

NGHIÊN CỨU NEO XOẮN GIA CỐ CHO TẤM LÁT KIỂU HAI CHIỀU BẢO VỆ MÁI ĐÊ BIỂN

Hoàng Việt Hùng

Tóm tắt: Cấu kiện gia cố mái đê kiểu hai chiều (cấu kiện âm dương) là cấu kiện gia cố mái khá phổ biến ở đê biển Việt Nam. Trong thực tế thường xảy ra mất ổn định cục bộ tại những vị trí áp lực nước đẩy ngược lớn lên đáy viên gia cố do sóng rút hoặc tác động trực tiếp của sóng lên tấm gia cố. Neo xoắn gia cố cho cấu kiện bê tông hai chiều là giải pháp mới làm tăng thêm ổn định cho các tấm lát mái và hạn chế chuyển vị của cả mảng gia cố. Neo xoắn gia cố các tấm lát mái gồm ba bộ phận chính: Đầu neo, dây neo và chốt liên kết. Đầu neo làm bằng nhựa có cánh xoắn để tạo sức kháng nhổ. Chốt liên kết dùng liên kết neo xoắn với tấm lát mái. Số lượng neo phụ thuộc vào trọng lượng của tấm lát mái, áp lực sóng, cấp độ của đê. Theo phương pháp phân tích giới hạn biên trên và biên dưới, tác giả thiết lập biểu thức (11) xác định sức chịu tải kéo nhổ của neo xoắn dựa trên nguyên lý cân bằng công khả dĩ để làm cơ sở tính toán.

Từ khóa: Neo xoắn, tấm lát hai chiều, giới hạn biên trên, biên dưới, công khả dĩ, ổn định tấm lát.

1 Đặt vấn đề

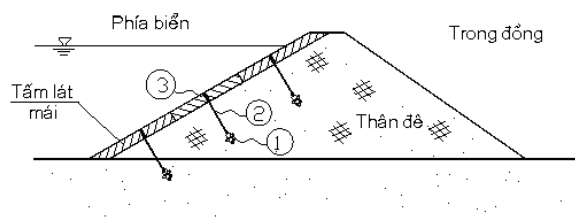
Tấm lát mái đê biển là một kết cấu bảo vệ quan trọng của đê biển. Rất nhiều nghiên cứu, nhằm cải tiến kết cấu bảo vệ này vững chắc hơn, đảm bảo an toàn cho đê dưới tác dụng của sóng biển. Tuy nhiên, thực tế vẫn xảy ra tình trạng các mảng gia cố bị bong tróc, rã và xô lệch do tác dụng của sóng hoặc lún sụt, dẫn đến mất an toàn cho đê biển. Một trong những nguyên nhân bong tróc mảng gia cố, là do trọng lượng viên gia cố không đủ giữ ổn định. Còn vấn đề lún sụt mảng gia cố, nếu loại trừ nguyên nhân do thi công kém thì cũng có phần nguyên nhân do sự lồi cuộn vật liệu lọc bởi sóng rút. Sự lồi cuộn vật liệu lọc ra ngoài chỉ xảy ra được nếu mảng gia cố có chuyển vị lớn dưới tác dụng của áp lực đẩy ngược từ trong thân đê khi sóng rút. Để khắc phục tình trạng trên, giải pháp neo gia cố các tấm lát mái của các tác giả đề xuất sẽ làm gia tăng trọng lượng của viên gia cố và hạn chế chuyển vị của cả mảng gia cố, mái đê biển sẽ được gia tăng độ an toàn hơn.

2 Bản chất kỹ thuật của giải pháp

a) Mục đích

Mục đích kỹ thuật của giải pháp là tăng thêm ổn định cho các tấm lát mái và hạn chế chuyển vị của cả mảng gia cố dưới tác dụng của sóng và áp lực nước đẩy ngược từ trong thân đê. Để đạt được mục đích trên, neo gia cố các tấm lát mái theo tác giả đề xuất là bố trí thêm các neo cắm vào đất để

liên kết giữ cho các tấm lát mái ổn định hơn (hình 1). Mức độ dày, thưa của neo phụ thuộc vào trọng lượng có sẵn của tấm lát mái, áp lực sóng, cấp độ của đê và loại đất đắp đê.



