

Nghiên cứu áp dụng giải pháp sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi cho tuyến đê biển Nam Đình Vũ kết hợp làm đường nội bộ

Research application solution of using precast fiber reinforced concrete blocks for nam dinh vu sea dike combined to use internal road

> TS ĐỖ THẮNG¹, KS LƯƠNG THỊ PHƯƠNG²

¹Trường Đại học Thủy Lợi

²Viện kỹ thuật công trình – Trường Đại học Thủy lợi

TÓM TẮT:

Bán đảo Đình Vũ là khu vực kinh tế, công nghiệp, an ninh trọng yếu của thành phố Hải Phòng, tuy nhiên khu vực này chịu ảnh hưởng trực tiếp của thiên tai, sóng to, gió lớn tại Vịnh Bắc bộ. Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu áp dụng giải pháp sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi đúc sẵn của Công ty Cổ phần khoa học công nghệ Việt Nam (Busadco) cho tuyến đê biển Nam Đình Vũ kết hợp làm đường nội bộ. Từ việc so sánh với giải pháp truyền thống trong bước thiết kế cơ sở của dự án, có thể thấy giải pháp đề xuất mang lại hiệu quả cao về mặt kinh tế và kỹ thuật.

Từ khóa: Đê biển, đường nội bộ, bê tông cốt sợi, bê tông đúc sẵn

ABSTRACT:

Dinh Vu peninsula is a significant economic, industrial, and essential area of Hai Phong city. However, this area is directly affected by natural disasters, high waves, and strong winds in the Gulf of Tonkin. In this paper, the author studies and applies the solution of using precast fiber-reinforced concrete blocks of Vietnam Science and Technology Joint Stock Company (Busadco) for Nam Dinh Vu sea dyke combined with internal road. Based on a comparison with the traditional solution in the basic design stage of the project, that shows the proposed solution has high economical and technical efficiency.

Keywords: Sea dyke, internal road, fiber-reinforced concrete, precast concrete

1. Giới thiệu

Khu vực nghiên cứu xây dựng tuyến đê biển Nam Đình Vũ có chiều dài khoảng 15km thuộc địa phận phường Đông Hải 2 & phường Tràng Cát, quận Hải An, thành phố Hải Phòng. Chức năng của tuyến đê biển Nam Đình Vũ kết hợp làm đường nội bộ khu kinh tế Đình Vũ - Cát Hải: Tuyến đê biển Nam Đình Vũ sẽ là đê lấn biển lớn nhất cả nước - công trình mang tính lịch sử. Mục tiêu của dự án nhằm xây dựng tuyến đê biển bảo vệ toàn bộ bờ phía Nam của bán đảo Đình Vũ. Đồng thời, với vị thế đặc địa, bán đảo Đình Vũ là khu vực kinh tế, công nghiệp, an ninh trọng yếu của thành phố Hải Phòng. Vì vậy, tuyến đê biển Nam Đình Vũ đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế trong và ngoài khu vực.

Vị trí tuyến đê được thể hiện trên hình 1, trong đó: phía Bắc giáp Khu công nghiệp Đình Vũ; phía Nam giáp biển và sông Cấm; phía Đông giáp sông Bạch Đằng và cửa Nam Triệu; phía Tây giáp các Khu công nghiệp Nam Đình Vũ (khu 1+2). Khu vực này có địa hình là bãi bồi thuộc cửa Nam Triệu, cửa sông Cấm và Cửa sông Lạch Tray. Hiện trạng bãi bồi ngập nước, chịu ảnh hưởng trực tiếp của nhật triều với biên độ lớn. Cao độ nền từ -2,03m đến + 1,00m (cao độ Lục địa). Địa hình thoải, độ cao nền tự nhiên trung bình thay đổi theo hướng Bắc - Nam từ trong bờ ra biển và từ luồng tàu vào cảng Hải Phòng đến cửa sông Cấm chạy bao quanh khu công nghiệp Nam Đình Vũ 1 + 2, khu Phi thuế quan Nam Đình Vũ, khu Công nghiệp Đình Vũ. Khi triều cường, khu vực bị ngập nước khoảng 6 ÷ 8 giờ trong ngày. Khi triều xuống mặt đất bãi bồi bị ngập với mực nước khá thấp (dưới 1m) nhiều đoạn đất nổi trên mặt nước khi triều kiệt.



