

เอกสารอ้างอิง



- ทวีศักดิ์ รมิ่งควงศ์, ชาญ คันทิสุภต ธรณีวิทยาสำหรับวิศวกร, พิมพ์ครั้งที่ 1
ภาควิชาธรณีวิทยา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, พ.ศ. 2522
- ACI Committee 506. Shortcoring, Publication SP-14. Detroit,
Michigan: American Concrete Institute, 1966.
- American Society for Testing and Materials. Procedures for
Testing Soils, ASTM, Philadelphia, Pa., 1964.
- American Society for Testing and Materials. Cement; Lime; Gypsum,
ASTM Standards, Part 9, Philadelphia, Pa. 1966.
- Anday, M. C. "Curing lime-stabilized Soils." Bulletin 29, Highway
Research Board, pp 13-26, National Research Council,
Washington D. C., 1963.
- Arunyanak, N. "Lime-Cement Stabilization on Nong Ngoo Hao Clay."
Thesis, Department of Civil Engineering, Graduate school,
Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 1978.
- Beattie, A.A. and Attewill. "A landslide study in the Hong Kong
residual soils." 5th Southeast Asia conference on Soil
Engineering, Bangkok, Thailand, 2-4 July, 1977 pp. 177-186.
- Bishop, A.W., and D.J. Henkel. The Measurement of Soil Properties
in The Triaxial Test. Edward Arnold Ltd., London, second
edition, 1962.

- Biszewski, E. "The effect of time on the strength of Laterite Clayey Gravel Stabilized with Hydrated Lime." Proc. 3rd Regional Conference for Africa on Soil Mechanics and Foundation, Vol. 1 pp. 63-67, 1963.
- Chaudhry, H.K. "Stabilization of Two Tropical Clays." Thesis No. 134, SEATO Graduate school, Bangkok, Thailand, 1966.
- Chattersi, A.K., and Phatak, T.C. "Reaction of Lime with Silicic Oxide," Nature 197 No. 4865, pp. 350-352, 1963.
- Clare, K.E. and Cruchley, A.E. "Laboratory Experiments in the Stabilization of Clays with Hydrated Lime, Geotechnique, V. VII, No.2, pp 97-111, 1957.
- C.P. Van der Merwe. "A laboratory investigation into the lime stabilization of granitic soils." Proc. 3rd Regional Conference for Africa on S.M. and F.E., Vol. 1, pp. 101-105, June 1965.
- Deere, D.U. and Patton, F.D. "Slope Stability in Residual Soils." Proceedings of the fourth Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, ASCE, Vol. 1, Session 2, pp. 87-170 San Juan, Puerto Rico, June 1971.
- Diamon, S. and Kinter, E.F. "Mechanism of Soil-Lime Stabilization." An Interpretative Review, Highway Research Record, No. 92 pp. 83-96, 1965.
- Eades, J.L., and Grim, R.E. "Reaction of Hydrated Lime with Pure Clay Minerals in soil Stabilization," Bulletin 262, Highway Research Board, pp 51-64, National Research Council, Washington D.C., 1960.

- Eades, J. L.; Nichols, Jr., F. P.; and Grim, R. E. "Formation of New Minerals with Lime Stabilization as Proven by Field Experiments in Virginia." Bulletin 335, Highway Research Board, pp. 31-37 National Research Council, Washington D. C., 1962.
- Garga, V. K. and De Campos, T. M. P. "A study of two slope failures in residual soil." 5th Southeast Asia conference on soil Engineering, Bangkok, Thailand, pp. 189-200, 2-4 July 1977.
- Grim, R. E. Applied Clay Mineralogy. New York: Mc. Graw-Hill Book Co., 1962.
- GRIM, R. E. Clay Mineralogy. New York: Mc. Graw-Hill Book Co., 1953.
- Hamrol, A. "A Quantitative Classification in the Weathering and Weatherability of Rocks." Proc. 5th Int. Conf. Soil Mech. and Found. Engr., Paris, Vol. II, pp. 771-774, 1961.
- Herrin, M., and Mitchell, H. "Lime-Soil Mixtures!" Bulletin 304, Highway Research Board, pp. 99-138, National Research Council, Washington D. C., 1961.
- Hilt, G. H., and Davidson, D. T. "Lime Fixation in Clayey Soils." Bulletin 262, Highway Research Board, pp. 20-32. National Research Council, Washington D. C., 1960.
- Ladd, C. C., Moh. Z. C. and Lambe, T. W. "Recent Soil-lime research at the Massachusetts Institute of Technology." Bulletin 262, Highway Research Board, pp. 64-85, National Research Council, Washington D. C., 1960.

- Leguros, J.G. "Lime-Stabilized Soil Properties and the Beam Action Hypothesis." Bulletin 92, Highway Research Record, pp. 12-20, National Research Council, Washington D. C., 1965.
- Lambe, T.W. "Soil stabilization." Foundation Engineering, Chapter 4, Ed. G.A. Leonards, McGraw-Hill Book Co., Ltd, New York, 1962.
- Lambe T.W. and Whitman R.V. Soil Mechanics, Jhon Wiley & Sons, Inc., New York, 1969.
- Lumb, P. "The properties of decomposed granite," Geotechnique, Vol. 12, No.3, pp. 226-243, 1962.
- Lumb, P. "The residual soils of Hong Kong," Geotechnique, Vol. 15, No.2, pp. 180-194, 1965.
- Lundy, H.L., Jr., and Green field D.J. "Evaluation of Deep In-situ Soil Stabilization by High-Pressure Lime Slurry Injection." Highway Research Record, No. 235 pp. 27-35, 1968.
- Mateos, M. "Soil-Lime Research at Iowa State University" J. Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 90, SM 2, pp. 127-153, 1964.
- Matsuo, S.I. and Nishida, K., "Physical and Chemical properties of Decomposed Granite Soil Grains," Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 8, No. 4, pp 10-19, 1968.
- Matsuo, S.I. and Nishida, K. "The properties of decomposed Granite Soils and Their influence on Portland Cement Stabilization." Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 9, No.2 pp. 35-43, June 1969.

- Mitchell, J.K. Fundamentals of Soil Behavior, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1976.
- O'Flaherty, C.A. and Andrew, D.C. "Variation in Strength, Moisture Content and Unit weight for Lime-Soil Mixture." Civil Engg and Public Works Reviews. pp. 891-897 and pp. 1007-1012, 1967.
- Onodera, T.; Oda, M, and Minami, K. "Shear Strength of Undisturbed Sample of Decomposed Granite Soil" Soils and Foundations, Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 16, No.1, pp. 17-26, March 1976.
- Pietsch, P. E. and Davidson, D.T. "Effects of Lime on Plasticity and Compressive strength of Representative Iowa Soils," Bulletin 335, Highway Research Board, pp. 11-30, National Research Council, Washington D.C., 1962.
- Ruang Swang, P. "Lime-Cement Stabilization of Lateritic Soils." Thesis, Department of Civil Engineering Graduate School, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 1975.
- Rananand, N. and Ruenkrairengsa, T. "Compaction and Strength Characteristics of Granitic Soil," Proceedings, 6th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Singapore (1979).
- Ruenkrairengsa, T. "Some problems of road construction and maintenance in weathering rocks in northern Thailand" Report No.33, Materials and Research Division, Department of Highways, Thailand, June 1978.

