

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CỌC XI MĂNG ĐẤT ĐỂ XÂY DỰNG KÈ CHỐNG XÓI LỞ BỜ SÔNG KHU ĐÔ THỊ MỚI AN PHÚ THỊNH - THÀNH PHỐ QUY NHƠN

ThS. Đỗ Cảnh Hào - Trung tâm ĐH2

KS. Nguyễn Văn Bảo - Sở NN&PTNT tỉnh Bình Định

Tóm tắt: Công nghệ cọc xi măng đất (XMS - Deep soil mixing column) đã được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trên thế giới và Việt Nam trong việc xử lý nền đất yếu cho các công trình xây dựng giao thông, thủy lợi, sân bay, bến cảng, công trình ngầm, v.v... như: làm tường hào chống thấm cho đê đập, đáy cống, gia cố đất xung quanh đường hầm, ổn định tường chắn, hố móng, chống trượt đất cho mái dốc, gia cố nền đường, mố cầu. Với các ưu điểm nổi bật về khả năng xử lý sâu (đến 50 m), thích hợp với các loại đất yếu, môi trường xâm thực, thi công được trong điều kiện mặt bằng chật hẹp, ngập nước, đặc biệt là tốc độ thi công rất nhanh, biện pháp thi công ít gây ô nhiễm môi trường xung quanh. Qua nghiên cứu ứng dụng công nghệ này trong thiết kế xây dựng kè chống xói lở bờ sông cho khu đô thị mới An Phú Thịnh, thành phố Quy Nhơn, tỉnh Bình Định, chúng tôi thấy rằng công nghệ này rất thích hợp cho việc xây dựng các công trình tương tự tại các vùng đầm phá ven biển nằm trên nền địa chất yếu trong môi trường xâm thực của nước biển.

1. CÔNG NGHỆ CỌC XI MĂNG ĐẤT

1.1. Nguyên lý và phạm vi ứng dụng

Sử dụng công nghệ khoan trộn sâu để đưa chất kết dính là: xi măng, vôi, thạch cao, vữa xi măng, phụ gia, nước, chất độn (cát...) xuống sâu dưới nền sau đó liên kết với đất nguyên trạng tại chỗ đã được đánh toi bằng cánh khoan để tạo ra một hỗn hợp vật liệu dạng trụ tròn có cường độ chịu lực và độ đặc khít lớn hơn đất nền tự nhiên. Tùy theo mục đích sử dụng mà thành phần vật liệu, đường kính lỗ khoan, phương pháp khoan và tốc độ khoan được điều chỉnh để tạo ra hỗn hợp xi măng đất có các chỉ tiêu cơ lý theo yêu cầu.

Cọc XMS được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực sau:

- Công trình tạm thời: Tăng sức chịu tải ngang cho cọc, ngăn chặn nâng đáy hố đào, ổn định mái dốc, tường hào bao hố móng, công trình ngầm ...

- Công trình vĩnh cửu: xử lý tăng cường độ cho nền đất yếu, chống thấm dưới nền công trình thủy lợi, đê đập, cống lấy nước, kè chống xói lở bờ sông, ổn định tường chắn, gia cố neo chống trượt cho mái dốc ...

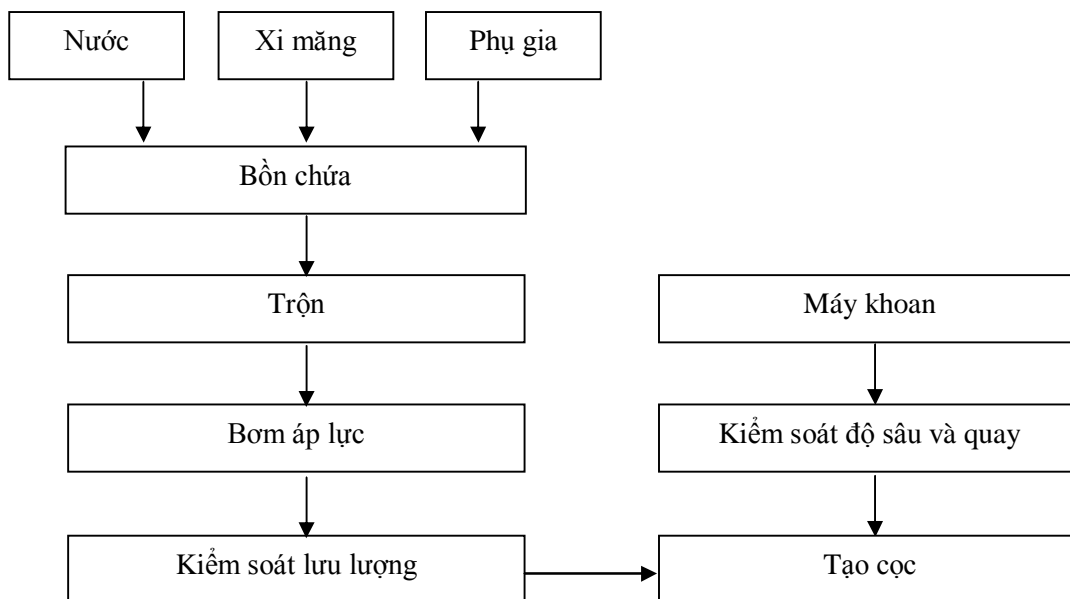
1.2. Công nghệ và biện pháp thi công

Công nghệ chế tạo cọc XMS hiện nay đang áp dụng hai công nghệ của Châu Âu và Nhật Bản là trộn khô và trộn ướt:

- Trộn khô (dry jet mixing) là quá trình gồm xáo toại đất bằng cơ học tại hiện trường và trộn bột xi măng khô với đất có hoặc không có phụ gia.

- Trộn ướt (wet jet mixing hay còn gọi là jet-grouting) là quá trình phun áp lực cao vào môi trường hạt rời với vữa xi măng có hoặc không có phụ gia.

Hiện tại ở Việt Nam công nghệ trộn ướt được nghiên cứu ứng dụng phổ biến hơn do có những ưu điểm tốc độ thi công nhanh, chất lượng cọc được kiểm soát tốt, có thể thi công được dưới nước, phù hợp với nền địa chất không đồng nhất như lún san hô, cuội, đá, tuy nhiên nhược điểm là sử dụng nhiều xi măng hơn phương pháp trộn khô, thiết bị cũng phức tạp hơn và đòi hỏi quy trình thi công đồng bộ giữa các công đoạn. Quy trình thi công cọc XMS theo phương pháp trộn ướt như sơ đồ sau:



Hình 1: Sơ đồ quy trình công nghệ trộn vót

Trình tự các công việc cần thực hiện khi thiết kế, thi công cọc XMD như sau:

(i) Khảo sát địa kỹ thuật, thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý đất nền, thí nghiệm xác định hàm lượng xi măng thích hợp trong phòng thí nghiệm;

(ii) Thiết kế lựa chọn chất kết dính, sơ đồ bố trí cọc, đường kính cọc, chiều sâu xử lý theo điều kiện tải trọng tác dụng của kết cấu và khả năng chịu tải của cọc hoặc theo các yêu cầu về chống thấm, chống mài mòn xâm thực của môi trường;

(iii) Lựa chọn biện pháp thi công. Thi công cọc thử bằng thiết bị dự kiến sử dụng;

(iv) Tiến hành các thí nghiệm kiểm tra (xuyên cánh, xuyên tĩnh, nén tĩnh, thí nghiệm mẫu), so sánh với các kết quả thí nghiệm đã lập giai đoạn khảo sát và các yêu cầu thiết kế;

