บัญญา โซอ์ : การวิเคราะห์เสถียรภาพและการออกแบบค้ำยันของอุโมงค์ผันน้ำแมนนิปูร่าในประเทศพม่า (STABILITY ANALYSIS AND SUPPORT DESIGN OF MANIPURA DIVERSION TUNNELS IN MYANMAR) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร, 112 หน้า

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพและออกแบบค้ำยันสำหรับอุโมงค์คู่ขนานสำหรับระบายน้ำจากโครงการสร้างเขื่อนแมนนิปูร่า โครงการนี้ได้สร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำแมนนิปูร่า ซึ่งอยู่ห่างจากเมืองกาเล เขตเมืองกาเล ประเทศพม่า เป็นระยะทางประมาณ 52 กิโลเมตร โดยโครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดให้มีน้ำสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมจำนวน 20,242 เฮคเตอร์ และผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำสำหรับใช้ในพื้นที่นั้น อุโมงค์คู่ขนานมีความยาว 1,050 เมตร โดยมีหน้าตัดเป็นรูปเกือกม้าที่มีความกว้าง 12 เมตร อุโมงค์คู่ขนานนี้มีเส้นทางลอดใต้ภูเขาโดยมีจุดประสงค์เพื่อเบนทิศทางการไหลของน้ำในช่วงที่มีการสร้างตัวเขื่อนแบบหินทิ้ง อุโมงค์ผันน้ำนี้ได้ก่อสร้างผ่านชุดมวลหิน 3 รูปแบบ คือ โซนที่ 1 : เป็นหินชนวนที่มีระดับการผุพังปานกลางถึงมาก โซนที่ 2 : เป็นหินชนวนที่มีระดับการผุพังต่ำถึงปานกลาง และโซนที่ 3 : เป็นหินชนวนที่มีระดับการผุพังต่ำสลับชั้นกับหินทรายเกรย์แวก การประเมินทางธรณีเทคนิคของโซนต่าง ๆ นี้อาศัยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ การสังเกตในภาคสนาม และการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคุณลักษณะของมวลหิน การประเมินค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมวลหิน การวิเคราะห์เสถียรภาพ และการออกแบบระบบค้ำยันหินรอบอุโมงค์ มวลหินตลอดความยาวของอุโมงค์ได้ถูกจำแนกโดยใช้ระบบการจำแนกมวลหินเชิงประสบการณ์ซึ่งหมายรวมถึง ระบบการจำแนกหินด้วยระบบการให้คะแนน (RMR) ระบบดัชนีคุณภาพมวลหินในอุโมงค์ของ NGI (Q-system) ระบบดัชนีมวลหิน (RMi) ดัชนีความแข็งธรณีวิทยา (GSI) ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของมวลหิน และตัวแปรของ Hook-Brown แนวทางการออกแบบค้ำยันที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ได้ถูกนำมาใช้ประกอบกับผลการจำแนกคุณลักษณะของมวลหินในสถานที่จริง การจำลองด้วยแบบจำลองตัวเลข (โดยโปรแกรม Phase^2) ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินเสถียรภาพของอุโมงค์ทั้งที่มีและไม่มีระบบค้ำยัน โดยที่เกณฑ์การวิบัติของมวลหินที่เสนอโดย Hoek และ Brown ถูกนำมาใช้ประเมินบริเวณที่มีการคราก และการเคลื่อนตัวสูงสุดของหินรอบอุโมงค์ ระบบค้ำยันที่แนะนำให้ใช้โดยวิธีเชิงประสบการณ์ (Empirical) ถูกใช้ในการศึกษาด้วยการจำลองเชิงตัวเลข ซึ่งประกอบด้วยหมุดยึดหิน และคอนกรีตพ่นร่วมกันตาข่ายลวด คุณสมบัติของส่วนที่เป็นค้ำยัน เช่น ความยาวของหมุดยึดหิน ระบบการติดตั้งหมุดยึดหิน และความหนาของคอนกรีตพ่น ได้ถูกใช้ตามที่ระบุไว้ในวิธีเชิงประสบการณ์ ก่อนที่จะมีการติดตั้งระบบค้ำยัน พื้นที่ที่เกิดการครากของหินรอบอุโมงค์ได้ถูกสังเกต

ซึ่งจากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า มีบางปัญหาเกิดขึ้นเกี่ยวกับเสถียรภาพของอุโมงค์ กล่าวคือหลังจากที่ติดตั้งระบบค้ำยันแล้ว พื้นที่ที่เกิดการครากรอบอุโมงค์และระยะของการเกิดเป็นพลาสติกได้ลดลง อีกทั้งการเคลื่อนตัวสูงสุดของอุโมงค์ยังลดลงอีกด้วย ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ระบบการค้ำยันมีความเหมาะสมที่จะทำให้เกิดเสถียรภาพของอุโมงค์ได้ โดยสภาวะที่ดีที่สุดระหว่างผลการออกแบบค้ำยันด้วยวิธีเชิงประสบการณ์ และวิธีทางด้านระเบียบวิธีเชิงตัวเลขนั้น ได้ถูกกำหนดเพื่อใช้ในการออกแบบค้ำยันที่เหมาะสมสำหรับอุโมงค์ผันน้ำแมนนิปูร่า

สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

BANYAR SOE : STABILITY ANALYSIS AND SUPPORT DESIGN OF MANIPURA DIVERSION TUNNELS IN MYANMAR. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., P.E., 112 PP.

TUNNEL/DESIGN/STABILITY/SUPPORT/DIVERSION/MANIPURA

The objective of this study is to perform stability analysis and support design for two parallel diversion tunnels of the Manipura multi-purposed dam project. The project is located on the Manipura River, 52 km from the Kalay Town, Kalay Township, Sagaing Division, Myanmar. The two parallel tunnels are 1,050 m long with 12 m wide modified horseshoe shape. The diversion tunnels penetrate three different zones of rock mass : zone 1 : moderately to highly weathered slate; zone 2 : slightly to moderately weathered slate; and zone 3 : slightly weathered slate with alternation of greywacke sandstone band. The geotechnical evaluation of these zones is relied on the exploratory data, field observations and laboratory test results.

The proposed research involves rock mass characterizations, evaluation of rock mass parameters and stability analysis, and support design for the rock mass around the tunnels. The rock masses along the tunnels are classified by using empirical rock mass classification systems including rock mass rating system (RMR), NGI tunneling quality index (Q system), rock mass index (RMi) and geological strength index (GSI). Traditional guidelines for the rock support have been used based on the results of the site characterizations. A series of numerical simulations (using Phase^2 code) is performed to assess the stability conditions of the tunnels with and without the support systems. Hoek and Brown failure criterion is used to estimate yielding

zone around the tunnels and the maximum displacement. The support systems suggested by empirical methods are employed in numerical modeling. The properties of the support elements, such as bolt length, bolt patterns and thickness of shotcrete are similar to those proposed by the empirical methods. Before support installation, yielding zones are observed. The results indicate that there would be some stability problems for the tunnels. After support installation, the number of yielding zones and the radius of plastic zone are decreased. The maximum displacement is also reduced. This indicates that the applied support systems are adequate to obtain the tunnel stability. Optimization between the empirical and numerical results is made to obtain the suitable support design for the Manipura diversion tunnels.

School of Geotechnology

Academic Year 2010

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____