Hình 1. Vị trí tuyến đê

Trong bài báo này, tác giả tập trung nghiên cứu đoạn tuyến từ điểm A2 - A6 (đoạn tô đậm trên hình 1) có chiều dài 6318,02 m. Đây

là đoạn tuyến tiếp giáp với biển, chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió, bão, sóng... Từ việc nghiên cứu đánh giá giải pháp truyền thống trong bước thiết kế cơ sở, tác giả đề xuất áp dụng giải pháp công nghệ mới sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi (BTCS) đúc sẵn cho tuyến đê biển Nam Đình Vũ kết hợp làm đường nội bộ.

2. Giải pháp kết cấu bước thiết kế cơ sở

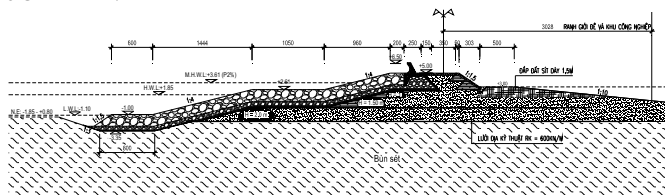
Công trình áp dụng tiêu chuẩn thiết kế TCVN 9901:2014, với các thông số sau:

- + Cấp công trình III, tần suất thiết kế 2%;
 - + Cao trình mực nước biển thiết kế $Z_{tkp} = +3,61m$ (hệ Nhà nước) $= +5,51m$ (hệ Hải đồ);
 - + Chiều cao sóng $H_{sp} = 1,37 \div 3,03m$ (tùy vị trí);
 - + Hệ số an toàn ổn định chống trượt: $K = 1,250$ (Tổ hợp tải trọng cơ bản); $K = 1,150$ (Tổ hợp thi công);
 - + Lưu lượng tràn cho phép: $10 l/s/m$
- Tải trọng mật đê cho phương tiện ô tô vận tải bảo trì đê H18, quy đổi thành tải trọng phân bố đều: $q=1T/m^2$.

Hành lang bảo vệ đê: 25m từ chân đê đến chỉ giới khu công nghiệp.

Địa tầng khu vực gồm có lớp bùn sét dày từ $10,5 \div 14m$ tính từ mặt đất tự nhiên, phía dưới là lớp sét, sét pha trạng thái dẻo mềm đến dẻo cứng.

Giải pháp kết cấu cho tuyến đê bước thiết kế cơ sở được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Mặt cắt ngang điển hình tuyến đê bước thiết kế cơ sở

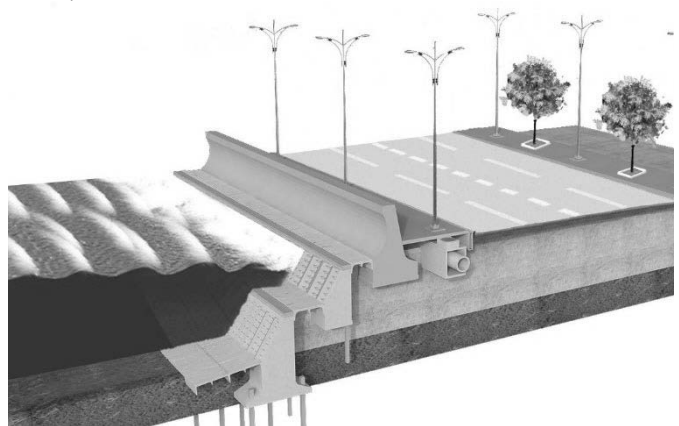
Kết cấu đê dạng mái nghiêng truyền thống bằng cát san lấp có giạt cấp tạo thành cơ đê nhằm đảm bảo ổn định thân đê, bảo vệ mái đê bằng đá học đổ và lưới + vải địa kỹ thuật:

- Cao trình đỉnh tường hắt sóng: $+5,60m$ đến $+6,50m$ (tùy thuộc vào chiều cao sóng, hướng sóng tại từng vị trí đê);
- Cao trình đỉnh đê: $+5,0m$;
- Chiều rộng mặt đê: $5,5m$;
- Cao trình chân đê: $-1,00m$;
- Cao trình cơ đê: $+2,61m$;
- Chiều rộng cơ đê: $10,50m$;
- Chiều rộng chân đê: $6,00m$;
- Mái dốc: $m = 4$
- Lưu lượng tràn cho phép: $10 l/s/m$
- Dự phòng lún tường đỉnh: $0,25m$ (15năm)
- San lấp thân đê bằng cát phun hút, sử dụng các ống vải địa kỹ thuật (Geotube) đường kính $D=1,0m$; $1,5m$ & $2,0m$ tùy từng vị trí độ sâu.
- Chân đê được cấu tạo bằng khối đá đổ chống xói có trọng lượng viên đá $500 \div 1300kg/viên$ có chiều dày $1,2 \div 1,7m$; đá lót có trọng lượng $40 \div 90kg/viên$ dày $0,5 \div 0,65m$; lót móng bằng lưới địa kỹ thuật $50kN/m$;
- Đá học bảo vệ mái đê dày $1,2 \div 1,7m$ gồm 02 lớp có trọng lượng viên đá $500 \div 1300kg/viên$; lớp lót dày $0,5 \div 0,65m$ gồm 02 lớp có trọng lượng viên đá $40 \div 90kg/viên$;
- Gia cường ổn định thân đê bằng 01 lớp vải địa kỹ thuật $R_k = 300kN/m$ và 01 lớp lưới địa kỹ thuật $R_k = 600kN/m$;
- Tại đỉnh mép đê bố trí tường hắt sóng bằng bê tông cốt thép M400 đổ tại chỗ;

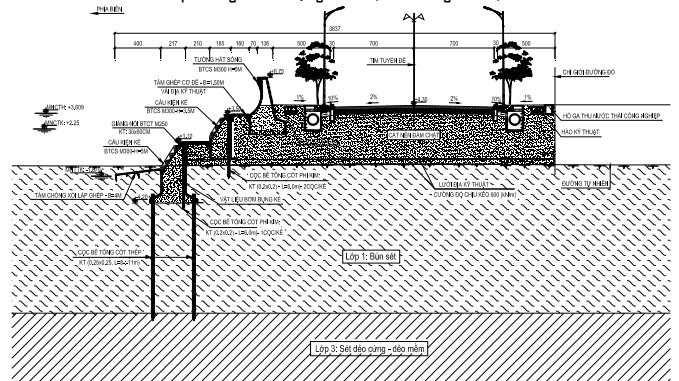
Có thể thấy giải pháp truyền thống có diện tích chiếm dụng lớn, sử dụng vật liệu đá khai thác từ tự nhiên có kích thước lớn nên sẽ gặp khó khăn trong quá trình thi công và tác động đến môi trường.

3. Giải pháp sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi

Mô hình kết cấu đê biển sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi được thể hiện trên hình 3 và hình 4.



Hình 3. Phối cảnh phương án sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi khi hoàn thành



Hình 4. Mặt cắt ngang điển hình giải pháp sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi

Kết cấu đê gồm các cấu kiện bê tông cốt sợi đúc sẵn thành mảng của Công ty cổ phần khoa học công nghệ Việt Nam (Busadco) được bố trí đảm bảo điều kiện ổn định với các thông số cơ bản sau:

- Cao trình đỉnh kè $5m$: $+0,80m$;
- Cao trình đỉnh kè $3,5m$: $+3,20m$;
- Giằng bê tông cốt thép M250, kích thước $0,6 \times 0,3m$, bố trí 2 giằng tại đỉnh kè loại $5m$ và loại kè $3,5m$; cao trình đỉnh giằng $+1,10m$ và $+3,5m$;
- Bố trí giạt cơ 2 cấp bề rộng $B=2,0m$ tại cốt $+1,1m$ và $+3,5m$; bề mặt lót vải địa kỹ thuật sau đó lắp đặt tấm ghép cơ đê $B=2m$ và $B=1,5m$;
- Cao trình đỉnh tường hắt sóng: $+4,90m$ đến $+6,75m$ (tùy thuộc vào chiều cao sóng, hướng sóng tại từng vị trí đê);
- Cao trình mặt đê: $+4,3m$; độ dốc ngang $i=2\%$;
- Mặt đê rộng $B = 2 \times 7m$ (mặt đường) + $2 \times 0,3m$ (đan rãnh) + $2 \times 5m$ (vía hè) = $24,6m$. Kết cấu mặt đê gồm Tấm bê tông xi măng M400 dày $28cm$ trên 2 lớp nhựa dày $2cm$, tiếp theo là lớp cấp phối đá dăm gia cố xi măng 5% dày $18cm$ và cuối cùng là lớp cấp phối đá dăm loại 2 dày $18cm$.
- Thân đê được đắp bằng cát.
- Gia cường ổn định thân đê bằng 2 lớp lưới địa kỹ thuật có cường độ chịu kéo $600kN/m$, cách nhau $0,5m$.
- Để chống xói trước kè, sử dụng tấm chống xói lắp ghép bằng bê tông cốt sợi, bề rộng đặt tấm chống xói $B=4m$.

Việc áp dụng giải pháp công nghệ mới bằng cấu kiện bê tông cốt sợi đúc sẵn thành mỏng cho tuyến đê biển Nam Đình Vũ có nhiều ưu điểm so với giải pháp truyền thống như: cấu kiện đúc sẵn trong nhà máy nên kiểm soát được chất lượng; thời gian thi công chỉ bằng 1/2 so với giải pháp truyền thống do khắc phục được bất lợi về thời tiết, khí hậu, thủy văn; công tác vận hành, duy tu, bảo dưỡng cũng rất thuận tiện. Ngoài ra, do kết cấu có tính ổn định bền vững cao nên tác giả đề xuất kết hợp đê làm đường giao thông nội bộ cho khu công nghiệp Nam Đình Vũ với quy mô 4 làn xe, vỉa hè mỗi bên rộng 5m đủ để bố trí các hệ thống hạ tầng kỹ thuật, tốc độ thiết kế 40km/h.

4. Thông số kỹ thuật các cấu kiện bê tông cốt sợi

- Cấu kiện kè 5m bằng bê tông cốt sợi M300 bề mặt có cấu tạo phá sóng: cao 5m, đáy rộng 4,18m, đỉnh kè rộng 0,62m, chiều dài đốt kè 1,2m được thể hiện trên hình 5.



Hình 5. Mặt trước và sau cấu kiện kè 5m

Cao trình đáy kè khi lắp đặt tại (-4,20)m; cao trình đỉnh kè (+0,80)m. Mỗi cấu kiện sử dụng 2 cọc bê tông cốt thép kích thước 0.25x0.25m, chiều dài cọc thay đổi từ 8-11m tùy thuộc vào địa tầng từng vị trí, đóng tại vị trí chân vịt (đã tạo lỗ chờ sẵn). Trong thân kè đóng 1 cọc bê tông cốt phi kim 0,2m x 0,2m x 6,0m.

- Cấu kiện kè 3,5m bằng bê tông cốt sợi M300 bề mặt có cấu tạo phá sóng: cao 3,5m, đáy rộng 1,8m, đỉnh kè rộng 0,6m, chiều dài đốt kè 1,5m được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Hình dạng cấu kiện kè 3,5m

Cao trình đáy kè khi lắp đặt tại (-0,3)m; cao trình đỉnh kè (+3,2)m; Mỗi cấu kiện sử dụng 2 cọc bê tông cốt phi kim kích thước 0,2m x 0,2m x 6,0m.

- Tường hắt sóng bằng bê tông cốt sợi M300, kích thước: rộng đáy 2,45 ÷ 3,2m; rộng đỉnh 0,8m; cao 2,3 ÷ 5,0m; mỗi modul dài 1,5m; lắp ghép bằng các khớp âm dương (hình 7).



Hình 7. Hình dạng tường hắt sóng

- Tấm chống xói và tấm ghép cơ đê bằng bê tông cốt sợi có bề rộng B=2m và B=1,5m được thể hiện trên hình 8 và hình 9.



Hình 8. Thử tải tấm chống xói và tấm ghép cơ đê B=2m



Hình 9. Tấm ghép cơ đê B=1,5m

5. Kiểm toán ổn định kết cấu đê biển sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi

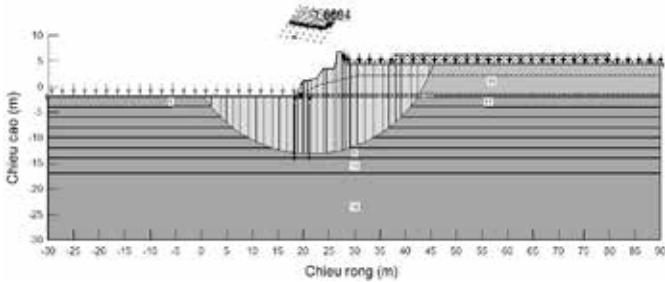
5.1. Kiểm toán ổn định tổng thể

Theo tiêu chuẩn thiết kế đê biển TCVN 9901:2014 - Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê biển hệ số an toàn ổn định K = 1,250

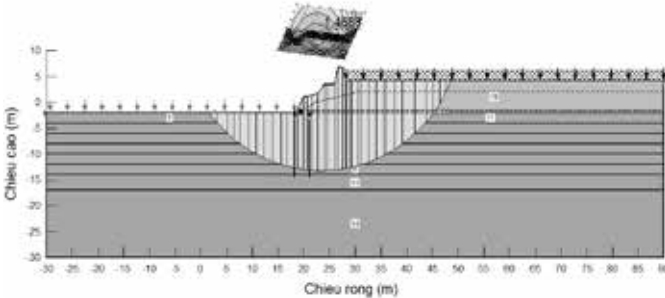
(Tổ hợp tải trọng cơ bản); $K = 1,150$ (Tổ hợp thi công). Tuy nhiên, tác giả đã đề xuất để kết hợp làm được nội bộ nên phải thỏa mãn cả quy định trong tiêu chuẩn 22TCN 262:2000 - Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu. Khi sử dụng phương pháp Bishop, hệ số an toàn ổn định tối thiểu $K_{min} = 1,40$.

Để đơn giản trong tính toán sử dụng phần mềm GEOSTUDIO/SLOPE/W của Canada.

Kết quả tính toán cho trường hợp cơ bản (vận hành lâu dài) và trường hợp đặc biệt (chịu tải thi công) được thể hiện trên hình 10, hình 11.



Hình 10. Kết quả kiểm toán ổn định với trường hợp cơ bản



Hình 11. Kết quả kiểm toán ổn định với trường hợp đặc biệt

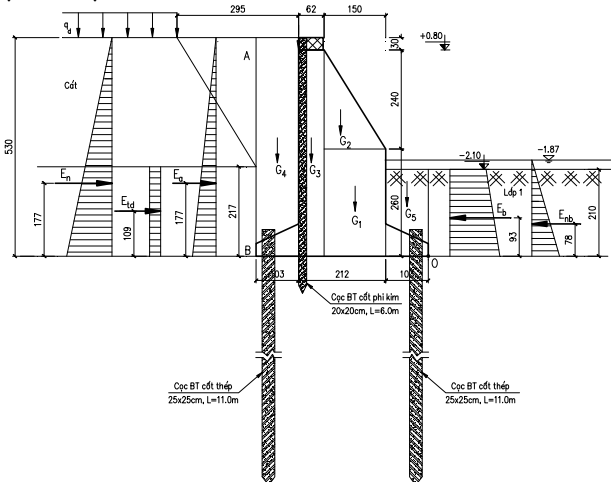
Từ hình 10 và hình 11 có thể thấy hệ số an toàn ổn định của kết cấu đê sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi trong trường hợp cơ bản và trường hợp đặc biệt đều lớn hơn giá trị yêu cầu của tiêu chuẩn ($K_{min}=1,6694$ & $K_{min}=1,4688$ đều lớn hơn $[K_{min}]=1,40$).

5.2. Kiểm toán ổn định chống lật và chống trượt của cấu kiện

Theo TCVN 9901:2014 - Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê biển, hệ số an toàn ổn định chống lật và chống trượt phẳng cho phép:

- Tính toán cho tổ hợp tải trọng cơ bản: $[K_L] = 1,5$; $[K_T] = 1,25$
- Tính toán cho tổ hợp tải trọng đặc biệt: $[K_L] = 1,4$; $[K_T] = 1,1$

Sơ đồ kiểm toán ổn định chống lật và trượt của cấu kiện kè 5m được thể hiện trên hình 12.



Hình 12. Sơ đồ tính ổn định chống lật và trượt chân kè 5.0m

Kết quả tính toán như sau:

- Tổ hợp tải trọng cơ bản: $K_L=2,43 > [K_L]=1,5$ và $K_T=1,26 > [K_T]=1,25$;

- Tổ hợp tải trọng đặc biệt: $K_L=2,58 > [K_L]=1,4$ và $K_T=1,16 > [K_T]=1,1$;

Tương tự với kè 3,5m và tường hắt sóng, kết quả tính toán được tổng hợp như sau:

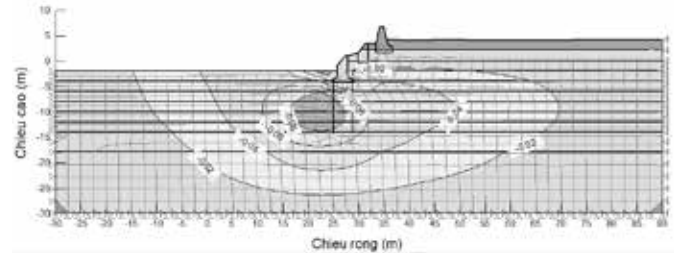
- Với kè 3,5m, hệ số ổn định chống lật, trượt trong trường hợp đặc biệt là $K_L=1,81$; $K_T=1,26$. Các giá trị này đều lớn hơn giá trị yêu cầu trong trường hợp cơ bản và đặc biệt nên không cần kiểm toán thêm với trường hợp cơ bản.

- Với tường hắt sóng, hệ số ổn định chống lật, trượt trong trường hợp đặc biệt là $K_L=1,89$; $K_T=1,26$. Các giá trị này cũng đều lớn hơn giá trị yêu cầu trong trường hợp cơ bản và đặc biệt nên không cần kiểm toán thêm với trường hợp cơ bản.

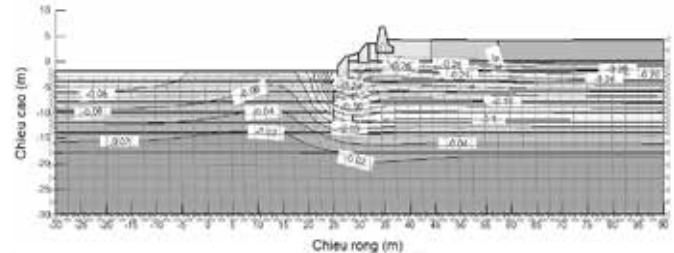
Vi vậy, các cấu kiện đều đảm bảo ổn định chống lật trượt trong cả trường hợp cơ bản và trường hợp đặc biệt.

5.3. Kiểm toán chuyển vị của đê

Sử dụng phần mềm GEOSTUDIO/SIGMA/W, kết quả tính toán chuyển vị ngang và độ lún của đê được thể hiện trên hình 13 và hình 14.



Hình 13. Kết quả tính chuyển vị ngang của đê



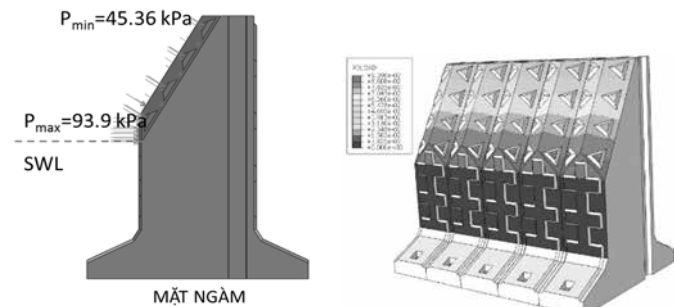
Hình 14. Kết quả tính toán độ lún của đê

Từ hình 13 và hình 14 cho thấy chuyển vị ngang khá nhỏ và độ lún của đê nhỏ hơn giá trị cho phép theo tiêu chuẩn 22TCN262-2000 ($[\Delta S] = 40\text{cm}$).

5.4. Kiểm toán khả năng chịu lực của cấu kiện

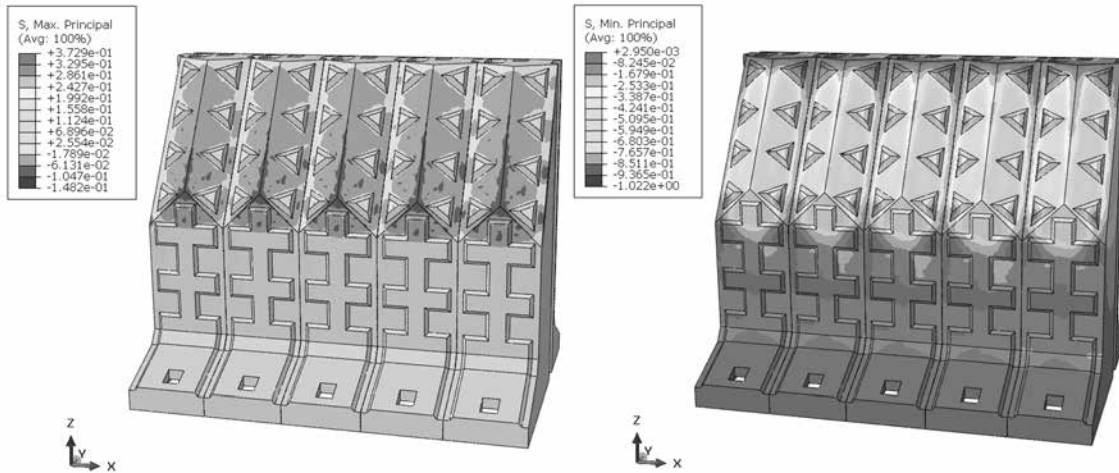
Sử dụng phần mềm ABAQUS để tính toán phân bố ứng suất trên cấu kiện khi chịu tác động của tải trọng

Sơ đồ tính cho cấu kiện kè 5m với mô hình 5 block được thể hiện trên hình 15.



Hình 15. Sơ đồ tính toán phân bố ứng suất kè 5m

Kết quả tính toán được thể hiện trên hình 16.



Hình 16. Kết quả tính toán phân bố ứng suất max (trái) và min (phải) của cầu kiện kè 5m

Tính toán tương tự với cầu kiện kè 3,5m và tường hắt sóng, kết quả được tổng hợp ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán phân bố ứng suất trên cầu kiện bê tông cốt sợi

STT	Cấu kiện	Ứng suất tính toán σ_{max} (MPa)
1	Cầu kiện kè 5m	0.37
2	Cầu kiện kè 3,5m	0.56
3	Tường hắt sóng H= 5.0m	0.3
4	Tường hắt sóng H= 4.0m	0.25
5	Tường hắt sóng H= 3.15m	0.34
6	Tường hắt sóng H= 2.30m	0.18
7	Tấm ghép chống xói	0.8

Cường độ tính toán chịu kéo của bê tông cốt sợi M300 là $f_t=2,25\text{MPa}$ nên các cấu kiện đều đảm bảo khả năng chịu lực (ứng suất phát sinh do tải trọng nhỏ hơn rất nhiều so với khả năng của vật liệu).

Từ việc kiểm toán ổn định kết cấu đê biển sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi đúc sẵn thành mảng của Công ty cổ phần khoa học công nghệ Việt Nam (Busadco) cho thấy đây là giải pháp phù hợp về mặt kỹ thuật cho dự án. Ngoài ra, khái toán sơ bộ về mặt suất đầu tư, giải pháp đề xuất thấp hơn 23% so với giải pháp truyền thống.

6. Kết luận

Tuyến đê biển Nam Đình Vũ khi sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi đúc sẵn thành mảng sẽ mang lại những hiệu quả rõ rệt so với giải pháp truyền thống. Cấu kiện rỗng, trọng lượng quy đổi nhẹ nên thích hợp với vùng đất yếu do giảm tải trọng tác dụng. Cấu kiện kè sử dụng bê tông cốt sợi nên không bị ăn mòn như bê tông cốt thép, được sản xuất trong nhà xưởng nên kiểm soát tốt chất lượng. Sản xuất cấu kiện theo dây chuyền nên đẩy nhanh được tiến độ thi công. Giải pháp mới có diện tích chiếm dụng nhỏ hơn nhiều so với giải pháp truyền thống, sử dụng ít vật liệu tự nhiên hơn nên giảm thiểu tác động đến môi trường. Ngoài ra, với khả năng ổn định bền vững cao nên có thể kết hợp làm đường nội bộ, tăng tính kết nối về mặt giao thông cho các vùng của khu công nghiệp.

Với chi phí thấp hơn giải pháp truyền thống và nhiều ưu điểm như đã nêu trên, có thể thấy đây là giải pháp công nghệ mới, sáng

tạo, có hiệu quả về mặt kinh tế - kỹ thuật cần được xem xét áp dụng không chỉ với dự án này mà các dự án có tính chất tương tự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. QCVN 07- 4:2016/BXD, Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia các công trình kỹ thuật hạ tầng công trình giao thông.
- [2]. TCXDVN 104:2007, Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam Đường đô thị - yêu cầu thiết kế.
- [3]. TCVN 9901:2014, Công trình thủy lợi - yêu cầu thiết kế đê biển.
- [4]. 22TCN 262:2000, Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [5]. Công ty Cổ phần Khoa học công nghệ Việt Nam (2019), Tóm tắt giải pháp công nghệ bảo vệ bờ phòng chống thiên tai và ứng phó với biến đổi khí hậu.