ถิรดา เกณฑ์สาคู : ความสัมพันธ์ระหว่างแร่วิทยากับคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของเกลือหิน (RELATIONSHIP BETWEEN MINERALOGY AND ENGINEERING PROPERTIES OF ROCK SALT) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เฟื่องขจร, 173 หน้า.

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงกดสูงสุด กำลังรับแรงดึงแบบบราซิลเลียน สัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น และความหนืดเชิงพลาสติกของตัวอย่างเกลือหินกับลักษณะเชิงแร่วิทยาและศิลาวิทยา ตัวอย่างเกลือหินได้มาจากเกลือชั้นกลางและเกลือชั้นล่างของหมวดหินมหาสารคาม ตัวอย่างถูกจัดเตรียมจากแท่งตัวอย่างเกลือหินที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 54 มิลลิเมตร ได้มาจากการขุดเจาะแนวดิ่งในแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร ชุดของการทดสอบในห้องปฏิบัติการประกอบด้วย การทดสอบแรงกดในแกนเดียว การทดสอบแรงดึงแบบบราซิลเลียน และการทดสอบการเคลื่อนไหลในแกนเดียว การจัดเตรียมตัวอย่างและขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามมาตรฐานสากล ASTM มีการทำ X-ray Diffraction และการละลายแท่งตัวอย่างเพื่อหาชนิดและปริมาณของสิ่งเจือปนที่อยู่ในแท่งตัวอย่างเกลือหิน และมีการใช้ระเบียบวิธีคำนวณเชิงตัวเลขเพื่อเข้าใจถึงผลกระทบของแอนไฮไดรต์ต่อคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์ของตัวอย่างเกลือหิน

สิ่งเจือปนหลักที่พบในแท่งตัวอย่างที่ทดสอบคือแร่แอนไฮไดรต์ และแร่ดิน แร่แอนไฮไดรต์เจือปนอยู่ในลักษณะเป็นแผ่นบางที่ตั้งฉากกับแกนของตัวอย่าง โดยมีความหนาผันแปรจาก 2-3 มิลลิเมตรไปจนถึงหลายเซนติเมตร แร่ดินซึ่งมีประมาณร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 5 โดยน้ำหนักพบในบางตัวอย่างซึ่งจะกระจายตัวอยู่ระหว่างผลึกเกลือ ค่ากำลังรับแรงกดสูงสุดของตัวอย่างเกลือหินจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงจาก 27 MPa จนถึงประมาณ 40 MPa ในขณะที่แร่แอนไฮไดรต์ที่เจือปนเพิ่มจาก 0 จนถึงเกือบ 100% ซึ่งเป็นเพราะแร่แอนไฮไดรต์ที่เจือปนอยู่ทำให้ส่วนที่เป็นเกลือหินบริสุทธิ์สั้นลงเกิดลักษณะผลกระทบที่ปลายของตัวอย่าง (End effect) และส่งผลให้ค่ากำลังรับแรงกดสูงสุดของตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น ผลกระทบรวมระหว่างคุณสมบัติของเกลือหินกับแร่แอนไฮไดรต์ทำให้สัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของตัวอย่างเพิ่มขึ้นจาก 22 GPa ไปจนถึง 36 GPa ค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุดของตัวอย่างเกลือหินจะเพิ่มขึ้นเช่นกันถ้าตัวอย่างเกลือหินนั้นมีปริมาณแร่แอนไฮไดรต์เกินกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ถ้าแร่แอนไฮไดรต์มีปริมาณต่ำกว่านี้ก็จะไม่มีผลกระทบต่อค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุดของตัวอย่าง สำหรับเกลือหินบริสุทธิ์ค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุดจะถูกควบคุมโดยลักษณะของการแตก ถ้ารอยแตกที่เกิดขึ้นจากการทดสอบอยู่ในแนวรอยต่อระหว่างผลึกกำลังรับแรงดึงสูงสุดของตัวอย่างจะมีค่าต่ำลง เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผลึกเกลือจะมีน้อยกว่าแรงยึดเหนี่ยวภายในผลึกเองโดยกำลังรับแรงดึงสูงสุดภายในผลึกเกลืออาจมีค่าสูงถึง 2 MPa ในขณะที่กำลังรับแรงดึงสูงสุดของรอยต่อระหว่างผลึกอยู่ที่ประมาณ 1 MPa ค่าความหนืดเชิงพลาสติกของตัวอย่างเกลือหินจะเพิ่มขึ้นเมื่อผลึกเกลือมีขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกลไกแบบ Dislocation glide เป็นตัวควบคุมการ

เคลื่อนไหลของตัวอย่างที่ประกอบด้วยผลึกเกลือขนาดใหญ่ ในทางตรงกันข้ามเกลือหินบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยเกลือผลึกละเอียดจะเปลี่ยนรูปด้วยกลไกแบบ Dislocation climb ซึ่งส่งผลให้ความหนืดเชิงพลาสติกมีค่าลดลง ผลกระทบของการเจือปนของแร่แอนไฮไดรต์ต่อค่าความหนืดเชิงพลาสติกไม่สามารถกำหนดได้ในงานวิจัยนี้เนื่องจากความหลากหลายของปริมาณแร่แอนไฮไดรต์ของกลุ่มตัวอย่างเกลือหินที่ทดสอบมีไม่เพียงพอ ผลกระทบของแร่ดินต่อคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์ของตัวอย่างเกลือหินยังไม่มีความชัดเจนเพราะปริมาณแร่ดินที่เจือปนอยู่ในกลุ่มตัวอย่างมีค่าต่ำและกระจายตัวอยู่ในช่วงแคบ คือประมาณ 0-5% เท่านั้น แต่ข้อสรุปที่ได้ประการหนึ่งคือการเจือปนของแร่ดินที่น้อยกว่า 4% จะไม่มีผลกระทบต่อค่ากำลังดึงสูงสุดของเกลือหิน

สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

THIRADA KENSAKOO : RELATIONSHIP BETWEEN MINERALOGY AND ENGINEERING PROPERTIES OF ROCK SALT. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., P.E. 173 PP.

ELASTICITY / VISICO-PLASTICITY / COMPRESSIVE STRENGTH / TENSILE STRENGTH / MINERALOGY / SALT

The objective of this research is to seek the relationship between the uniaxial compressive and Brazilian tensile strengths, elastic modulus and visco-plasticity coefficient of rock salt specimens and their mineralogical compositions and petrographic features. The salt specimens are from the Middle Salt and Lower Salt units of the Maha Sarakham Formation. They are prepared from 54 mm diameter cores drilled vertically into the Khorat and Sakon Nakhon basins. Series of laboratory testing have been carried out, including uniaxial compression tests, Brazilian tension tests, and uniaxial creep tests. The sample preparation and test procedure follow the ASTM standard practices as much as practical. Visual examination, X-ray diffraction and dissolution methods are performed to determine types and amounts of the inclusions. Finite element analyses are also performed to understand the effects of anhydrite inclusions.

The main inclusions for the salt specimens tested here are anhydrite and clay minerals. The anhydrite inclusions appear as thin seams or beds perpendicular to the core axis with thickness varying from few millimeters to several centimeters. The clay minerals (about 1-5% by weight) scatter between the salt crystals of some specimens. The compressive strength of the salt specimens linearly increases from 27

MPa to about 40 MPa as the anhydrite inclusion increases in the range from 0% to nearly 100%. This is primarily because the anhydrite inclusion makes the salt portion shorter, creates the end effect, and hence increasing the specimen strength. The combined effect between the salt and anhydrite properties also causes the increase of the specimen elasticity from 22 GPa to as high as 36 GPa. Tensile strengths of the salt specimens will also increase with the anhydrite inclusion if the inclusion is beyond 50% by weight. Below this limit the anhydrite has insignificant impact on the specimen tensile strength. For pure salt specimens the tensile strength is mainly governed by the failure characteristics. If the tensile fracture is induced along the inter-crystalline boundaries, the specimen tensile strength will be lowered. This is because the inter-crystalline bonding of rock salt is much weaker than the strength of salt crystals. The crystal tensile strength can be as high as 2 MPa. The tensile strength of the inter-crystalline boundaries is estimated as 1 MPa. The visco-plasticity coefficient of salt specimens is found to be increased exponentially with the crystal size. This is because the dislocation glide mechanism governs the creep deformation for the specimens containing large salt crystals. On the other hand, pure salt specimens with fine crystals are deformed mostly by the dislocation climb mechanism, resulting in a lower visco-plasticity. Due to the insufficient diversity of the amount of anhydrite among specimens, the effect of the anhydrite inclusion on the visco-plasticity can not be determined. The clay content of less than 4% has no significant impact on the salt tensile strength. The effect of clay content beyond 5% in the salt specimens remains unclear because the range of the clay contents among different specimens are relatively low and narrow (0- 5%).

School of Geotechnology Student's Signature_____

Academic Year 2006 Advisor's Signature_____