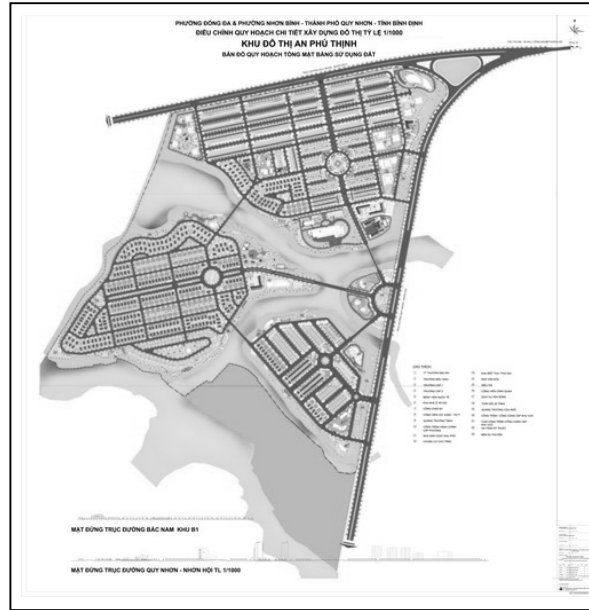
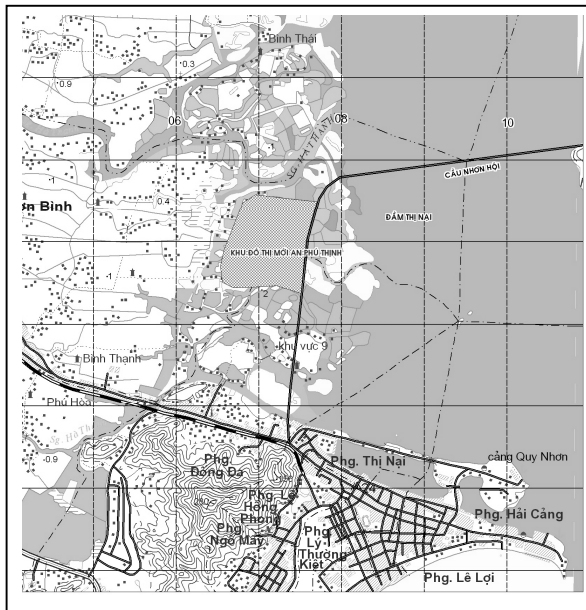
(v) Điều chỉnh thiết kế (hàm lượng chất gia cố, chiều dài hoặc khoảng cách giữa các cọc);

(vi) Thi công đại trà theo công nghệ đã thiết kế và tiến hành kiểm tra chất lượng phục vụ nghiệm thu.

2. ỨNG DỤNG TRONG THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH KÈ CHỐNG XÓI LỞ BỜ SÔNG KHU ĐÔ THỊ MỚI AN PHÚ THỊNH - TP QUY NHƠN, TỈNH BÌNH ĐỊNH

2.1. Giới thiệu

Khu đô thị mới An Phú Thịnh (KĐT APT) nằm ở phía Bắc thành phố Quy Nhơn trên trục đường Quy Nhơn - Nhơn Hội được xây dựng mới trên khu đất trước đây là vùng đầm lầy, hồ tôm, ruộng muối nơi cửa sông Hà Thanh đổ vào đầm Thị Nại. Quy mô xây dựng 153,63 ha bao gồm 4 đảo B1, B2, B3A, B3B bao quanh các nhánh sông Hà Thanh tạo thành một vùng đảo - bán đảo ven đầm Thị Nại tạo nên một không gian sống hiện đại nhưng hòa hợp với cảnh quan thiên nhiên. Tuy nhiên do nằm ở cửa sông nên vấn đề chinh trị dòng chảy đảm bảo khả năng tiêu thoát lũ của sông, chống xói lở bờ sông và tạo mỹ quan dọc các nhánh sông là hết sức quan trọng và mang tính quyết định đến thành công của dự án. Theo quy hoạch, toàn bộ khu dự án bao quanh 2,6 km các nhánh sông Hà Thanh với tổng chiều dài bờ sông cần gia cố là 5,85 km, để tăng bề rộng thoát lũ dọc theo bờ sông bố trí dải cây xanh rộng từ (10 ÷ 30) m có cao trình cao hơn mực nước triều H5%, về mùa lũ chấp nhận cho nước tràn qua, và để tăng mỹ quan phần lớn kè bờ sông xây dựng dạng kè đứng kết hợp hành lang đi bộ trên mặt kè. Phần diện tích còn lại bên trong đắp tôn cao đảm bảo vượt đỉnh lũ H1% để xây dựng các công trình hạ tầng và khu đô thị.



Hình 2: Bản đồ vị trí khu ĐTM APT tại TP Quy Nhon

2.2. Điều kiện tự nhiên

a) **Địa hình:** Khu vực dự án hiện trạng là vùng đất ngập nước với các ao tôm, ruộng muối, rừng ngập mặn có cao trình thấp hơn mực nước biển và một vài hộ dân sinh sống dọc theo tuyến đường Quy Nhon - Nhơn Hội. Theo thiết kế toàn bộ mặt bằng sẽ được cải tạo lại, nắn chỉnh các nhánh sông và đắp đất cát tôn cao tạo mặt bằng xây dựng công trình.

b) **Địa chất công trình:** Kết quả khảo sát cho thấy vùng dự án nằm trên khu vực đầm lầy cửa sông hình thành do quá trình bồi lắng trầm tích sông - biển hỗn hợp, địa chất nền rất yếu cần phải có giải pháp xử lý nền móng và chống lún cho công trình xây dựng. Từ trên xuống địa chất nền gồm các lớp sau:

- Lớp 2: á cát trên (amQ_{II-III}): Thành phần là cát lẫn bùn, hữu cơ, trạng thái nhão. Phân bố từ trên mặt đất tự nhiên đến cao trình (-2.00m), phạm vi đều khắp khu vực dự án. Các chỉ tiêu cơ lý: $C = 0,164 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 24^{\circ}27'$; $SPT N_{30} = 3$; $R_0 = 2,0 \text{ kg/cm}^2$; $E_{1-2} = 100 \text{ kg/cm}^2$, thuộc loại đất yếu, sức chịu tải trung bình, độ lún lớn.

- Lớp 3: cát thô (amQ_{II-III}): Thành phần là cát thô lẫn vỏ sò, hến, trạng thái xốp. Phân bố dưới lớp 2 (từ -2.00m đến - 5.00m, bề dày bình quân 3,0 m), phạm vi đều khắp khu vực

dự án. Các chỉ tiêu cơ lý: $\phi = 32^{\circ}44'$; $SPT N_{30} = 6$; $R_0 = 3,0 \text{ kg/cm}^2$; $E_{1-2} = 80 \text{ kg/cm}^2$, thuộc loại đất có sức chịu tải trung bình.

- Lớp 4: á cát dưới (amQ_{II-III}): Thành phần là cát lẫn bùn, hữu cơ, vỏ sò, hến, trạng thái nhão. Phân bố dưới lớp 3 (từ -5.00m đến -7.00m, bề dày trung bình 2,0 m), phạm vi đều khắp khu vực dự án. Các chỉ tiêu cơ lý: $C = 0,153 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 24^{\circ}58'$; $SPT N_{30} = 3$; $R_0 = 1,8 \text{ kg/cm}^2$; $E_{1-2} = 170 \text{ kg/cm}^2$, thuộc loại đất yếu, sức chịu tải trung bình, độ lún lớn.

- Lớp 5: bùn sét (amQ_{II-III}): Bùn nhão chảy dẻo lẫn nhiều vỏ sò, hữu cơ. Lớp này nằm dưới lớp 4 và có độ sâu chưa xác định (từ 25 ÷ 40 m), phạm vi đều khắp khu vực dự án. Các chỉ tiêu cơ lý: $C = 0,217 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 8^{\circ}34'$; $SPT N_{30} = 1$; $R_0 = < 0,25 \text{ kg/cm}^2$; $E_{1-2} = 18 \text{ kg/cm}^2$, thuộc loại đất rất yếu, không có khả năng chịu tải, độ lún lớn.

c) **Thủy văn:** Vùng dự án nằm ở hạ lưu cửa sông Hà Thanh và ven đầm Thị Nại nên chịu ảnh hưởng của chế độ dòng chảy sông Hà Thanh và sự dao động của thủy triều.

- Sông Hà Thanh: Là một trong bốn con sông lớn nhất tỉnh Bình Định, tuy nhiên do sông ngắn, dốc nên hầu như quanh năm không có dòng chảy cơ bản, chỉ vào mùa mưa là có dòng chảy lũ với cường suất lớn tập trung

trong thời gian ngắn. Tính đến đầm Thị Nại sông Hà Thanh có các đặc trưng thủy văn như sau: $F_{LV} = 580 \text{ km}^2$, $X_0 = 2.104 \text{ mm}$, $Q_0 = 21,40 \text{ m}^3/\text{s}$, $W_0 = 675.10^6 \text{ m}^3$, $Q_{75\%} = 12,46 \text{ m}^3/\text{s}$, $W_{75\%} = 392.10^6 \text{ m}^3$, $Q_{\text{kiệt } 75\%} = 1,02 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\text{lũ } 1\%} = 3.077 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Chế độ thủy triều: Chủ yếu là nhật triều không đều. Hàng tháng có 15 - 20 ngày có chế

độ nhật triều, vào các kỳ nước kém còn có thêm một con nước nhỏ hàng ngày. Thời gian triều dâng thường lâu hơn triều rút. Biên độ triều khoảng (1,5 m ÷ 2,0 m) trong thời kỳ nước cường, khoảng 0,5 m trong kỳ nước kém, giữa kỳ nước cường và nước kém biên độ chênh lệch nhau không đáng kể.

Bảng 1: Mực nước triều thiết kế trạm Quy Nhơn ứng với các tần suất:

P%	1	2	5	10	20
$H_{P\%}(\text{cm})$ (hải đồ)	303	296	287	280	272
$H_{P\%}(\text{cm})$ (VN-2000)	147	140	131	124	116

2.3. Các thông số thiết kế kè

- Cấp công trình: Công trình cấp III

- Tần suất thiết kế kè: $P = 5\%$

- Tổng chiều dài toàn tuyến kè:

$$\Sigma L = 5.850 \text{ m}$$

- Cao trình mực nước triều max:

$$H_{5\%} = +1.31 \text{ m}$$

- Cao trình mực nước triều min:

$$H_{90\%} = -0.92 \text{ m}$$

- Cao trình mực nước lũ max:

$$H_{5\%} = +1.70 \text{ m}$$

$$H_{1\%} = +2.36 \text{ m}$$

- Cao trình đỉnh kè ngoài:

$$Z_K = +2.00 \text{ m}$$

- Cao trình đỉnh kè trong (cos san nền):

$$Z_T = +3.75 \text{ m}$$

- Bề rộng hành lang kè:

$$B = 3,4 \text{ m}$$

- Kết cấu kè ngoài: Tường chắn đất dạng thẳng đứng, phía trên có hành lang đi bộ rộng 3,4 m bằng BTCT M250. Tường chắn giáp đất bằng 2 hàng cọc xi măng đất bố trí kiểu ghép chồng so le 1/3 (1,5 hàng) sâu 7 m, đáy cọc cos -6.50 m, đỉnh cọc cos +0.50 m, trên đầu cọc thiết kế tường chắn BTCT M250 đến cao trình: +2.00 m. Phía ngoài cọc vừa được bọc một lớp bê tông M200 dày 10cm để chống xói. Hàng cọc ngoài có tác dụng đỡ hành lang đi bộ bằng cọc ống BTCT dự ứng lực đường kính 300mm, khoảng cách nhịp 4m / cọc, mỗi

cọc dài 8 m đóng đến cao trình -6.30 m (mũi cọc nằm trong địa chất lớp 4).

- Kết cấu kè trong: Kè mái nghiêng bằng ô bê tông lục giác trồng cỏ trong khung BTCT mỗi nhịp dài 10 m, hệ số mái $m = 1,5$.

2.4. Trình tự thi công

- Dùng cát san lấp mặt bằng đến cao độ +0.50 m để tạo mặt bằng thi công.

- Thi công 2 hàng cọc XMD theo sơ đồ thiết kế, mỗi cọc đường kính 1 m chiều dài 7m đến cao độ -6.50 m, cọc sau chông mí lên cọc trước 0,25 m tạo thành băng tường dày 1,5 m. Đỉnh cọc chông sắt thép để neo vào tường chắn. Sử dụng xi măng bền sunfat làm chất kết dính loại MSR - ASTM C150 type II, ASTM C1157, ASTM C595 theo kiến nghị của Viện VLXD - Bộ Xây dựng, hàm lượng 260 kg/m^3 , cường độ cọc 28 ngày đạt $\geq 6 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

- Thi công hàng cọc ống phía ngoài bằng máy đóng cọc, mỗi cọc dài 8 m cách đều 4 m/cọc.

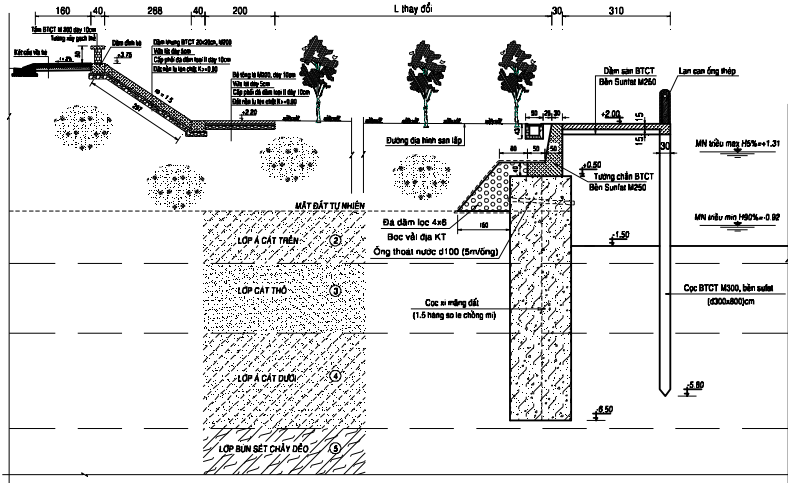
- Thi công tường chắn trọng lực trên đầu cọc XMD bằng BTCT M250 cao 1,5 m.

- Thi công dầm và bản sàn hành lang đi bộ phía trên kè.

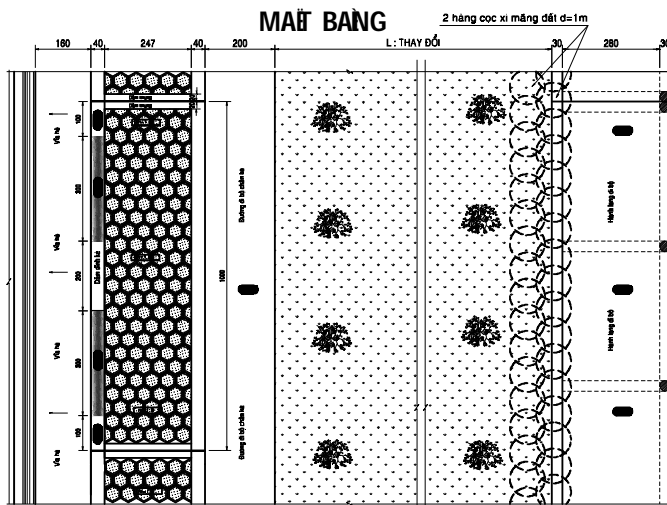
- Dùng máy bơm xói hút cát trả lại lòng sông theo cao trình thiết kế. Đổ bê tông dày 10cm phía ngoài hàng cọc XMD để chống xói.

- Đào cát phía trong thi công dải lọc chân tường.

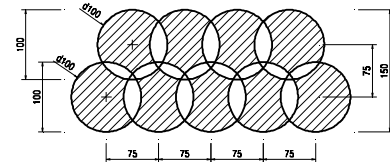
MẶT CẮT NGANG NẪI DIỆN TUYẾN KẾ



MẶT BẰNG



MẶT BẰNG BOÁ TRÍ CỌC VỠ

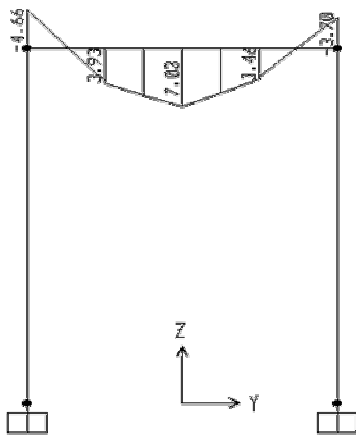


Hình 3: Thiết kế mặt cắt ngang và mặt bằng của đoạn đê điển hình

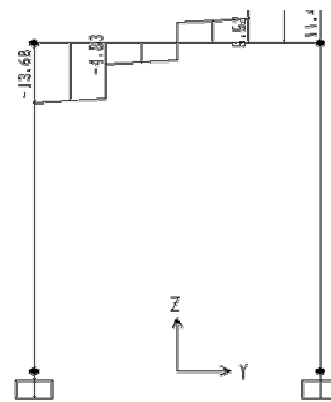
2.5. Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của cọc

Sử dụng chương trình SAP 2000 để tính kết cấu và chương trình Plaxis để tính toán kiểm

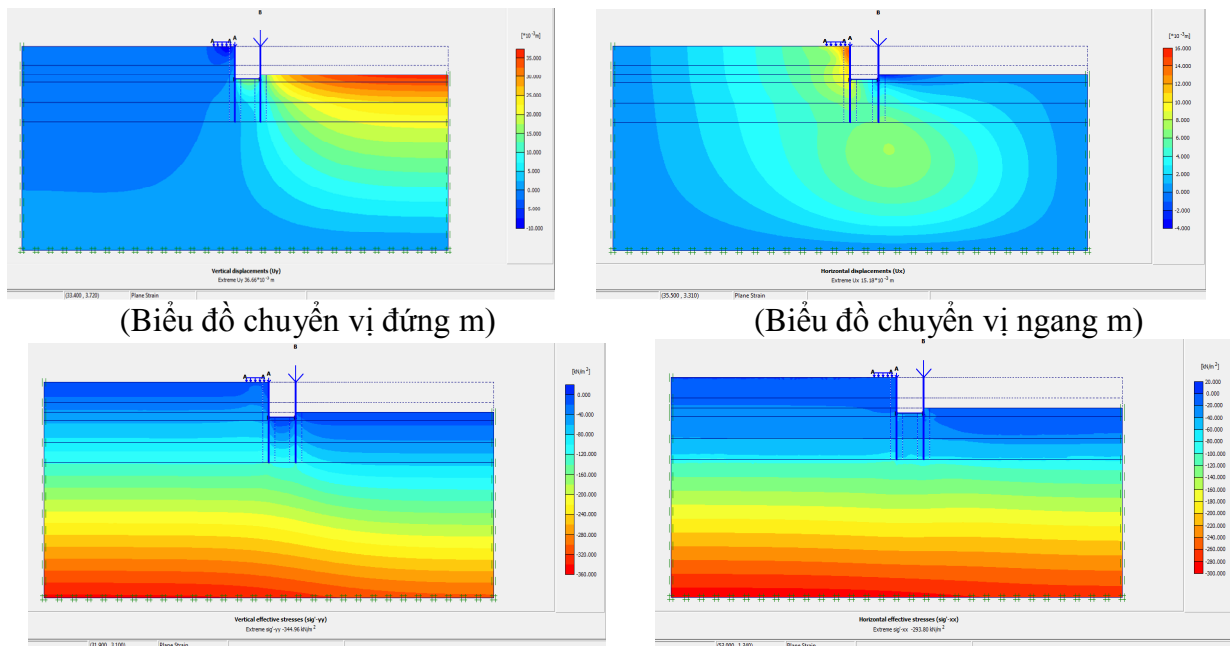
tra ổn định trượt, biến dạng và lún của cọc. Kết quả cho thấy công trình đảm bảo các điều kiện ổn định theo yêu cầu thiết kế.



(Biểu đồ momen khung ngang KNm)



(Biểu đồ lực cắt khung ngang KN)



(Biểu đồ chuyển vị đứng m)

(Biểu đồ chuyển vị ngang m)

(Biểu đồ US nền theo phương đứng)

(Biểu đồ US nền theo phương ngang KN/m^2)

Hình 4: Sơ đồ lực và kết quả tính toán nội lực, chuyển vị của khung

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua nghiên cứu tại hiện trường và kết quả thí nghiệm trong phòng cho thấy cọc được thi công rất đồng đều, cường độ lớn hơn yêu cầu thiết kế, bề mặt ngoài cọc khi xói hút cát ra không bị rửa trôi, khá đều và bằng phẳng theo các vòng xoay của cánh khoan nên khối lượng bê tông đổ bù bảo vệ mặt ngoài ít hơn tính toán ban đầu. Về kinh tế phương án sử dụng cọc XMD có giá thành chỉ bằng 40% so với

phương án sử dụng cọc cừ laser dự ứng lực.

Đây là những nghiên cứu ứng dụng ban đầu trên địa bàn tỉnh Bình Định, mở ra một hướng mới trong việc ứng dụng công nghệ mới để xây dựng các công trình kè bờ sông, bờ biển trong khu vực. Trong quá trình triển khai trên diện rộng cần tiếp tục bổ sung, đúc rút kinh nghiệm, lựa chọn cấp phối, sơ đồ cọc, chiều dài nhịp cho phù hợp điều kiện địa hình, địa chất của địa phương và khả năng thi công của các nhà thầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCXDVN 285: 2002, Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế.
- [2] TCXDVN 385: 2006, Gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng.
- [3] TCXD 205: 1998, Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [4] Hồ sơ thiết kế quy hoạch dự án Khu ĐTM APT của Công ty CP TVXD Tổng hợp TP Hồ Chí Minh, Bộ XD.
- [5] Hồ sơ dự thầu và thiết kế tổ chức thi công của Công ty TNHH Phú Sỹ, TP HCM.
- [6] Đậu Văn Ngọ, Trường ĐHBK - ĐHQG TPHCM, 2008, Giải pháp xử lý đất yếu bằng đất trộn xi măng, Tạp chí phát triển KH&CN số 11-2008.
- [7] Nguyễn Quốc Dũng, Phùng Vĩnh An, Viện KHTL, 2005, Công nghệ trộn sâu tạo cọc XMD và khả năng ứng dụng để gia cố nền dẽ đập.
- [8] Thân Văn Văn, ĐH Thủy lợi, Lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất khi chế tạo cọc xử lý nền đất yếu.

Abstract

APPLYING THE TECHNOLOGY OF DEEP SOIL MIXING COLUMN IN CONSTRUCTING A DIKE AGAINST RIVER BANK EROSION FOR NEW URBAN AREA AN PHU THINH, QUY NHON CITY, BINH DINH PROVINCE

Deep soil mixing column technology has been researched and applied widely in the world and Vietnam in handling soft soil foundation in construction works of traffic, irrigation, airports, ports or underground construction etc.

The technology is applied in building waterproof walls for dams, bottom drains, reinforcing soil around the tunnel, road-bed of abutment, stabilizing revetment walls, borrow pit, anti soil slip for batters.

The advantages of the technology include deep-handling capabilities (up to 50 meters), suitable for the soft soil, and seawater intrusion environment, construction under in cramped space and waterlogged conditions, especially fast speed construction with simple techniques and lower cost than other solutions. Though Deep soil mixing column technology is chosen in building the dyke against river bank erosion for new urban area An Phu Thinh, Quy Nhon city, Binh Dinh province.

We have found that the technology is suitable for constructing similar works in coastal lagoons located on the environment of seawater intrusion.