ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์อายุการใช้งานโครงสร้างคอนกรีตริมชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทยที่เสื่อมสภาพด้วยคลอไรด์

ผู้เขียน นายอุดม ธรรมนิยม

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. ชยานนท์ หรรษภิญโญ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำนายอายุการใช้งานโครงสร้างคอนกรีตริมชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทยที่เสื่อมสภาพด้วยคลอไรด์ที่แปรผันกำลังอัดและระยะหุ้มต่าง ๆ การวิเคราะห์จะกระทำโดยวิธีสุ่มค่าตัวแปร กำหนดให้มีการซ่อมแซมเมื่อโครงสร้างมีความน่าจะเป็นที่จะเกิดการพังทลายเท่ากับ 0.15 และภายหลังการซ่อมแซม กำหนดให้มีคลอไรด์ตั้งต้นในเนื้อคอนกรีตเดิม 20% ของระดับคลอไรด์วิกฤติ และเหล็กเสริมคอนกรีตได้รับการซ่อมให้อยู่ในสภาพดีดังเดิม และทำการวิเคราะห์การเสื่อมสภาพในรอบต่อไปจนครบอายุ 100 ปี

การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1. การศึกษาคุณสมบัติการแพร่กระจายคลอไรด์ของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ตั้งในบริเวณชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทยจำนวน 8 แห่ง และ 2. การวิเคราะห์การเสื่อมสภาพที่พิจารณาความไม่แน่นอนของข้อมูลโดยการจำลองแบบมอนติคาร์โล โดยแปรผันค่ากำลังอัดของคอนกรีตและระยะหุ้มของเหล็กเสริมคอนกรีต

ขั้นตอนที่ 1 จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบปริมาณคลอไรด์ตามระยะความลึกในคอนกรีต พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของคลอไรด์ปรากฏเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.20×10^{-8} ซม.^{2}/วินาที โดยมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.522 และปริมาณคลอไรด์ที่ผิวสัมผัสคอนกรีตเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 13.082 กก./ม.^{3} โดยมีสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 0.195

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ระยะเวลาที่โครงสร้างคอนกรีตต้องการการซ่อมแซมโดยใช้คุณสมบัติการแพร่กระจายคลอไรด์ตามการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 และตัวแปรหลักที่ทำการศึกษาได้แก่ กำลังอัดคอนกรีต 210 240 300 350 และ400 กก./ซม^2. และระยะหุ้มของเหล็กเสริมคอนกรีต 2.5 3.0 3.5 4.0 5.0 7.0 และ 10.0 ซม. ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า ในระยะเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้งาน 100 ปี เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ระดับคลอไรด์วิกฤติที่แปรผันตามกำลังอัด ระยะเวลาที่ต้องการการซ่อมแซมครั้งแรกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อคอนกรีตมีกำลังอัดมากกว่า 300 กก./ซม^2. สำหรับคอนกรีตที่มีระยะหุ้มคอนกรีตน้อย ๆ เช่น 3.0 ซม. การเพิ่มกำลังอัดจะส่งผลต่อระยะเวลาที่ต้องการการซ่อมแซมน้อยมาก และหากไม่ต้องการซ่อมแซมภายใน 100 ปี ต้องใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัด 350 กก./ซม.^{2} ระยะหุ้ม 10 ซม. หรือคอนกรีตที่มีกำลังอัด 400 กก./ซม.^{2} ที่มีระยะหุ้มมากกว่า 7 ซม. ขึ้นไป