Hình 1: Sơ đồ bố trí neo cho tấm lát mái

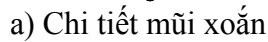
1) Thân neo. 2) Dây neo. 3) Chốt liên kết

Giải pháp này sử dụng neo xoắn, dùng một thiết bị xoắn neo vào đất đến một độ sâu nào đó trong thân đê và liên kết bằng dây neo chốt giữ với tấm lát mái.

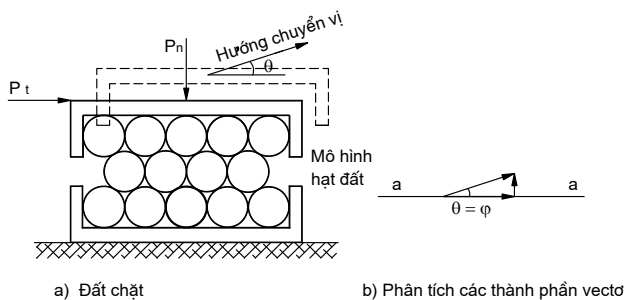
b) Mô tả các chi tiết của giải pháp

“Neo gia cố các tấm lát mái bảo vệ đê biển” bao gồm ba bộ phận chính:

1. *Thân neo:* Có thể là neo xoắn bằng nhựa cứng, hoặc neo ấn, neo bằng lò xo, các thân neo được liên kết với các tấm gia cố mái bằng dây neo. Bài báo này chỉ trình bày ứng dụng dạng neo thứ nhất là neo xoắn mô tả các chi tiết ở hình 2a, thân neo được làm bằng nhựa để đảm bảo tránh được sự ăn mòn của nước biển, đồng thời rãnh xoắn giúp dễ thi công xoáy neo vào trong đất, kích thước của neo phụ thuộc tải trọng neo giữ yêu cầu.



Hình 2: Chi tiết neo gia cố



Hình 4: Mô hình vật lý mô phỏng hướng chuyển vị khi đất bị cắt

Nếu $\theta = \phi$, người ta quy ước gọi là sự cắt dẻo (plastic-shearing). Vậy rõ ràng trong trường hợp này, véc tơ chuyển vị “cắt dẻo” sẽ được phân tích thành hai thành phần: Véc tơ có hướng vuông góc với mặt ngang, và véc tơ song song với mặt ngang (hình 4b), do đó véc tơ tốc độ biến dạng dẻo có thể biểu diễn trên mặt dẻo (hình 3).

Nếu không có sự cài mắc, $\theta = 0$, trong trường hợp này gọi là sự trượt ma sát (Friction-Sliding). Việc kết hợp giả thiết trùng phương giữa ứng suất và tốc độ biến dạng dẻo của lý thuyết chảy dẻo với điều kiện bền Coulomb đã nêu [3], sẽ mở rộng bài toán cân bằng giới hạn tĩnh sang bài toán động, cho phép xem xét các bài toán về cường độ và ổn định của khối đất hợp lý và trực quan hơn, thông qua nguyên lý bảo toàn năng lượng giữa công ngoại lực và nội năng tiêu tan khi vật thể đạt trạng thái cân bằng giới hạn, dưới tác dụng của ngoại lực đó.

b) Những định lý của phương pháp phân tích giới hạn

Phương pháp phân tích giới hạn dựa trên hai định lý cơ bản, đề cập tới hai trạng thái làm việc của môi trường xét: Trạng thái ứng với cuối giai đoạn “đàn-dẻo” (giới hạn dưới) và trạng thái ứng với đầu giai đoạn chảy (giới hạn trên). Nếu chọn được những trường ứng suất và tốc độ biến dạng thích hợp, hai định lý của lý thuyết này sẽ cho phép xác định được trạng thái giới hạn gần với trạng thái cần tìm của bài toán đặt ra [3].

Định lý 1 - (Giới hạn dưới) Nếu tìm được một trường ứng suất σ_{ij}^E trên toàn bộ vật thể, cân bằng với những tải trọng T_i tác động trên biên A_T của nó và ứng với trường hợp ứng suất đó, mọi điểm của vật thể đều chưa đạt trạng thái giới hạn đặc trưng bởi $f(\sigma_{ij}^E) < 0$ thì vật thể sẽ không bị phá hoại dưới tác dụng của những tải

trọng T_i và F_i . Định lý này đương nhiên đã được chứng minh, vì trường ứng suất sinh ra trong vật thể chỉ thỏa mãn hệ phương trình cân bằng tĩnh mà không thỏa mãn (chưa đạt tới) điều kiện cân bằng giới hạn.

Định lý 2: (Giới hạn trên) Giả thiết cho một cơ chế tương thích của biến dạng dẻo $\dot{\epsilon}_{ij}^{P*}$, $\dot{u}_{ij}^{P*}$, thỏa mãn điều kiện $\dot{u}_{ij}^{P*} = 0$ trên biên chuyển vị A_u , thì những tải trọng T_i , F_i được xác định bằng cách cân bằng tốc độ công ngoại lực với tốc độ tiêu tan nội năng (biểu thức 2) sẽ lớn hơn hoặc bằng giới hạn tải trọng trong thực tế.

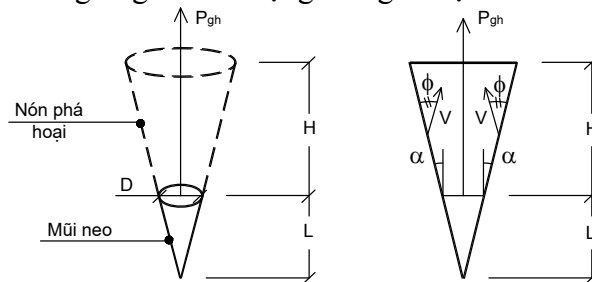
$$\int_{A_u} T_i \dot{u}_i^P dA + \int_V F_i \dot{u}_i^P dV = \int_V \sigma_{ij}^{P*} \dot{\epsilon}_{ij}^{P*} dV \quad (2)$$

Rõ ràng là chỉ khi vật thể đã đạt trạng thái cân bằng giới hạn rồi thì mới xảy ra sự tiêu tan nội năng, do đó ngoại lực tác dụng dẫn tới trạng thái này ít nhất phải bằng tải trọng giới hạn.

3.2 Lập biểu thức xác định sức chịu nhỏ giới hạn

a) Những giả thiết cơ bản

Giả thiết khối đất phá hoại có dạng hình nón, trong trường hợp làm việc tối ưu của neo xoắn với $(H/D)=7$, [2],[5],[6],[7], với H là độ sâu từ mặt đất tới neo xoắn và D là đường kính lớn nhất của neo xoắn. Sơ đồ tính toán nêu trên hình 5 tương ứng với tải trọng nhỏ giới hạn.



Hình 5: Giả thiết mặt nón phá hoại của mũi neo xoắn

Các ngoại lực tác động lên lăng thể đất trượt do neo xoắn kéo lên (bao gồm lực nhỏ neo xoắn và trọng lượng bản thân của lăng thể trượt), lực chống lại bởi cường độ chống cắt của đất, thỏa mãn định lý về giới hạn trên của phương pháp phân tích giới hạn. Việc giả thiết khối đất phá hoại dạng nón được kiểm chứng dựa trên các kết quả nghiên cứu sau đây:

(a.1) Kiểm chứng hình dạng khối đất phá hoại có dạng hình nón từ kết quả nghiên cứu cọc xoắn tại hiện trường

Tác giả I-Rô-Đốp M.D (1968)[6], Trô-Phi-Men-Cốp.I.U.G.(1965)[7] đã tiến hành thí nghiệm tại hiện trường tới $200 \div 300$ cọc xoắn chịu nhỏ thẳng đứng, có kích thước tấm xoắn $D = 0,25 \div 1\text{m}$ với độ sâu đặt tấm xoắn $H = (4 \div 8)D$ với các loại đất sét ở trạng thái dẻo mềm và cứng, đất cát ít ẩm và bão hòa nước ở trạng thái chặt vừa và xốp.

Trong trường hợp cọc xoắn chịu nhỏ, các tác giả đã rút ra một số kết luận như sau:

- Tỷ số giới hạn giữa độ sâu đặt tấm xoắn H và đường kính tấm xoắn D , $(H/D) = 6 \div 8$ và tỷ số này cũng biểu thị giá trị tối ưu, đặc trưng cho hiệu quả tối đa của tấm xoắn.

- Khi tấm xoắn đặt nông, đặc trưng bởi $H/D < (H/D)_{kp}$, Tải trọng nhỏ giới hạn kéo theo một khối đất có dạng hình nón cắt, đáy nhỏ ở tại vị trí tấm xoắn, đáy lớn ở trên mặt đất. Trong trường hợp này sức chịu nhỏ chủ yếu nhờ trọng lượng của khối đất đè phía trên tấm xoắn, vì trường hợp này không xảy ra chuyển vị tương đối giữa thân cọc và khối đất bao quanh nó.

