

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI KÉO NHỎ CỦA NEO XOẮN

Hoàng Việt Hùng¹

Tóm tắt: Để gia tăng ổn định mảng gia cố đê biển, tác giả đề xuất giải pháp sử dụng neo xoắn, xoắn vào trong thân đê và liên kết neo với tấm lát mái. Tác giả đã thiết lập biểu thức xác định sức chịu tải kéo nhỏ của neo xoắn. Bài báo trình bày các thí nghiệm trong phòng và hiện trường để đánh giá sức chịu tải kéo nhỏ của neo xoắn và kiểm chứng cùng biểu thức giải tích đã thiết lập. Kết quả thí nghiệm cho thấy neo xoắn có khả năng neo giữ rất tốt và độ sâu tối ưu cắm neo.

Từ khóa: Neo xoắn, sức chịu tải, liên kết neo, biểu thức, độ sâu tối ưu.

1. Biểu thức xác định sức chịu tải kéo nhỏ của neo xoắn

Theo phương pháp phân tích giới hạn [4]; [5]; [6], tác giả đã thiết lập biểu thức (1) xác định sức chịu tải kéo nhỏ của neo xoắn [3].

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

Trong đó: H: độ sâu cắm neo; L: Chiều dài neo xoắn; D: Đường kính lớn nhất của neo xoắn và các hệ số cụ thể là

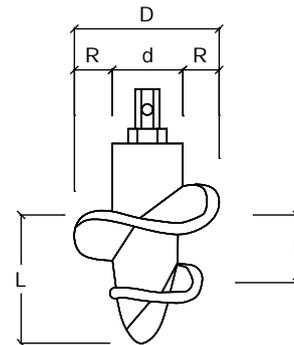
$$N_D = \left(1 + 2 \frac{H}{D} \tan \alpha \right); \quad N_c = \left[\frac{\cos \phi}{\cos \alpha} \right];$$

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

Góc α trong biểu thức (1) là góc hợp bởi đường sinh hình nón phá hoại với phương thẳng đứng, thay đổi phụ thuộc vào loại đất.

2. Thiết kế neo xoắn

Hình 1 là các kích thước chi tiết của neo xoắn, trong đó L là chiều dài thân neo được tính từ đường kính lớn nhất của neo xoắn đến mũi neo, d là kích thước thân neo [3].



Hình 1: Các kích thước chi tiết của neo xoắn

Thiết kế sơ bộ mười neo xoắn, thử nghiệm xoáy vào đất, lựa chọn được hai neo xoắn điển hình (hình 2) thỏa mãn cả điều kiện dễ thi công và điều kiện chịu lực để thí nghiệm với các kích thước chi tiết ở bảng 1.

Bảng 1: Các kích thước thực tế của hai neo xoắn

TT	Thông số	Neo NĐ10	Neo NĐ11
1	Kích thước	2,5	4,0
2	Bước xoáy	7,0	12
3	Chiều dài tổng	25,0	35,0
4	Đường kính	3,0	6,0
5	Đường kính	8,0	14,0



a) Mũi neo NĐ10



b) Mũi neo NĐ 11

Hình 2: Hai mũi neo điển hình trong thí nghiệm

¹ Trường Đại học Thủy lợi

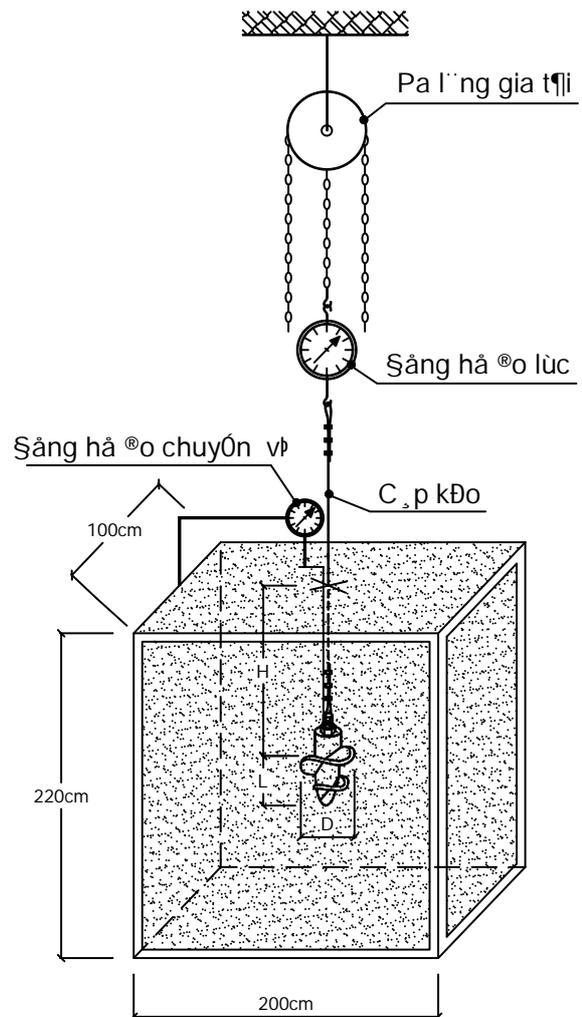
3.Thí nghiệm thử tải neo xoắn

Thí nghiệm thử tải neo NĐ10 và NĐ11 được tiến hành với hai loại đất. Đất đắp đê biển Giao Thủy dùng xây dựng mô hình vật lý 2,4 m³ trong phòng và đất nền nguyên dạng (lớp sét số 2) tại khu vực Đại học Thủy lợi. Kết quả thí nghiệm nhằm đánh giá độ sâu xoáy neo tối ưu (H) và khả năng chịu tải kéo nhỏ của neo (P_{gh}) để kiểm chứng cùng biểu thức (1).

a) *Trình tự thí nghiệm thử tải neo xoắn trên mô hình vật lý với đất đê Giao Thủy*

Thí nghiệm được tiến hành như điều kiện hiện trường. Đất thí nghiệm được lấy tại Km 27 - Đê biển Giao Thủy - Nam Định là loại đất đang được sử dụng trực tiếp để đắp đê. Đất được đắp trong máng kính kích thước lớn với thể tích 2,4 m³. Các chỉ tiêu cơ lý của đất đắp được thực hiện như chỉ tiêu đất đắp hiện trường. Sơ đồ bố trí thí nghiệm trên hình 3.

Bước 1: Xác định các chỉ tiêu của đất thí nghiệm, bao gồm thí nghiệm xác định thành phần hạt, chỉ tiêu khối lượng riêng, độ ẩm, tỷ trọng và các chỉ tiêu đầm nén tiêu chuẩn, kết quả tổng hợp ở bảng 2. Hiệu chỉnh đồng hồ đo lực với độ chính xác 0,1 (N), đồng hồ đo lực điện tử OCS-A giới hạn đo 50 (kN), có đèn báo ổn định lực.



Hình 3: Sơ đồ bố trí thí nghiệm thử tải kéo neo

Bảng 2: Chỉ tiêu cơ lý của đất thí nghiệm

TT	Tên chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Trị số
1	Độ ẩm chế bị	ω_{cb}	%	12,0
2	Khối lượng riêng ướt chế bị	ρ	g/cm ³	1,95
3	Khối lượng riêng khô chế bị	ρ_k	g/cm ³	1,74
4	Tỷ trọng	Δ		2,67
5	Hệ số rỗng	ε		0,53
6	Độ lỗ rỗng	n	%	35,0
7	Độ bão hòa	S	%	60,0
8	Giới hạn chảy	LL	%	23,00
9	Giới hạn dẻo	PL	%	17,49
10	Chỉ số dẻo	PI	%	5,51
11	Chỉ số chảy	LI		-1,0
12	Khối lượng riêng khô max	ρ_k^{max}	g/cm ³	1,74
13	Độ ẩm tối ưu	ω_m	%	12,0
14	Góc ma sát trong (bão hòa)	ϕ	độ	16,07
15	Lực dính đơn vị (bão hòa)	c	kG/cm ²	0,06
16	Hệ số thấm	K	cm/s	$2,4 \cdot 10^{-4}$

Bước 2: Chuẩn bị mẫu đất thí nghiệm, xác định độ ẩm tối ưu của đất, do mẫu đất quá ướt vì vậy phải để khô gió và thường xuyên đánh giá độ ẩm. Thường xuyên trộn đều để đạt độ ẩm đồng đều cả khối đất. Sau 8 tiếng xác định lại độ ẩm của đất một lần.

Bước 3: Khi mẫu đất để khô gió đạt độ ẩm xấp xỉ độ ẩm tối ưu, vận chuyển đất vào máng kính để đắp mô hình. Độ chặt của đất đắp $\rho_k = 1,65 \text{ t/m}^3$. Đất đắp được đầm chặt bằng đầm thủ công, chiều dày mỗi lớp đất đắp 20 cm. Trong quá trình rải, đầm từng lớp, thực hiện kiểm tra độ chặt của lớp đắp được sau khi kết thúc đầm của lớp đó.

Bước 4 : Làm bão hoà toàn bộ khối đất thí nghiệm, dùng tuýp bắt neo để xoáy mũi neo vào trong khối đất, kiểm tra các liên kết và tiến hành gia tải kéo neo theo từng cấp tải trọng. Ứng với mỗi bước gia tải, đọc số đọc trên đồng hồ lực, xác định chuyển vị của neo, thu thập số liệu thí

nghiệm để phân tích.

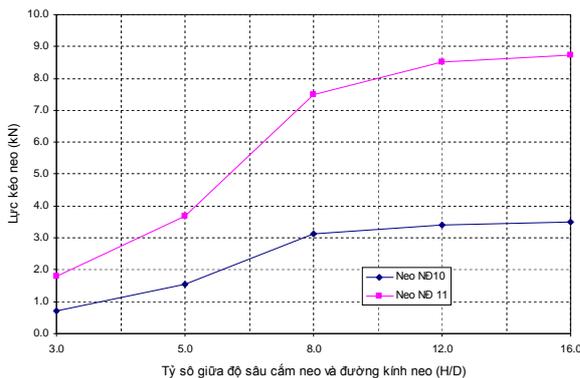
Bước 5 : Đánh giá kết quả thí nghiệm.

Thí nghiệm với 5 độ sâu cắm neo (H) của neo NĐ10, NĐ11 xác định được sức chịu tải kéo nhỏ P_{gh} tương ứng của từng trường hợp. Kết quả tổng hợp ở bảng 3.

Bảng 3: Ảnh hưởng của độ sâu cắm neo đến sức chịu tải

Mũi neo NĐ10		Mũi neo NĐ11	
Tỷ số H/D	P_{gh} (kN)	Tỷ số H/D	P_{gh} (kN)
3	0,71	3	1,80
5	1,55	5	3,67
8	3,25	8	7,49
12	3,42	12	8,50
16	3,51	16	8,72

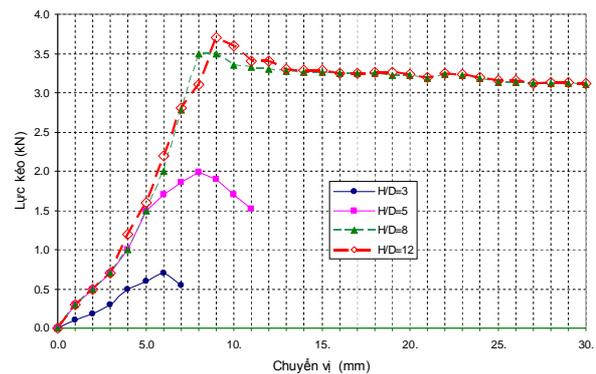
Biểu diễn kết quả bảng 3 dưới dạng đồ thị, thể hiện ở hình 4



Hình 4: Sức chịu tải kéo nhỏ của neo theo các độ sâu

Nhận xét: Từ kết quả thí nghiệm thể hiện trên hình 4 nhận thấy, độ sâu cắm neo hiệu quả nhất khi tỷ số $\frac{H}{D}$ ở lân cận giá trị 8. Nếu lớn hơn 8 thì sức chịu tải không tăng nhiều. Khi $\frac{H}{D} < 5$ thì không hiệu quả do sức chịu tải kéo nhỏ của neo rất nhỏ. Các tác giả I-Rô-Đóp M.Đ (1968) [8] và Trô-phi-men-cốp IU.G (1965) [9] khi nghiên cứu cọc xoắn chịu tải trọng kéo nhỏ tại hiện trường cũng cho kết quả tương tự.

Hình 5 biểu diễn quan hệ giữa tải trọng và



Hình 5: Sức chịu tải kéo nhỏ của neo NĐ10 - Đất đê Giao Thủy

chuyển vị của mũi neo xoắn NĐ10. Khi neo xoắn đặt nông $\frac{H}{D} = 3$; $\frac{H}{D} = 5$ mặc dù tải trọng tăng nhẹ nhưng chuyển vị neo tăng lớn. Khi neo chuyển vị khoảng 6-7 mm, số đo lực kế giảm đột ngột, đất xung quanh phía trên mũi neo rạn nứt thể hiện đã bị phá hoại.

Khi neo xoắn đặt sâu hơn $\frac{H}{D} = 8$; $\frac{H}{D} = 12$ neo xoắn đạt sức kháng đỉnh ở lân cận trị số 3,5 (kN) sau đó giảm xuống còn khoảng 3,2 (kN) và duy trì ở lân cận vị trí này trong suốt quá trình

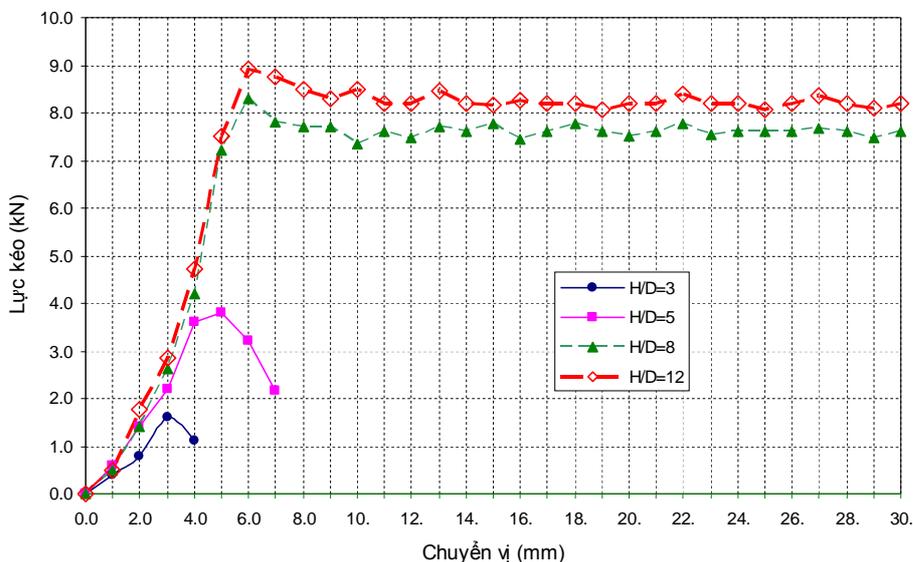
thí nghiệm. Bảng 4 thể hiện ứng xử giữa tải trọng và thời gian của neo xoắn NĐ10.

Bảng 4: Quan hệ giữa tải trọng theo thời gian của neo xoắn NĐ10 (H/D=8)

TT	Tải trọng	Chuyển vị	Thời gian
1	0,00	0,00	0
2	1,00	4,00	40
3	3,49	9,00	75
4	3,35	10,00	110
5	3,25	12,00	275
6	3,24	17,00	360
7	3,21	23,00	420
8	3,10	30,00	480

Thí nghiệm kết thúc sau 8 giờ duy trì tải trọng với độ mất mát ứng suất trong khoảng 1,5 % so với trị số ứng suất dư ban đầu. Theo tiêu chuẩn BS 8081:1989 [1] sức kháng kéo dư của neo trong thời gian quan sát 150 phút không mất mát quá 4% trị số ứng suất dư ban đầu thì chấp nhận được trị số sức chịu tải trong điều kiện làm việc cụ thể của neo. Vậy với neo xoắn NĐ10 thí nghiệm cho đất đê Giao Thủy xác định được $P_{gh} = 3,25$ kN.

Hình 6 biểu diễn quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị của neo xoắn NĐ11 cũng cho kết quả tương tự như những nhận xét ở trên. Neo NĐ11 có kích thước lớn hơn vì vậy đạt sức kháng đỉnh tại những trị số chuyển vị nhỏ hơn neo NĐ10.



Hình 6: Sức chịu tải kéo nhỏ của neo NĐ11-Đất đê Giao Thủy

Bảng 5 thể hiện ứng xử giữa tải trọng và thời gian của neo xoắn NĐ11 thí nghiệm với đất đê Giao Thủy. Xác định sức kháng nhỏ tương tự

neo NĐ10 đã trình bày ở trên, sức kháng kéo nhỏ của neo NĐ11 với đất đê Giao Thủy xác định được $P_{gh} = 7,49$ kN.

Bảng 5: Quan hệ giữa tải trọng theo thời gian của neo xoắn NĐ11 (H/D)=8

TT	Tải trọng (kN)	Chuyển vị (mm)	Thời gian (phút)
1	0,00	0,00	0
2	4,20	4,00	50
3	9,00	6,00	95
4	7,65	10,00	110
5	7,49	12,00	290
6	7,42	17,00	475
7	7,36	23,00	680
8	7,31	30,00	795

Sự chênh lệch về sức chịu tải trong hai trường hợp độ sâu đặt neo xoắn $\frac{H}{D} = 8$; $\frac{H}{D} = 12$ không lớn cho thấy độ sâu hiệu

quả đặt neo xoắn trong khoảng $\frac{H}{D} = 7 - 8$. Vậy

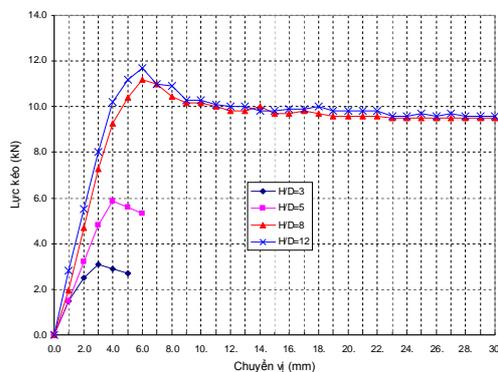
có thể kết luận không được đặt neo xoắn quá nông và không cần thiết đặt neo xoắn quá sâu.

b) Thí nghiệm thử tải neo xoắn tại hiện trường với lớp đất nền (lớp 2) khu vực Đại học Thủy lợi.

Lớp sét pha nguyên dạng xám nâu vàng, trạng thái dẻo cứng có các chỉ tiêu lực dính $c=0,308 \text{ kG/cm}^2$. Góc ma sát trong $\phi = 9,39$, trọng lượng riêng bão hòa $\gamma_{sat} = 19,5 \text{ kN/m}^3$.

Hình 7 là kết quả thí nghiệm kéo nhỏ neo NĐ10 với đất nền khu vực Đại học Thủy lợi cho 4 độ sâu cắm neo khác nhau. Kết quả thí nghiệm cho các quy luật tương tự như thí nghiệm neo xoắn với đất đê Giao Thủy.

Bảng 6 thể hiện ứng xử giữa tải trọng và thời gian của neo xoắn NĐ10 thí nghiệm với đất nền



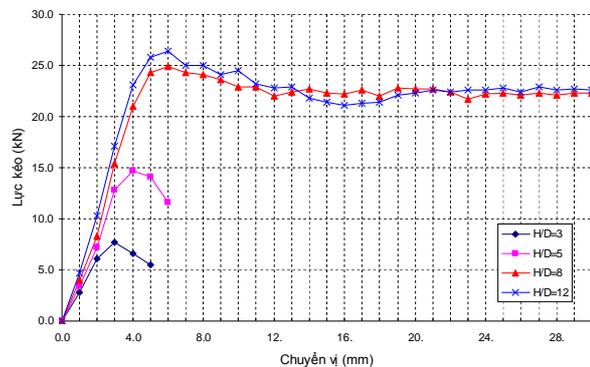
Hình 7: Sức chịu tải kéo nhỏ của neo xoắn NĐ10 Đất nền khu vực Đại học Thủy lợi

khu vực đại học Thủy lợi. Sức kháng kéo nhỏ của neo xoắn NĐ10 xác định được $P_{gh} = 9,83 \text{ kN}$.

Bảng 6: Quan hệ giữa tải trọng theo thời gian của neo xoắn NĐ10 ($H/D=8$)

TT	Tải trọng (kN)	Chuyển vị (mm)	Thời gian (phút)
1	0,00	0,00	0
2	9,25	4,00	60
3	11,19	6,00	90
4	10,17	10,00	120
5	9,85	12,00	300
6	9,80	17,00	395
7	9,50	23,00	515
8	9,28	30,00	635

Hình 8 là kết quả thí nghiệm kéo nhỏ neo xoắn NĐ11 với đất nền khu vực Đại học Thủy lợi cũng với 4 độ sâu cắm neo khác nhau. Kết quả thí nghiệm cho các quy luật tương tự như thí nghiệm mũi neo với đất đê Giao Thủy. Sức kháng kéo nhỏ của mũi neo NĐ11 xác định được $P_{gh} = 22,7 \text{ kN}$.



Hình 8: Sức chịu tải kéo nhỏ của neo xoắn NĐ11 Đất nền khu vực Đại học Thủy lợi

Bảng 7: Quan hệ giữa tải trọng theo thời gian của neo xoắn NĐ11 ($H/D=8$)

TT	Tải trọng (kN)	Chuyển vị (mm)	Thời gian (phút)
1	0,00	0,00	0
2	21,00	4,00	85
3	24,90	6,00	190
4	24,30	7,00	205
5	22,70	11,00	375
6	22,60	14,00	575
7	22,20	20,00	695
8	21,70	30,00	815

Tổng hợp kết quả xác định sức chịu tải của neo xoắn theo lý thuyết và thực nghiệm được trình bày ở bảng 8.

Bảng 8: Tổng hợp xác định sức chịu tải của neo xoắn (kN)

TT	Sức chịu tải neo xoắn	Đất đê Giao Thủy		Đất nền ĐHTL	
		NĐ10	NĐ11	NĐ10	NĐ 11
1	Tính bằng biểu thức (1)	2,85	7,05	8,73	22,70
2	Đo thực nghiệm	3,25	7,49	9,83	24,26

4. Kết luận

Từ các kết quả thí nghiệm cho thấy khả năng neo giữ của neo xoắn rất tốt. Chẳng hạn neo NĐ10 là neo kích thước khá nhỏ nhưng khả năng neo giữ tới 3,2 kN. Vì vậy nếu ứng dụng bố trí neo gia cố cho tấm lát mái thì trọng lượng

tấm lát mái sẽ tăng và chuyển vị của cả mảng gia cố sẽ giảm đi. Khắc phục được sự bong tróc tấm lát mái và sự lún sụt của mảng lát mái do xói trôi vật liệu lọc bởi sự chuyển vị của mảng gia cố.

Đối với neo xoắn chỉ dùng cho tấm lát gia cố đê biển hiện có, trong điều kiện neo xoáy tương đối nông, đất thân đê luôn bão hòa thì việc chọn $\alpha = 0,5\phi$ cho các loại đất đắp được đầm chặt tốt để tính sức chịu tải của mũi neo xoắn là thiên về an toàn.

Không được đặt neo xoắn quá nông sẽ giảm sức chịu tải của neo [7], tỷ số (H/D) đảm bảo trong khoảng 7-8.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. BSi-BS 8081:1989 Neo trong đất-Nhà xuất bản xây dựng-2008, Bản dịch của TS. Nguyễn Hữu Đầu.
- [2]. 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.
- [3]. Hoàng Việt Hùng (2012) Nghiên cứu giải pháp tăng cường ổn định bảo vệ mái đê biển tràn nước, Luận án tiến sĩ kỹ thuật-Đại học Thủy lợi-2012.
- [4]. 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.
- [5]. Wai-Fah Chen (1975); Limit Analysis and Soil Plasticity –ISBN 0-444-41249-2-Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam.
- [6]. J.H. Atkinson (1982); Foundations and Slopes-An introduction to applications of critical state soil mechanics; McGRAW-HILL Book Company (UK) Limited.
- [7]. Tran Vô Nhiễm (1971); Première thèse: “Force portante limite des fondations superficielles et résistance maximale à l’arrachement des ancrages-1971.
- [8]. М.Д. Иродов (1968); Применение винтовых свай в строительстве-Издательство Литературы по строительству-Москва.
- [9] 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

THE FIELD TEST RESULTS FOR PULLING OUT BEARING CAPACITY OF SCREW ANCHOR

The solution of additional strength for overlap blocks of seadike to use screw anchor has been proposed. The screw anchor is twisted in soil of body dike and connected with overlap blocks. The pull out bearing capacity equation of screw anchor was established and now checked in lab and also in the field. The paper presents research results to pull out screw anchor in lab and in the field. The test results shows good bearing capacity of screw anchor and optimal depth of screw anchor in soil body dike.

Key words: *screw anchor, bearing capacity, connected, equation, optimal depth.*

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Hữu Thái

BBT nhận bài: 21/11/2013

Phản biện xong: 3/12/2013