ทั้งนี้ หากกำหนดให้ระดับคลอไรด์วิกฤติมีค่าเท่ากับคลอไรด์วิกฤติออกแบบซึ่งตามข้อกำหนดของ JSCE ให้ใช้เท่ากับ 1.2 กก/ม^3.ของคอนกรีต พบว่าระยะเวลาการเสื่อมสภาพด้วยคลอไรด์ค่อนข้างสั้นเมื่อเทียบกับผลการวิเคราะห์ข้างต้น ซึ่งจะเป็นกรณีการออกแบบที่อนุรักษ์ แต่อย่างไรก็ตาม หากโครงสร้างมีกำลังอัดคอนกรีตที่ต่ำ เช่น 210 กก./ซม^2. ค่าระดับคลอไรด์วิกฤติจะใกล้เคียงกับค่าคลอไรด์วิกฤติออกแบบ

ผลการวิเคราะห์โดยวิธีกำหนดค่า ซึ่งไม่มีการสุ่มข้อมูลนำเข้าตามลักษณะความแปรปรวนของข้อมูล จะมีค่าระยะเวลาที่ต้องการการซ่อมแซมมากกว่าการวิเคราะห์โดยวิธีสุ่มค่าตัวแปรในทุกกรณีที่ทำการศึกษา และจะมีอัตราส่วนของระยะเวลาที่ต้องการการซ่อมแซมจากการวิเคราะห์โดยวิธีสุ่มค่าตัวแปรต่อวิธีกำหนดค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.7-0.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Life Service Analysis of Reinforced Concrete Marine Structures in Southern Part of Thailand Under Chloride Deterioration

Author Mr.Udom Tamniyom

Degree Master of Engineering (Civil Engineering)

Thesis Advisor Asst Prof. Dr. Chayanon Hansapinyo

ABSTRACT

The objective of this research was to predict the service life of reinforced concrete marine structures in the Southern part of Thailand under chloride deterioration. The study parameters included concrete compressive strengths and covering depths. The stochastic analysis was adopted assuming the structure needs to be repaired when the probability of failure equal to 0.15. After the repair, the initial chloride content in concrete was set to 20% of the critical chloride ion density and the reinforcing steel in concrete was recovered to the beginning conditions. Then, the new deterioration cycle was simulated until a 100-year design service life.

The analysis is divided into 2 parts. Part 1 is the study of the properties of chloride diffusion in reinforced concrete marine structures with 8 seaport cases in the Southern part of Thailand. For part 2, the deterioration simulation of the reinforced concrete structures under various concrete compressive strengths and covering depths were stochastically analyzed.

In Part 1, the average apparent chloride diffusion coefficient is 3.20×10^{-8} cm.^{2}/sec. with coefficient of variation of 0.522 and the calculated chloride content at the concrete surface is 13.08 kg./m.^{3} with the coefficient of variation of 0.195.

In Part 2, regarding the properties of chloride diffusion as obtained from the analysis in Part 1, the researcher also considers the varied compressive strength of concrete at 210, 240, 300 , 350 and 400 ksc. and the covering depth at 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0 and 10 cm. in the order to

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

analyze the repairing time of reinforced concrete structure within the service life of 100 years. According to findings of the analysis on the critical chloride ion density depending on the concrete compressive strength, the repairing times would be dramatically increased within the service life of 100 years if the concrete compressive strength is higher than 300 ksc. For the concrete which its covering depth was found less than 3.0 cm., the increase of compressive strength brings very less effect towards the repairing time. In case of the repairing time to more than 100 years., the designer must use the concrete with compressive strength at 350 ksc. with minimum covering depth at 10 cm. or the compressive strength at 400 ksc. with minimum covering depth at 7 cm.

In addition, if the critical chloride ion density of concrete is designed to be equal to 1.2 $kg/m.^3$ as determined by JSCE, the chloride deterioration is shortened comparing to the above stochastically analytical results. Hence, this design could be considered as the conservative case. However, if the concrete structure has low compressive strength like 210 ksc., the critical chloride ion density would be similar to the designed critical chloride ion density.

The analytical results acquired by the deterministic method could meet with longer repairing period than those obtained from every case study done upon the stochastic method. The ratio of the repairing time as observed from the stochastic method to the deterministic method is found between 0.7 and 0.8.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved