รหัสโครงการ SUT7-719-44-12-30

รายงานการวิจัย

การค้นคว้าทางทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีจุดกดของหินกับความต้านแรงกดและแรงดึงของหิน

Theoretical and Experimental Assessment to Determine the Relationships between Point Load Index and Compressive and Tensile Strength of Rocks

ผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร
สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2544
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2544

บทคัดย่อ

การทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนได้นำเสนอเพื่อใช้ผลของการทดสอบมาสัมพันธ์กับความต้านแรงกดและความต้านแรงดึงของหินที่ปราศจากรอยแตก จุดประสงค์หลักของงานวิจัยคือการพัฒนาการทดสอบหินที่มีราคาถูก รวดเร็ว น่าเชื่อถือได้ และสามารถนำมาใช้ทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการได้ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนจะคล้ายคลึงกับการทดสอบจุดกดแบบดั้งเดิม ยกเว้นแต่ว่าหัวกดจะมีลักษณะตัดเรียบทำให้พื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงกลมแทนที่จะเป็นรูปครึ่งวงกลมเหมือนที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิม ขนาดของหัวกดแบบใหม่นี้จะมีเส้นผ่าศูนย์-กลางผันแปรจาก 5, 10, 15, 20, 25 ไปจนถึง 30 มิลลิเมตร ด้วยหัวกดแบบใหม่นี้จะทำให้มีลักษณะของการกดในตัวอย่างหินแบบใหม่ ซึ่งสามารถนำมาสัมพันธ์กับการทดสอบเพื่อหาความกดสูงสุดและความดันสูงสุดของหินได้ งานวิจัยนี้จะมีการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อค้นหาสูตรแบบใหม่ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณผลของการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยน แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ชี้ให้เห็นว่าความเค้นที่จะทำให้ตัวอย่างหินแตกได้จะมีค่าสูงขึ้นถ้าตัวอย่างหินมีความหนาและเส้นผ่าศูนย์กลางมากขึ้น ค่าความเค้นดึงสูงสุดจะเกิดขึ้นใกล้กับหัวกดอยู่ที่ความลึกประมาณเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวกด การทดลองในห้องปฏิบัติการจะประกอบด้วยการทดสอบจุดกดแบบดั้งเดิมและแบบปรับเปลี่ยน และมีการทดสอบเพื่อหาแรงกดสูงสุดและแรงดึงสูงสุดของตัวอย่างหินอ่อนที่ได้มาจากจังหวัดสระบุรี โดยการจัดเตรียมและทดสอบตัวอย่างหินมากกว่า 400 ชิ้น ผลที่ได้จากการทดสอบการกดในแกนเดียวระบุว่าค่าความกดสูงสุดที่หินจะรับได้จะมีค่าลดลงถ้าอัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่างหินมีค่ามากขึ้น ผลที่ได้จากการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนระบุว่า ถ้าตัวอย่างหินมีความหนาน้อยกว่าสองเท่าของขนาดหัวกด หินจะแตกในลักษณะแรงกดเฉือน แต่ถ้าหินตัวอย่างมีความหนามากกว่าสามเท่าขึ้นไปของเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวกดหินจะแตกแบบแรงดึง ผลที่ได้นี้แนะว่าค่าที่ได้จากการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนของหินที่บางควรจะนำมาสัมพันธ์กับความต้านแรงกดสูงสุดของหิน และค่าที่ได้จากตัวอย่างหินที่มีความหนามากควรจะมาใช้เป็นดัชนีที่เกี่ยวข้องกับความต้านแรงดึงสูงสุดของหิน ความสามารถในการทำนายค่าแรงกดสูงสุดสำหรับการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนและการทดสอบจุดกดแบบดั้งเดิมถูกนำมาเปรียบเทียบ ผลที่ได้ระบุว่าการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนสามารถคาดคะเนค่าความกดสูงสุดของหินอ่อนและหินปูนได้ดีกว่าการทดสอบจุดกดแบบดั้งเดิม ค่าแรงดึงสูงสุดที่ถูกคาดคะเนโดยการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนก็จะใกล้เคียงกับค่าแรงดึงสูงสุดที่ได้จากการทดสอบแบบ Brazilian ซึ่งเป็นการทดสอบแบบมาตรฐาน

Abstract

A modified point load (MPL) testing technique is proposed to correlate the results with the uniaxial compressive strength and tensile strength of intact rock. The primary objective is to develop an inexpensive, quick and reliable rock testing method for use in the field and in the laboratory. The MPL test apparatus is similar to that of the conventional point load (CPL), except that the loading points are cut flat to have a circular cross-sectional area instead of using a half-spherical shape. Diameters of the MPL loading point vary from 5, 10, 15, 20, 25, to 30 mm. This results in a new loading and boundary conditions on the rock specimens that mathematically allow correlating its results with those of the standard testing. To derive a new solution, finite element analyses and laboratory experiments have been carried out. The simulation results suggest that the applied stress required to fail the MPL specimen increases logarithmically as the specimen thickness or diameter increases. The maximum tensile stress occurs directly below the loading area with a distance approximately equal to the loading diameter. The MPL tests, CPL tests, uniaxial compressive strength tests and Brazilian tensile strength tests have been performed on Saraburi marble under a variety of diameters and thickness (or length). Over 400 specimens have been prepared and tested. The uniaxial test results indicate that the strengths decrease with increasing length-to-diameter ratio. For the MPL testing the shear failure is predominant when the specimen thickness is less than twice the loading diameter while extension failure is predominant when the specimens are thicker than three times the loading diameter. This can be postulated that the MPL strength can be correlated with the compressive strength when the MPL specimens are relatively thin, and should be an indicator of the tensile strength when the specimens are significantly larger than the diameter of the loading points. Predictive capability of the MPL and CPL techniques has been assessed and compared. Extrapolation of the test results suggests that the MPL results predict the uniaxial compressive strength of the marble and limestone specimens better than does the MPL testing. The tensile strength predicted by the MPL also agrees reasonably well with the Brazilian tensile strength of the rocks.