

**NHỮNG GIẢI PHÁP GIẢM VẬT LIỆU
TRONG KẾT CẤU TRỌNG LỰC CÔNG TRÌNH CẢNG THUỶ CÔNG**
SOLUTIONS TO REDUCE THE AMOUNT OF MATERIALS
IN GRAVITY STRUCTURE OF PORT - WATERWAY CONSTRUCTIONS

PGS.TS Phạm Văn Giáp
Bộ môn Cảng - đường thủy
Trường Đại học Xây dựng

ĐẶT VẤN ĐỀ:

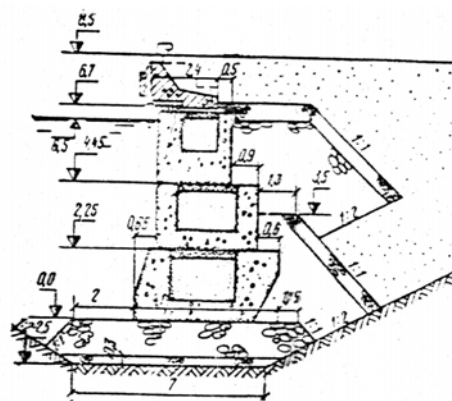
Kết cấu bển trọng lực, đê chắn sóng trọng lực ... là một trong những loại giải pháp kết cấu được chọn lựa, nếu nền đất tương đối tốt. Tính đa dạng của kết cấu trọng lực rất phong phú:

- Kết cấu chuồng;
- Kết cấu thùng chìm;
- Kết cấu khối xếp;
- Kết cấu tường góc;
- Kết cấu trụ đường kính lớn ($D \geq 1,6m$)...

Trong mỗi loại trên cũng tồn tại rất nhiều chủng loại. Song đối với công trình trọng lực của cảng thường bị gán cho nhược điểm lớn: tốn rất nhiều vật liệu, nhất là bê tông hoặc BTCT để chế tạo các cấu kiện. Bển trọng lực cũng như đê chắn sóng trọng lực được sinh ra sớm nhất đồng thời cũng có nhiều công trình nghiên cứu nhất xung quanh loại kết cấu này. Một trong những đóng góp của nhiều thế hệ các nhà khoa học là tìm giải pháp giảm vật liệu trong chế tạo các cấu kiện kết cấu trọng lực. Trong khuôn khổ bài báo xin nêu một số các giải pháp hữu hiệu đã được ứng dụng trong nhiều công trình xây dựng với hy vọng để triển khai ứng dụng được nhiều.

Giải pháp chế tạo các loại khối rỗng

Trên hình 1 mô tả một loại bển khối xếp chỉ có 3 loại khối hình hộp song đều rỗng. Các khối này chỉ rỗng trong lòng khối, song lại có đáy để không giảm ma sát khi trượt phẳng theo phương nằm ngang.



Hình 1: Cấu tạo một loại kết cấu trọng lực rỗng

Theo đánh giá của John B. Herbich (GS Khoa Xây dựng - trường đại học tổng hợp Texas - Mỹ) thì bằng giải pháp rỗng sẽ tiết kiệm được một khối lượng bê tông khoảng:

$$\Delta W = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2} \right) W \quad (1)$$

W: Khối lượng BT đặc với các kích thước L; B; H giữ nguyên.

GS Herbich cũng nêu ra rất nhiều những lời khuyên sau:

- Hệ số ma sát:

$$f_d > f_0 \quad (2)$$

$$f_d = (1,3 \div 1,4)f_0$$

f_d : Hệ số ma sát với khối rỗng có đáy

f_0 : Hệ số ma sát với khối không đáy

- Vật liệu đổ vào các khoang trống có thể: cát thô, đá hộc, BT nhẹ, đồng thời cần lưu ý tầng lọc ngược cho các loại vật liệu đổ đó.
- Chiều dày của các cạnh khối chõ rỗng nên lấy tối thiểu

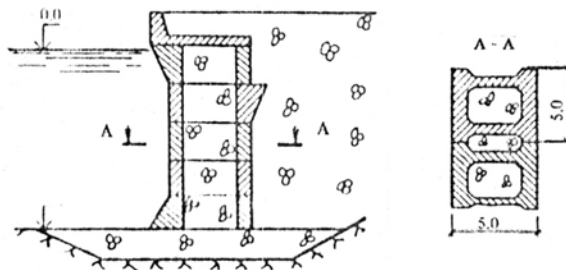
$$t \geq 0,4 \div 0,5 \text{ m}$$

Mác BT chế tạo các khối rỗng ≥ 300 và là BT thủy công

- Cũng có thể lấy

$$t \leq 0,4 \text{ m}$$

song có gia cường thêm cốt thép như trên hình 2.



Hình 2: Cấu tạo một loại kết cấu bèn bằng các khối bê tông có $t \leq 0,4 \text{ m}$

Kết cấu này không đáy với tỷ lệ kích thước lớn nhất trên mặt bằng (L; B) và chiều cao không bé hơn 1.

$$\frac{L}{H} > 1 \quad (3)$$

$$\frac{B}{H} > 1 \quad (4)$$

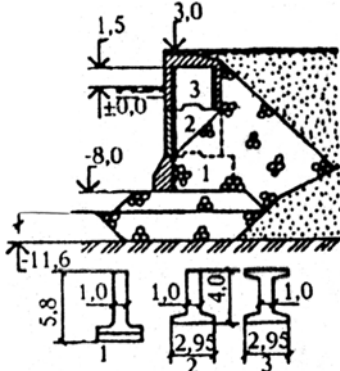
H : Chiều cao của khối

- Khi xếp các khối rỗng hoàn toàn được phép trùng mạch cả hai chiều ngang và dọc. Như vậy tức là chấp nhận các khối rỗng thuộc loại kết cấu khối xếp không lờ.

Năm lời khuyên trên đây của Herbich cũng là định hướng cho việc chế tạo các loại khối xếp rỗng. Về mặt công nghệ chế tạo, khối xếp rỗng hoàn toàn không có một chút khó khăn gì, dễ dàng như chế tạo các khối BT đặc hình hộp.

Giải pháp chế tạo các khối đặc biệt

Ravie - một Kỹ sư người Pháp đã sáng chế ra một loại kết cấu bển khối xếp đặc biệt và đã được áp dụng cho nhiều cảng sông ở Pháp, nhất là tại các cảng sông trên sông Seine chảy qua Paris. Cũng chỉ có 3 loại khối 1; 2; 3 trên hình 3.



Hình 3: Cấu tạo kết cấu bển khối đặc biệt

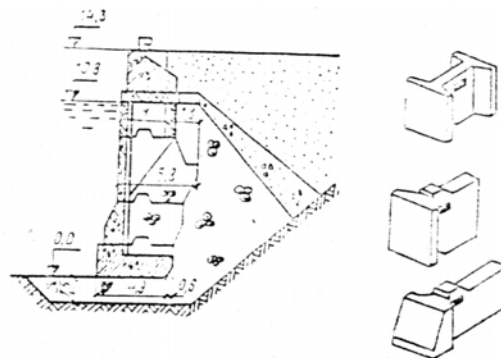
Trong 3 loại khối có 1 loại chữ I, còn hai loại chữ T. Loại kết cấu Ravie còn giảm được nhiều vật liệu BT hơn so với khối rỗng

$$\Delta W = \left(\frac{1}{2} \div \frac{3}{5} \right) W \quad (5)$$

W: Khối lượng BT của khối hình hộp đặc với các kích thước L; B; H...

Trọng lượng khối nặng nhất (Khối 3) nhỏ hơn 45t nên rất dễ cấu lắp. Mặt đầu 3 khối 1; 2; 3 chỉ có trọng lượng như một khối BT bình thường ($G < 100t$), song nguyên lý chống trượt hoàn toàn tương tự như khối xếp không lồi. Theo lời khuyên của Ravie vật liệu đổ chỗ hở chỉ bằng đá hộc để kết hợp với lãng thể đá giảm tải phía sau cũng như đá lớp đệm tạo thành một khối đá liên hoàn đồng bộ mà phía trước vẫn có một bức tường thẳng đứng chắn đá lại. Như vậy toàn bộ khối đá hộc nằm gọn trong chiều rộng $B = 5,8m$ của khối 1; làm việc như một tường đặc trọng lực. Việc đặc hoá một kết cấu cảng thuỷ công được cấu tạo một nửa là vật liệu rời, một nửa là vật liệu rắn không thấm nước là một khái niệm mới. Sau Ravie nhiều học giả như: Smirhov; Carl A. Thoresen; Thomas Telford; Hanne L. Svenden ... đã đưa ra nhiều giả thiết và lý thuyết tính toán kết cấu “đặc hoá” này. Nguyên tắc chung là tính toán tương tự kết cấu trọng lực thông thường, song đưa thêm các hệ số điều chỉnh.

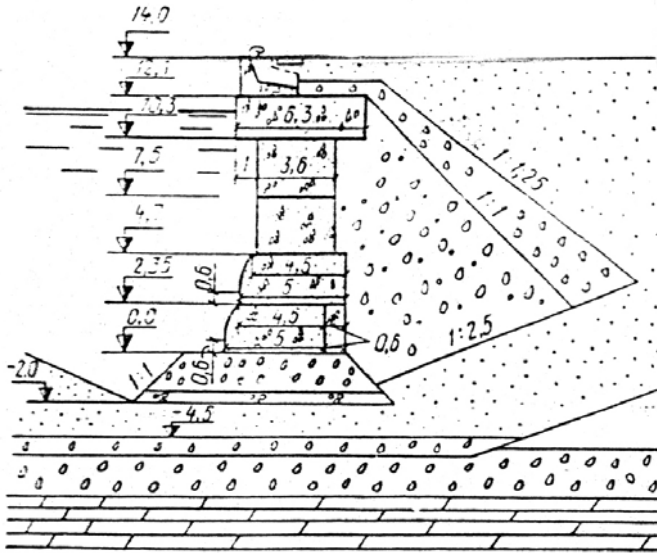
Hạn chế chung của giải pháp này là chiều cao bển không lớn $H_0 \approx 10,0m$. Năm 1960 Ravie cùng với một số học giả khác cải tiến tăng thêm mộng dương ở sườn nâng chiều cao: $H_0 = 14,3m$ (Hình 4).



Hình 4: Cấu tạo khối Ravie cải tiến

Giải pháp làm bản giảm tải

Dựa theo nguyên lý giảm áp lực ngang chủ động cả đất để giảm khối lượng vật liệu chế tạo các khối. Vào những năm 50 của thế kỷ trước các học giả Xô Viết ở Viện thiết kế cảng toàn Liên Bang đã cho ra đời một kết cấu bên có bản giảm tải như thể hiện trên hình 5.



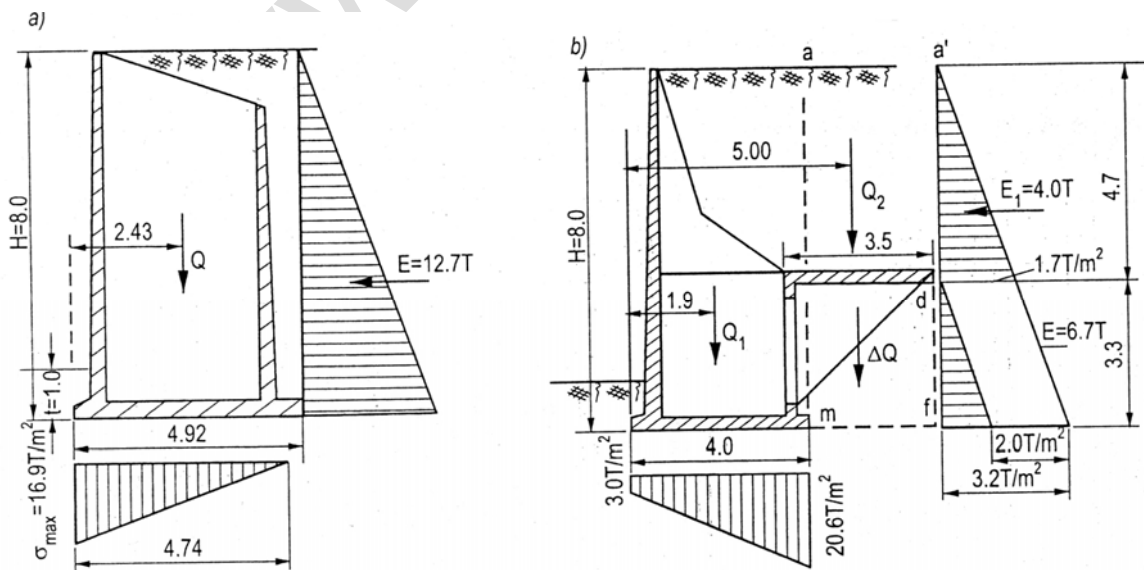
Hình 5: Cấu tạo bên trọng lực có bản giảm tải

Bằng biện pháp này có thể làm giảm áp lực chủ động tới 50% như ở hình 6 từ 12,7t chỉ còn

$$\Delta E = 12,7 - 6,7 = 6,0t$$

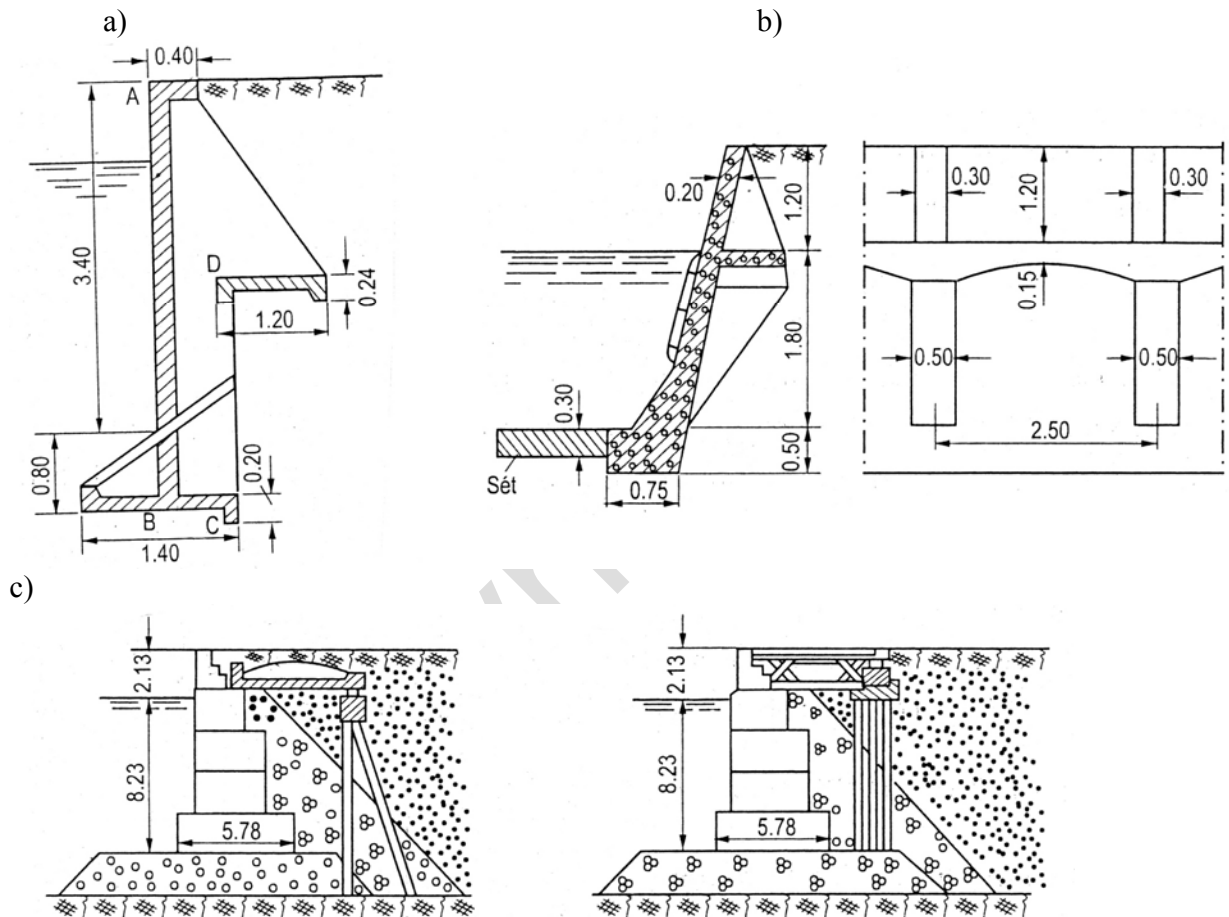
Nhiều nhà khoa học như Đubrova; Gurevish đã sáng tạo nhiều loại kết cấu có bản giảm tải. Trên hình 6 a, b, c là 3 trong số đó và đã được ứng dụng ở Paris; Eikhengerd và một số cảng phía Bắc nước Nga.