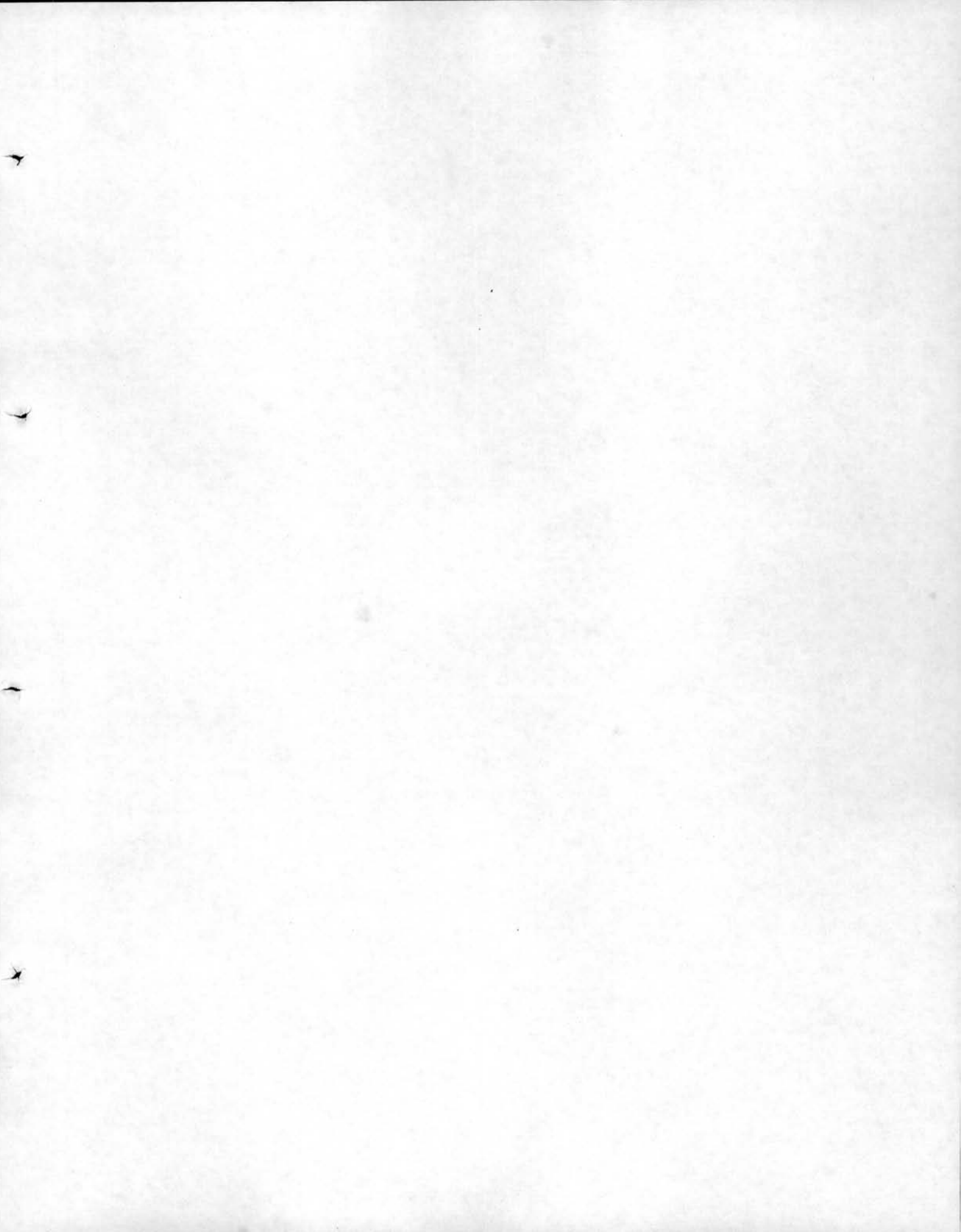


- Ruenkraitengsa, T. and Changsuwarn, S. "Some Sources and Basic Properties of Granitic Soil in Thailand" International Conference on Materials of Construction for Developing Countries, pp. 613-631. Bangkok, Thailand, August, 1978.
- Ruenkraitengsa, T. and Sanguandeekul S. "Cement Stabilization of Some Selected Weathered Rocks," Proceedings, 5th Southeast Asian Conference on Soil Engineering, Bangkok, Thailand, pp. 413-426, (1977).
- Siu-Mun, W. "Cement and Lime Stabilization of Selected Lateritic Soils." Thesis No. 409, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1971.
- Sowers, G.F. "Engineering properties of residual soils derived from igneous and metamorphic rocks." Proc. 2nd Panamer. Cong., Soil Mech. and Found. Engr. Brazil, Vol. I. pp. 39-61, 1963.
- Tezaghi, k. and Peck, R.B. Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons Inc., New York, 1948.
- Vargas, M. "Some engineering properties of residual clay soils occurring in southern Brazil." Proc. 3rd Int. Conj. Soil Mech. and Found. Engr., Zurich, Vol. I, pp. 67-71, 1953.
- Wang, J.W.H.; Mateos, M.; and Davidson, D.T. "Comparative Effects of Hydraulic, Calcitic and Dolomitic Limes and Cement in soil Stabilization" Highway Research Record, No. 29, pp. 42-54, 1963.

Wang J. N. H., et al. "Comparison of Various Commercial Limes for Soil Stabilization." Bulletin 335, Highway Research Board, pp. 65-79 National Research Council, Washington D.C., 1960.

Wilson S. D. "Suggested Method of Test for Moisture-density Relations of Soil Using Harvard Compaction Apparatus." Procedures for Testing Soils, ASTM, April, 1958.

Yang, R. N. and Markert, E. P. Introduction to Soil Behavior. New York: Macmillan Co., 1966.



ภาคผนวก ก.

ก.๑ การวิเคราะห์แร่โดยวิธี x-ray diffraction

Jackson (๑๙๕๖) และ Brown (๑๙๖๑) ได้อธิบายถึงหลักการของ x-ray diffraction นำมาประยุกต์ใช้กับดินเหนียว โดยใช้ลำแสงทรงสี่เหลี่ยมของรังสีเอกซ์ ฉายไปกระทบผลึกที่ยึดกันเป็นตารางในระบบ ๓ มิติ, ส่วนประกอบของแสงจะกระจัดกระจาย สะท้อนหักเหจากหลาย ๆ ระนาบของผลึก ซึ่งจะเป็นความสัมพันธ์ตามกฎของ Bragg ดังนี้

	λn	=	$2d_{hkl} \sin \theta$
เมื่อ	λ	=	ความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์, λ
	θ	=	มุมที่เกิดขึ้นระหว่างลำแสงของรังสีเอกซ์และระนาบของอะตอมของผลึก
	d	=	ระยะห่างระหว่างระนาบที่เหมือนกันหลาย ๆ ระนาบของอะตอมในผลึก (ระยะห่างที่แท้จริงสำหรับระนาบ h k l ของผลึกที่ยึดกันเป็นตารางในระบบ ๓ มิติ, เมื่อ h, k, l เป็นเลขชี้ เพื่อแสดงแบบ Miller ของระนาบต่าง ๆ)
	n	=	ลำดับของการสะท้อนแสงของรังสีเอกซ์

การศึกษา X-ray diffraction ในเบื้องต้น คือ การวัดระยะ d และความเข้มของรังสีเอกซ์ เนื่องจากแร่แต่ละชนิดมีคุณสมบัติประจำตัวของระยะห่างระหว่างอะตอมใน ๓ มิติแตกต่างกัน โดยมีมุมที่ลำแสงหักเหสำหรับแร่โดยเฉพาะ จะแสดงออกอย่างชัดเจน

ตัวอย่างดินเหนียวที่เตรียมสำหรับการวิเคราะห์ x-ray diffraction ควรจะเป็นประจุชนิดเดียวกัน (homoionic) เพื่อให้แน่ใจความสม่ำเสมอของปริมาณการคายน้ำ (hydration) (Barshad, ๑๙๕๐; Norrish ๑๙๕๔) ในการศึกษาตัวอย่างดินเหนียวได้เตรียมให้มีสภาพอิ่มตัวด้วยแมกนีเซียม และโปแตสเซียม ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่ถูกลำ

มาใช้ในการแลกเปลี่ยนประจุ ถึงแม้ว่าจะมีผู้คิดค้น (Kelley et. al, ๑๙๕๐, Jackson และ Hellman, ๑๙๕๒) เตรียมตัวอย่างใหม่ซึ่งสภาพความอึดตัวด้วยแคลเซียมมาก่อน แต่การเตรียมด้วยแมกนีเซียมและโปแตสเซียมนิยมใช้มากที่สุด เพราะแมกนีเซียมทำให้การดูดซับน้ำที่สม่ำเสมอในระหว่างชั้นของแร่ดินเหนียวที่ขยวงตัวขณะที่โปแตสเซียมจะจำกัดการดูดซับน้ำระหว่างชั้นของแร่ดินเหนียว

การแบ่งแยกชนิดของแร่ดินเหนียวขึ้นอยู่กับการหาระยะห่างระหว่างแผ่นซิลิกา (ค่า d) ต่าง ๆ และผลการวิเคราะห์เส้นกราฟที่ได้จากผลของการใช้ glycol และความรอนเช่าช่วย ค่า d สามารถหาได้ง่ายโดยการพิจารณา diffraction angle ที่บันทึกโดยเครื่อง x-ray diffractometer จากนั้นก็คำนวณค่า d โดยใช้สูตรของ Bragg ดังที่กล่าวมาแล้ว ค่า d ที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบกับตารางที่ ก.๑ และ ก.๒ เพื่อสรุปผลว่าเป็นแร่ดินเหนียวประเภทใด

ตารางที่ ก.๑ X-ray diffraction basal spacing ที่ได้จากระนาบ (๐๐๑)
ของ layer silicate mineral สำหรับการทดลองตัวอย่างแบบ
ต่าง ๆ กัน

Basal. Spacing (d), อังสตรอม	ประเภทของแร่ดินเหนียว
14.0 - 15.0	Mg - saturated, air - dried montmorillonite, vermiculite, chlorite
9.9 - 10.1	mica (illite), halloysite
7.2 - 7.5	metahalloysite
7.15	kaolinite, chlorite (2 nd order maximum)
17.7 - 18.0	Mg - saturated, glycerol - solvated montmorillonite
14.0 - 15.0	vermiculite, chlorite
10.8	halloysite
9.9 - 10.1	mica (illite)
7.2 - 7.5	metahalloysite
7.15	kaolinite, chlorite (2 nd order maximum)
14.0 - 15.0	K - saturated, air - dried chlorite, vermiculite (with interlayer aluminium)
12.0 - 12.8	montmorillonite
9.9 - 10.1	mica (illite), halloysite, vermiculite (contracted)
7.2 - 7.5	metahalloysite

ตารางที่ ก. • X-ray diffraction basal spacing ที่ได้จากระนาบ (๐๐๑) ของ layer silicate mineral สำหรับการทดลองตัวอย่างแบบต่าง ๆ กัน ๕๕

Basal spacing (d), อังสตรอม	ประเภทของแร่ดินเหนียว
7.15	kaolinite, chlorite (2 ^{nd.} order maximum)
14.0	K - saturated, heated (550°c.) chlorite
9.9 - 10.1	mica, vermiculite (contracted), montmorillonite, (contracted)
7.15	chlorite (2 ^{nd.} order maximum)

ตารางที่ ก.๒ การวินิจฉัย X-ray diffraction basal spacing สำหรับแร่
ต่าง ๆ ที่พบในดิน

ประเภทของแร่	Strongest x-ray peaks, d (อังสตรอม)			
	อุณหภูมิปกติ	110°c	400°c	550°c
Kaolinite	7.14; 3.57; 2.3	7.14	7.14	Gone
Halloysite 4H ₂ O	10.00; 5.00; 3.33	7.20	7.20	"
" 2H ₂ O	7.20; 3.60; 2.40	7.20	7.20	"
Illite	10.00; 5.00; 3.33	10.00	10.00	10.00
Clay mica	10.00; 4.50; 3.30	10.00	10.00	10.00
Montmorillonite				
air - dried	14.00-15.00, 4.50	10.00	10.00	10.00
glyceral-saturated	17.7 ; 8.9 ; 6.00	10.00	10.00	10.00
Vermiculite(2H ₂ O)	14.00; 7.00; 4.67	10.00	10.00	10.00
Attapulgate	10.48; 5.24; 3.49	10.40	Gone	Gone
Sepiotite	12.15; 6.01; 4.05	12.15	Gone	Gone
Quartz	3.34; 4.26; 1.82	-	-	-
Feldspar	4.00; 3.18-3.24; 1.80	-	-	-

ก.๒ การทดสอบหาแร่ชนิดต่าง ๆ

การวิเคราะห์หาแร่ชนิดต่าง ๆ ของตัวอย่างดินแกรนิตโดยวิธี x-ray diffraction เครื่อง x-ray diffractometer ของบริษัทฟิลลิป ซึ่งใช้ Cobalt K_{α} radiation (ความยาวคลื่นเท่ากับ ๑.๗๘๘๘ อังสตรอม) ทำให้เกิดการแผ่กระจายรังสี โดยมี Fe - filter สำหรับกรองคลื่นรังสีให้ผลเหลือออกมาเพียงคลื่นเดียว และทำการทดสอบตัวอย่างด้วยอัตราความเร็ว ๒ องศาต่อนาที

ก.๒.๑ การเตรียมตัวอย่างในขั้นต้น

(๑) นำตัวอย่างดินละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ ๒๐๐ มาประมาณ ๒๐ ถึง ๒๕ กรัม ใส่ลงในหลอดแก้ว centrifuge ขนาดปริมาตร ๑๐๐ ซี.ซี. เติมน้ำกลั่นลงไปให้ได้ ๒ ใน ๓ ของปริมาตรหลอดแก้ว คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน

(๒) นำไปเข้าเครื่อง centrifuge เปิดเครื่องปั่นหมุนประมาณ ๓๐ นาที และเทของเหลวใสออกเหลือแต่ตะกอนไว้

(๓) เติมน้ำกลั่น ๕๐ ซี.ซี. และ dispersing agent (Calgon) ความเข้มข้น ๕ % ปริมาตร ๒๐ ซี.ซี. ลงไปในหลอดแก้วคนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ทิ้งไว้นานคืน

(๔) เทสารละลายลงในถังของเครื่องกวนผสมไฟฟ้า เติมน้ำกลั่นลงไปให้เพียงพอ และเปิดเครื่องผสมเป็นเวลา ๓ นาที

(๕) เทส่วนผสมทั้งหมดผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ ๓๐๐ ลงในกระบอกแก้วขนาด ๑ ลิตร และเติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงระดับสูงประมาณ ๓๔ ซี.ซี.

(๖) คนให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน และปล่อยให้ตกตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในกฎของ Stoke ใช้หลอดแก้วจุ่มลงไปที่ระดับความลึก ๓๐ ซี.ซี. คูดุคเอาสารละลายซึ่งเป็นดินเหนียวลงไปในกระบอกแก้วขนาดเดียวกันอีกกระบอกหนึ่ง กระทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง โดยกวนผสมสารละลายให้ทั่วก่อนและปล่อยให้ตก แล้วคูดุคเอาสารละลายที่ความลึก ๒๐ ซี.ซี. ส่วนของดินเหนียวทั้งหมดจะถูกแยกออกมาใส่ไว้ในกระบอกแก้วขนาด ๑ ลิตร ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แยกเอาส่วนที่ตกตะกอนซึ่งเป็นดินเหนียวนำมาเติม CH_3COOH ลงไป

๓ หยดให้เป็นสารละลายกรก กวนผสมให้ทั่ว เติมสารละลาย $MgCl_2$ ประมาณ ๑๐ ซี.ซี. คนให้ทั่ว เพื่อให้ดินเหนียวแตกตัวจากกัน

ก.๒.๒ ขั้นตอนในการเตรียมดินเหนียว

ก.๒.๒.๑ นำตัวอย่างดินเหนียวที่ได้จากขั้นตอนใน ๓.๓.๑ (๖) ในสภาพสารละลาย ให้ดินเหนียวตกตะกอน (โดยใช้เวลาประมาณหนึ่งวัน) แล้วจึงเหวสารละลายออกเพื่อตกดินเหนียวเหลวประมาณ ๕๐ ถึง ๑๐๐ มิลลิลิตร แบ่งดินเหนียวเหลวในปริมาณเท่า ๆ กันลงในหลอดแก้วเล็ก ๆ สำหรับ centrifuge ๒ หลอด หลอดแรกและหลอดที่ ๒ ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างดินเหนียวเหลวให้มีสภาพความอืดตัวด้วยแมกนีเซียมและโปแตสเซียมตามลำดับ

ก.๒.๒.๒ การเตรียมตัวอย่างให้มีสภาพความอืดตัวด้วยแมกนีเซียม

- (๑) นำหลอดแก้วหลอดแรกมาล้างด้วย $MgCl_2$ ครั้งแรกก่อนและนำไป centrifuge
 - (๒) ล้างด้วย $Mg(OAc)_2$ ครั้งแรกและนำไป centrifuge
 - (๓) ล้างด้วย $MgCl_2$ และนำไป centrifuge
 - (๔) ล้างด้วยน้ำกลั่นและนำไป centrifuge
 - (๕) ล้างด้วยแอลกอฮอล์ และนำไป centrifuge ทดลองซ้ำกันไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งแน่ใจว่าไม่มีประจุคลอรีนเหลืออยู่ โดยตรวจสอบจากสาร $AgNO_3$ ถ้าพบว่า สารละลายขุ่นขาวแสดงว่า ยังมีประจุคลอรีนอยู่ และถ้าสารละลายใสเหมือนเดิมแสดงว่า ไม่มีประจุคลอรีนเหลือแล้ว
- (๖) การเตรียมตัวอย่างบนแผ่นกระจก (slide) ขนาด ๑" x ๑ $\frac{1}{2}$ " ผสมน้ำกลั่นเล็กน้อย คนผสมให้ทั่วจนเป็นดินเหนียวเหลว แล้วปล่อยให้ระเหยจนดินเหนียวชั้นพอจึงใช้หยดลงบนแผ่นกระจกให้เคลือบบาง ๆ บนผิว ก่อนทำการวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์

ก.๒.๒.๓ การเตรียมตัวอย่างใหม่สภาพความอืดตัวด้วยโปแตสเซียม

(๑) นำหลอดที่สองมาล้างด้วย KCl ครั้งแรก และนำไป centrifuge

(๒) ล้างด้วย KOAc ครั้งแรก และนำไป centrifuge

(๓) ล้างด้วย KCl, และนำไป centrifuge

ทดสอบซ้ำจากขั้นตอนที่ ๑ ถึง ๓

(๔) และ (๕) เหมือนกับขั้นตอนในหัวข้อ ก.๒.๒.๒ (๔) และ (๕) ตามลำดับ

(๖) การเตรียมตัวอย่างบนแผ่นกระจก (slide) โดยการ ปาดดินเหนียวเหลวลงบนแผ่นกระจกหรือแผ่นสไลด์บาง ๆ สม่ำเสมอจนตลอดแผ่น และเตรียมโดยวิธีการหยดดินเหนียว เหลวลงบนแผ่นสไลด์ให้เคลือบบนผิวกระจกบางเท่ากันตลอด

ก.๒.๓ การวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์

(๑) ตัวอย่างแผ่นสไลด์ที่มีสภาพความอืดตัวด้วยแมกนีเซียมและโปแตสเซียมที่ตากแห้งในอากาศจนแห้ง (air-dried) นำมาติดตั้งในเครื่องวัดมุม (goniometer) โดยพิจารณามุม ๒ จาก ๓ ถึง ๓๕ องศา ในอัตราความเร็ว ๒ องศาต่อนาที เมื่อเริ่มวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์ที่นายกระทบตัวอย่างบนแผ่นสไลด์ ค่าที่ได้ จะแสดงเป็นกราฟออกมา

(๒) นำตัวอย่างแผ่นสไลด์ที่มีสภาพอืดตัวด้วยแมกนีเซียมมาอบด้วยไอของ Ethylene Glycol ภายในเตาอบที่ควบคุมอุณหภูมิอยู่ระหว่าง ๘๐ - ๑๐๐ องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา ๒ ชั่วโมง

(๓) หลังจากตัวอย่างแผ่นสไลด์เย็นลง จึงนำไปวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์อีกครั้งหนึ่ง

- (๔) ส่วนตัวอย่างแผ่นสไลด์ที่มีสภาพที่อิมตัวด้วยโปแตสเซียมไฟไนต์มาเผา
ในเบ้าหลอมโลหะที่ควบคุมอุณหภูมิ ๕๕๐ องศาเซลเซียส ตลอด
ระยะเวลา ๒ ชั่วโมง
- (๕) หลังจากปล่อยให้ตัวอย่างแผ่นสไลด์เย็นลง จึงนำไปวิเคราะห์
ด้วยรังสีเอกซ์ อีกครั้งหนึ่ง

ก.๒.๔ การเตรียมตัวอย่างทรายเม็คปน (silt)

