การออกแบบเขื่อนกันคลื่นในโครงการท่าเรือมาบตาพุด

นายประกอบ มหัตเดชกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-164-3

013333 I16082825

Design of Breakwater of Map-Ta-Phut Port Project

Mr.Prakob Mahutdetkul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบเขื่อนกันคลื่นในโครงการท่าเรือมาบตาพุด
โดย	นายประกอบ มหัตเดชกุล
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอำนวย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)

.....กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วรุฒ คุณวาสี)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบเขื่อนกันคลื่นในโครงการท่าเรือมาบตาพุด

ชื่อนิสิต นายประกอบ มหัตเดชกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2528

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ในงานออกแบบ-ก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก จะต้องมีร่องน้ำสำหรับให้เรือขนาดใหญ่เข้าจอดเทียบ แต่มีปัญหาสำคัญซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำสำหรับตัวร่องน้ำคือ การเคลื่อนที่ของตะกอนทรายท้องทะเล เนื่องจากแรงของคลื่นน้ำ เข้าทับถมทำให้ร่องน้ำตื้นเขินในระยะเวลาอันสั้น ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกบูรณะร่องน้ำเป็นจำนวนมาก การป้องกันปัญหาดังกล่าวจะกระทำได้โดยการก่อสร้างเขื่อนกันคลื่นยื่นออกไปในทิศทางที่สามารถป้องกันแรงจากคลื่นกระทบต่อเขตจอดเรือ การออกแบบเขื่อนกันคลื่น จำเป็นต้องศึกษาลักษณะทางสมุทรศาสตร์อันได้แก่ ข้อมูลคลื่น ระดับน้ำขึ้น - ลง ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของท้องทะเล เป็นต้น

งานออกแบบเขื่อนกันคลื่นสำหรับท่าเรือบ้านมาบตาพุด จะเป็นตัวอย่างการคำนวณสำหรับการศึกษานี้ ซึ่งชนิดของโครงสร้างเขื่อนที่เหมาะสมคือ แบบหินถม (Rubble Mound Type) มีความยาวรวมประมาณ 1600 เมตร อยู่ทางด้านตะวันตกของท่าเรือ ขนาดของหินห่อหุ้ม (Armour stone) มีน้ำหนักต่อก้อนระหว่าง 4.5 - 6.5 ตัน ความสูงของสันเขื่อนที่เพียงพอเพื่อป้องกันผลกระทบจากคลื่นเข้าสู่เขตจอดเรืออยู่ระหว่าง ระดับ +5.6 ถึง +5.9 M. CDL. และการตรวจสอบเสถียรภาพของโครงสร้างและฐานรองรับ ได้ค่าส่วนปลอดภัยอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

การศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบเขื่อนกันคลื่น ที่จะใช้ในโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทย ตลอดจนเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลสำคัญ สำหรับการออกแบบในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว และศึกษาถึงเทคนิควิธีการก่อสร้าง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคในงานออกแบบต่อไป

Thesis Title Design of Breakwater of Map-Ta-Phut Port Project.

Name Mr. Prakob Mahutdetkul

Thesis Advisor Assistant Professor. Dr. Ping Kunawatanasatit.

Department Civil Engineering

Academic year 1985

ABSTRACT

In the deepsea port project , the approach channel is an important part that is always become shallow within the short period of time due to sand movement at seabed which induced additional mentainance cost , however this problem can be prevented by constructing the breakwater in the seaward to protect wave effect to the berth. The relevant data used for breakwater design are waveheight , tide , topographic survey of seabed ; etc.

The purpose of this study is to design the breakwater of Map-Ta-Phut port project which is rubble mound sloping type , 1,600 meters long , located at west side of the port , the weight of armour stones are between 4.5 to 6.5 tons per peice , the height of breakwater are located at elevation +5.6 to +5.9 m. CDL , the stability checking of structure are satisfied.

The results obtained from this study will be beneficial to design of breakwater for the future projects on the eastern seaboard of Thailand.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณอย่างสูง ต่อท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ดังรายนามต่อไปนี้

ผศ. ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและเป็นกรรมการพิจารณาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

รศ. วิเชียร เต็งอำนวย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจวิทยานิพนธ์

รศ. วรุณ คุณวาสี กรรมการพิจารณาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจวิทยานิพนธ์

ศ. ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ กรรมการพิจารณาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจวิทยานิพนธ์

รศ. คำรบลักษ์ สุรัสวดี ผู้ตรวจราชการ สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

สำนักงานวิศวกรที่ปรึกษา สินธุ พูลศิริวงศ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยที่เป็นประโยชน์อย่างสูง

นิสิตปริญญาโท สาขาปฐพีวิศวกรรมในรุ่นเดียวกัน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยจนเสร็จลุล่วง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้อนุญาติให้ใช้ห้องทำงานเพื่อเขียนวิทยานิพนธ์จนเสร็จลุล่วง

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อท่านอื่นที่มิได้กล่าวนามไว้ ณ. ที่นี้ ที่ได้ช่วยเหลือการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

หน้าอนุมัติ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

รายการตารางประกอบ ..... ช

รายการรูปประกอบ ..... ฌ

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ ..... ฐ

บทที่ 1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์ 5

1.3 ขอบเขตของการทำวิทยานิพนธ์ 5

ภาคที่ 1. ทฤษฎีว่าด้วยการออกแบบเขื่อนกันคลื่น 6

บทที่ 2. ข้อพิจารณาสำหรับการออกแบบและชนิดของเขื่อนกันคลื่น 7

2.1 ข้อพิจารณาทั่วไป 7

2.2 ชนิดของเขื่อนกันคลื่น 10

บทที่ 3. วิธีการออกแบบเขื่อนกันคลื่น 15

3.1 ทั่วไป 15

3.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่น-ลม 17

3.3 การคำนวณแรงกระทำภายนอกตัวต่อเขื่อน 25

3.4 การคำนวณเกี่ยวกับเสถียรภาพ 30

3.5 รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงสร้าง 33

3.6 สภาพของดินชั้นล่าง 35

หน้า

3.7 การออกแบบเขื่อนกันคลื่นแบบ Rubble mound sloping 39
3.8 การวิเคราะห์การทรุดตัว 44
3.9 การวิเคราะห์ความสามารถรับแรงกดของชั้นดิน 53
3.10 การตรวจสอบเสถียรภาพมุมลาดและ Circular base failure ของดินฐานราก 56
3.11 การกระจายหน่วยแรง เนื่องจากน้ำหนักโครงสร้างในมวลดิน 57
ภาคที่ 2. การศึกษางานออกแบบเขื่อนกันคลื่น โครงการท่าเรือมาบตะพุด จังหวัดระยอง 60
บทที่ 4. ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบและการออกแบบส่วนโครงสร้าง 61
4.1 ทั่วไป 61
4.2 การศึกษาแบบจำลองกายภาพ 62
4.3 การเลือกชนิดของหน้าตัดเขื่อนกันคลื่น 73
4.4 การศึกษาและการคำนวณความสูงคลื่น สำหรับใช้ในการออกแบบ ... 81
4.5 การคำนวณน้ำหนักของหินห่อหุ้ม 96
4.6 การคำนวณความสูงของตัวเขื่อน เพื่อป้องกันผลกระทบจากคลื่นต่อเขตจอดเรือ 100
4.7 การคำนวณขนาดและรูปร่างของหน้าตัดเขื่อน 102
บทที่ 5. ข้อมูลทางปฐพีวิศวกรรมและการวิเคราะห์ออกแบบฐานรากเขื่อนกันคลื่น ... 105
5.1 ตำแหน่งหลุมสำรวจ 105
5.2 ข้อมูลการเจาะสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในสนาม 108
5.3 ข้อมูลผลการทดสอบดินจากห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ 108
5.4 วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 110
5.5 วิเคราะห์หน่วยน้ำหนักรวมของหินถม 119
5.6 ตรวจสอบความต้านทานแรงกดของชั้นดินรองรับ 122

หน้า

5.7 วิเคราะห์ค่าทรุดตัวของเขื่อนกันคลื่น..... 126

5.8 วิเคราะห์และตรวจสอบค่าส่วนปลอดภัยด้านการเลื่อนไถล เนื่องจากน้ำหนักโครงสร้างในแบบ Circular slip..... 139

5.9 ตรวจสอบค่าส่วนปลอดภัยด้านการเลื่อนไถลของมุมลาดของหินถมแบบระนาบ..... 142

บทที่ 6. สรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 144

6.1 ปัจจัยสำคัญในการออกแบบเขื่อนกันคลื่น..... 144

6.2 เปรียบเทียบการออกแบบเขื่อนกันคลื่นแต่ละแบบ..... 144

6.3 ข้อเสนอแนะ..... 146

เอกสารอ้างอิง..... 147

ภาคผนวก ก. 148

ก - 1 หลักการออกแบบเขื่อนกันคลื่นแบบ Concrete box caisson..... 149

1. การกำหนดขนาดของ Box caisson..... 150

2. การตรวจสอบเสถียรภาพของ Box caisson ขณะลำเลียงลอยน้ำ..... 151

3. การออกแบบ Box caisson เพื่อต้านแรงกระทำจากภายนอก..... 152

4. แรงกระทำภายนอกระหว่างพ่วงลากจูง..... 154

5. แรงกระทำภายนอก ภายหลังการก่อสร้าง..... 155

6. ข้อกำหนดการออกแบบชิ้นส่วนของ Box caisson..... 158

7. การติดตั้งปลอกคอนกรีต 160

ก - 2 แผ่นวัสดุกรองปูฐานเขื่อน 165

ภาคผนวก ข. ข้อมูลการเจาะสำรวจใต้ฐานเขื่อน .....

รายการตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่ 3.1 ค่า Np สัมพันธ์กับ L/B 45

3.2 ค่า Ip สัมพันธ์กับ L/B 45

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Time factor กับ เปอร์เซนต์การทรุดตัว . 50

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shape factor กับพื้นที่ฐาน 54

3.5 แสดงอัตราส่วนการกระจายหน่วยแรงสม่ำเสมอตามความลึก 59

3.6 แสดงอัตราส่วนการกระจายหน่วยแรงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
ตามความลึก 59

4.1 แสดงผลข้อมูลคลื่น ณ. จุดกำเนิด 82

4.2 แสดงความเร็วของคลื่นน้ำ ณ. ระดับท้องทะเลต่าง ๆ 84

4.3 คำนวณการหักเหเพื่อหาทิศทางของคลื่น ณ. จุดกำเนิด 88

4.4 เปรียบเทียบข้อมูลคลื่นลมโดยหน่วยงานต่าง ๆ 91

4.5 แสดงผลการหาค่า Kr (ช่วง $\overline{WB}_I$) 92

4.6 คำนวณ H $\frac{1}{3}$ ที่กระทำตั้งฉากกับตัวเขื่อนช่วง $\overline{WB}_I$ 93

4.7 ผลการหาค่า Kr (ช่วง $\overline{WB}_{II}$) 94

4.8 ค่า H $\frac{1}{3}$ ที่กระทำต่อตัวเขื่อนช่วง $\overline{WB}_{II}$ 95

4.9 แสดงค่า K_D เพื่อคำนวณขนาดหินห่อหุ้ม 97

5.1 แสดงค่า Consolidation parameters ของตัวอย่างดินต่าง ๆ. 111

5.2 แสดงค่า Strength parameters ของตัวอย่างดินต่าง ๆ จาก
Triaxial tests 112

5.3 แสดงผลสรุป ค่าสมบัติต่าง ๆ ของดินใต้เขื่อน 118

5.4 แสดงผลสรุป ค่าการทรุดตัวของเขื่อนกันคลื่น 138

รายการรูปประกอบ

หน้า

รูปที่ 1.1 ผังบริเวณโครงการท่าเรือน้ำลึก บ้านมาบตาพุด..... 3

1.2 แสดงการเปรียบเทียบการบำรุงรักษาร่องน้ำ 2 กรณี..... 4

2.1 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการออกแบบเขื่อนกันคลื่น..... 8

2.2 แสดงรูปตัดของเขื่อนกันคลื่นชนิดต่าง ๆ..... 12

3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ho/Lo กับ Smax..... 19

3.2 กราฟแสดงค่า K_d 21

3.3 กราฟแสดงค่า K_r 22

3.4 กราฟแสดงค่า K_s 22

3.5 แสดงลักษณะการหักเหของคลื่นน้ำ..... 23

3.6 Pressure diagram กระทำต่อ Upright wall..... 26

3.7 แสดงค่า α_1 28

3.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ 1 / cosh ($2\pi h/L$)..... 28

3.9 แสดงการกระจายแรงดันน้ำสถิตย์เนื่องจากระดับน้ำต่างกัน..... 27

3.10 แสดงการเกิด Slip surface ของวัสดุถม..... 31

3.11 แผนภูมิจำแนกดินโดย ASTM D 2487..... 36

3.12 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการออกแบบเขื่อนกันคลื่นแบบหินถม..... 39

3.13 การจัดวางตำแหน่งหินถม..... 42

3.14 การทิ้งหินถมลงสู่ท้องทะเล..... 42

3.15 ตรวจสอบระดับของหินถมแต่ละชั้น 43

3.16 การปรับระดับโดยละเอียด 43

3.17 การหาค่า Ip 46

3.18 แสดงค่า C_α สัมพันธ์กับ % w 49

3.19 แสดงวิธีหา Field curve โดย Schmertmann 52

3.20 Bearing capacity factors , Nc , Nq , $N\gamma$ 54

3.21 การกระจายหน่วยแรงตามความลึก 55

หน้า

รูปที่ 3.22	การกระจายหน่วยแรงแนวดิ่งสม่ำเสมอ.....	
3.23	การกระจายหน่วยแรงแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ.....	58
3.24	แผนภาพแสดงการกระจายหน่วยแรงของ Osterverg.....	58
4.1	ผังบริเวณซึ่งกำหนดโดย JICA.....	63
4.2	ผังบริเวณแบบที่ 1 จากการทำนายของคอมพิวเตอร์โปรแกรม.....	64
4.3	ผังบริเวณแบบที่ 3.....	65
4.4	ผังบริเวณแบบที่ 4.....	66
4.5	ผลการศึกษาผลกระทบของคลื่นน้ำ ณ. ตำแหน่งต่าง ๆ	
	ของผังบริเวณที่ 4.....	67
P1	รูปถ่ายแบบจำลองที่ 1.....	68
P2	รูปถ่ายแบบจำลองที่ 2.....	69
P3	รูปถ่ายแบบจำลองที่ 3.....	70
P4	รูปถ่ายแบบจำลองที่ 4.....71	
4.6	รูปตัดทั่วไปของเขื่อนกันคลื่นแบบ Rubble mound.....	74
4.7	รูปตัดทั่วไปของเขื่อนกันคลื่นแบบ Concrete cellular.....	74
4.8	รูปตัดทั่วไปของเขื่อนกันคลื่นแบบ Concrete caisson.....	75
4.9	แสดงลักษณะของเขื่อนกันคลื่นทิศตะวันตก.....	83
4.10	แสดงทิศทางของคลื่นซึ่งกระทำต่อตัวเขื่อน ช่วง $\overline{WB}_I$.....	86
4.11	แสดงทิศทางของคลื่นกระทำต่อตัวเขื่อน ช่วง $\overline{WB}_{II}$.....	87
4.12	ทิศทางของคลื่นน้ำที่กระทำตั้งฉากต่อตัวเขื่อน ช่วง $\overline{WB}_I$.....	89
	ณ. จุดกำเนิด.....	89
4.13	ทิศทางของคลื่นน้ำที่กระทำต่อตัวเขื่อน ช่วง $\overline{WB}_{II}$ ณ. จุดกำเนิด....	89
4.14	ผลการคำนวณน้ำหนักหินห่อหุ้ม.....	98
4.15	แผนภูมิแสดงระดับน้ำขึ้น-ลง ท่าเรือบ้านบางตาพุด.....	100
4.16	แสดงรูปตัดเขื่อนกันคลื่น ช่วง $\overline{WB}_I$.....	103
4.17	แสดงรูปตัดเขื่อนกันคลื่น ช่วง $\overline{WB}_{II}$.....	104
5.1	แสดงระดับอ้างอิงในการเจาะสำรวจดินแต่ละหลุม.....	105

หน้า

รูปที่ 5.2 แสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจดินโครงการท่าเรือมาบตาพุด 107

5.3 แสดงลักษณะชั้นดินใต้เขื่อนกันคลื่น 109

5.4 แสดงคุณสมบัติของดิน SC ,CL จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ... 113

5.5 แสดงคุณสมบัติของ CWG จากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ..... 114

5.6 แสดงค่า Strength parameter สำหรับดิน SC..... 115

5.7 ค่า E สำหรับดิน SC..... 116

5.8 ค่า E สำหรับดิน CWG..... 116

5.9 แสดงค่า Strength parameter สำหรับ CWG..... 116

5.10 แสดงแนวโน้มของค่า SPT-N-values สำหรับดินใต้เขื่อน..... 116

5.11 ค่า C_v เทียบกับระดับความลึกสำหรับดิน SC..... 117

5.12 แสดงสมมติฐานการจัดเรียงตัวของหินถมในสนาม..... 119

5.13 แสดงการวิเคราะห์ค่า Bearing capacity ของดินใต้ฐานเขื่อน.. 122

5.14 แสดงรูปตัดตัวเขื่อนและชั้นดินของช่วง $\overline{WB}_I$..... 126

5.15 แสดงรูปตัดตัวเขื่อนและชั้นดินของช่วง $\overline{WB}_{II}$..... 131

5.16 แสดงผลสรุปการทรุดตัวของเขื่อนกันคลื่นช่วง $\overline{WB}_I$..... 136

5.17 แสดงผลสรุปการทรุดตัวของเขื่อนกันคลื่นช่วง $\overline{WB}_{II}$..... 137

5.18 แสดงระดับน้ำต่างกันของแต่ละด้านของเขื่อน เนื่องจากภาวะน้ำขึ้น-ลง 139

5.19 แสดง Circular slip ของชั้นดินใต้ฐานเขื่อน ช่วง $\overline{WB}_I$..... 140

5.20 แสดง Circular slip ของชั้นดินใต้ฐานเขื่อน ช่วง $\overline{WB}_{II}$..... 141

5.21 แสดงลักษณะการเกิด Slip surface ของมุมลาด..... 142

ภาคผนวก ก.

รูปที่ 1. แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการออกแบบเขื่อนกันคลื่นแบบปลอกคอนกรีต 149

2. แสดง Box caisson ขณะลอยน้ำ 151

3. แรงดันน้ำกระทำต่อผนังกำแพง..... 153

4. แสดงลักษณะแรงต้านทานการลากจูง 154

5. แสดงการกระจายแรงดันดินด้านข้าง 155

หน้า

รูปที่ 6. แสดงแรงดันน้ำสถิตย์ภายในตัว Box caisson 156

7. แสดงการกระจายแรงกระทำที่แผ่นพื้น 157

8. แผนภูมิแสดงขั้นตอนการติดตั้งปลอกคอนกรีต 160

9. ลักษณะของ Floating docks 161

10. แสดงลักษณะงานลากจูงปลอกคอนกรีตไปยังสถานที่ก่อสร้าง 162

11. แสดงการจัดวางตำแหน่งติดตั้งปลอกคอนกรีต 163

12. แสดงลักษณะการเติมทรายในช่องคอนกรีต 164

13. เปรียบเทียบการป้องกันการสูญเสียมวลละเอียดใต้ฐานแบบเก่า และแบบใช้ Filter sheet 165

14. เปรียบเทียบการสูญเสียกำลังรับแรงดึงของ Filter sheet ซึ่งทำจาก Vinylon และ Polyster กับวัสดุสังเคราะห์อื่น 166