- Khi tấm xoắn $H/D > (H/D)_{kp}$ sự trôi đất không xảy ra mà chỉ phát sinh sự phá hoại đất tại vị trí ngay kề trên tấm xoắn, do đó sức chịu nhỏ vừa do tác dụng của khối đất phía trên, vừa do ma sát giữa thân cọc với đất ở xung quanh nó.

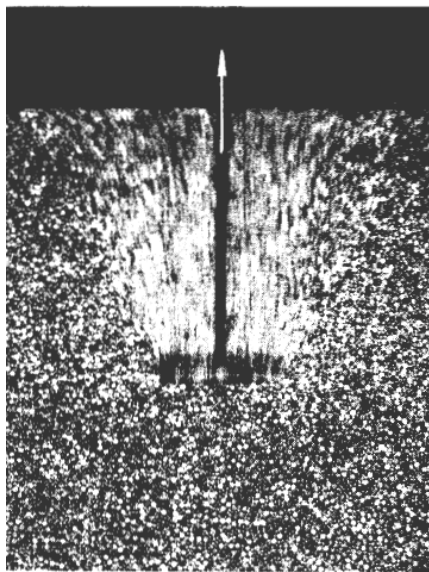
- Từ kết quả trên, cũng có thể suy ra là tải trọng nhỏ giới hạn, phụ thuộc tỷ số (H/D) và cường độ của đất, đặc trưng bởi góc ma sát

trong và lực dính đơn vị, mặt khác có thể lựa chọn sơ đồ phá hoại khối đất trên tấm xoắn cho trường hợp tối ưu làm sơ đồ tính toán để xây dựng biểu thức xác định sức chịu nhỏ thẳng đứng giới hạn.

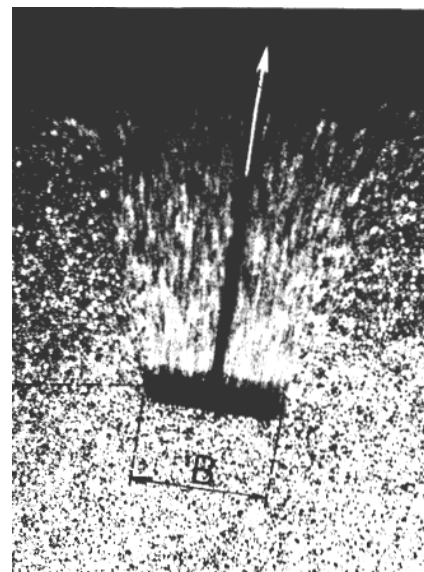
(a.2) *Kiểm chứng hình dạng khối đất phá hoại có dạng hình nón từ kết quả thí nghiệm mô hình đất tương tự [5]*

Sơ đồ tính toán giả thiết ở hình 5 cũng được nghiệm chứng bằng mô hình đất tương tự. Mô hình làm bằng những thanh dũa nhôm, hình trụ có đường kính $3 \div 5\text{mm}$, cho trường hợp bài toán phẳng do Tran Vo Nhiem (1971) [5] tiến hành. Từ những kết quả thí nghiệm mô hình đất tương tự, có thể rút ra nhận xét sau: Trong trường hợp tỷ số $(H/D) \leq 5 \div 7$ khối đất phía trên tấm neo có dạng phá hoại hình nón cắt. Trong trường hợp kéo xiên, nếu góc xiên nghiêng nhỏ hơn 25° , hình dạng nón cắt không có nhiều khác biệt với trường hợp kéo thẳng đứng [5] (hình 6).

Góc mở α tại vị trí tấm neo giảm dần khi tỷ số (H/D) tăng, mặt khác khi $(H/D) = 8$ thì không thấy xuất hiện dạng phá hoại theo hình nón cắt nữa mà chỉ có khối đất quanh vị trí tấm neo bị phá hoại (hình 7). Điều này cũng phù hợp với kết quả thí nghiệm nhỏ cọc tại hiện trường [6],[7] như đã nêu khi $H/D > (H/D)_{kp}$ sự phá hoại chỉ xảy ra tại vị trí ngay kề phía trên tấm xoắn.

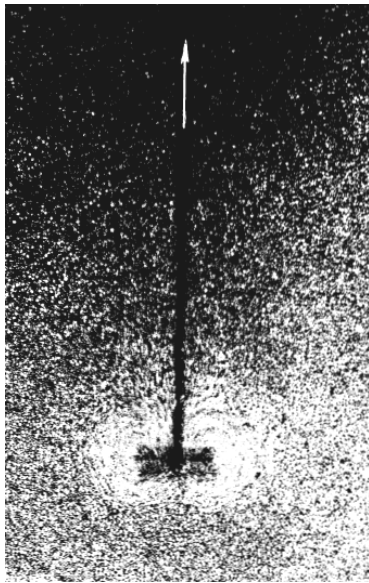


a) Lực kéo thẳng đứng

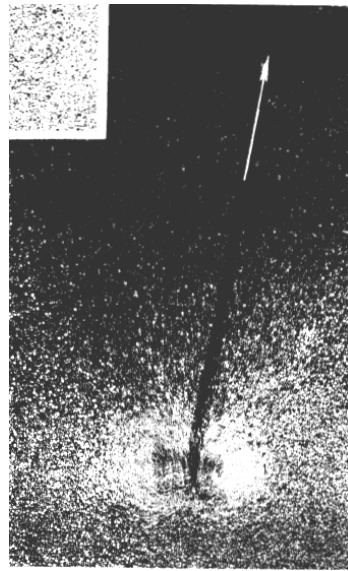


b) Lực kéo xiên $< 20^\circ$

Hình 6: Kết quả thí nghiệm mô hình đất tương tự với $(H/D) \leq 5 \div 7$



a) Lực kéo tằm xoắn thẳng đứng



b) Lực kéo tằm xoắn xiên $< 20^\circ$

Hình 7: Kết quả thí nghiệm mô hình đất tương tự với $(H/D) = 8$

Như vậy, từ các kết quả nghiên cứu đã công bố, việc giả thiết khối đất phá hoại dạng hình nón để thiết lập biểu thức sức chống nhổ giới hạn của mũi neo xoắn là phù hợp.

b) *Lập biểu thức tính toán*

Giả thiết khối đất bị phá hoại có dạng hình nón với các kích thước thể hiện ở hình 5. Trong đó H là độ sâu từ mặt đất đến cánh xoắn trên cùng của neo xoắn, D là đường kính trên cùng của neo xoắn.

Từ hình vẽ 5 áp dụng định lý giới hạn trên của phép phân tích giới hạn:

Tốc độ công ngoại lực:

$$-\gamma V_1 \cdot V \cdot \cos(\phi - \alpha) + P_{gh} \cdot V \cdot \cos(\phi - \alpha) \quad (3)$$

Tốc độ tiêu tan nội năng dọc theo mặt nón:

$$c \cdot V \cdot \cos \phi \cdot S \quad (4)$$

Trong đó:

V_1 : Thể tích hình nón (hình 5);

S : Diện tích xung quanh hình nón;

V : Véc tơ tốc độ chuyển vị của hình nón, dưới tác dụng của lực nhỏ giới hạn P_{gh} ;

ϕ : Góc ma sát trong của đất;

c : Lực dính đơn vị của đất.

Điều kiện cân bằng tốc độ công của ngoại lực với tốc độ tiêu tan nội năng theo định lý về giới hạn trên:

$$\begin{aligned} & -\gamma V_1 \cdot V \cdot \cos(\phi - \alpha) + P_{gh} \cdot V \cdot \cos(\phi - \alpha) \\ & = c \cdot V \cdot \cos \phi \cdot S \end{aligned} \quad (5)$$

Thay V_1 , S , xác định theo công thức hình học vào (5), rút ra P_{gh}

$$P_{gh} = \frac{\pi}{2} (D + 2H \tan \alpha) (H + L) \quad (6)$$

$$\left[c \frac{\cos \phi}{\cos \alpha} + \frac{1}{3} \gamma \left(\frac{D}{2} + H \tan \alpha \right) \right]$$

Có thể viết gọn lại

$$P_{gh} = \frac{\pi D}{2} \left(1 + 2 \frac{H}{D} \tan \alpha \right) (H + L) \quad (7)$$

$$\left[c \frac{\cos \phi}{\cos \alpha} + \frac{1}{3} \gamma D \left(\frac{1}{2} + \frac{H}{D} \tan \alpha \right) \right]$$

$$\text{Đặt } N_D = \left(1 + 2 \frac{H}{D} \tan \alpha \right); \quad (8)$$

$$N_C = \left[\frac{\cos \phi}{\cos \alpha} \right]; \quad (9)$$

$$N_\gamma = \left[\left(\frac{1}{2} + \frac{H}{D} \tan \alpha \right) \right] \quad (10)$$

Vậy ta có công thức cuối cùng

$$P_{gh} = \frac{\pi D}{2} N_D (H + L) \left[c N_C + \frac{1}{3} \gamma D N_\gamma \right] \quad (11)$$

N_D ; N_C ; N_γ là những hệ số không thứ nguyên.

Công thức (11) là công thức xác định sức chịu tải kéo nhỏ giới hạn của neo xoắn ứng dụng để neo tăng cường ổn định viên gia cố mái đê biển.

4 Kết luận

Đề xuất giải pháp neo giữ tấm lát mái như đã trình bày thì độ ổn định của tấm lát mái sẽ được

cải thiện do sự gia tăng trọng lượng của viên gia cố dẫn đến gia tăng độ an toàn bảo vệ mái đê khi có bão và triều cường. Về mặt kinh tế mũi neo nhựa và dây neo nhựa đảm bảo độ bền chống xâm thực và giá thành rẻ hơn với các loại vật liệu khác. Nhờ có neo gia cố mà mảng lát mái hạn chế được chuyển vị do áp lực nước đẩy ngược từ trong thân đê khi sóng rút.

Áp dụng phương pháp phân tích giới hạn (phương pháp phân tích giới hạn biên trên và

biên dưới), kết hợp lý thuyết chảy dẻo với điều kiện bền Coulomb đã nêu. Mở rộng bài toán cân bằng giới hạn tĩnh sang bài toán động, cho phép xem xét các bài toán về cường độ và ổn định của khối đất hợp lý và trực quan hơn [2]. Thông qua nguyên lý bảo toàn năng lượng giữa công ngoại lực và nội năng tiêu tan khi vật thể đạt trạng thái cân bằng giới hạn, dưới tác dụng của ngoại lực để thiết lập biểu thức (11) để tính sức chịu tải của neo xoắn là một cách tiếp cận mới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Việt Hùng – Trịnh Minh Thụ - Ngô Trí Viêng (2012); Bản mô tả sáng chế: “Neo gia cố các tấm lát mái bảo vệ đê biển” theo bằng độc quyền sáng chế số 10096 cấp theo quyết định 9903/QĐ-SHTT ngày 29.02.2012 của Cục Sở hữu trí tuệ-Bộ Khoa học Công nghệ.
2. GS. Nguyễn Công Mẫn (1983); Xác định sức chống nhổ thẳng đứng giới hạn cọc mở rộng đáy bằng phương pháp phân tích giới hạn; Tạp chí Khoa học Kỹ thuật số 5+6 năm 1983.
3. Wai-Fah Chen (1975); Limit Analysis and Soil Plasticity –ISBN 0-444-41249-2-Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam.
4. J.H. Atkinson (1982); Foundations and Slopes-An introduction to applications of critical state soil mechanics; McGRAW-HILL Book Company (UK) Limited.
5. Tran Vô Nhiễm (1971); Première thèse: “Force portante limite des fondations superficielles et résistance maximale à l’arrachement des ancrages-1971.
6. М.Д. Иродов (1968); Применение винтовых свай в строительстве-Издательство Литературы по строительству-Москва.
7. Ю.Г. Трофименков, канд. техн. наук; Л.Г. Мариупольский, инж (1965); Винтовые сваи в качестве фундаментов мачт и башен. Доклады к международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению-Москва.

Abstract

SCREW ANCHOR OF OVERLAP BLOCKS WITH APPLICATION TO SEA DIKE SLOPE.

Protected slope by overlap blocks is popular types of revetments in Vietnam. However, instability of overlap blocks still occurs near the point of maximum downrush, where uplift forces are higher or wave impact. Screw anchor of overlap blocks is a new choice of protection, higher resistance against uplift and reducible displacement of revetments. Screw anchor of overlap blocks has three essentially parts: anchor head, tendon and fixed anchor. The anchor head is made from plastic with twisted slot. High tensile plastic cable is used for tendon. Fixed anchor is connected to concrete blocks. The number of anchors depend on weight of concrete blocks, wave forces and dike function. The equation (11) is established base on the upper and lower bound theorems of plastic collapse set limits to the collapse load of a soil structure with the principle of virtual work.

Keyword: Screw anchor, overlap blocks, upper bound, lower bound, virtual work, stability of overlap blocks.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Văn Hùng

BBT nhận bài: 05/12/2012

Phản biện xong: 02/01/2012