# บทคัดย่อ

อุปกรณ์กดทดสอบตัวอย่างหินในสองแกนได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นเพื่อหาค่าความแข็งและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอย่างหินในสองแกน อุปกรณ์ดังกล่าวถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับโครงกดทดสอบตัวอย่างหินที่มีใช้ทั่วไป ข้อกำหนดของการออกแบบที่สำคัญ คือ มีความแข็งแรง ทนทาน ราคาถูก ง่ายต่อการใช้งาน และให้ผลการทดสอบที่สอดคล้องกับโครงกดทดสอบในสองแกนแบบมาตรฐาน คานส่งแรงกดสี่ชุดที่ตั้งฉากซึ่งกันและกันใช้ส่งถ่ายแรงในแนวดิ่งจากปลายด้านหนึ่งของคานมาเป็นแรงในแนวระนาบที่ตั้งฉากซึ่งกันและกันเพื่อกดตัวอย่างหินที่มีแท่นกดรองรับอยู่ แรงในแนวดิ่งได้มาจากโครงกดทดสอบในแกนเดียวที่ใช้กันอยู่ทั่วไปพร้อมกับแม่แรงไฮดรอลิก ความสัมพันธ์ระหว่างแรงในแนวดิ่งและแรงในแนวระนาบได้ถูกคำนวณโดยใช้เครื่องตรวจวัดแรงที่มีความแม่นยำสูงประกอบกับลูกเหล็กทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่ติดมาตรวัดความเครียดไว้ โดยผลการสอบเทียบถูกนำมาใช้ในการหาค่าความเค้นด้านข้างที่กระทำบนตัวอย่างหินในขณะที่แรงในแนวดิ่งเพิ่มขึ้น การเคลื่อนตัวในแนวดิ่งของคานส่งแรง ณ จุดต่างๆ ได้มีการสอบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์กับการเคลื่อนตัวในแนวระนาบของชุดหัวกดทั้งสี่ชุด เพื่อนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นและอัตราส่วนปัวซองของตัวอย่างหิน การทดสอบทางกลศาสตร์ได้ถูกดำเนินการเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ใหม่ที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยการหาค่าความเค้นกดในแกนเดียว ค่าความเค้นกดในสองแกน ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น และอัตราส่วนปัวซองของตัวอย่างหินรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 50×50×50 ลูกบาศก์มิลลิเมตร โดยตัวอย่างหินประกอบด้วย หินทรายชุดพระวิหาร หินทรายชุดภูพาน หินทรายชุดภูกระดึง หินอ่อนชุดสระบุรี และเกลือหินชุดมหาสารคาม การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอย่างหินถูกตรวจวัดทั้งสามทิศทางหลักเพื่อนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด โดยตัวอย่างหินทั้งหมดได้ถูกนำมาหาค่าความแข็งและค่าความยืดหยุ่นจากการทดสอบด้วยโครงกดทดสอบในสองแกนแบบมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบกับอุปกรณ์ที่ได้ประดิษฐ์ขึ้น ผลที่ได้ระบุว่าค่ากำลังกดในแกนเดียว กำลังกดในสองแกน และความยืดหยุ่นจากอุปกรณ์ทั้งสองชนิดใกล้เคียงกันมาก

# Abstract

A uniaxial–to–biaxial load converter (UBC) has been developed to determine the biaxial compressive strength and deformability of rock specimens. The proposed device has been designed and fabricated to be compatible with most commercially available compression loading frames. The key design requirements are that it is rugged, inexpensive and easy to operate and can provide the results comparable to those of the conventional biaxial load frames. Four cantilever beams set in mutually perpendicular directions are used to transfer the vertical load on one end of the beams to two mutually perpendicular lateral loads on the rock specimen via vertical load platens. The vertical load on the UBC can be obtained from any conventional uniaxial load frame equipped with a hydraulic load cell. Calibration curves are developed to correlate the applied vertical load with the lateral loads by using a high precision electronic load cell and a reference cubical steel block mounted with two directional strain gages. The calibration results are used to calculate the lateral stresses applied on the specimen while the vertical load is increased. The vertical displacement of the cantilever beams at the point where the vertical load applied is also calibrated with the lateral movement (convergence) of the four loading platens. The results are used to calculate the elastic modulus and Poisson's ratio of the rock specimen. Series of mechanical tests have been carried out to assess the performance of the UBC by determining the uniaxial and biaxial compressive strengths, elastic modulus and Poisson's ratio of cubical rock specimens with nominal dimensions of 50×50×50 $mm^3$. The specimens are prepared from Phra Wihan, Phu Phan and Phu Kradung sandstones, Saraburi marble and Maha Sarakham salt. The specimen deformations are monitored along the three principal directions to develop stress–strain curves from start loading until failure. The strengths and elastic parameters of these rocks are also determined by using a conventional biaxial load frame. Comparison of the results obtained from the UBC and the conventional biaxial load frame is made. The results indicate that the uniaxial and biaxial strengths and elastic parameters of all tested rocks obtained from the two devices are virtually identical.