

Bảo vệ bờ biển bị xói lở bằng cấu kiện kè bê tông cốt sợi đúc sẵn thành mỏng mới

Preventing coastline from erosion with novel precast thin-walled fiber concrete blocks

> TS ĐỖ THẮNG

Trường Đại học Thủy lợi

TÓM TẮT:

Những năm gần đây tình trạng xói lở bờ biển ở nước ta diễn biến ngày càng phức tạp, có xu hướng tăng cả về phạm vi và mức độ nghiêm trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống người dân và kết cấu hạ tầng ven biển. Để chủ động phòng chống và giảm nhẹ tác hại, nhiều giải pháp bảo vệ bờ biển đã được đề xuất trên cơ sở ứng dụng khoa học công nghệ tiên tiến, kết hợp giải pháp truyền thống thân thiện với môi trường, ưu tiên ứng dụng công nghệ mới, giá thành hạ, dễ thi công. Trong bài báo này, một giải pháp công nghệ bảo vệ bờ biển mới bằng cấu kiện bê tông cốt sợi đúc sẵn thành mỏng được trình bày. Thông qua một công trình cụ thể, tác giả đánh giá về tính ổn định bền vững và tính hiệu quả khi áp dụng giải pháp mới này cho các bờ biển có tính chất tương tự.

Từ khóa: Xói lở bờ biển, bê tông đúc sẵn, bê tông cốt sợi, cấu kiện thành mỏng

ABSTRACT:

In recent years, coastal erosion in our country has been increasingly complicated, tends to increase in both scope and severity, directly affecting people's lives and coastal infrastructure. To proactively prevent and mitigate harm, many attempts to preventing coastline from erosion have been made based on the application of advanced science and technology, combining traditional environmental-friendly solutions, with priority given to the application of new technology, low cost, easy to construct. In this paper, a new coastal protection technology solution with a novel thin-walled fiber concrete block is presented. Through a specific work, the author assesses the sustainable stability and efficiency when applying this new solution to coasts of similar nature.

Keywords: Coastal erosion, precast concrete, fiber concrete, thin-walled block

1. GIỚI THIỆU

Nước ta có đường bờ biển dài khoảng 3260 km, trung bình cứ 20 km chiều dài đường bờ biển có một con sông chảy cắt ngang, với khoảng 114 cửa sông đổ ra biển. Vấn đề sạt lở đang diễn ra ở hầu hết các bờ biển trên phạm vi cả nước và trong thời gian dài, ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống người dân, kinh tế - xã hội vùng ven biển; tác động tiêu cực đến môi trường, ổn định và phát triển bền vững. Theo số liệu thống kê của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, trên phạm vi cả nước hiện có 2229 điểm sạt lở bờ sông, bờ biển, với tổng chiều dài hơn 2837 km, trong đó 96 điểm sạt lở đặc biệt nguy hiểm (sạt lở gây nguy hiểm trực tiếp đến an toàn khu tập trung dân cư và cơ sở hạ tầng quan trọng), tổng chiều dài 197 km. Nhiều giải pháp nhằm ngăn chặn bờ biển bị xói lở đã được thực hiện. Tuy nhiên, hiệu quả của các giải pháp đưa ra chưa được như mong muốn. Giải pháp tấm lát bê tông rất dễ bị sụt lún do không có liên kết giữa các tấm như tại bờ biển Hồ Tràm (tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu) hoặc bị sạt lở thành các hố lớn tại bờ biển Hội An khi liên kết giữa các tấm không đủ chắc chắn và các tấm lát không đủ trọng lượng (hình 1). Bờ kè chắn sóng bằng đá học xây cũng bị hư hỏng, sụt lún phía chân và mái kè như tại bãi biển khu nghỉ dưỡng Long Cung (tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu), hoặc bị sạt lở toàn bộ tại Khu du lịch Sao Việt Non Nước (thành phố Đà Nẵng) (hình 2). Mỏ hàn và kè bờ bằng ống Geotube sau 1-2 năm không còn đảm bảo như cao trình thiết kế ban đầu, ống bị rách sau một thời gian ngắn sử dụng như tại bờ biển Lộc An, bờ biển Làng Chài (tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu) (hình 3)... Giải pháp truyền thống kè mái bằng đá học không phù hợp cho khu vực bãi tắm và nguồn cung cấp đá tự nhiên có trọng lượng lớn ngày càng khó khăn.



Hình 1. Tấm lát bê tông tại bờ biển Hồ Tràm và bờ biển Hội An



Hình 2. Kè xây đá học tại bờ biển khu nghỉ dưỡng Long Cung và Sao Việt Non Nước



Hình 3. Mô hình bằng ống Geotube tại bờ biển Lộc An và bờ biển Làng Chài

Trong bài báo này, một giải pháp mới bảo vệ bờ biển bằng cấu kiện bằng cấu kiện bê tông cốt sợi đúc sẵn thành mảng được phân tích, đánh giá về tính ổn định bền vững và tính hiệu quả. Cấu kiện được đúc sẵn trong nhà máy nên kiểm soát được chất lượng và tiến độ. Tuổi thọ công trình cao hơn so với các giải pháp truyền thống, do không dùng cốt thép nên đảm bảo khả năng chống ăn mòn, chống xâm thực. Thời gian thi công chỉ bằng 1/3 so với giải pháp truyền thống do khắc phục được bất lợi về thời tiết, khí hậu, thủy văn và công tác vận hành, duy tu, bảo dưỡng cũng rất thuận tiện. Tuy nhiên, không giống như các kết cấu trọng lực thông thường khả năng ổn định là do trọng lượng bản thân, kết cấu mới này rỗng nên có trọng lượng bản thân nhỏ hơn nhiều so với kết cấu trọng lực có hình dáng tương tự nên việc phân tích ổn định cần xem xét một cách toàn diện.

2. THÔNG SỐ KỸ THUẬT CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT SỢI THÀNH MẢNG

Cấu kiện kè bê tông cốt sợi sử dụng bê tông M400, hình dạng chữ "A", có kích thước cơ bản: chiều cao $H = 4.0\text{m}$, bề rộng đáy $B = 4.0\text{m}$, chiều dài một đốt kè theo phương dọc tuyến $L = 1.5\text{m}$, chiều dày thành cấu kiện $t = 8\text{cm}$. Mặt trước và sau cấu kiện có sườn tăng cường theo phương dọc và ngang để tăng độ cứng cho bê tông cấu kiện trước tác dụng của sóng biển và áp lực do đất, nước, người, xe... sau lưng kè. Mặt bên cấu kiện có bố trí mộng liên kết âm dương suốt chiều cao cấu kiện để đảm bảo liên kết tốt giữa các cấu kiện khi làm việc. Trên thân cấu kiện có bố trí lỗ để thuận tiện khi cấu lắp và được lắp kín lại sau khi lắp đặt hoàn thiện, tránh mất vật liệu trong bụng cấu kiện. Đáy cấu kiện rỗng thuận lợi cho việc thi công rung ép, mặt cấu kiện để lỗ chờ đổ vật liệu bụng bê. Cấu kiện sử dụng bê tông mác cao, không sử dụng cốt thép nên đảm bảo điều kiện chống ăn mòn trong môi trường biển. Cốt sợi phân tán polypropylene (PP) có tác dụng tăng khả năng chịu kéo cho bê tông khi không sử dụng cốt thép, chống nứt, giảm co ngót, tăng khả năng chống thấm... Cấu kiện được sản xuất trên dây chuyền công nghệ bê tông cốt thép thành mảng đúc sẵn của công ty Cổ phần khoa học công nghệ Việt Nam (Busadco) do Bộ Xây dựng cấp Giấy chứng nhận Giải pháp công nghệ phù hợp (hình 4).



Hình 4. Cấu kiện kè chữ "A" cao 4m

3. ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH KÈ BẢO VỆ BỜ BIỂN LÀNG CHÀI SỬ DỤNG CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT SỢI THÀNH MẢNG

3.1. Giới thiệu về công trình

Kè bảo vệ bờ biển bị xói lở bằng cấu kiện bê tông cốt sợi đúc sẵn thành mảng được ứng dụng tại khu du lịch Làng Chài có chiều

dài khoảng 600m, thuộc xã Lộc An, huyện Đất Đỏ và xã Phước Thuận, huyện Xuyên Mộc, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu (hình 5 và hình 6).



Hình 5. Vị trí tuyến kè Làng Chài (ảnh chụp từ Google earth)



Hình 6. Hình ảnh tuyến kè sử dụng cấu kiện bê tông cốt sợi thành mảng sau khi hoàn thành

Theo tài liệu khảo sát địa chất của 5 lỗ khoan tại phạm vi công trình có chiều sâu 15m (các lỗ khoan được ký hiệu MH1, MH2, KB1, KB2, KB3), các lớp địa chất và phân bố các lớp được mô tả tóm tắt như sau:

Lớp 1: Cát bụi, xám xanh, chặt vừa (SM)

Lớp cát bụi, màu xám xanh, kết cấu chặt vừa, xuất hiện ngay trên bề mặt địa hình.

Độ sâu đáy lớp là 5.7m (hố khoan MH1), 5.1m (hố khoan MH2), 7.6m (hố khoan KB1), 5.2m (hố khoan KB2), 7.0m (hố khoan KB3). Bề dày trung bình lớp là: 6.1m. Thành phần chủ yếu của lớp là cát và bụi, màu xám xanh, kết cấu chặt vừa. Số SPT 13~22 chùy, trung bình 20 chùy.

Lớp 2: Sét dẻo cao pha cát, xám xanh, dẻo mềm (CH)

Lớp sét có tính dẻo cao lẫn ít cát, màu xám xanh, trạng thái dẻo mềm, xuất hiện ngay dưới lớp 1. Độ sâu đáy lớp là 13.0m (hố khoan MH1), 10.8m (hố khoan MH2), 1.50m (hố khoan KB1), 15.0m (hố khoan KB2), 12.8m (hố khoan KB3). Bề dày trung bình lớp là: 6.9m. Thành phần chủ yếu của lớp là bụi lẫn ít sét, màu xám xanh, dẻo mềm. Số SPT: 04~07 chùy, trung bình 05 chùy.

Lớp 3: Cát bụi, xám nâu-xám xanh, chặt vừa (SM)

Lớp cát bụi, xám nâu- xám xanh, chặt vừa, xuất hiện ngay dưới lớp 2, không xuất hiện ở hố khoan HK2 và HK3. Độ sâu đáy lớp là chưa xác định. Kết thúc các hố khoan (MH1, MH2, KB1, KB2, KB3) ở độ sâu 15.0m vẫn chưa hết lớp này. Bề dày trung bình lớp là chưa xác định. Thành phần chủ yếu của lớp là cát và bụi, xám nâu- xám xanh, chặt vừa. Số SPT: 17~20 chùy, trung bình là: 19 chùy.

Một số chỉ tiêu cơ lý chính được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu cơ lý chính của các lớp đất

Tên lớp	γ_{tv} (g/cm ³)	φ°	C (kg/cm ²)
Lớp 1 - Cát bụi, chặt vừa	2.0	30°42'	7.3
Lớp 2 - Sét dẻo cao pha cát, dẻo mềm	1.76	04°39'	25.8
Lớp 3 - Cát bụi, chặt vừa	1.95	30°06'	8.7

3.2. Yêu cầu thiết kế nền đường

- Yêu cầu về ổn định:

Theo TCVN 9901:2014 - Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê biển, với công trình cấp IV:

Hệ số an toàn ổn định chống lật cho phép:

+ Tính toán cho tổ hợp tải trọng cơ bản: $[K_L] = 1.45$

+ Tính toán cho tổ hợp tải trọng đặc biệt: $[K_L] = 1.35$

Hệ số an toàn ổn định chống trượt phẳng cho phép:

+ Tính toán cho tổ hợp tải trọng cơ bản: $[K_T] = 1.20$

+ Tính toán cho tổ hợp tải trọng đặc biệt: $[K_T] = 1.05$

Hệ số an toàn ổn định tổng thể:

+ Tính toán cho trường hợp vận hành lâu dài: $[K]_{\min} = 1.20$

+ Tính toán cho trường hợp đặc biệt, thi công: $[K]_{\min} = 1.10$

- Yêu cầu về độ lún dư:

Sau khi hoàn thành công trình phần độ lún cố kết còn lại ΔS phải $\leq 30\text{cm}$.

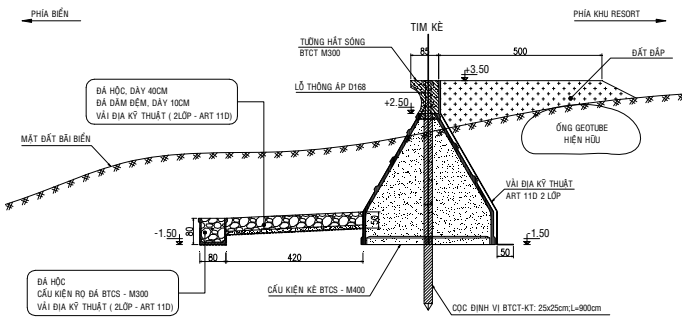
3.3. Tính toán ổn định chống lật và chống trượt của kết cấu kè bờ

kè bờ

Mô hình kết cấu kè bờ được thể hiện trên hình 7 và hình 8.



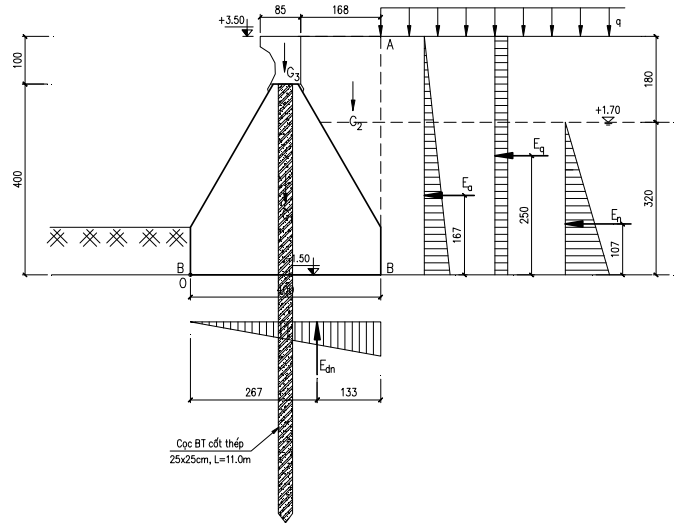
Hình 7. Phối cảnh sơ đồ kết cấu kè bờ khi hoàn chỉnh



Hình 8. Mặt cắt ngang điển hình tuyến kè bờ giai đoạn I

- Trường hợp cơ bản: Mực nước biển rút nhanh từ mực nước cao tới mực nước thấp

Tải trọng người đi bộ được quy đổi thành tải trọng rải đều $q=0.3T/m^2$. Sơ đồ tính như hình 9.



Hình 9. Sơ đồ tính ổn định lật và trượt kè bờ

Để thiên về an toàn nên ta bỏ qua ảnh hưởng của áp lực đất bị động và khả năng chịu tải ngang của cọc.

Momen gây lật (M_{gl}) và momen chống lật (M_{cl}) được tính đối với điểm O. Tổng hợp kết quả tính ở bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp kết quả tính ổn định kè bờ

TT	Tên lực	Trị số tính toán (T/m)	Cánh tay đòn (m)	Momen gây lật M_{gl} (Tm/m)	Momen chống lật M_{cl} (Tm/m)
1	Trọng lượng bản thân G_1	19.89	2.00		39.78
2	Trọng lượng bản thân G_2	8.40	3.30		27.72
3	Trọng lượng bản thân G_3	1.61	1.98		3.19
4	Áp lực đất E_a	4.05	1.67	6.75	
5	Áp lực do tải trọng người đi bộ	0.49	2.50	1.22	
6	Áp lực thủy tĩnh E_n	5.12	1.07	5.46	
Tổng				13.43	70.69

Hệ số ổn định chống lật:

$$K_L = \frac{\sum M_{cl}}{\sum M_{gl}} = \frac{70.69}{13.43} = 5.26 > [K_L] = 1.45 \text{ (đối với tổ hợp tải trọng cơ bản)} \rightarrow \text{Đạt yêu cầu.}$$

Hệ số ổn định chống trượt:

$$K_T = \frac{\sum G \cdot \text{tg}\phi + c \cdot A}{E_a + E_q + E_n} = \frac{(19.89 + 8.40 + 1.61) \cdot \text{tg}30.7^\circ + 0.73 \cdot 4.0}{4.05 + 0.49 + 5.12} = 2.14 > [K_T] = 1.2$$

(đối với tổ hợp tải trọng cơ bản) \rightarrow Đạt yêu cầu.

- Trường hợp đặc biệt: Xét ảnh hưởng của áp lực sóng (sóng rút)

Áp lực sóng tác động lên kè được tính theo công thức tường đứng liền bờ (Phụ lục F – Tiêu chuẩn TCVN 9901:2014).

$$p_r = \xi_0 \cdot \gamma \cdot g \cdot (\Delta z_1 - 0.75 H_{SD})$$

$$\eta_c = -\frac{p_r}{\xi_0 \cdot \gamma \cdot g}$$

trong đó :

p_r : tải trọng sóng rút tác động lên kè, kPa ;

ξ_0 : Hệ số sóng vỡ; $\xi_0=1.47$;

γ : Khối lượng riêng của nước biển.

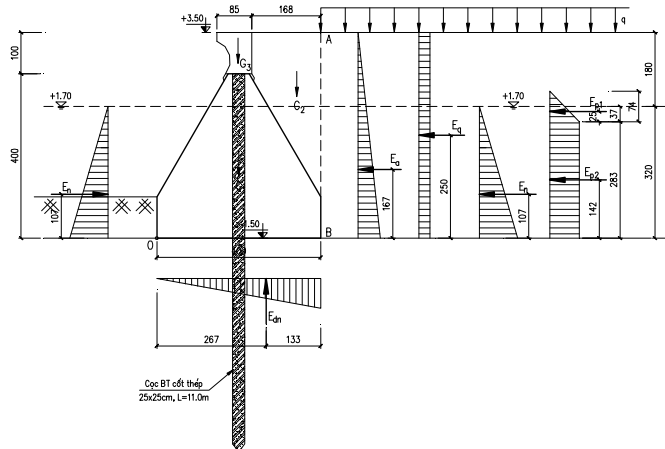
g : Gia tốc trọng trường; $g=9.81\text{m/s}^2$;

H_{SD} : chiều cao sóng thiết kế; $H_{SD}=1.48\text{m}$;

Δz_1 là độ hạ thấp của mặt nước so với mực nước tính toán ở phía trước tường thẳng đứng khi sóng rút, m.

Tải trọng xe thì công được quy đổi thành tải trọng rải đều $q=1\text{T/m}^2$.

Sơ đồ tính như hình 10.



Hình 10. Sơ đồ tính ổn định lật và trượt kè bờ
Tổng hợp kết quả tính ở bảng 3.

Bảng 3. Tổng hợp kết quả tính ổn định kè bờ

TT	Tên lực	Trị số tính toán (T/m)	Cánh tay đòn (m)	Momen gây lật Mgl (Tm/m)	Momen chống lật Mcl (Tm/m)
1	Trọng lượng bản thân G_1	19.89	2.00		39.78
2	Trọng lượng bản thân G_2	8.40	3.30		27.72
3	Trọng lượng bản thân G_3	1.61	1.98		3.19
4	Áp lực đất E_a	4.05	1.67	6.75	
5	Áp lực do tải trọng xe	1.62	2.50	4.05	
6	Áp lực thủy tĩnh E_n	5.12	1.07	5.46	
7	Áp lực sóng tới E_{p1}	0.41	3.08	1.25	
8	Áp lực sóng tới E_{p2}	3.11	1.42	4.40	
9	Áp lực đẩy nổi E_{dn}	2.20	2.67	5.86	
10	Áp lực thủy tĩnh E_{nb} trước kè	5.12	1.07		5.46
Tổng				27.78	76.15

Hệ số ổn định chống lật:

$K_l = 2.74 > [K_l] = 1.35$ (đối với tổ hợp tải trọng đặc biệt) → Đạt

yêu cầu.

Hệ số ổn định chống trượt:

$K_T = 1.71 > [K_T] = 1.05$

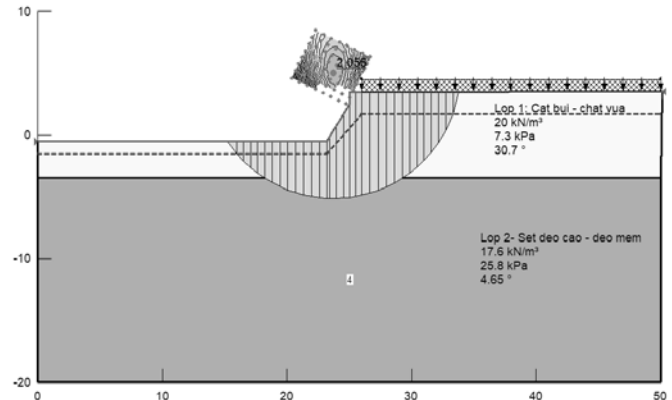
(đối với tổ hợp tải trọng đặc biệt) → Đạt yêu cầu.

Vi vậy, theo Tiêu chuẩn thiết kế đê biển TCVN 9901:2014, kè bờ đảm bảo điều kiện ổn định chống lật, trượt.

3.4. Tính toán ổn định tổng thể kè bờ

- Trường hợp cơ bản: Mực nước biển rút nhanh từ mực nước cao tới mực nước thấp

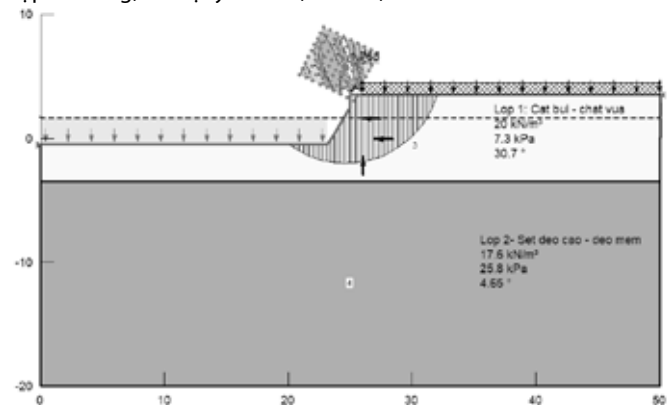
Tải trọng người đi bộ được quy đổi thành tải trọng rải đều $q=0.3\text{T/m}^2$. Để đơn giản trong tính toán ta sử dụng phần mềm GeoSlope của Canada. Kết quả tính theo phương pháp Bishop được $K_{min}=2.056 > [K]=1.20$ (đối với trường hợp cơ bản) → Đạt yêu cầu (hình 11).



Hình 11. Kết quả tính toán ổn định theo phương pháp Bishop

- Trường hợp đặc biệt: Xét ảnh hưởng của áp lực sóng (sóng rút)

Tải trọng sóng lấy theo mục 3.3 ở trên, tải trọng xe thì công được quy đổi thành tải trọng rải đều $q=1\text{T/m}^2$. Kết quả tính theo phương pháp Bishop được $K_{min}=1.765 > [K]=1.10$ (đối với trường hợp thi công) → Đạt yêu cầu (hình 12).



Hình 12. Kết quả tính toán ổn định theo phương pháp Bishop

Vi vậy, theo Tiêu chuẩn thiết kế đê biển TCVN 9901:2014, kè bờ đảm bảo điều kiện ổn định tổng thể.

3.5. Tính toán lún

Độ lún cố kết S_c của của đất yếu dưới kè được dự tính theo phương pháp phân tầng lấy tổng với công thức (Tiêu chuẩn 22TCN 262-2000):

$$S_c = \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{1 + e_o^i} \left[C_r^i \lg(\sigma_{pz}^i / \sigma_{vz}^i) + C_c^i \lg \frac{\sigma_z^i + \sigma_{vz}^i}{\sigma_{pz}^i} \right]$$

trong đó:

H_i - Bề dày lớp đất tính lún thứ i (phân thành n lớp có các đặc trưng biến dạng khác nhau), i từ 1 đến n lớp; $H_i \leq 2,0\text{m}$;

e_o^i - Hệ số rỗng của lớp đất i ở trạng thái tự nhiên ban đầu.

C_c^i - Chỉ số nén lún hay độ dốc của đoạn đường cong nén lún (biểu diễn dưới dạng $e \sim I_{\sigma}$) trong phạm vi $\sigma^i > \sigma_{pz}^i$ của lớp đất i.

C_r^i - Chỉ số nén lún hay độ dốc của đoạn đường cong nén lún nói trên trong phạm vi $\sigma^i > \sigma_{pz}^i$ (còn gọi là chỉ số nén lún hồi phục ứng với quá trình dỡ tải hay là chỉ số nở).

$\sigma_{vz}^i, \sigma_{pz}^i$ - Ứng suất (ứng suất nén thẳng đứng) do trọng lượng bản thân các lớp đất tự nhiên nằm trên lớp i, áp lực tiền cố kết ở lớp i.

σ_z^i - Ứng suất gây lún tương ứng với độ sâu z ở chính giữa lớp đất yếu i (xác định các trị số ứng suất này tương ứng với độ sâu z ở chính giữa lớp đất yếu i). Áp lực gây lún do *trọng lượng bản thân của kè* (kể cả trọng lượng cát bên trong).

Ứng suất gây lún dưới đáy kè do trọng lượng bản thân của kè (kể cả trọng lượng cát bên trong) là:

$$p = \frac{\sum G - \gamma \cdot V_{chm}}{A} = \frac{29.90 - 2.0 \cdot (4.0 \cdot 2.0)}{4.0} = 3.48 \text{ T/m}^2$$

trong đó: A là bề rộng chân kè, A=4.0m,

V_{chm} là thể tích của 1m dài kè ngập trong lớp 1 - Cát bụi chặt vừa

Ứng suất gây lún ở lớp thứ i do tải trọng p gây ra được xác định theo lời giải Flamant.

Kết quả độ lún cố kết của kè bờ là:

$$S=0.17\text{m}=17\text{cm} < [S]=30\text{cm}$$

Vi vậy, độ lún của kè đạt yêu cầu.

4. VỀ BIỆN PHÁP THI CÔNG KÈ



Hình 13. Lắp đặt cấu kiện kè



Hình 14. Hạ cọc bê tông cốt thép bằng xối nước và đổ tại chỗ mũi hất sóng tại cao trình cao hơn mực nước biển

Kè nằm dọc theo bờ biển, chịu tác động trực tiếp của thủy triều và sóng biển. Hồ móng thi công kè nằm trên tầng cát, cao độ chân kè dọc bờ -1.5m thường xuyên ngập nước, chỉ khô trong thời gian ngắn khi mực nước triều hạ sâu dưới -3.0m. Tuy nhiên, do cấu kiện bê tông cốt sợi thành mỏng được đúc sẵn trong nhà xưởng và vận

chuyển ra công trường để lắp đặt nên có thể thi công cả trong điều kiện ngập nước (hình 13, 14).

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Giải pháp kè bảo vệ bờ biển bị xói lở bằng cấu kiện bê tông cốt sợi thành mỏng đã phát huy hiệu quả rõ rệt tại bờ biển khu du lịch Làng Chài, tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu. Cấu kiện rỗng, trọng lượng nhẹ, dễ vận chuyển, thích hợp với vùng đất yếu do giảm tải trọng tác dụng. Cấu kiện được sản xuất trong nhà xưởng nên kiểm soát được chất lượng, bề mặt cấu kiện đẹp, phù hợp với các bờ biển du lịch. Cấu kiện lắp ghép có thể thi công trong điều kiện ngập nước nên đẩy nhanh được tiến độ thi công công trình. Cấu kiện kè sử dụng bê tông cốt sợi nên khả năng chịu kéo cho bê tông tăng thêm, chống nứt, giảm co ngót, tăng khả năng chống thấm, không bị ăn mòn như bê tông cốt thép, tăng tuổi thọ công trình.

Có thể thấy đây là giải pháp công nghệ mới, sáng tạo, có hiệu quả về mặt kinh tế - kỹ thuật so với các giải pháp khác nên cần được nghiên cứu, ứng dụng một cách rộng rãi để bảo vệ bờ biển đang bị xói lở nghiêm trọng ở nước ta hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. 22TCN 262 - 2000. Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu.
- [2]. TCVN 9139: 2012 - Công trình thủy lợi - Kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - Yêu cầu kỹ thuật.
- [3]. TCVN 9901: 2014. Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê biển;
- [4]. TCVN 11736: 2017, Công trình thủy lợi - Kết cấu bảo vệ bờ biển - Thiết kế, thi công và nghiệm thu;
- [5]. TCVN 9139: 2012 - Công trình thủy lợi - Kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - Yêu cầu kỹ thuật.
- [6]. TCVN 6260:2009. Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.
- [7]. TCVN 7570 : 2006. Cát liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.
- [8]. TCVN 12393:2018. Bê tông cốt sợi - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.
- [9]. Nguyễn Lê Thị, Hoàng Đức Thảo, Nguyễn Hải Châu, Đỗ Thắng, So sánh cường độ bám dính của cốt GFRP và cốt Thép với bê tông cốt sợi phân tán trong điều kiện môi trường đặc trưng của vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Xây dựng - Bộ xây dựng số 12/2019
- [10]. TCVN 12604-1:2019 - Về kết cấu bảo vệ bờ biển - cấu kiện kè bê tông cốt sợi polyme đúc sẵn - phần 1: yêu cầu và phương pháp thử.
- [11]. TCVN 12604-2:2019 - Về kết cấu bảo vệ bờ biển - cấu kiện kè bê tông cốt sợi polyme đúc sẵn - phần 2: thi công và nghiệm thu.
- [12]. 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.
- [13]. Công ty Cổ phần Khoa học công nghệ Việt Nam (2020), Báo cáo kinh tế kỹ thuật "Khu du lịch Làng Chài, huyện Xuyên Mộc, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, Hạng mục: kè bảo vệ bờ".
- [14]. A. W. Bishop (1955), "The use of slip circle in stability of slopes". Geotechnique. London (5), pp 7 - 17.