- (๑) นำตัวอย่างที่เป็นสารละลายของทรายเม็คปนในกระบอกแก้วขนาด
๑ ลิตร ในขั้นตอนที่ ก.๒.๑ (๖) เติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงระดับ
๑๐ ซี.ซี. คนจนผสมเข้าเป็นสารละลายเดียวกันและปล่อยให้ทิ้งไว้
๘ ชั่วโมง
- (๒) เทส่วนน้ำทิ้งและกระทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะแน่ใจว่าไม่มีส่วน
ดินเหนียวเหลืออยู่
- (๓) เทส่วนทรายเม็คปนลงในหลอดแก้ว centrifuge และล้างด้วย
น้ำกลั่น แล้วจึง centrifuge
- (๔) ล้างด้วยแอลกอฮอล์ แล้วจึง centrifuge และกระทำซ้ำอีก
ครั้งหนึ่ง
- (๕) นำไปเข้าเครื่องอบที่ควบคุมอุณหภูมิที่ ๕๐ องศาเซลเซียส เป็น
ระยะเวลาประมาณ ๒๔ ชั่วโมง
- (๖) บดตัวอย่างด้วยเครื่องบดลูกกลม (a ball mill) นาน
ประมาณ ๒ ชั่วโมง และส่วนที่ได้เป็นดินเหนียว ซึ่งมีขนาดเล็ก
กว่า ๒ ไมครอน จะถูกแยกออกด้วยขั้นตอนที่ (๑) และ (๒) ดัง
ที่กล่าวมาแล้ว
- (๗) เริ่มเดินเครื่องวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์ต่อไป

หมายเหตุ

- (ก) การล้างดินเหนียวในหลอดแก้ว centrifuge ใช้แท่งแก้วเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒ นิ้ว ยาวประมาณ ๘ นิ้ว มีปลายข้างหนึ่งสวมยางแบนใช้สำหรับคนผสมดินในหลอดแก้ว โดยวิธีการเติมสารละลายที่ใช้ล้างลงไปทีละน้อยจนผสมได้เป็นสารละลายเนื้อเดียวกัน
- (ข) การ centrifuge ในตัวอย่างที่เตรียมให้มีสภาพความอืดตัวควยแมกนีเซียม และโปแตสเซียมจะต้องทดลองควบคู่กันไปทั้งสองหลอด หลังจากการล้างควยสารละลายจะต้องนำไปซึ่ง ปรับให้หลอดแก้วทั้งสองมีน้ำหนักเท่ากัน โดยการเติมสารละลายที่ใช้ล้างของแต่ละหลอด และนำไปใส่ในเครื่อง centrifuge โดยวางในตำแหน่งที่อยู่ตรงข้ามกัน เพื่อให้เกิดแรงเหวี่ยงที่สมดุลย์ เปิดเครื่อง centrifuge จนกระทั่งดินเหนียวตกตะกอนจนหมด เหลือแต่สารละลายใส เติสารละลายใสทิ้งเหลือแต่ตะกอนดินเหนียวเหลวเตรียมที่จะนำไปล้างต่อไป



ก.๓ ผลของการวิเคราะห์แร่ โดยวิธี x-ray diffraction

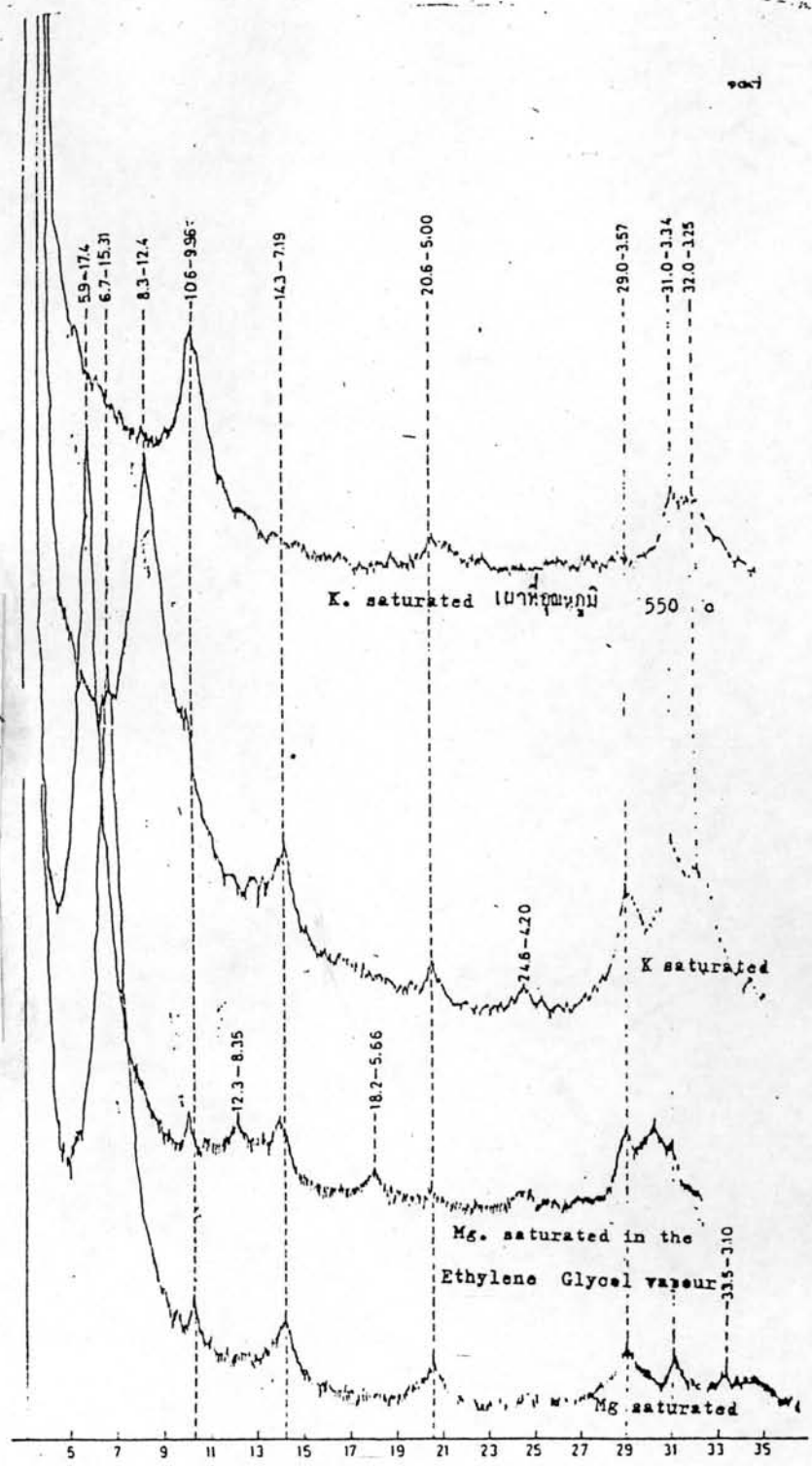
จากรูปที่ ก.๑ ถึง ก.๔ แสดงผลการวิเคราะห์ของตัวอย่าง S₁, S₂ และ S₃ ตามลำดับ เพื่อหาชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียวจากเส้นกราฟต่าง ๆ ในรูปจะแสดง diffraction angle (2θ) และระยะห่างระหว่างแผ่นซิลิกา (ระยะ d) ที่จุดยอดของเส้นกราฟ นำค่าเหล่านี้ไปเทียบกับตารางที่ ก.๑ และ ก.๒ ก็จะได้ชนิดของแร่ดินเหนียว ส่วนปริมาณแร่ดินเหนียวหาได้จากเปรียบเทียบความเข้มของการกระจายรังสี (Intensity of radiation) ของแร่ดินเหนียวแต่ละชนิดที่ได้จากการทดสอบกับความเข้มของการกระจายรังสีของแร่ดินเหนียวบริสุทธิ์ (Pure clay mineral) ดังแสดงไว้ในตารางที่ ๔.๒ แสดงชนิดประมาณของแร่ดินเหนียวในตัวอย่างที่มีขนาดเม็ดดินเล็กกว่า ๒ ไมครอน แต่เนื่องจากปริมาณแร่ดินเหนียวมีน้อยมากประมาณ ๑.๐ ถึง ๑๐.๐ เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของตัวอย่างดินแกรนิตทั้งหมด เพื่อให้เห็นชัดว่าปริมาณแร่ดินเหนียวทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างดินแกรนิต โดยเทียบจากผลการวิเคราะห์ขนาดคละของเม็ดดินดังแสดงไว้ในตารางที่ ๔.๔

จากรูปที่ ก.๕ และ ก.๖ แสดงถึงชนิดของแร่ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวอย่างดินแกรนิต วิธีการหาชนิดของแร่ก็เช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ข้างต้น ตัวอย่างที่ใส่ทดสอบนั้นเป็นตัวอย่างทรายเม็ดป่น (silt) ดังแสดงผลไว้ในตารางที่ ๔.๓

จากรูปที่ ก.๑ ถึง ก.๖ ได้แสดงสัญลักษณ์ของแร่ต่างๆที่ตำแหน่ง diffraction peak โดยกำหนดชื่อย่อของแร่ดังต่อไปนี้

- M - Montmorillonite
- Koa - Kaolinite
- I - Illite
- Q - ควอทซ์
- F - เฟลสปาร์
- M1 - ไมกา

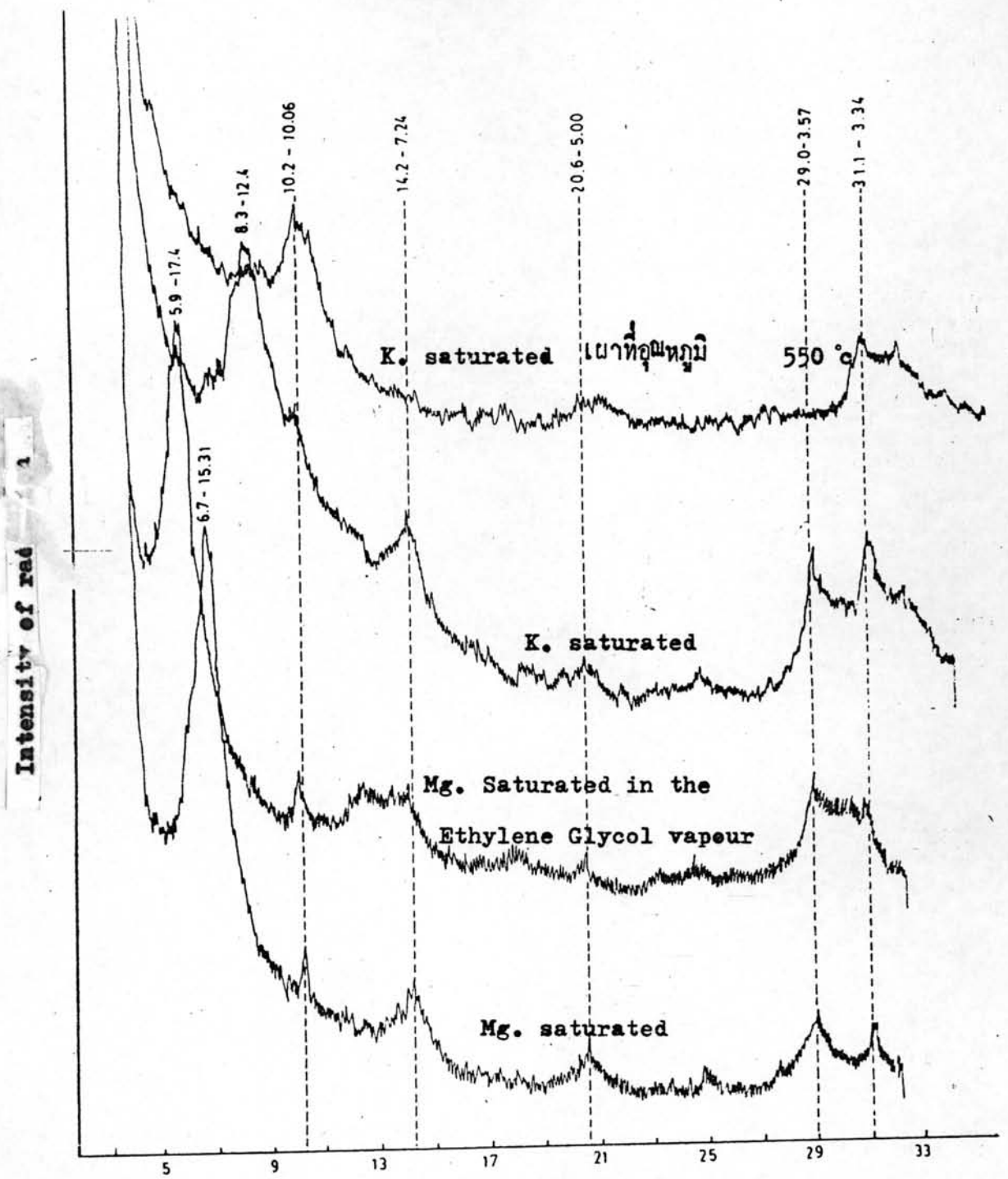
Intensity of radiation



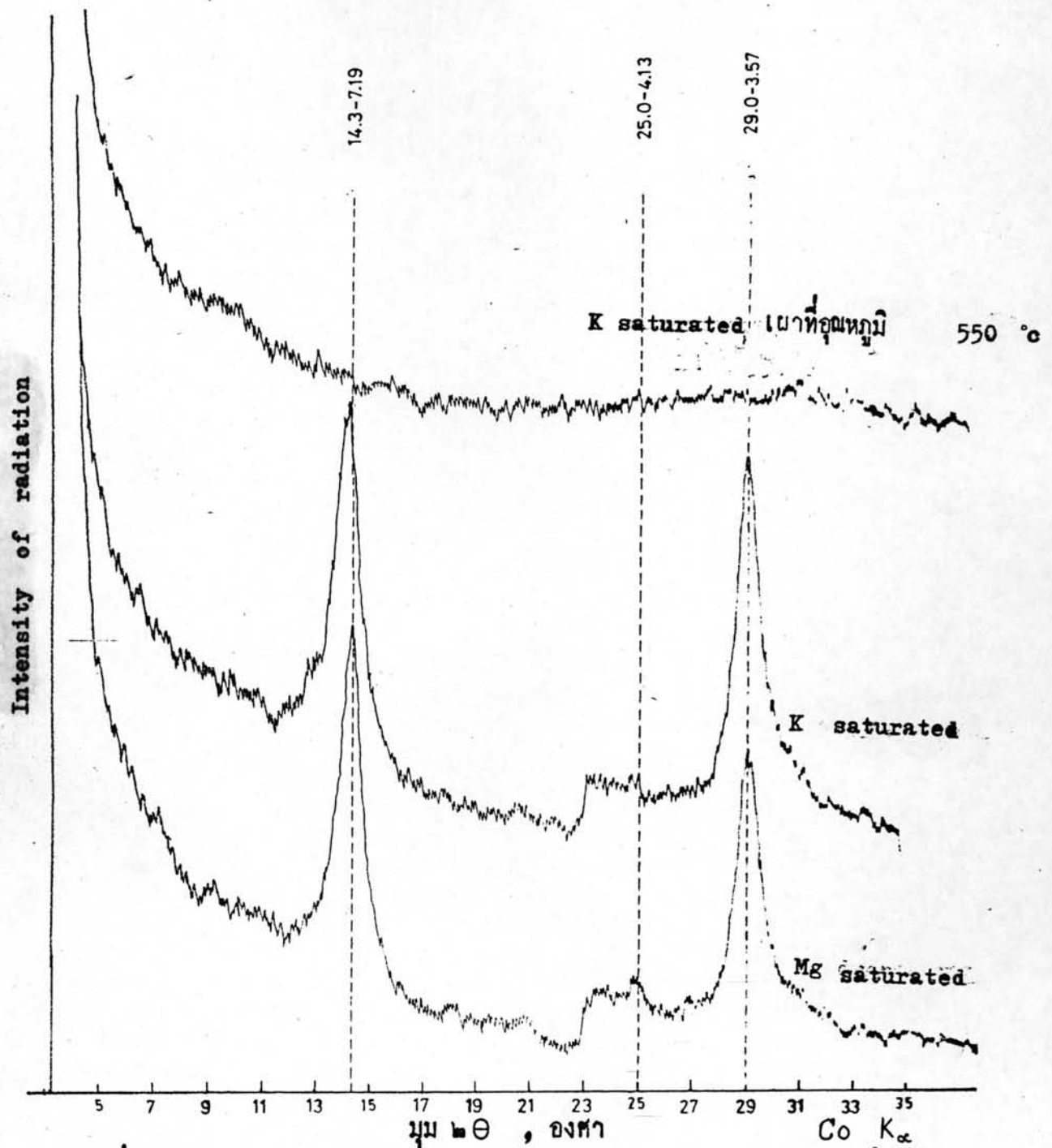
มุม 2θ , องศา

Co K_α

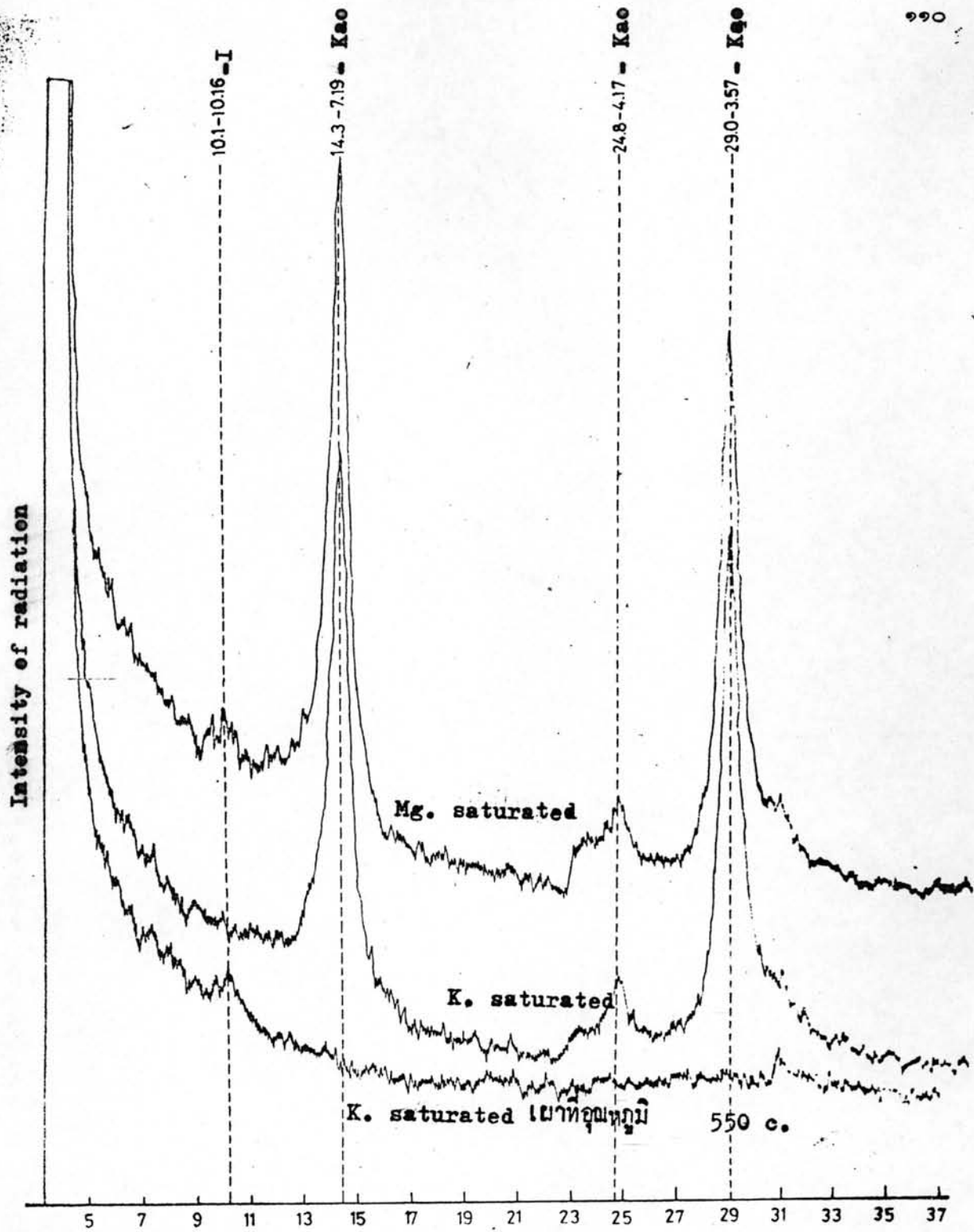
รูปที่ ๓. . ผลวิเคราะห์ร่วมกับเทคนิคการเลี้ยวรังสี x - ray diffraction ของตัวอย่าง S₁



รูปที่ ก. - ผลวิเคราะห์แทรกสอดด้วยวิธี X-ray diffraction ของตัวอย่าง S2
 มุม 2θ , องศา Co Kα₁

