

## บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อหาค่ากำลังเฉือนของรอยแตกที่เพิ่มขึ้นในหินทรายชุดพระวิหาร ชุดเสาข้าว และในหินมาร์ล ภายใต้ความเค้นตั้งฉากคงที่และภายใต้การบวมตัวในแนวตั้งฉากคงที่ แล้วนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบในเชิงเสถียรภาพของหลังคาและผนังด้านข้างอุโมงค์ด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลข ผลที่ได้รับระบุว่า การทดสอบภายใต้ความเค้นตั้งฉากคงที่จะให้ค่าความเค้นยึดติดต่ำกว่าการทดสอบแบบการบวมตัวคงที่ ซึ่งสอดคล้องกันสำหรับรอยแตกของหินทั้ง 3 ชนิด โดยนำเกณฑ์ของคูลอมป์มาใช้อธิบายผลการทดสอบของทั้ง 2 วิธี ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของรอยแตกในหิน 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 6 ถึง 8 รอยแตก ในหินทรายชุดพระวิหารจะให้ค่ากำลังเฉือนสูงสุดเมื่อเทียบกับหินอีก 2 ชนิด ในขณะที่รอยแตกในตัวอย่างหินมาร์ลจะให้ค่ากำลังเฉือนต่ำสุด ความแตกต่างของค่ากำลังเฉือนที่ได้จากการทดสอบทั้ง 2 วิธี บอกเป็นนัยว่าการวิเคราะห์เสถียรภาพของโครงสร้างทางวิศวกรรมในมวลหินที่มีรอยแตกควรใช้ค่ากำลังเฉือนที่ได้จากการทดสอบที่เหมาะสม กล่าวคือ สภาวะการทดสอบควรสอดคล้องกับสภาวะจริงในภาคสนาม การนำผลทดสอบจากการเฉือนภายใต้ความเค้นตั้งฉากคงที่มาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาเสถียรภาพของมวลหินรอบอุโมงค์อาจให้ผลในเชิงอนุรักษ์เกินไปดังที่ได้รับรู้ได้จากผลการจำลองด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในการศึกษานี้ เหตุผลเนื่องจากการเคลื่อนตัวของหินรอบอุโมงค์จะถูกจำกัดโดยมวลหินที่อยู่ข้างเคียง สรุปคือการทดสอบแบบการบวมตัวคงที่จะมีความเหมาะสมกับสภาวะที่การเคลื่อนตัวของรอยแตกไม่เกิดการบวมตัวในแนวตั้งฉาก ในขณะที่การทดสอบแบบความเค้นในแนวตั้งฉากคงที่จะเหมาะสมกับการเคลื่อนตัวของรอยแตกที่เกิดการบวมตัวหรือการเคลื่อนตัวในแนวตั้งฉากได้อย่างอิสระ

## Abstract

The objectives of this study are to determine the fracture shear strengths in Phra Wihan and Sao Krua sandstones and marl specimens under constant normal load (CNL) and constant normal stiffness (CNS), and compare the results by performing numerical simulations of roof and sidewall of underground openings. The results indicate that the CNL tests provide lower peak cohesion and higher peak friction angle than those of the CNS tests. These hold true for all rock types. The Coulomb criterion fits well to the results from both test schemes. The joint roughness coefficients (JRC) for the three rock types are similar, ranging from 6 to 8. The fractures in Phra Wihan sandstone show greatest shearing resistance compared to those in the other two rock types. This is due to that the Phra Wihan sandstone is stronger than the other two. The fractures in marl specimens show the lowest shear strength. The discrepancies of the shearing resistances between the two test schemes suggest that appropriate test scheme should be used to apply the results to specific in-situ condition. Application of the strength results from CNL test condition to determine stability of rock wedges around underground opening may yield overly conservative outcomes, as suggested by the numerical simulation results. This is because the wedge sliding may be confined by adjacent rock blocks. In summary the CNS test results are suitable for the fractures under limited dilation, while the CNL results should be used for the fracture sliding under free dilation.