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อ

หน้า

B	=	ความกว้างของฐานโครงสร้าง	44
C	=	แรงยึดเหนียวในมวลดิน	38
C_c	=	Compression index	47
CDL	=	Chart datum level	105
$\overline{CIUC}$	=	Consolidated isotropic undrained compression triaxial test	108
CR	=	Compression ratio	47
C_v	=	Coefficient of consolidation	50
C_w	=	ความเร็วของคลื่น	88
C_α	=	Coefficient of secondary consolidation settlement	49
D	=	ระยะฝังของฐานรากในชั้นดิน	53
E	=	ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของดิน	44
e	=	อัตราส่วนช่องว่างในมวลดิน	47
F.S	=	ค่าอัตราส่วนปลอดภัย	53
g	=	อัตราเร่งใต้สนามแรงโน้มถ่วงของโลก	40
h	=	ความลึกของท้องทะเลวัดจากระดับน้ำทะเลที่พิจารณา	25
H_o	=	ความสูงคลื่น ณ. จุดกำเนิดจากการเก็บข้อมูล	18
H_o'	=	ความสูงคลื่นสมมติ ผ่านการปรับแก้แล้ว	18
$H_{\frac{1}{3}}$	=	Significant wave height	18
h_b	=	ความลึกของน้ำทะเลที่ระยะ 5 $H_{\frac{1}{3}}$ จากหน้าเขื่อน	27
I_P , N_P	=	ค่า Shape factor ของฐานโครงสร้าง	44
JICA	=	Japan International Cooperation Agency	2

หน้า

K_d = Diffraction coefficient 18

K_D = สัมประสิทธิ์ของความเสถียรของหินห่อหุ้ม 97

K_r = Refraction coefficient 18

L = ความยาวคลื่น 25

L_o = ความยาวคลื่น ณ. จุดกำเนิดจากการเก็บข้อมูล 18

$L_{\frac{1}{3}}$ = Significant wave length 18

MSL = Mean sea level 100

N_c, N_q, N_γ = Bearing capacity factor 53

OCR = Over consolidation ratio 48

P = Applied pressure จากน้ำหนักโครงสร้าง 44

Q_a = ค่าหน่วยแรงกดปลอดภัย 53

RR = Recompression ratio 48

S_{max} = ค่า Parameter แสดงความเข้มของคลื่นน้ำ 18

SPT-N- Value = ค่าจำนวนครั้งการตอกทดสอบ .....
Standard penetration test 106

SR = Swelling ratio 48

T = คาบเวลาการเคลื่อนที่ของคลื่น 25

T_{90} = ค่า Time factor ที่ 90% ของการทรุดตัว
ในช่วง primary 50

$t_{90\%}$ = เวลาที่ใช้ในการทรุดตัว ที่ 90% ของค่าการทรุดตัว
ในช่วง primary 50

UU = Unconsolidated undrained triaxial test 108

W = น้ำหนักของดินถม 40

W_o, ρ หรือ γ_w = หน่วยน้ำหนักของน้ำทะเล 25

$\overline{WB}_I$ = เขื่อนกันคลื่นช่วงใกล้ฝั่ง 86

หน้า

$\overline{WB}_{II}$	=	เขื่อนกันคลื่นช่วงขนานกับร่องน้ำ	87
α	=	อัตราส่วนความลาดของเขื่อนด้านหน้า	40
$(\alpha_p)_o$	=	มุมระหว่างทิศทางของคลื่นน้ำ ณ. จุดกำเนิดกับแนวเส้น contour	18
γ_b	=	หน่วยน้ำหนักของดินจมน้ำ	35
γ_T	=	หน่วยน้ำหนักรวมของดิน	35
σ_c	=	Cellpressure ในการทดลอง	46
$\bar{\sigma}_{vo}$	=	หน่วยแรงประสิทธิผลทางดิ่งเริ่มต้นในมวลดิน	48
$\bar{\sigma}_{vm}$	=	หน่วยแรงประสิทธิผลทางดิ่งสูงสุดที่มวลดินเคยได้รับ	47
$\bar{\sigma}_{vf}$	=	หน่วยแรงประสิทธิผลทางดิ่งสุดท้ายในมวลดิน	48
σ_Z	=	ค่าหน่วยแรงที่ความลึก Z	57
ρ_{cf}	=	Primary consolidation settlement	48
ρ_i	=	Immediate settlement	44
ρ_r	=	หน่วยน้ำหนักรวมของหินถม	40
ρ_s	=	Secondary consolidation settlement	49
ϕ	=	มุมเสียดทานภายในมวลดิน	38
ε	=	ความเครียดในมวลดิน	47
ν	=	ค่า Poisson ratio ของดิน	44

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย