ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของแรงแผ่นดินไหวที่มีต่อพฤติกรรมของเขื่อนแม่ทะลบหลวง

ผู้เขียน นายบัญชา สินสุขเศรษฐ์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ชยานนท์ หรรษภิญโญ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของแรงแผ่นดินไหวที่มีต่อพฤติกรรมของเขื่อนแม่ทะลบหลวง ซึ่งเป็นเขื่อนดินถมประเภทแบ่งส่วน 4 ส่วน คือ (1) ส่วนแกนดินเหนียวกลางเขื่อน (2) ส่วนชั้นกรวดทรายกรองเอียง เป็นบริเวณระบายน้ำ (3) ส่วนมวลคละ (4) ส่วนตีนเขื่อน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ไฟไนท์อิลิเมนต์ระนาบความเครียด แบบ 2 มิติ ไร้เชิงเส้น ทำการวิเคราะห์จากแบบจำลอง 2 แบบคือ Gravity Turn-on model และ Incremental model ทั้งกรณีการวิเคราะห์แบบแรงดันน้ำและน้ำหนักตัวเขื่อนสถิตยศาสตร์ และกรณีแรงแผ่นดินไหววิเคราะห์แบบพลศาสตร์ ขณะที่ตัวเขื่อนมีระดับน้ำเก็บกักสูงสุดในตัวเขื่อนเป็นครั้งแรก การวิเคราะห์แบบพลศาสตร์เลือกใช้แผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นโดยพิจารณาให้ใกล้เคียงกับสภาพภูมิประเทศที่ตั้งของตัวเขื่อน รวมทั้งขนาดความรุนแรงโดยแผ่นดินไหวที่คัดเลือกมีลักษณะที่ต่างกัน 3 รูปแบบ คือ แบบระยะสั่นสะเทือนยาวนาน (EQ1) ระยะสั่นสะเทือนสั้น (EQ2) และแรงกระแทกฉับพลัน (EQ3) โดยแต่ละคลื่นมีขนาดความเร่งที่ระดับพื้นดินสูงสุด เท่ากับ 0.212g, 0.302g และ 0.493g ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์แบบจำลองทั้งสองชนิด กรณีภายใต้แรงสถิตยศาสตร์แบบจำลอง Gravity turn-on มีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยน้อยกว่าแบบจำลอง Incremental ส่วนระยะการเคลื่อนตัวของแบบจำลอง Incremental มีค่ามากกว่าแบบจำลอง Gravity turn-on ในทิศแนวดิ่ง ส่วนในแนวราบมีระยะการเคลื่อนตัวใกล้เคียง สำหรับการวิเคราะห์กรณีภายใต้แรงพลศาสตร์ ผลการวิเคราะห์จาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบจำลอง Gravity turn-on ได้แก่ ค่าความเร่ง, ระยะเคลื่อนตัว และแรงดันน้ำ มีค่ามากกว่าแบบจำลอง Incremental เช่นกัน

จากกรณีการวิเคราะห์โดยแบบจำลอง Gravity turn-on กรณีแรงสถิตยศาสตร์ พบว่า การทรุดตัวของเขื่อนเกิดมากที่สุดบริเวณสันเขื่อน และการเคลื่อนตัวที่แนวราบเกิดบริเวณลาดชันด้านท้ายน้ำ ประมาณ 1 ซม. เกิดความเค้นหลักประสิทธิผลที่เป็นหน่วยแรงอัดมากที่สุดอยู่เหนือระดับฐานเขื่อนเล็กน้อย การกระจายของหน่วยแรงเป็นลักษณะไม่สมมาตร อัตราส่วนความปลอดภัยมีค่าเท่ากับ 1.587 เทียบกับหลักเกณฑ์ขั้นต่ำของอัตราส่วนความปลอดภัยเขื่อนของกรมชลประทาน 1.50 แล้วมีค่ามากกว่า ดังนั้นภายใต้แรงสถิตยศาสตร์ถือว่าเขื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

กรณีการวิเคราะห์พลศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์ความถี่ธรรมชาติ พบว่าความถี่ธรรมชาติโหมดที่ 5 มีค่าใกล้เคียงกับความถี่จากแผ่นดินไหว จึงส่งผลให้ลักษณะการตอบสนองการเคลื่อนตัวของเขื่อนคล้ายโหมดดังกล่าว ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ลักษณะความเร่งของตัวเขื่อนจากแผ่นดินไหวทั้ง 3 แบบจะมีความเร่งมากสุดที่ระดับ 1/7 ของความสูงเขื่อนจากฐาน อาจเนื่องจากรูปทรงของเขื่อนที่มีการกระจายของมวลมีขนาดลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้น โดยแผ่นดินไหวที่มีลักษณะแรงกระแทกฉับพลันจะเกิดค่าความเร่งมากสุดที่สันเขื่อนขนาด 0.9g ส่วนผลการเคลื่อนตัวของเขื่อน แผ่นดินไหวที่มีระยะเวลาการสั่นยาวนานจะเกิดระยะการเคลื่อนตัวแนวราบมากสุดประมาณ 36 ซม. และทรุดตัวมากสุดประมาณ 47 ซม. ส่วนค่าความเค้นหลักประสิทธิผลหลังแผ่นดินไหว เกิดที่ตำแหน่งเดียวกันกับจุดที่เกิดสูงสุดภายใต้แรงสถิตย์ แต่มีค่ามากกว่าเล็กน้อยเทียบกับกรณีสถิตยศาสตร์ ดังนั้นผลจากแรงแผ่นดินไหวไม่ได้มีต่อความเค้นประสิทธิผล

ผลต่ออัตราส่วนความปลอดภัยของเขื่อน จากแผ่นดินไหวทั้ง 3 กรณี พบว่าแรงแผ่นดินไหวมีผลให้อัตราส่วนความปลอดภัยลดลงเล็กน้อยเทียบกับกรณีสถิตยศาสตร์ ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยหลังแผ่นดินไหวเฉลี่ยมีเท่ากับ 1.557 จากแผ่นดินไหวทั้ง 3 กรณีโดยลักษณะการวิบัติของเขื่อนจะเกิดที่บริเวณส่วนมวลคละทางลาดด้านท้ายเขื่อน ซึ่งระนาบการเคลื่อนตัวจะอยู่เหนือชั้นกรองจนไปถึงสันเขื่อน ดังนั้น จากระยะทรุดตัวที่มีค่าน้อยโดยน้ำไม่ล้นข้ามเขื่อนและค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่วิเคราะห์มีค่ามากกว่า 1.25 จากหลักเกณฑ์ขั้นต่ำของอัตราส่วนความปลอดภัยเขื่อนของกรมชลประทานหลังแผ่นดินไหว สามารถกล่าวได้ว่า เขื่อนยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย หลังเกิดแผ่นดินไหวที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้ง 3 แบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Effects of Seismic Force on Behavior of Mae Thalop Luang Dam

Author Mr.Bancha Sinsuksate

Degree Master of Engineering (Civil Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Chayanon Hansapinyo

ABSTRACT

This study is aimed to investigate the effects of earthquake on the behavior of Mae Thalop Luang Dam. The dam is an earth filled, zoned type consisting of 4 parts: (1) Clay core middle zone (2) the level gravel filtering tilt (3) Random zone (4) downstream toe. The study adopted plane strain non-linear finite element analysis with use of 2 modeling techniques, i.e. the Gravity Turn-on model and the Incremental model for (1) static analysis under hydrostatic pressure and self - weight and (2) time history dynamic analysis under earthquake loading. The analytical stage was assumed at full level of reservoir occur first time after the complete of construction. For the dynamic analysis, three selected time history records with different wave characteristics as: long duration (EQ1), short duration (EQ2) and impulsive (EQ3). The peak ground acceleration of the three earthquakes is 0.212g, 0.302g and 0.493g, respectively.

From both numerical models, in the static case, gravity turn-on model gives a lower value of the factor of safety than the incremental model. In the displacement field, the vertical displacement obtained from the incremental model gives greater values than the gravity turn-on model. For the horizontal displacement, the two models give similar results. In the case of the

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

dynamic analysis, the results obtained from the Gravity turn-on model such as acceleration, displacement and pore pressure are also greater than those in the Incremental model.

Based on the analysis using the Gravity turn-on model, in the static analysis case, it is found that the maximum settlement at the dam crest and the maximum horizontal movement at downstream slope are about 1 cm. Maximum effective compressive stress occurs at dam base and the distribution of the stress is not symmetrical. For safety analysis, the factor is equal to 1.587 which is greater than the minimum criteria of Royal Irrigation Department of Thailand of 1.50. Hence, it can be said that the dam is safe enough under full water retention service.

For the dynamic analysis case, the natural frequency of the fifth mode shape is close to predominant period of earthquake which results in the high response in this mode. Under earthquake acceleration, maximum acceleration presents at about 1/7 of the dam height from base. It may be due to the shape of the dam that mass decreases with the height increases. The dam is highly accelerated under the impulse earthquake with the maximum acceleration of 0.9g. The long duration earthquake highly affects the dam movement in which the displacements are about 36 cm and 47 cm in horizontal and vertical directions, respectively. The effective principle stress after earthquake are increased slightly compared with the static case. Hence, the earthquakes do not affect much on the effective principal stress.

For safety evaluation, the factors of safety from the three input earthquakes are slightly changed compared with the static case. The averaged safety factor under the three earthquakes is about 1.557. The failure plane of the dam occurs at crest of random zone to above of filter zone at downstream side. From the settlement which is less than designed free board range and the safety ratio which is higher than 1.25 of the minimum criteria after earthquake of Royal Irrigation Department of Thailand, it can be concluded that the dam is safe under the three earthquakes.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved