toán trong phần 3.3.*

3.2 Kịch bản tính toán

Xét đến điều kiện biến đổi khí hậu của Thành phố Hồ Chí Minh, 2 kịch bản tính toán sau được xây dựng để áp dụng nghiên cứu khả năng sử dụng cừ nhựa PVC cho công trình bảo vệ bờ sông khu vực Tp.HCM:

+ Mưa lớn liên tục trong nhiều giờ - mực nước cao nhất, mực nước triều ngang với mực nước ngầm.

+ Mực nước triều thấp nhất – chênh lệch giữa mực nước ngầm và mực nước sông lớn nhất.

Khả năng sử dụng cừ nhựa PVC được đánh giá thông qua hệ số ổn định và chuyển vị ngang U_x trong hai kịch bản tính toán. Tác giả cũng đồng thời khảo sát thêm sự làm việc của cừ thép tại khu vực nghiên cứu để có đánh giá, so sánh sự làm việc của cừ nhựa và cừ thép trong cùng điều kiện địa chất.

3.3 Xây dựng mô hình tính toán với Plaxis

3.3.1. Kè chống sạt lở bán đảo Thanh Đa

3.3.1.1. Thông số đầu vào

Bảng 3.1. Các thông số đầu vào của địa chất

| Name | Đơn vị | Lớp1: Bùn | Lớp2: Cát |
|-------------------------|----------------------|----------------|----------------|
| Mô hình | | Mohr - Coulomb | Mohr - Coulomb |
| Type | | UnDrained | UnDrained |
| γ_{unsat} | [kN/m ³] | 1,503 | 1,995 |
| γ_{sat} | [kN/m ³] | 1,529 | 2,016 |
| k_x | [m/day] | 7,000E-03 | 0,5 |
| k_y | [m/day] | 7,000E-03 | 0,5 |
| v | [-] | 0,2 | 0,2 |
| E_{ref} | [kN/m ²] | 4000 | 3,000E+04 |
| c_{ref} | [kN/m ²] | 13,390 | 7,5 |
| φ | [°] | 16 | 24,29 |
| ψ | [°] | 0 | 0 |
| R_{inter} | [-] | 0,7 | 0,8 |

Bảng 3.2. Các thông số khai báo cừ nhựa

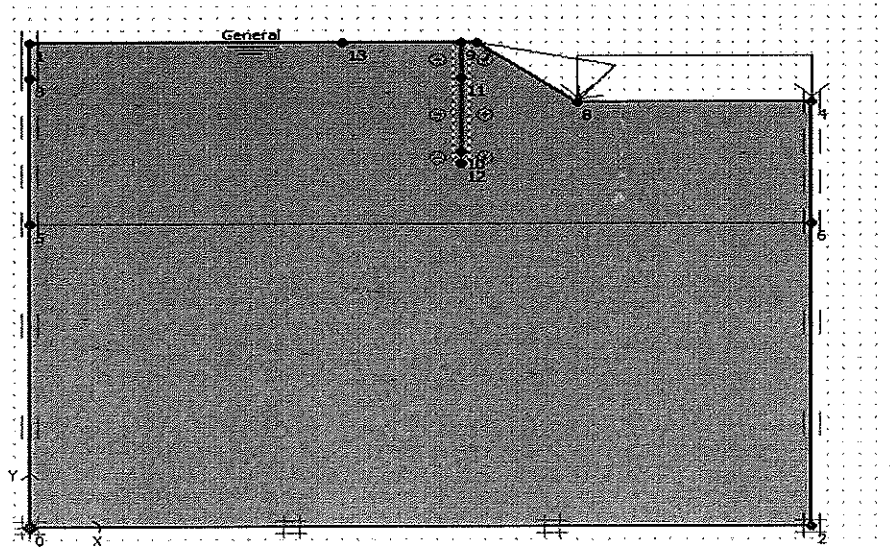
| Thông số | Cừ (L=900cm) |
|--------------------------|--------------|
| EI (kNm ² /m) | 2,77E+2 |
| EA (kN/m) | 6,284E+4 |
| W (kN/m/m) | 0,15 |

Bảng 3.3: Các thông số khai báo cừ thép

| Thông số | Cừ (L=900cm) |
|--------------------------|--------------|
| EI (kNm ² /m) | 8,029E+4 |
| EA (kN/m) | 8,330E+6 |
| W (kN/m/m) | 15 |

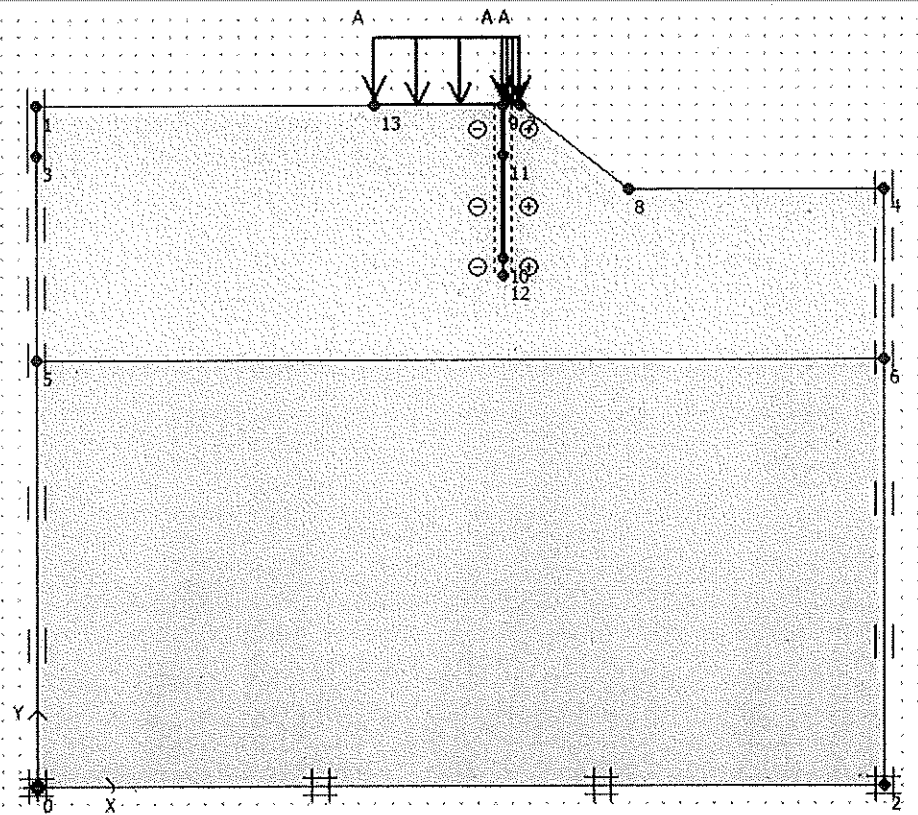
3.3.1.2. Mô hình tính toán

- Kịch bản mưa lớn liên tục:



-1: Mô hình kè Thanh Đa trong kịch bản mưa lớn liên tục

- Kịch bản mực nước triều xuống thấp nhất:



3-2: Mô hình kè Thanh Đa trong kịch bản mực nước triều xuống thấp nhất

3.3.2. Bờ bao Rạch Vĩ – Huyện Củ Chi

3.3.2.1. Thông số đầu vào

Bảng 3.4. Các thông số đầu vào của địa chất

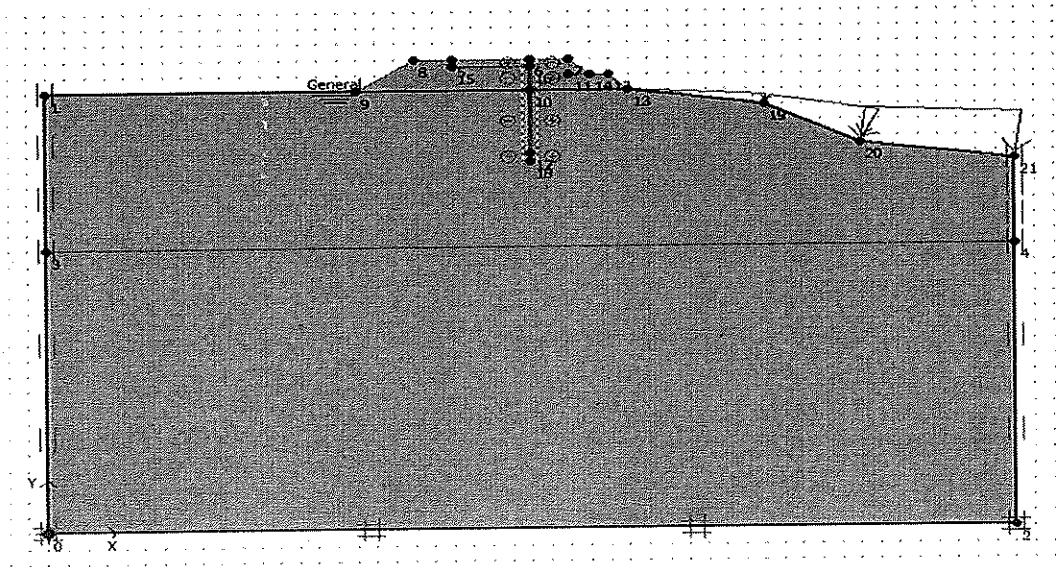
| Name | Đơn vị | Lớp1: Bùn | Lớp2: Sét pha | Lớp 3: Sỏi đỏ | Đất đắp chọn lọc |
|-----------------------|----------------------|----------------|------------------|------------------|---------------------|
| Mô hình | | Mohr - Coulomb | Mohr - Coulomb | Mohr - Coulomb | Mohr - Coulomb |
| Type | | UnDrained | UnDrained | UnDrained | Drained |
| γ_{sat} | [kN/m ³] | 14,90 | 19,90 | 26 | 16 |
| γ_{sat} | [kN/m ³] | 14,90 | 19,90 | 26 | 20 |
| k_x | [m/day] | 5,469E-05 | 1,67E-04 | 1,000 | 1 |
| k_y | [m/day] | 5,469E-05 | 1,67E-04 | 1,000 | 1 |
| v | [-] | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| E_{ref} | [kN/m ²] | 2000 | 8000 | 1,800E+05 | 3,000E+4 |
| c_{ref} | [kN/m ²] | 11 | 32 | 2 | 5 |
| ϕ | [°] | 3,92 | 13,75 | 2 | 30 |
| ψ | [°] | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R_{inter} | [-] | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |

Bảng 3.5. Các thông số khai báo cừ nhựa

| Thông số | Cừ (L=600cm) |
|--------------------------|--------------|
| EI (kNm ² /m) | 2,77E+2 |
| EA (kN/m) | 6,284E+4 |
| W (kN/m/m) | 0.15 |

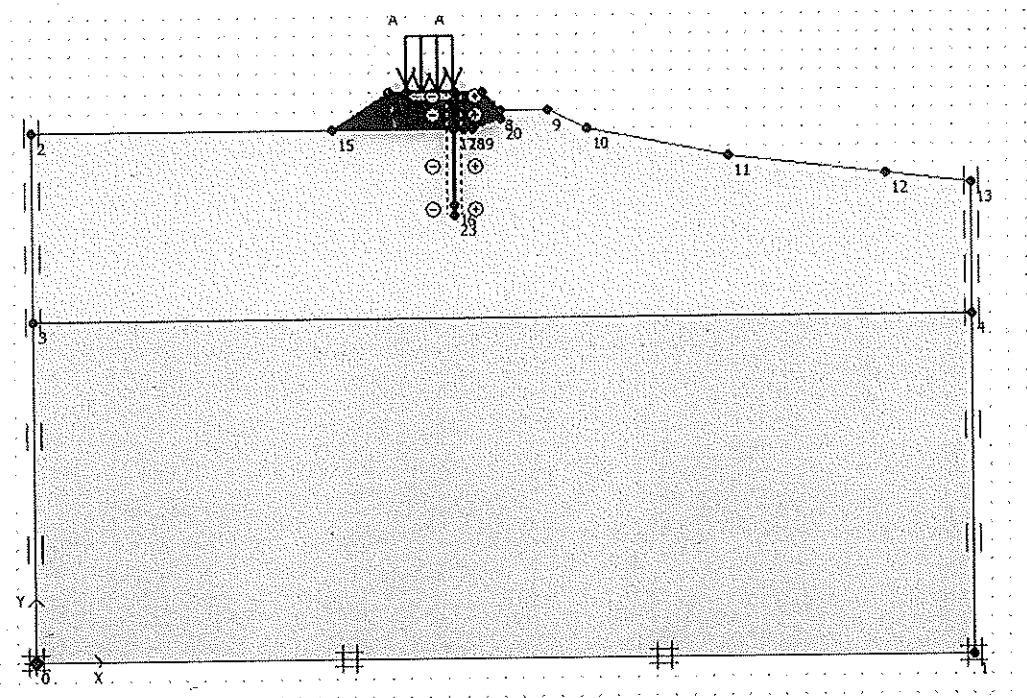
3.3.2.2. Mô hình tính toán:

- Kịch bản mưa lớn liên tục:



3-3: Mô hình Rạch Vỡ trong kịch bản mưa lớn liên tục

- Kịch bản mức triều xuống thấp nhất:



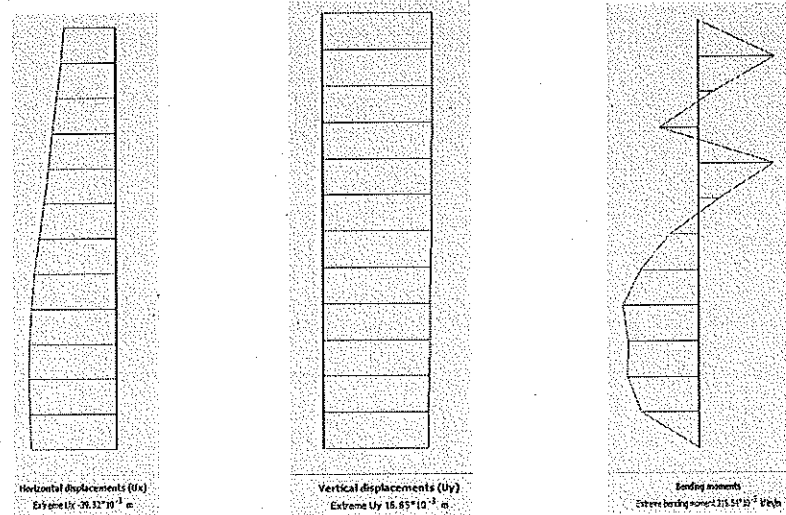
3-4: Mô hình Rạch Vỡ trong kịch bản mực nước triều xuống thấp nhất

3.4 Tính toán biến dạng chuyển vị cừ:

3.4.1. Kè chống sạt lở bán đảo Thanh Đa

3.4.1.1. Kịch bản mưa nhiều liên tục:

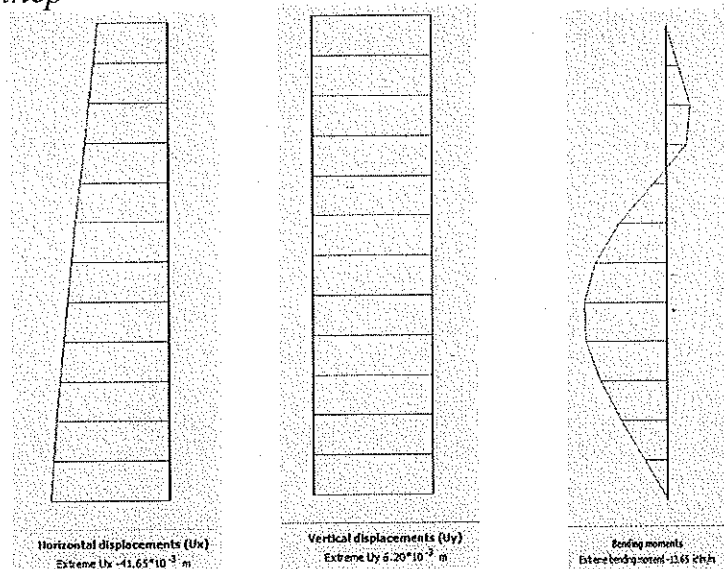
a. Cừ nhựa



3-5: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ nhựa với kịch bản mưa lớn liên tục

Giá trị chuyển vị ngang của cừ nhựa trong trường hợp này là $U_x = 3.9 \text{ cm}$

b. Cừ thép

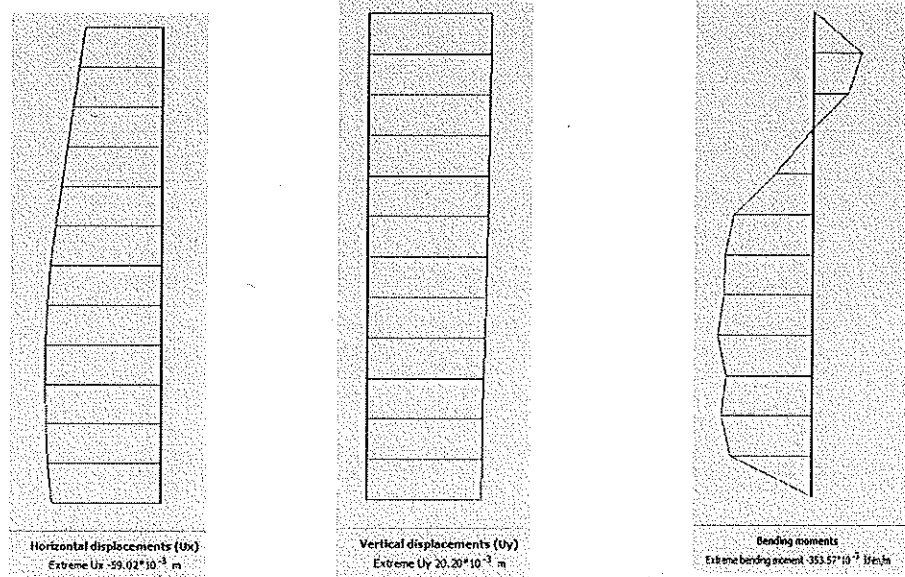


3-6: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ thép với kịch bản mưa lớn liên tục

Giá trị chuyển vị ngang của cừ thép $U_x = 4.1 \text{ cm}$

3.4.1.2. Kích bản mức triều thấp nhất:

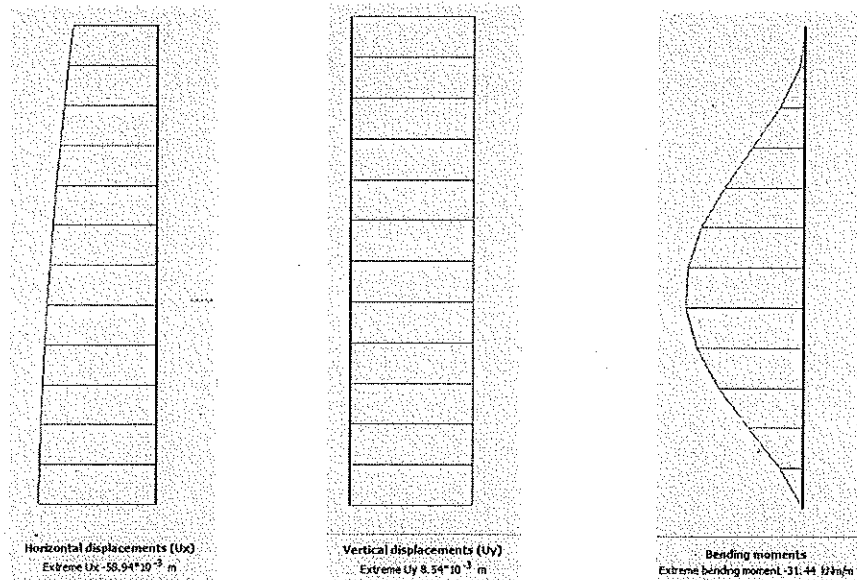
a. Cừ nhựa



3-7: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ nhựa với kích bản mức triều thấp nhất

Giá trị chuyển vị ngang của cừ nhựa trong trường hợp này là $U_x = 5.9$ cm

b. Cừ thép



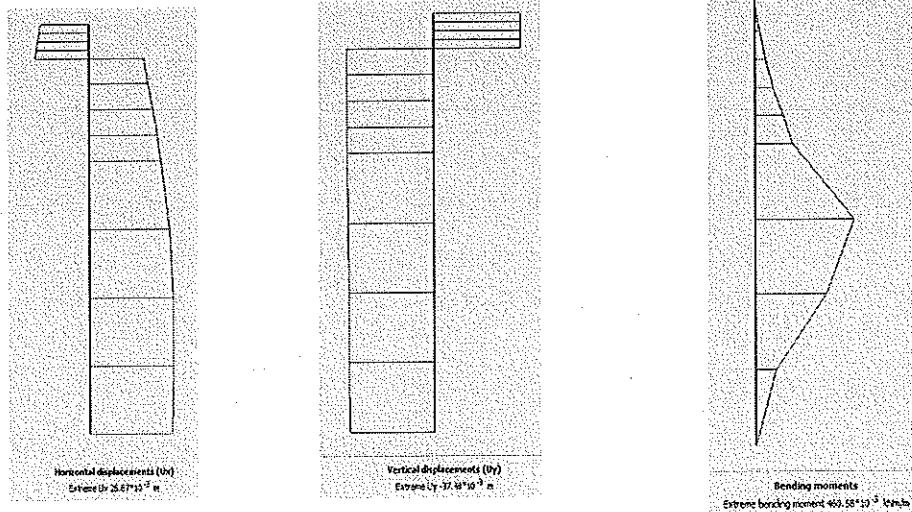
3-8: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ thép với kích bản mức triều thấp nhất

Giá trị chuyển vị ngang của cừ thép $U_x = 5.8$ cm

3.4.2. Bờ bao Rạch Vĩ – Củ Chi

3.4.2.1. Kịch bản mưa nhiều liên tục:

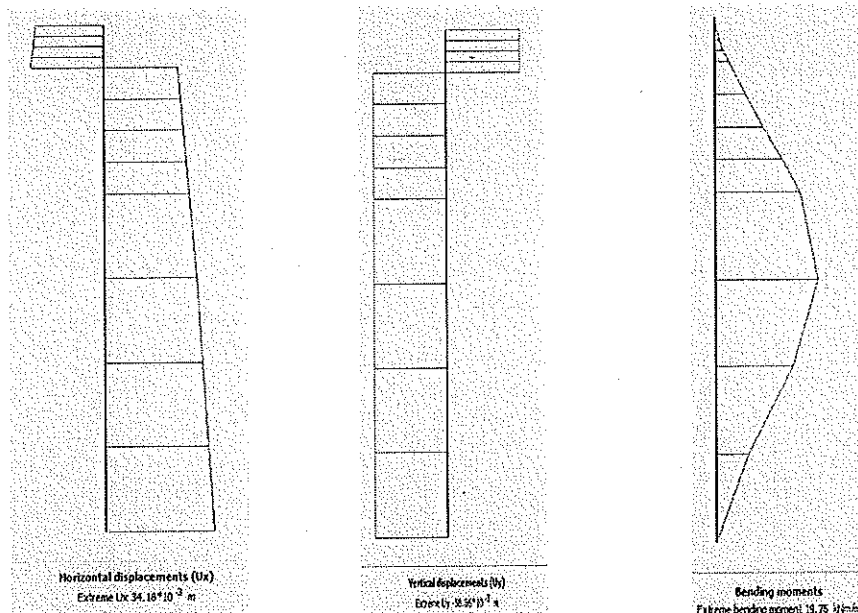
a. Cừ nhựa



3-9: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ nhựa với kịch bản mưa lớn liên tục

Giá trị chuyển vị ngang của cừ nhựa trong trường hợp này là $U_x = 2.6 \text{ cm}$

b. Cừ thép

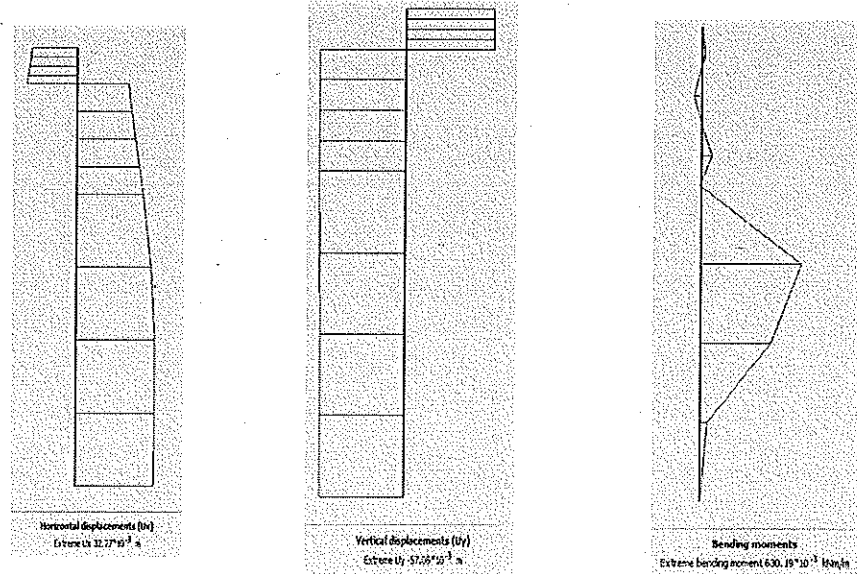


3-10: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ thép với kịch bản mưa lớn liên tục

Giá trị chuyển vị ngang của cừ thép trong kịch bản $U_x = 3.4 \text{ cm}$

3.4.2.2. Kịch bản mức triều thấp nhất:

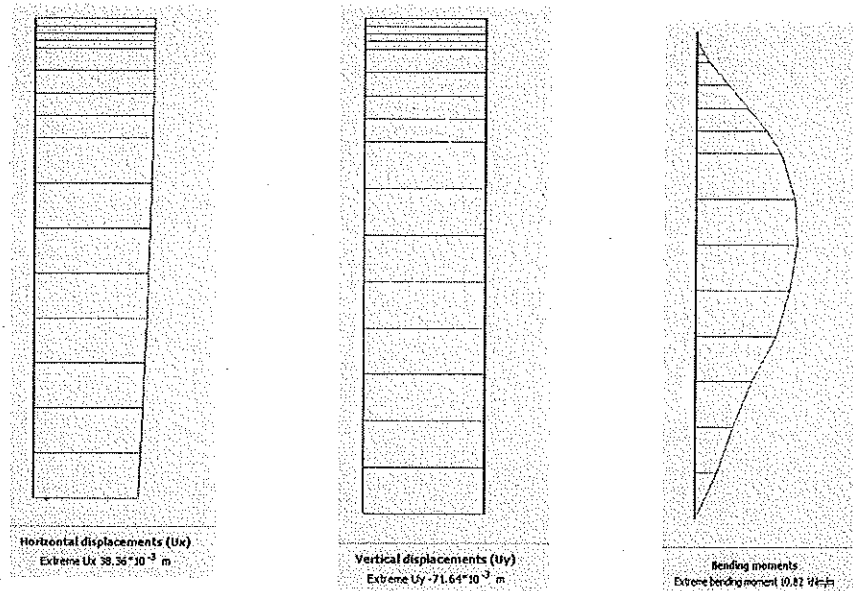
a. Cừ nhựa



3-11: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ nhựa với kịch bản mức triều thấp nhất

Giá trị chuyển vị ngang của cừ nhựa trong trường hợp này là $U_x = 3.2 \text{ cm}$

b. Cừ thép



3-12: Biểu đồ và giá trị chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, momen cừ với kịch bản mức triều thấp nhất

Giá trị chuyển vị ngang của cừ thép trong kịch bản $U_x = 3.8 \text{ cm}$

3.4.2.3. Nhận định kết quả:

Bảng 3.6. Bảng tổng hợp chuyển vị ngang theo các kịch bản tính toán

| Kịch bản | | L cừ (cm) | Điều kiện chuyển vị (cm) | Chuyển vị ngang U_x (cm) | | Kết quả |
|--|---------------------|-----------|--------------------------|----------------------------|---------|------------|
| Công trình | Điều kiện khí hậu | | | Cừ nhựa | Cừ thép | |
| Rạch Võ – Củ Chi (chiều dày đất yếu 10,4 m) | Mức triều thấp nhất | 900 | 4.5 | 3.2 | 3.8 | Thỏa |
| | Mưa lớn liên tục | 900 | 4.5 | 2.6 | 3.4 | Thỏa |
| Thanh Đa – Bình Thạnh (chiều dày đất yếu 18,53m) | Mức triều thấp nhất | 900 | 4.5 | 5.9 | 5.8 | Không thỏa |
| | Mưa lớn liên tục | 900 | 4.5 | 3.9 | 4.1 | Thỏa |

Nhận xét:

Qua bảng tổng hợp kết quả chuyển vị ngang của cừ theo các kịch bản tính toán, ta nhận thấy:

- Tại khu vực Rạch Võ – Củ Chi có địa chất với lớp đất yếu dày 10,4m: Cừ nhựa PVC làm việc đảm bảo điều kiện chuyển vị.

- Tại khu vực Thanh Đa với lớp đất yếu 18,53m, trong điều kiện nguy hiểm nhất là mực nước triều xuống thấp nhất: Chuyển vị của cừ nhựa là $5.9\text{cm} > 4.5\text{ cm}$, không đảm bảo điều kiện chuyển vị.

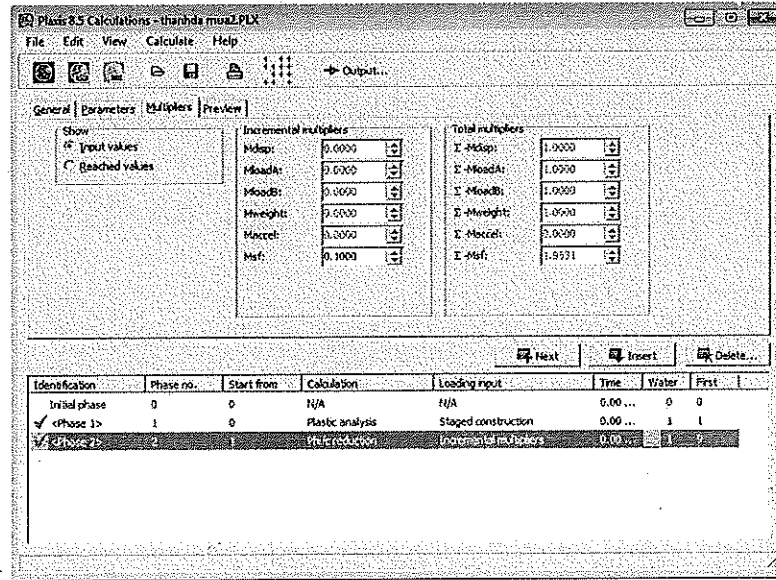
- Trong các kịch bản tính toán trên, ta nhận thấy chuyển vị của cừ nhựa và cừ thép là tương đương nhau.

3.5 Tính toán ổn định

3.5.1. Kè chống sạt lở bán đảo Thanh Đa

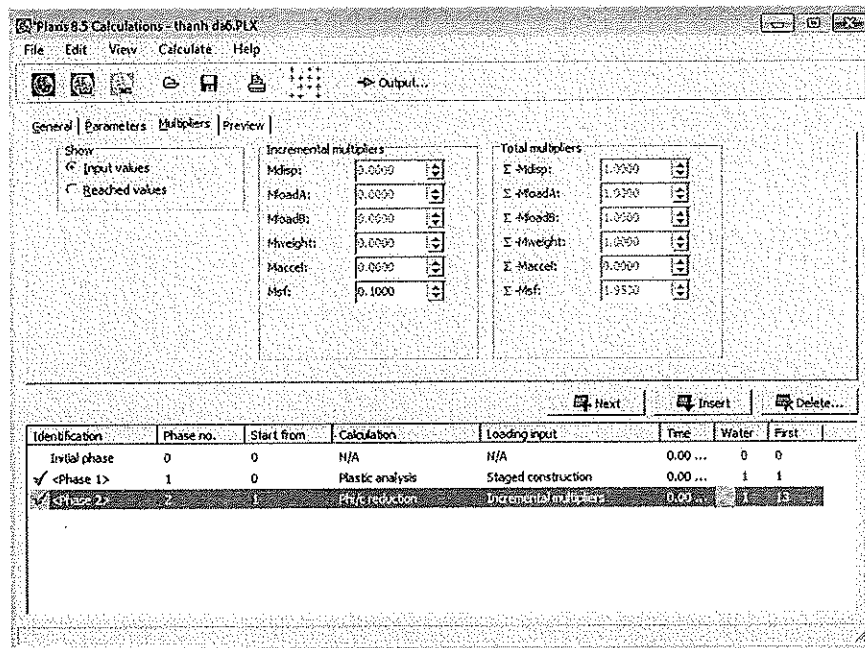
3.4.1.1. Kích bản mưa nhiều liên tục:

a. Cừ nhựa



3-13: Bảng giá trị hệ số an toàn K_{sf} cừ nhựa trong điều kiện mưa nhiều liên tục
Hệ số ổn định của cừ nhựa trong điều kiện mưa lớn liên tục $K_{sf} = 1.95$

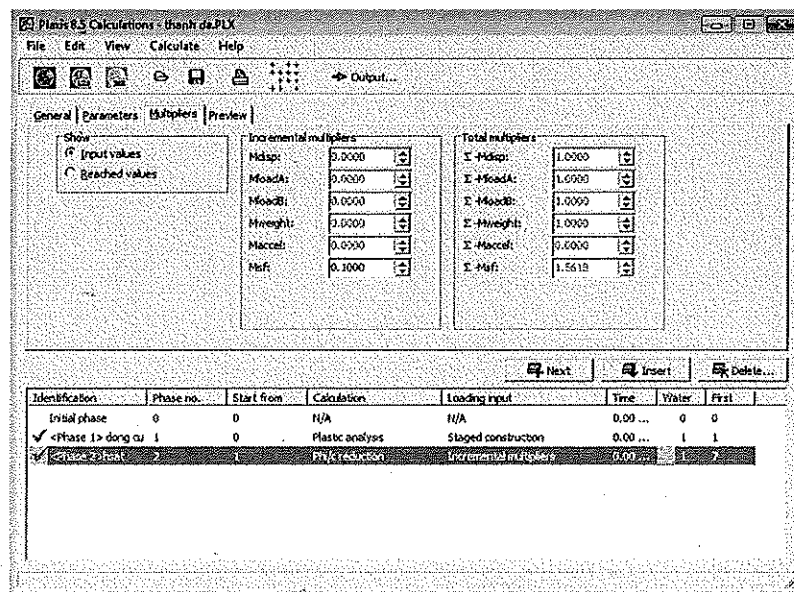
b. Cừ thép



3-14: Bảng giá trị hệ số an toàn K_{sf} cừ thép trong điều kiện mưa nhiều liên tục
Hệ số ổn định của cừ thép trong điều kiện mưa lớn liên tục $K_{sf} = 1.93$

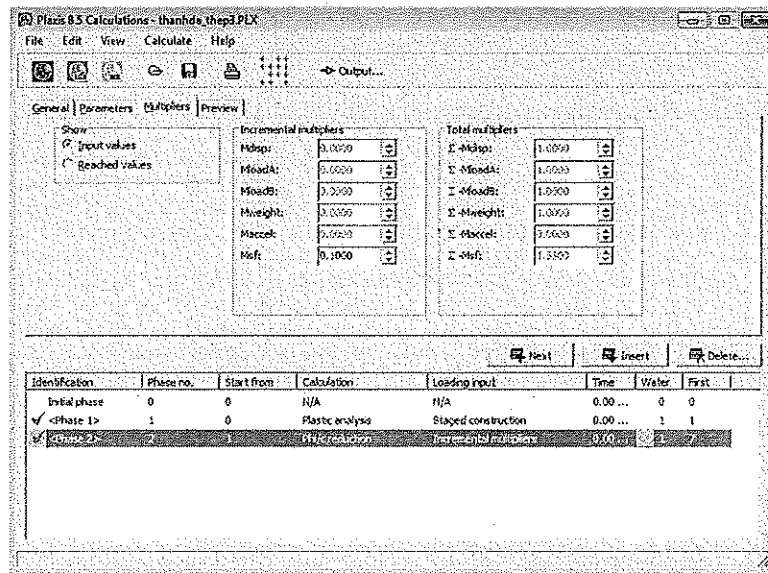
3.5.1.2. Kích bản mức triều thấp nhất:

a. Cừ nhựa



3-15: Bảng giá trị hệ số an toàn K_{sf} cừ nhựa trong điều kiện mưa nhiều liên tục
Hệ số ổn định của cừ nhựa trong điều kiện mưa lớn liên tục $K_{sf} = 1.56$

b. Cừ thép

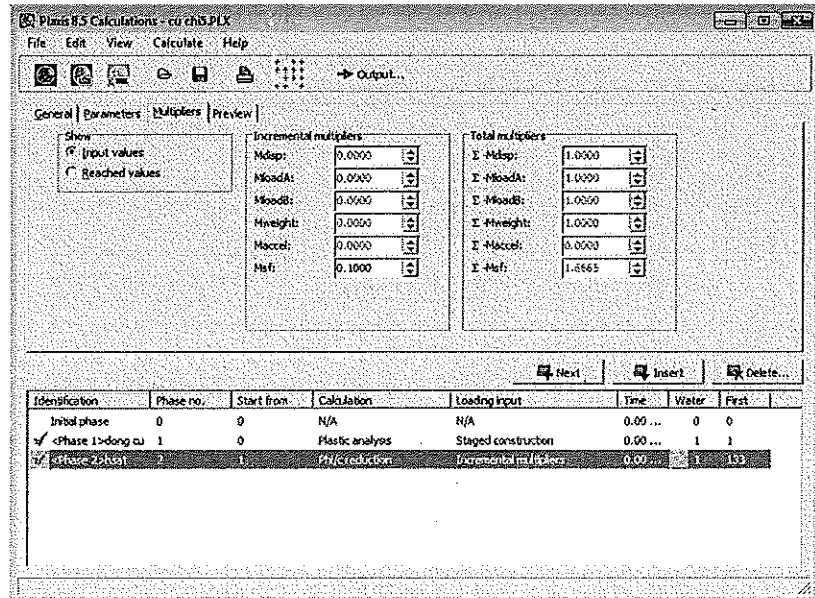


3-14: Bảng giá trị hệ số an toàn K_{sf} trong điều kiện mưa nhiều liên tục
Hệ số ổn định của cừ thép trong điều kiện mưa lớn liên tục $K_{sf} = 1.58$

3.5.2. Bờ bao Rạch Vĩ – Củ Chi

3.5.2.1. Kích bản mưa nhiều liên tục:

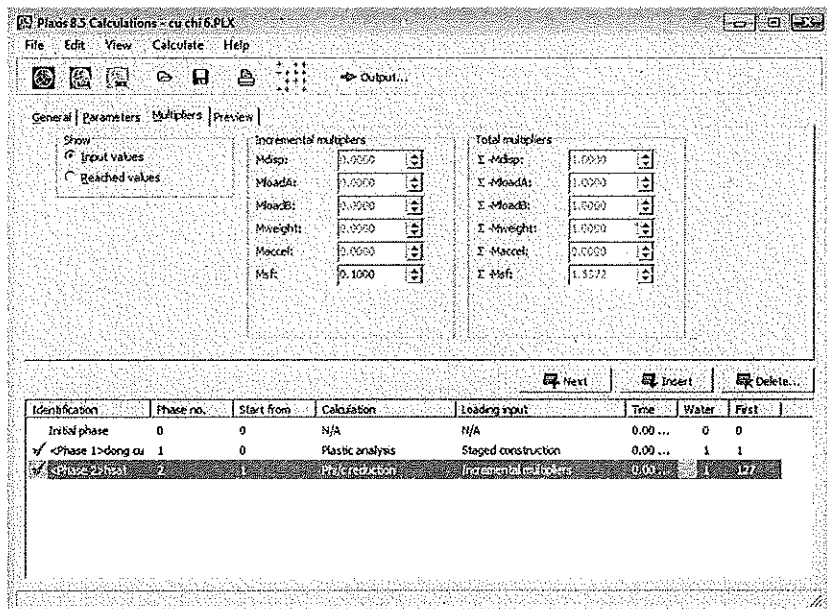
a. Cừ nhựa



3-14: Bảng giá trị hệ số an toàn K_{sf} trong điều kiện mưa nhiều liên tục

Hệ số ổn định của cừ nhựa trong điều kiện mưa lớn liên tục $K_{sf} = 1.67$

b. Cừ thép

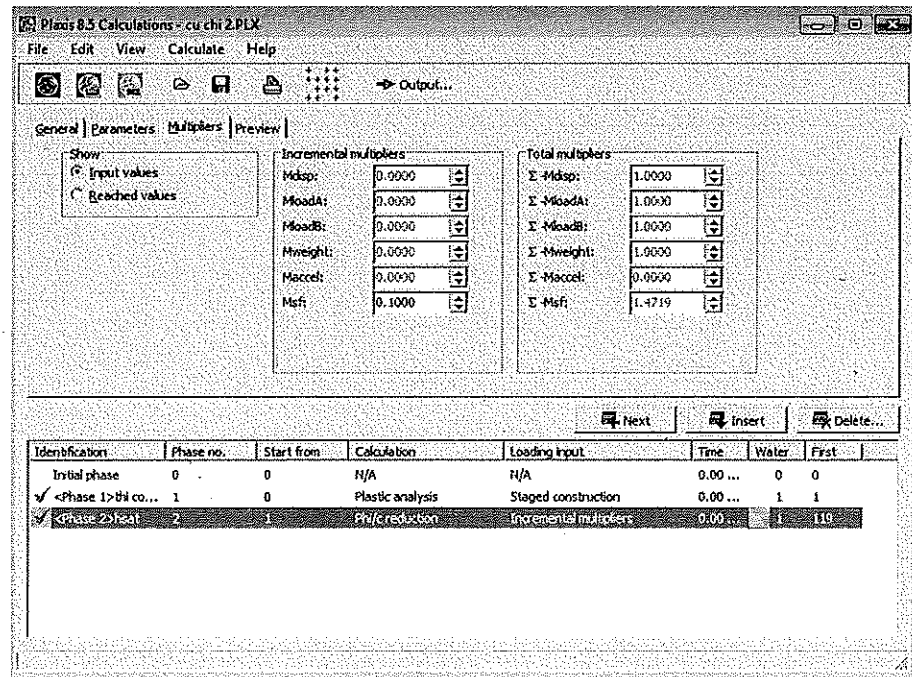


3-14: Bảng giá trị hệ số an toàn K_{sf} trong điều kiện mưa nhiều liên tục

Hệ số ổn định của cừ thép trong điều kiện mưa lớn liên tục $K_{sf} = 1.54$

3.5.2.2. Kích bản mức triều thấp nhất:

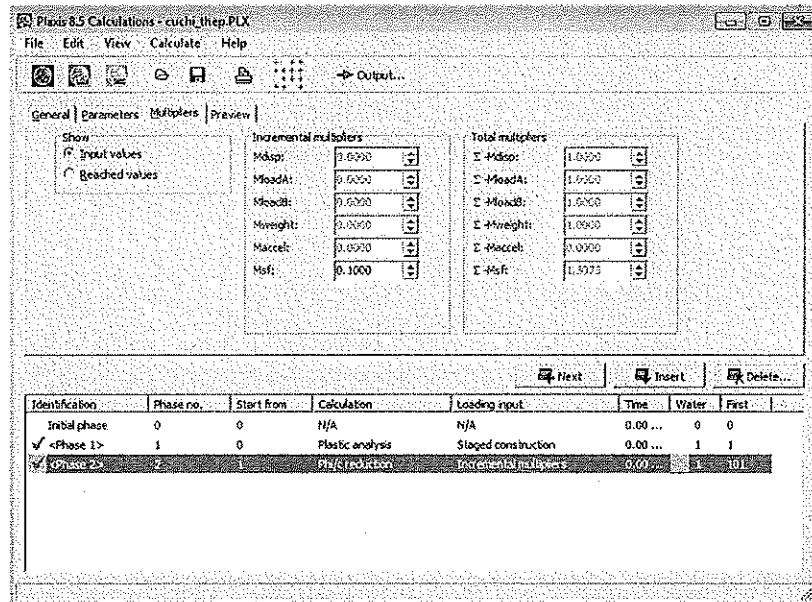
a. Cừ nhựa



3-16: Bảng giá trị hệ số an toàn Ksf trong điều kiện mưa nhiều liên tục

Hệ số ổn định của cừ nhựa trong điều kiện mưa lớn liên tục $K_{sf} = 1.47$

b. Cừ thép



3-14: Bảng giá trị hệ số an toàn Ksf trong điều kiện mưa nhiều liên tục

Hệ số ổn định của cừ thép trong điều kiện mưa lớn liên tục $K_{sf} = 1.31$

3.5.2.3. Nhận định kết quả:

Bảng 3.7. Bảng tổng hợp hệ số ổn định Ksf theo các kịch bản tính toán

| Kịch bản | | Hệ số ổn định (Ksf) | | Ksf tiêu chuẩn | Kết quả |
|---|---------------------|---|---------------------|----------------|---------|
| Công trình | Điều kiện khí hậu | Cừ thép | Cừ nhựa | | |
| | | Rạch Võ – Củ Chi (chiều dày đất yếu 10,4 m) | Mức triều thấp nhất | 1.31 | 1.47 |
| Mưa lớn liên tục | 1.54 | | 1.67 | 1.3 | Thỏa |
| Thanh Đa – Bình Thạnh (chiều dày đất yếu 18,53 m) | Mức triều thấp nhất | 1.58 | 1.56 | 1.3 | Thỏa |
| | Mưa lớn liên tục | 1.95 | 1.95 | 1.3 | Thỏa |

Nhận xét:

Qua bảng tổng hợp kết quả hệ số ổn định Ksf của cừ theo các kịch bản tính toán, ta nhận thấy:

- Tại khu vực Rạch Võ – Củ Chi có địa chất với lớp đất yếu dày 10,4m: Cừ nhựa PVC làm việc đảm bảo điều kiện ổn định.

- Tại khu vực Thanh Đa với lớp đất yếu 18,53m: Cừ nhựa PVC làm việc đảm bảo điều kiện ổn định.

- Trong các kịch bản tính toán trên, ta nhận thấy cả cừ PVC và cừ thép đều đảm bảo điều kiện ổn định.

3.6. Đánh giá kết quả

Qua kết quả nghiên cứu, tác giả nhận thấy đối với các công trình có địa chất trong tự khu vực Rạch Võ – Củ Chi, lớp đất yếu dày khoảng 10m có thể áp dụng cừ nhựa PVC để xây dựng công trình....Tuy nhiên, tùy vào từng

trường hợp cụ thể, nên xem xét công năng khai thác của công trình mà lựa chọn phương án phù hợp.

Đối với các khu vực có địa chất đất yếu với độ dày lớn tương tự khu vực Thanh Đa, Rạch Dơi – Nhà Bè (>18m), khuyến nghị không nên dùng cừ nhựa để thi công công trình, mặc dù đảm bảo hệ số ổn định khi thi công nhưng không đảm bảo điều kiện về biến dạng.

Với kết quả so sánh về điều kiện biến dạng cũng như ổn định với cừ thép, cừ bản nhựa PVC gần như có các giá trị làm việc tương tự. Do đó, tác giả nhận thấy cừ bản nhựa PVC nên được sử dụng ngày càng phổ biến hơn thay thế cho tường chắn bê tông cốt thép, cừ thép, cừ tràm, đất hoặc bao cát cho các công trình chống ngập, các công trình chống sạt lở... một cách phù hợp.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận:

Với kết quả nghiên cứu như đã trình bày, cừ bản nhựa PVC khá phù hợp cho những công trình có độ dày nền đất yếu trong khoảng 10m trong điều kiện biến đổi khí hậu tại TP. Hồ Chí Minh, đối với những vùng đất có điều kiện địa chất tương tự, có thể áp dụng cừ nhựa PVC làm phương án ưu tiên để nghiên cứu tính toán. Tuy nhiên đối với các khu vực có tầng đất yếu dày (>18m) cừ không thỏa mãn điều kiện chuyển vị, khuyến cáo không nên dùng cừ nhựa PVC tại các khu vực này.

So với cừ gỗ, bê tông... thì tổng dự toán kinh phí cừ bản nhựa sẽ rẻ hơn, và thời gian thi công lại nhanh. Bên cạnh đó, với phương pháp thi công đơn giản và dễ dàng, dẫn đến phạm vi ứng dụng sản phẩm cừ bản nhựa PVC rất đa dạng được sử dụng trong việc bảo vệ các mái bờ của các hồ, ao, các hệ thống tưới tiêu nông nghiệp, kênh rạch và các công trình xử lý nước thải, hóa chất độc hại.

Kiến nghị:

Đề tài nghiên cứu sử dụng các số liệu địa chất thực tế tại một số khu vực đặc trưng của Thành phố Hồ Chí Minh, chưa khái quát được tổng thể cả thành phố, tác giả khuyến cáo sử dụng kết quả nghiên cứu đối với các khu vực có địa chất tương tự tuy nhiên tùy vào điều kiện khai thác sử dụng và mục đích của công trình mà lựa chọn phương án tính toán và áp dụng phù hợp.

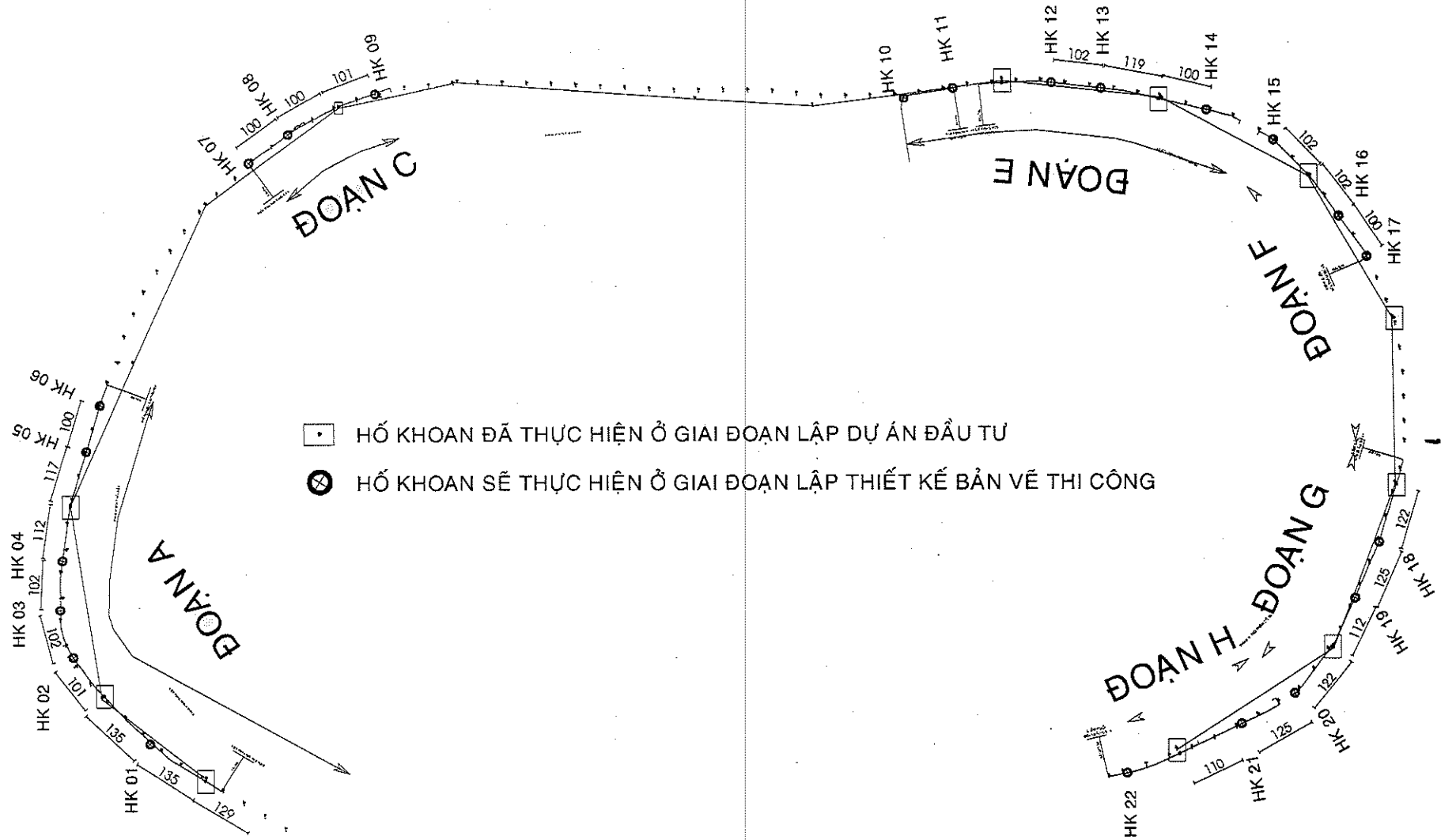
Cừ nhựa PVC có nhiều ưu điểm vượt trội tuy nhiên, cũng phải thẳng thắn nhìn lại, đã có những công trình kè sử dụng cừ bản nhựa nhưng vẫn không phát huy được hiệu quả gây lãng phí hàng chục tỷ đồng của Nhà nước (sự cố nghiêng đê bao cừ nhựa Rạch Ông Dầu – Thủ Đức). Việc sử dụng những tấm cừ này hiện mới chỉ cho những công trình Nhà nước hoặc những công trình yêu cầu về tiến độ. Sản phẩm cừ bản nhựa bên cạnh những ưu

điểm trong khi quyết định sử dụng cũng cần phải được cân nhắc một cách kỹ lưỡng để sử dụng chúng một cách phù hợp với từng dự án.

PHỤ LỤC

Phụ Lục A – Vị trí hố khoan địa chất Khu vực Kè Thanh Đa:

SƠ ĐỒ BỐ TRÍ HỐ KHOAN KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT



Phụ Lục B – Đặc trưng cơ lý Khu vực Kè Thanh Đa

| TT | Đặc trưng cơ lý | Lớp 1 Bùn sét | Lớp 2a Sét pha | Lớp 2c TK. Cát | Lớp 2 Cát |
|----|---|---------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 1 | Số mẫu thí nghiệm i | 106 | 21 | 8 | 48 |
| 2 | Thành phần cỡ hạt P, % | | | | |
| | - Hạt sỏi sạn | 0.0 | 3.8 | 3.9 | 6.8 |
| | - Hạt cát | 11.4 | 37.8 | 88.1 | 83.1 |
| | - Hạt bụi | 37.4 | 24.1 | 3.8 | 5.4 |
| | - Hạt sét | 51.2 | 34.3 | 4.3 | 4.6 |
| 3 | Độ ẩm tự nhiên W, % | 77.69 | 25.78 | 29.68 | 22.86 |
| 4 | Dung trọng tự nhiên γ_w , g/cm ³ | 1.503 | 1.981 | 1.846 | 1.995 |
| 5 | Dung trọng bảo hoà γ_{bh} , g/cm ³ | 1.529 | 1.997 | 1.891 | 2.016 |
| 6 | Dung trọng khô tiêu chuẩn γ_c^{tc} , g/cm ³ | 0.849 | 1.577 | 1.425 | 1.626 |
| 7 | Tỷ trọng Δ_s | 2.654 | 2.717 | 2.665 | 2.664 |
| 8 | Độ bão hòa G, % | 96.08 | 96.13 | 91.00 | 94.83 |
| 9 | Độ rỗng n, % | 68.01 | 41.95 | 46.53 | 38.96 |
| 10 | Hệ số rỗng e_o , % | 2.145 | 0.729 | 0.882 | 0.643 |
| 11 | Giới hạn chảy W_L , % | 55.74 | 36.64 | | |
| 12 | Giới hạn dẻo W_p , % | 34.73 | 21.19 | | |
| 13 | Chỉ số dẻo I_p , % | 21.00 | 15.45 | | |
| 14 | Độ sệt B | 2.07 | 0.30 | | |
| 15 | Góc ma sát trong tiêu chuẩn φ^{tc} , độ | 3°26 | 14°15 | 19°18 | 24°29 |
| 16 | Lực dính tiêu chuẩn C^{tc} , kG/cm ² | 0.060 | 0.225 | 0.069 | 0.075 |
| 17 | Góc ma sát trong tính toán 1 φ^{tt}_1 , độ | 3°06 | 11°54 | 18°33 | 23°17 |
| 18 | Lực dính tính toán 1 C^{tt}_1 , kG/cm ² | 0.057 | 0.178 | 0.043 | 0.048 |
| 19 | Góc ma sát trong tính toán 2 φ^{tt}_2 , độ | 3°13 | 12°47 | 18°05 | 23°44 |

| | | | | | | |
|----|-------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
| 20 | Lực dính tính toán 2 | $C_{2, kG/cm^2}^{tt}$ | 0.058 | 0.195 | 0.053 | 0.058 |
| 21 | Hệ số nén lún | $a, cm^2/kG$ | | | | |
| | - $a_{0,0-0.25}$ | | 0.768 | | | |
| | - $a_{0,25-0.5}$ | | 0.570 | 0.064 | 0.078 | 0.052 |
| | - $a_{0,5-1.0}$ | | 0.342 | 0.043 | 0.050 | 0.039 |
| | - $a_{1,0-2.0}$ | | 0.189 | 0.024 | 0.029 | 0.023 |
| | - $a_{2,0-4.0}$ | | 0.106 | 0.013 | 0.016 | 0.011 |
| | - $a_{4,0-8.0}$ | | | 0.007 | 0.009 | 0.005 |
| 22 | Moduyn biến dạng | $E_{1-2, kG/cm^2}$ | 5.76 | 47.80 | 53.89 | 60.52 |
| 23 | Hệ số thấm | $K, cm/s$ | 8.26E-06 | 1.35E-06 | 6.86E-04 | 6.21E-04 |

*Đặc điểm khí hậu, khí tượng

Khí hậu thành phố Hồ Chí Minh là khí hậu nhiệt đới gió mùa, ẩm áp quanh năm và có cường độ mưa lớn, một năm có 2 mùa rõ rệt, mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa thường bắt đầu vào tháng 5 và kết thúc vào tháng 10. Mùa khô thường bắt đầu vào tháng 11 và kết thúc vào tháng 4 năm sau.

Mưa phân bố theo 2 mùa rõ rệt, lượng mưa từ tháng 05 đến tháng 10 hàng năm chiếm đến 90% lượng mưa cả năm. Lượng mưa các tháng mùa khô chỉ khoảng 10%, đặc biệt các tháng I,II,III hầu như không có mưa. Lượng mưa bình quân biến đổi từ 1200 đến 1900mm ở khu vực nội thành. Phía Bắc, Đông Bắc (quận 9, Thủ Đức) có lượng mưa lớn hơn cả, từ 1700 đến 1900 mm. Vùng ven biển Cần Giờ có lượng mưa nhỏ hơn (khoảng 1060mm). Các vùng khác lượng mưa từ 1500 đến 1700mm. Hàng năm, thành phố Hồ Chí Minh có khoảng 120 đến 150 ngày mưa. Các tháng mùa mưa thường có trên 20 ngày mỗi tháng.

Lượng mưa bình quân năm phân bố theo tháng ở một số trạm ở Tp.Hồ Chí Minh trình bày trên bảng 6. Mô hình mưa 1,2,3,5,7 ngày max tần suất 10% tại một số trạm trình bày trên bảng 7.

* Thủy văn

Biển Đông có thủy triều giao động từ 3,0m đến 4m, lên xuống mỗi ngày 2 lần với 2 đỉnh triều xấp xỉ nhau và hai chân triều chênh nhau khá lớn. Thời gian giữa 2 chân và 2 đỉnh vào khoảng 12 giờ đến 12 giờ 30'. Một tháng có 2 đợt triều cường và 2 lần triều kém. Trong năm, đỉnh triều cao thường xuất hiện từ tháng 9 đến tháng 2 năm sau. Đỉnh triều thấp thường xuất hiện vào tháng 5 đến tháng 8.

Do năng lượng triều lớn (biên độ triều lớn), lòng sông sâu, độ dốc sông nhỏ nên triều truyền rất mạnh vào sông. Khi triều lên, độ dốc mực nước hướng từ Biển vào sông và ngược lại, khi triều xuống, độ dốc mực nước theo hướng từ sông ra biển.

Mực nước lớn nhất theo các tần suất khác nhau tại trạm Phú An trên sông Sài Gòn được thống kê và tính toán mực nước cao nhất ứng với tần suất $P=2\%$ là +1,63m. Mực nước thấp nhất ứng với $P=90\%$ là -2,13m.

Tài liệu thủy văn phục vụ lập dự án: tham khảo tài liệu khảo sát thủy văn tại trạm Phú An nằm gần khu vực dự án (từ năm 1988 – 2011).

Phụ Lục C – Bảng chỉ tiêu cơ lý đặc trưng các lớp đất tại Rạch Dơi – Sông Kinh

| TT | Đặc trưng cơ lý | Lớp 1 Bùn sét | Lớp 2 Sét pha |
|----|------------------------------|------------------|------------------|
| 1 | Số mẫu thí nghiệm | 8 | 2 |
| 2 | Thành phần cỡ hạt | | |
| | - Hạt sỏi sạn | | |
| | - Hạt cát | 10.5 | 29.6 |
| | - Hạt bụi | 49.3 | 24.4 |
| | - Hạt sét | 40.2 | 46.0 |
| 3 | Độ ẩm tự nhiên | 90.41 | 29.97 |
| 4 | Dung trọng tự nhiên | 1.459 | 1.929 |
| 5 | Dung trọng bão hoà | 1.478 | 1.942 |
| 6 | Dung trọng khô tiêu chuẩn | 0.766 | 1.484 |
| 7 | Tỷ trọng | 2.648 | 2.721 |
| 8 | Độ bão hòa | 97.50 | 97.88 |
| 9 | Độ rỗng | 71.06 | 45.44 |
| 10 | Hệ số rỗng | 2.456 | 0.833 |
| 11 | Giới hạn chảy | 63.50 | 36.34 |
| 12 | Giới hạn dẻo | 37.44 | 21.00 |
| 13 | Chỉ số dẻo | 26.06 | 15.34 |
| 14 | Độ sệt | 2.03 | 0.58 |
| 15 | Góc ma sát trong tiêu chuẩn | 2°43 | 12°49 |
| 16 | Lực dính tiêu chuẩn | 0.057 | 0.189 |
| 17 | Góc ma sát trong tính toán 1 | 2°04 | 12°22 |
| 18 | Lực dính tính toán 1 | 0.051 | 0.180 |

| TT | Đặc trưng cơ lý | | Lớp 1 Bùn sét | Lớp 2 Sét pha |
|----|------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
| 19 | Góc ma sát trong tính toán 2 | φ_{2}^{tt} , độ | 2°19 | 12°34 |
| 20 | Lực dính tính toán 2 | C_{2}^{tt} , kG/cm ² | 0.053 | 0.184 |
| 21 | Hệ số nén lún | a , cm ² /kG | | |
| | | - $a_{0.0-0.25}$ | 0.910 | |
| | | - $a_{0.25-0.5}$ | 0.698 | 0.070 |
| | | - $a_{0.5-1.0}$ | 0.382 | 0.049 |
| | | - $a_{1.0-2.0}$ | 0.212 | 0.027 |
| | | - $a_{2.0-4.0}$ | 0.124 | 0.015 |
| | | - $a_{4.0-8.0}$ | | 0.009 |
| 22 | Moduyn biến dạng | E_{1-2} , kG/cm ² | 5.49 | 41.28 |
| 23 | Hệ số thấm | K , cm/s | 8.59E-06 | 1.37E-06 |

| TT | Đặc trưng cơ lý | | Lớp Cát | Lớp 3a Sét |
|----|---------------------------|-------------------------------------|------------|---------------|
| 1 | Số mẫu thí nghiệm | i | 6 | 2 |
| 2 | Thành phần cỡ hạt | P , % | | |
| | | - Hạt sỏi sạn | 14.3 | |
| | | - Hạt cát | 80.5 | 6.6 |
| | | - Hạt bụi | 2.3 | 26.2 |
| | | - Hạt sét | 2.9 | 67.2 |
| 3 | Độ ẩm tự nhiên | W , % | 20.43 | 37.62 |
| 4 | Dung trọng tự nhiên | γ_w , g/cm ³ | 2.058 | 1.835 |
| 5 | Dung trọng bão hoà | γ_{bh} , g/cm ³ | 2.068 | 1.844 |
| 6 | Dung trọng khô tiêu chuẩn | γ_c^{tc} , g/cm ³ | 1.709 | 1.334 |
| 7 | Tỷ trọng | Δ_s | 2.666 | 2.720 |
| 8 | Độ bão hoà | G , % | 97.28 | 98.43 |
| 9 | Độ rỗng | n , % | 35.90 | 50.97 |
| 10 | Hệ số rỗng | e_o , % | 0.560 | 1.040 |
| 11 | Giới hạn chảy | W_L , % | | 46.95 |

| TT | Đặc trưng cơ lý | Lớp Cát | Lớp 3a Sét |
|----|--|----------|------------|
| 12 | Giới hạn dẻo $W_p, \%$ | | 26.96 |
| 13 | Chỉ số dẻo $I_p, \%$ | | 19.99 |
| 14 | Độ sệt B | | 0.53 |
| 15 | Góc ma sát trong tiêu chuẩn $\varphi^{tc}, \text{độ}$ | 27°02 | 12°01 |
| 16 | Lực dính tiêu chuẩn $C^{tc}, \text{kG/cm}^2$ | 0.081 | 0.194 |
| 17 | Góc ma sát trong tính toán 1 $\varphi^{tt}_1, \text{độ}$ | 25°38 | 9°26 |
| 18 | Lực dính tính toán 1 $C^{tt}_1, \text{kG/cm}^2$ | 0.048 | 0.143 |
| 19 | Góc ma sát trong tính toán 2 $\varphi^{tt}_2, \text{độ}$ | 26°11 | 10°35 |
| 20 | Lực dính tính toán 2 $C^{tt}_2, \text{kG/cm}^2$ | 0.060 | 0.165 |
| 21 | Hệ số nén lún $a, \text{cm}^2/\text{kG}$ | | |
| | - $a_{0.0-0.25}$ | | |
| | - $a_{0.25-0.5}$ | 0.047 | 0.104 |
| | - $a_{0.5-1.0}$ | 0.025 | 0.080 |
| | - $a_{1.0-2.0}$ | 0.014 | 0.048 |
| | - $a_{2.0-4.0}$ | 0.009 | 0.028 |
| | - $a_{4.0-8.0}$ | 0.005 | 0.016 |
| 22 | Moduyn biến dạng $E_{1-2}, \text{kG/cm}^2$ | 89.48 | 29.10 |
| 23 | Hệ số thấm K, cm/s | 7.25E-04 | 2.88E-07 |

*** Khí hậu, thủy văn**

Khu vực có khí hậu của hai mùa khô và mùa mưa; mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, mùa mưa từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Trong lưu vực có nhiều trạm quan trắc về khí tượng, đủ điều kiện cho việc nghiên cứu đánh giá những yếu tố tự nhiên tác động đến lưu vực như nhiệt độ, độ ẩm, bốc hơi, mưa.

Mưa phân phối không đều theo không gian, có xu thế giảm dần từ Bắc xuống Nam và từ Đông sang Tây. Lượng mưa phần lớn tập trung vào các tháng mùa mưa, những tháng mùa khô có lượng mưa trung bình rất nhỏ. Theo thống kê bình quân nhiều năm lượng mưa tại các trạm đặc trưng trong khu vực như sau:

Mưa bình quân theo mùa và cả năm tại một số trạm (Đơn vị: mm)

| Số TT | Vị trí | Số năm tài liệu | Lượng mưa BQ | Mùa mưa | | Mùa khô | |
|----------|-------------|--------------------|-----------------|--------------|---------|--------------|---------|
| | | | | Lượng mưa | Tỷ lệ % | Lượng mưa | Tỷ lệ % |
| 1 | Thủ Dầu Một | 60 | 1.819 | 1.575 | 86,6 | 244 | 13,4 |
| 2 | Biên Hoà | 64 | 1.677 | 1.479 | 88,2 | 198 | - |
| 3 | Sài Gòn | 86 | 1.935 | 1.935 | 87,1 | 249 | 12,9 |
| 4 | Vũng Tàu | 80 | 1.371 | 1.239 | 90,4 | 132 | 9,6 |

Mưa bình quân tại một số trạm đại diện trong khu vực

| Trạm | Mưa bình quân tháng (mm) | | | | | | | | | | | | Cả Năm |
|-----------|--------------------------|----|-----|----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|-----------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XI | |
| Dầu Tiếng | 11 | 9 | 27 | 98 | 224 | 246 | 288 | 283 | 344 | 304 | 131 | 40 | 2.005 |
| Sở Sao | 14 | 2 | 24 | 47 | 213 | 275 | 284 | 286 | 321 | 148 | 124 | 40 | 1.778 |
| Sài Gòn | 13 | 5 | 12 | 51 | 210 | 310 | 296 | 272 | 325 | 272 | 120 | 48 | 1.934 |
| Vũng Tàu | 2 | 1 | 5 | 34 | 193 | 210 | 219 | 186 | 217 | 216 | 69 | 21 | 1.373 |

Khu vực sông Rạch Dơi Sông kinh (phạm vi nghiên cứu) nằm trong tổng thể mạng lưới sông ngòi của huyện Nhà Bè nên chịu ảnh hưởng rất lớn của hiện tượng triều cường. Đây là khu vực có chế độ dòng chảy thủy văn phức tạp, chịu ảnh hưởng trực tiếp của cả triều biển Đông và lũ ở thượng nguồn. Khu vực dự án chịu ảnh hưởng trực tiếp của chế độ bán nhật triều không đều. Mực nước cao nhất khu vực xây dựng tuyến kè thường vào các tháng 10 và 11. Đây là thời kỳ mực nước triều cường ở Biển Đông dâng cao gặp lũ hoặc các hồ chứa trên thượng nguồn như Dầu Tiếng, Trị An ... xả xuống. Mực nước thấp nhất vào tháng 6 và tháng 7. Biên độ triều tại khu vực xây dựng công trình lên đến 3,5m. Điều này ảnh hưởng lớn đến độ ổn định của đường bờ và công trình khi mực nước trên sông xuống thấp đặc biệt là trong điều kiện địa chất công trình rất yếu.

Mức nước max, min bình quân từ năm (1988 - 2006) tại trạm Nhà Bè thể hiện trong bảng sau (Hệ cao độ Hòn Dấu).

Bảng: Mức nước trung bình, max, min tháng tại trạm Nhà Bè

| STT | NĂM | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1988 | TB | 15 | 13 | 6 | 3 | -18 | -25 | -23 | -16 | -4 | 12 | 29 | 14 |
| | | Max | 127 | 124 | 110 | 107 | 95 | 89 | 93 | 111 | 118 | 119 | 124 | 112 |
| | | Min | -184 | -176 | -201 | -188 | -217 | -237 | -250 | -229 | -198 | -186 | -173 | -192 |
| 2 | 1989 | TB | 20 | 12 | 9 | -10 | -13 | -22 | -19 | -12 | 0 | 31 | 33 | 25 |
| | | Max | 109 | 120 | 126 | 107 | 99 | 91 | 96 | 107 | 130 | 140 | 135 | 125 |
| | | Min | -185 | -204 | -188 | -194 | -216 | -244 | -254 | -230 | -197 | -152 | -161 | -172 |
| 3 | 1990 | TB | 25 | 11 | 12 | -4 | -8 | -24 | -28 | -21 | -6 | 19 | 21 | 19 |
| | | Max | 126 | 113 | 111 | 116 | 99 | 95 | 94 | 97 | 109 | 122 | 115 | 129 |
| | | Min | -175 | -202 | -170 | -184 | -221 | -232 | -243 | -228 | -217 | -166 | -209 | -187 |
| 4 | 1991 | TB | 17 | 12 | 1 | 1 | -7 | -22 | -22 | -18 | -2 | 19 | 26 | 20 |
| | | Max | 123 | 124 | 111 | 108 | 97 | 95 | 96 | 97 | 108 | 131 | 124 | 125 |
| | | Min | -189 | -190 | -189 | -187 | -203 | -230 | -233 | -237 | -235 | -191 | -174 | -174 |
| 5 | 1992 | TB | 13 | 3 | -3 | -7 | -13 | -22 | -19 | -20 | -9 | 22 | 25 | 12 |
| | | Max | 125 | 108 | 103 | 106 | 95 | 91 | 102 | 115 | 126 | 140 | 118 | 112 |
| | | Min | -198 | -206 | -181 | -187 | -208 | -230 | -229 | -225 | -201 | -164 | -174 | -187 |
| 6 | 1993 | TB | 15 | 3 | 3 | -3 | -14 | -26 | -23 | -24 | -8 | 18 | 20 | 23 |
| | | Max | 116 | 111 | 117 | 113 | 93 | 83 | 90 | 98 | 115 | 129 | 119 | 120 |
| | | Min | -187 | -187 | -170 | -187 | -198 | -228 | -228 | -223 | -195 | -165 | -190 | -178 |
| 7 | 1994 | TB | 16 | 1 | 12 | -4 | -18 | -26 | -25 | -21 | -5 | 16 | 23 | 15 |

| STT | NĂM | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Max | 115 | 116 | 120 | 104 | 94 | 86 | 89 | 96 | 113 | 129 | 126 | 119 |
| | | Min | -174 | -193 | -181 | -183 | -216 | -231 | -234 | -222 | -193 | -168 | -164 | -178 |
| 8 | 1995 | TB | 19 | 15 | 5 | -1 | -14 | -28 | -21 | -16 | -2 | 15 | 22 | 19 |
| | | Max | 128 | 129 | 114 | 101 | 99 | 92 | 102 | 103 | 126 | 134 | 128 | 127 |
| | | Min | -167 | -174 | -175 | -182 | -212 | -229 | -217 | -212 | -222 | -173 | -189 | -170 |
| 9 | 1996 | TB | 12 | 18 | -3 | 2 | -12 | -17 | -20 | -18 | -4 | 24 | 22 | 20 |
| | | Max | 126 | 123 | 100 | 108 | 98 | 102 | 102 | 110 | 132 | 140 | 128 | 127 |
| | | Min | -186 | -189 | -186 | -175 | -210 | -221 | -227 | -217 | -196 | -149 | -176 | -184 |
| 10 | 1997 | TB | 14 | 15 | 4 | -5 | -15 | -24 | -22 | -21 | -4 | 12 | 16 | 16 |
| | | Max | 131 | 127 | 121 | 104 | 103 | 96 | 101 | 109 | 128 | 128 | 137 | 123 |
| | | Min | -184 | -186 | -165 | -179 | -217 | -225 | -215 | -230 | -201 | -171 | -191 | -184 |
| 11 | 1998 | TB | 10 | 2 | 6 | -5 | -11 | -21 | -19 | -16 | -7 | 17 | 19 | 28 |
| | | Max | 127 | 116 | 125 | 108 | 101 | 95 | 89 | 97 | 112 | 136 | 136 | 134 |
| | | Min | -194 | -186 | -178 | -190 | -211 | -225 | -215 | -213 | -203 | -179 | -189 | -185 |
| 12 | 1999 | TB | 21 | 16 | 7 | 3 | -1 | -22 | -22 | -11 | -2 | 23 | 29 | 31 |
| | | Max | 128 | 119 | 118 | 118 | 125 | 108 | 102 | 111 | 136 | 141 | 138 | 142 |
| | | Min | -182 | -196 | -170 | -191 | -215 | -245 | -249 | -223 | -203 | -174 | -178 | -174 |
| 13 | 2000 | TB | 21 | 20 | 14 | -3 | -11 | -20 | -16 | -19 | 3 | 20 | 32 | 24 |
| | | Max | 134 | 120 | 114 | 114 | 109 | 108 | 111 | 108 | 131 | 142 | 137 | 127 |
| | | Min | -186 | -176 | -179 | -191 | -210 | -217 | -237 | -232 | -195 | -162 | -175 | -190 |
| 14 | 2001 | TB | 20 | 18 | 7 | 4 | -15 | -25 | -23 | -16 | -2 | 23 | 28 | 21 |