Về mặt tính toán chỉ khác là yêu cầu xác định cho đúng tổng áp lực đất ΔE được giảm.



Hình 6: Mức độ giảm áp lực đất do đặt bản giảm tải

a. Không có bản giảm tải; b. Có bản giảm tải



Hình 7: Các ví dụ về kết cấu có bản giảm tải

a. Bền ở cảng Paris; b. Bền ở Eikhengerd; c. Bền ở một cảng phía Bắc Nga

Ngoài 3 ví dụ nêu ở hình 7, trong thực tế còn rất nhiều kiểu bản giảm tải khác ứng dụng cho các loại kết cấu tường chắn đất. Khó khăn cơ bản của giải pháp này là các bản giảm tải ngoài chịu lực nén - kéo còn chịu mômen uốn khá lớn, tỷ lệ thuận với tổng áp lực đất được giảm ΔE . Song tỷ lệ giữa chiều rộng B của công trình với chiều cao H_0 của nó giảm:

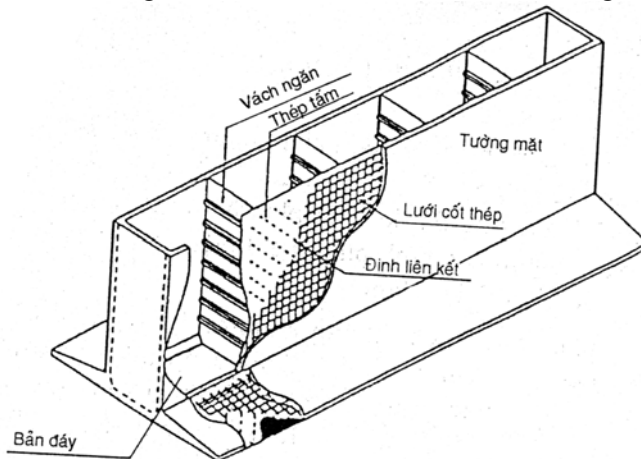
$$\frac{B}{H_0} = 0,6 \div 0,8 \text{ còn } 0,3 \div 0,5 \tag{6}$$

Như vậy khối lượng vật liệu giảm

$$\Delta W = \left(\frac{3}{7} \div \frac{1}{2} \right) W \quad (7)$$

Biện pháp làm conson

Những kết cấu hiện tại như Caison; Trụ ống BTCT đường kính lớn $D \geq 1,6\text{m}$. Nếu làm conson ở đế công trình sẽ giảm được rất nhiều vật liệu bê tông, BTCT, thép hoặc vật liệu hỗn hợp. Một ví dụ rất nổi tiếng là thùng chìm liên hợp (hybrid caison) do các chuyên gia Nhật đầu tư nghiên cứu, mới ra mắt các khách hàng khoảng 15 năm nay (Hình 8).



Hình 8: Giải pháp làm conson trong thùng chìm liên hợp

Kết cấu này nổi trội ở 3 điểm:

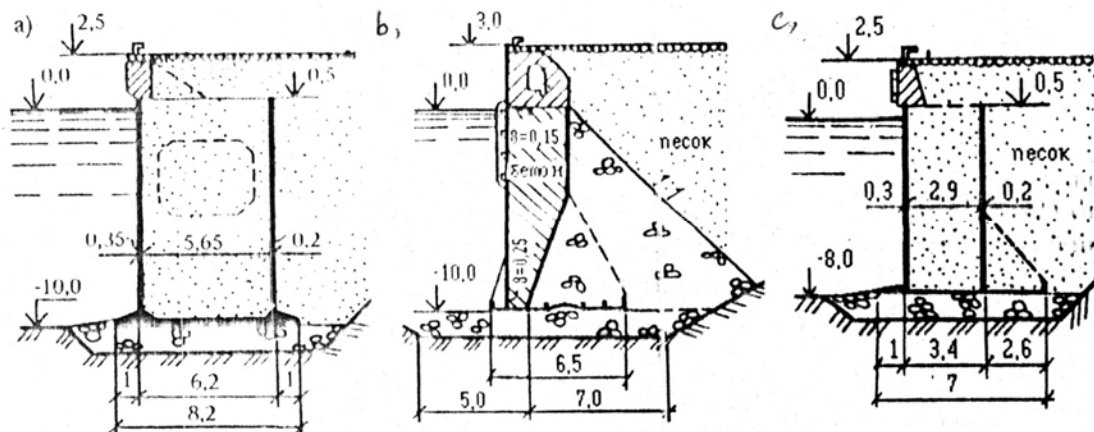
- Do chiều dài conson $l_c(m)$ gần bằng chiều rộng $B(m)$ của thùng nên ứng suất móng công trình nhỏ và được phân bố đều.
- Trọng lượng của thùng tương đối nhẹ do thùng cấu tạo bằng nhiều cấu kiện liên hợp.
- Xây dựng được ở các vùng nước sâu, siêu sâu, vùng biển hở và bán hở, tận dụng được mùa thi công trên biển

Tuy nhiên cũng kéo theo các khó khăn lớn, đòi hỏi công nghệ chế tạo rất hiện đại: ụ nổi, cầu nổi, thiết bị kéo nổi, thép có cường độ cao và không gỉ, bê tông mác cao #500 ÷ #600.

Trên hình 9 là hình ảnh 3 kết cấu bên thùng chìm khác nhau có conson được ứng dụng ở Cảng Gdunhia - Ba lan; ở Cảng Talkogvano - Chilê; và Cảng Klaiped ở bờ biển Baltic thuộc Nga. Nguyên lý cơ bản của giải pháp làm conson vẫn là giảm vật liệu BTCT lớn

$$\Delta W = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{4} \right) W \quad (8)$$

Song đối với thùng chìm hoặc trụ BTCT có đường kính D lớn gây rất nhiều phiền toái trong công tác hạ thủy - kéo nổi - giạ chìm, vì conson làm giảm sức đẩy Archimedes khi tính toán ổn định nổi.



Hình 9: Ba ví dụ khác nhau về việc vận dụng kết cấu có conson

a. Ở Cảng Gdunhia , b. Ở Cảng Talkogvano , c. Ở Cảng Klaiped

Biện pháp làm conson luôn luôn gắn với kết cấu BTCT phổ biến nhất cho Caison, dùng cho kết cấu bến, đê chắn sóng, đê hướng dòng, kè biển, tường chắn đất. Trong tính toán cần lưu ý chiều rộng B của công trình bao gồm cả chiều dài các conson ở hai mép.

Kết luận: Trên đây là 4 giải pháp làm giảm vật liệu BT; BTCT; thép và các vật liệu khác cho các loại kết cấu trọng lực của cảng. Khối lượng giảm vật liệu ΔW tương ứng với các công thức (1); (5); (7) và (8) đã được các nhà khoa học đúc kết từ nhiều công trình thực tế. Xu hướng này đang được nghiên cứu khá công phu cho các khối phủ dẹt dạng của đê chắn sóng mái nghiêng nhằm thay các khối hình hộp. Hy vọng 4 giải pháp nêu trên sẽ đóng góp chút ít cho các nhà tư vấn Cảng - Đường thủy - Công trình biển trong việc lựa chọn giải pháp tối ưu nhất đối với các loại công trình thủy công mà đặt nền cho phép giới hạn ở kết cấu trọng lực.

Tóm tắt nội dung

Bài báo giới thiệu 4 giải pháp làm giảm vật liệu cho việc chế tạo các cấu kiện kết cấu trọng lực của cảng. Qua đó giúp các nhà tư vấn sớm chọn được giải pháp tối ưu.

Summary

The article introduces 04 solutions to reduce mass of materials in manufacturing components which mainly contribute in port structures gravity. The consultants, therefore, can choose the optimal one.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PHẠM VĂN GIÁP - BÙI VIỆT ĐÔNG

Bến cảng trên nền đất yếu - NXB Xây dựng 2006

2. PHẠM VĂN GIÁP - NGUYỄN HỮU ĐẦU - NGUYỄN NGỌC HUỆ

Công trình bến cảng - NXB Xây dựng 1998

3. THOMAS TELFORD

Planning and design of port and marine terminals published

by Thomas Telford. London. Second. Edition. 2004

4. JOHN.B. HERBICH

Handbook of coastal Engineering

New York - Sanfrancisco - Washington - Aucland - Bogota - Caracas - Lisbon - London - Madrid - Mexicocity - Milan - Montreal - New Dehil - San Juan - Singapore - Sydney - Tokyo - Toronto 1999.