| STT | NĂM | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Max | 134 | 135 | 128 | 119 | 110 | 102 | 105 | 123 | 126 | 139 | 136 | 125 |
| | | Min | -190 | -185 | -184 | -190 | -232 | -242 | -244 | -240 | -214 | -169 | -178 | -199 |
| 15 | 2002 | TB | 15 | 13 | 5 | 0 | -8 | -21 | -24 | -16 | -11 | 14 | 27 | 24 |
| | | Max | 133 | 131 | 125 | 122 | 110 | 97 | 95 | 109 | 122 | 150 | 148 | 130 |
| | | Min | -204 | -195 | -193 | -178 | -215 | -237 | -238 | -238 | -227 | -175 | -180 | -210 |
| 16 | 2003 | TB | 20 | 14 | 10 | -6 | -11 | -20 | -16 | -14 | -2 | 29 | 31 | 26 |
| | | Max | 128 | 128 | 126 | 118 | 113 | 102 | 100 | 121 | 146 | 158 | 144 | 137 |
| | | Min | -190 | -190 | -189 | -194 | -232 | -234 | -240 | -238 | -230 | -180 | -179 | -200 |
| 17 | 2004 | TB | 14 | 5 | 3 | -5 | -13 | -21 | -24 | -20 | -5 | 25 | 21 | 18 |
| | | Max | 136 | 119 | 118 | 111 | 121 | 107 | 96 | 108 | 134 | 132 | 132 | 141 |
| | | Min | -208 | -210 | -203 | -193 | -230 | -251 | -267 | -256 | -207 | -175 | -220 | -209 |
| 18 | 2005 | TB | 12 | 4 | 5 | -4 | -22 | -26 | -25 | -24 | -7 | 18 | 25 | 28 |
| | | Max | 130 | 130 | 113 | 118 | 97 | 101 | 97 | 114 | 128 | 137 | 139 | 138 |
| | | Min | -210 | -221 | -202 | -223 | -241 | -270 | -270 | -246 | -230 | -190 | -206 | -203 |
| 19 | 2006 | TB | 18 | 17 | 8 | 1 | -5 | -20 | -26 | -17 | -3 | 18 | 22 | 33 |
| | | Max | 134 | 130 | 138 | 118 | 112 | 97 | 94 | 112 | 130 | 139 | 147 | 140 |
| | | Min | -211 | -191 | -196 | -206 | -226 | -253 | -265 | -255 | -234 | -196 | -218 | -218 |

Phụ Lục D – Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất Khu vực Rạch Võ – Củ Chi

| Thông số thí nghiệm | ĐV | TÊN LỚP | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | | Lớp 1 | Lớp 2 |
| Thành phần hạt | | | |
| Sét | % | 40 | 33 |
| Bụi | % | 27 | 20 |
| Cát | % | 33 | 43 |
| Sạn | % | | 4 |
| Cuội | % | | |
| Hạn độ Atterberg | | | |
| Giới hạn chảy W_T | % | 63 | 37 |
| Giới hạn dẻo W_P | % | 32 | 19 |
| Chỉ số dẻo W_n | % | 31 | 18 |
| Độ sệt B | | 1.36 | 0.28 |
| Độ ẩm tự nhiên W | % | 74.1 | 24.0 |
| Dung trọng | | | |
| Ướt g_w | KN/m ³ | 14,9 | 19,9 |
| Khô g_k | T/m ³ | 0.86 | 1.60 |
| Tỷ trọng D | | 2.65 | 2.70 |
| Độ khe hở n | % | 67.7 | 40.7 |
| Tỷ lệ khe hở e | | 2.093 | 0.687 |
| Độ bão hòa G | % | 94.0 | 94.4 |
| Sức kháng cắt | | | |
| Lực dính kết C | KN/m ² | 11 | 32 |
| Góc masát trong f | ° | 3 ⁰ 55 | 13 ⁰ 45 |
| Xuyên TC SPT | N | 0-2 | 13-16 |

*** Lượng mưa:**

Tình hình mưa khá lớn và phân bố không đều theo thời gian. Phần khối lượng mưa năm đạt hơn 1.900 mm. Lượng mưa trong các tháng mùa mưa

chiếm tới 90% tổng lượng mưa năm, đạt giá trị cao nhất vào các tháng VI, IX và X. Lượng mưa trong các tháng mùa khô chỉ chiếm khoảng 10% tổng lượng mưa năm và hầu như không mưa vào tháng II. Số ngày mưa trong các tháng mùa mưa chiếm từ 15 đến 20 ngày. Thường thì mưa cách nhật hoặc cứ 3 ngày thì có 2 ngày mưa.

Theo tài liệu của trạm Tân Sơn Nhất cho thấy:

Bảng: Lượng mưa tháng tại trạm Tân Sơn Nhất (mm)

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | NĂM |
|-----|-----|-----|------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| 9.3 | 4.9 | 7.8 | 50.6 | 198.8 | 290 | 289.3 | 273.5 | 311.3 | 269.7 | 119.7 | 33.7 | 1858.7 |

Bảng: Lượng mưa trận lớn nhất các tháng trong mùa mưa (90 phút/ trận)

| Tháng | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| X(mm) | 154.6 | 137.4 | 149.6 | 176.5 | 132.7 | 176.9 | 131.2 |

* Thủy văn:

Về thủy văn, nằm ở vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai - Sài Gòn, Thành phố Hồ Chí Minh có mạng lưới sông ngòi rạch rất đa dạng. Sông Đồng Nai bắt nguồn từ cao nguyên Lâm Viên, hợp lưu bởi nhiều sông khác, có lưu vực lớn, khoảng 45.000 km². Với lưu lượng bình quân 20 ÷ 500 m³/s, hàng năm cung cấp 15 tỷ m³ nước, sông Đồng Nai trở thành nguồn nước ngọt chính của thành phố. Sông Sài Gòn bắt nguồn từ vùng Hớn Quản, chảy qua Thủ Dầu Một đến Thành phố Hồ Chí Minh, với chiều dài 200 km và chảy dọc trên địa phận thành phố dài 80 km. Sông Sài Gòn có lưu lượng trung bình vào khoảng 54 m³/s, bề rộng tại thành phố khoảng 225 m đến 370 m, độ sâu tới 20 m. Nhờ hệ thống rạch Rạch Chiếc, hai con sông Đồng Nai và Sài Gòn hợp lưu lại tại ngã ba đền Đò, gọi là sông nhà Bè tiếp tục chảy ra biển. Đến mũi nhà Bè sông nhà Bè lại chia thành hai nhánh là Lòng Tàu và Soài Rạp. Ngoài các con sông chính, Thành phố Hồ Chí Minh còn có một hệ thống rạch rạch chằng chịt: Láng The, Bàu Nông, rạch Tra, Bến Cát, An Hạ, Tham Lương, Cầu Bông, Nhiêu Lộc - Thị Nghè, Bến Nghé, Lò Gốm, Rạch Tẻ, Tàu Hũ, kênh Đôi... Hệ thống sông, rạch rạch giúp Thành phố Hồ Chí Minh trong việc

tưới tiêu, nhưng do chịu ảnh hưởng dao động triều bán nhật của biển Đông, thủy triều thâm nhập sâu đã gây nên những tác động xấu tới sản xuất nông nghiệp và hạn chế việc tiêu thoát nước ở khu vực nội thành.

Huyện Củ Chi có hệ thống sông, kênh, rạch khá đa dạng. Sông Sài Gòn chịu chế độ ảnh hưởng dao động bán nhật triều, với mực nước triều bình quân thấp nhất là 1,2 m và cao nhất là 2,0 m. Các hệ thống kênh rạch tự nhiên khác, đa số chịu ảnh hưởng trực tiếp chế độ thủy văn của sông Sài Gòn như Rạch Tra, Rạch Sơn, Bến Mương...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trang điện tử Thành phố Hồ Chí Minh, 2007, TP. Hồ Chí Minh nằm ở đâu?, TP.HCM
- [2]. Báo cáo 2777/BC-SGTVT, 2017, Báo cáo các điểm sạt lở đất tại TP.HCM năm 2017, Sở Giao thông vận tải TP.HCM, TP.HCM
- [3]. TS. Phạm Gia Yên, 2017, Giải pháp nào hạn chế ngập lụt và biến đổi khí hậu tại TP.HCM trong tương lai?, Tạp chí mặt trận, TP.HCM
- [4]. TS. Mai Di Tám, 2012, Góc nhìn cận cảnh về đất yếu ở TP. Hồ Chí Minh và vùng đồng bằng sông Cửu Long miền Nam Việt Nam cho việc xây dựng các công trình, Tổng Hội Xây dựng Việt Nam, TP.HCM
- [5]. Nhà báo Thúy Nga, 2017, Chống ngập, sạt lở bằng cừ nhựa PVC, Báo điện tử Vietnamnet, TP.HCM
- [6]. Châu Ngọc Ân, 2004, Cơ học đất, NXB. ĐH. Quốc Gia TP.HCM., TP.HCM.
- [7]. Phạm Văn Giáp - Nguyễn Hữu Đầu – Nguyễn Ngọc Huệ, 2008, Công trình Bến cảng, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [8]. Hoàng Anh Dũng, 2001, Nghiên cứu đánh giá ổn định bờ kè ven sông trên đất yếu chịu lực ngang, Luận văn CH., ĐH.Bách Khoa TP.HCM., TP.HCM.
- [9]. Phan Trường Phiệt, 2001, Áp lực đất và tường chắn đất, NXB. Xây dựng, Hà Nội.
- [10]. Văn Hữu Huệ, 2008, Nghiên cứu ổn định và biến dạng của công trình bờ kè trong điều kiện đất yếu ở ĐBSCL., Luận án Tiến sĩ Kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM.
- [11]. Trường Đại học Thủy lợi, Thi công các công trình thủy lợi - tập 2, (2004)
- [12]. Whitlow R., 1999, Cơ học đất (tập 1, 2), NXB. Giáo dục, Hà Nội.
- [13]. Thuyết minh Công trình bờ bao Rạch Võ, Ấp Bốn Phú – Xã Trung An - Huyện Củ Chi, 2014, Công ty cổ phần tư vấn Xây dựng Ý Tân, TP.HCM

- [14]. Thuyết minh Công trình xây dựng Kè chống sạt lở Rạch Dơi – Sông Kinh, Xã Hiệp Phước, Huyện Nhà Bè, 2015, Khu Quản lý đường thủy nội địa, TP.HCM.
- [15]. Thuyết minh Dự án chống sạt lở bán đảo Thanh Đa – Đoạn 3 (Bình Quới, Cây Bàng, Rạch Chùa), Quận Bình Thạnh, 2016, Viện khoa học thủy lợi miền Nam, TP.HCM.
- [16]. PGS.TS Đỗ Văn Đệ, 2009, Phần mềm Plaxis ứng dụng vào tính toán các công trình thủy công, NXB. Đại học Xây dựng, Hà Nội
- [17]. Ths.Nguyễn Văn Thìn, 2007, Ảnh hưởng của mưa đến ổn định mái dốc, Trường Đại học Thủy Lợi, Hà Nội.