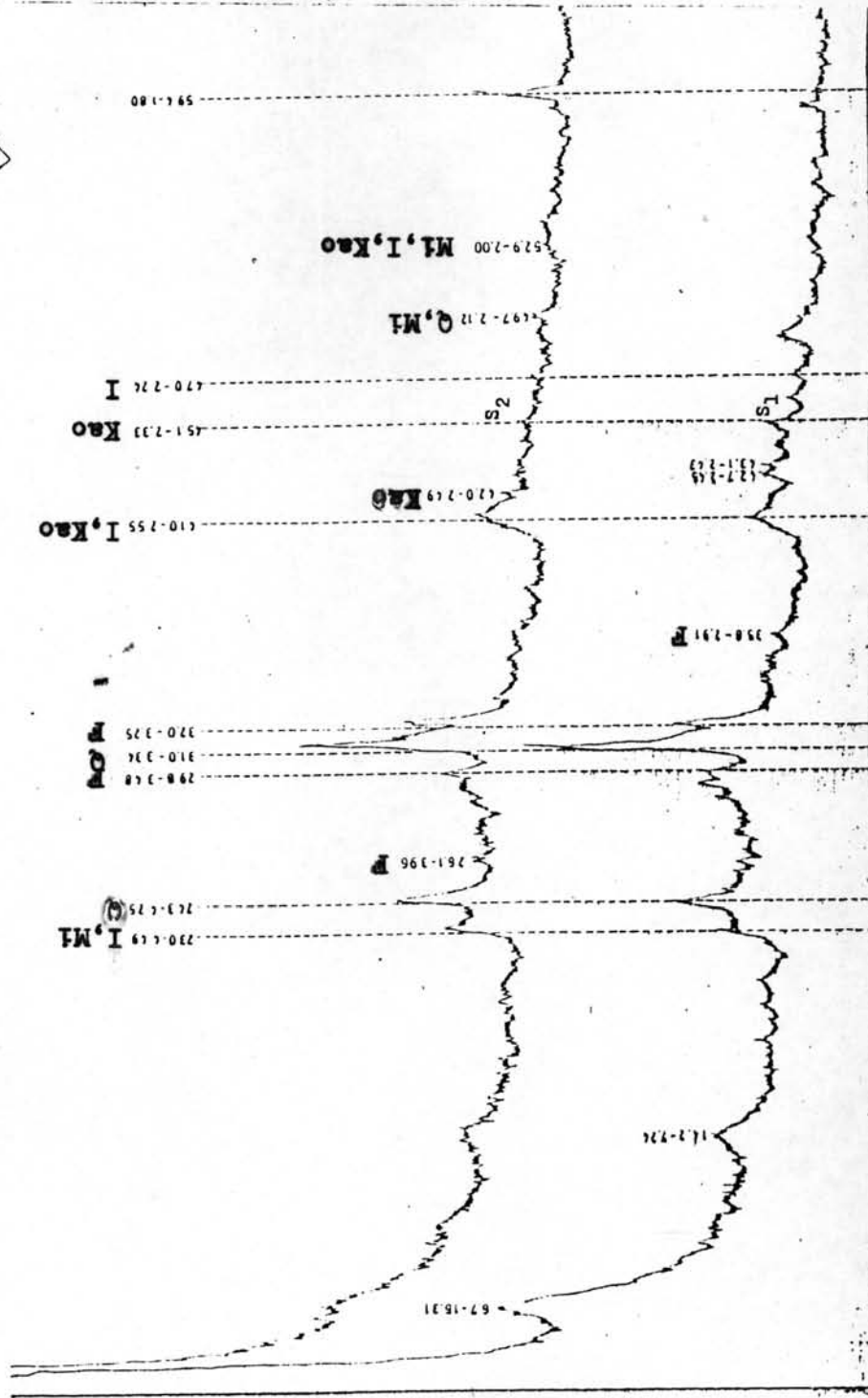


รูปที่ ๓ ผลวิเคราะห์แร่กินเหนียวโดยวิธี x-ray diffraction ของตัวอย่าง S₃



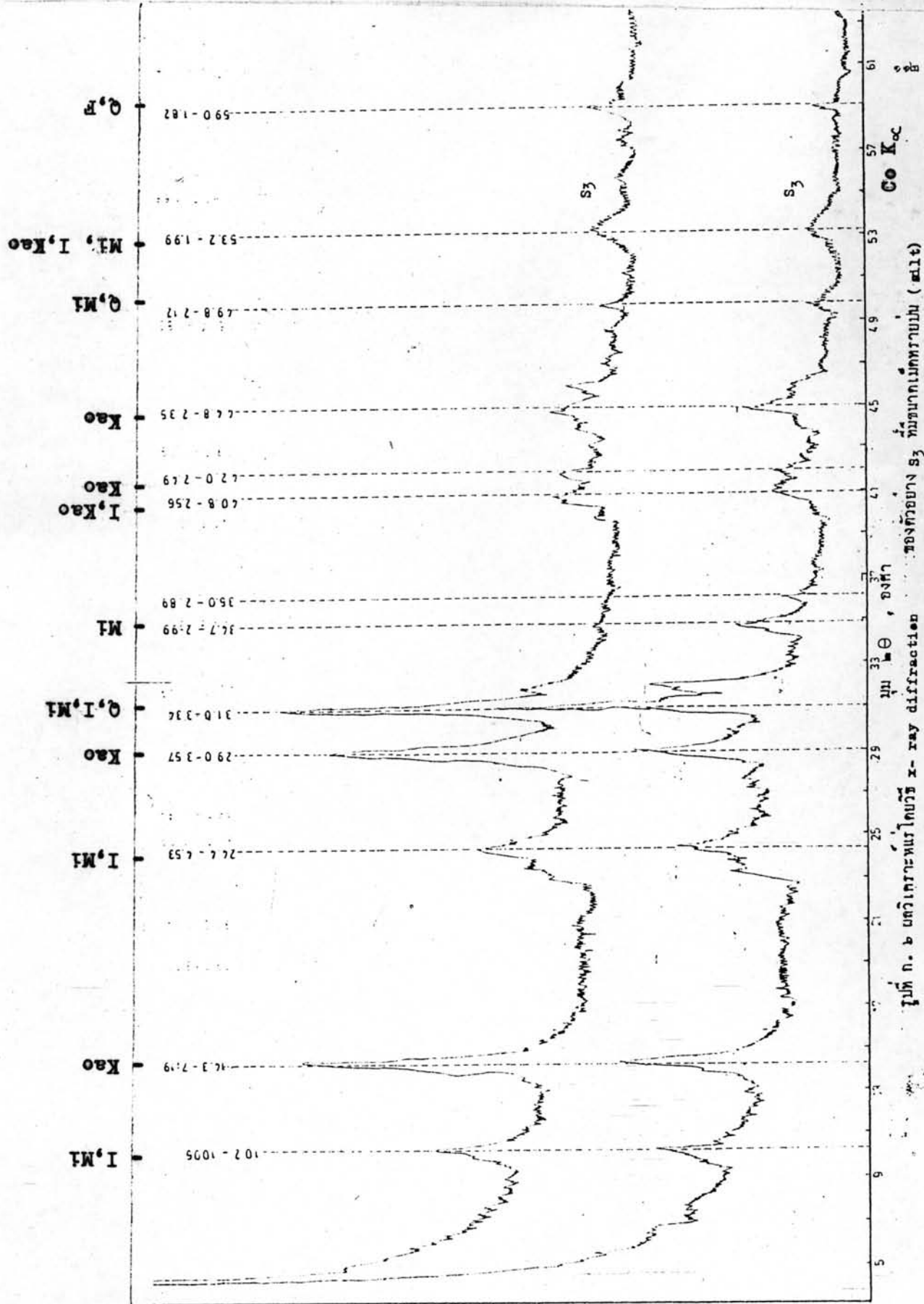
รูปที่ ๓. ๘ ผลวิเคราะห์แร่กินเหนียวโดยวิธี x-ray diffraction ของตัวอย่าง S₃
 มุม ๒θ องศา Co K_α

Intensity of radiation



รูปที่ ๑๕ แสดงผลการวิเคราะห์ x-ray diffraction ของตัวอย่าง S₁ และ S₂ ที่อุณหภูมิห้อง (airt) Co K α

Intensity of radiation



รูป ๑.๖ ผลการทดลองการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของสาร S₃ ที่อุณหภูมิห้อง (มิล)

ภาคผนวก ข

ผลทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรม

ตารางที่ ข. ๑ ผลทดสอบการบดอัดของส่วนผสมของตัวอย่างดินเหนียวและน้ำปูนใส
ที่ความชื้นแตกต่างกัน

อัตราส่วนของ ปูนขาว : น้ำ	S 1		S 2		S 3	
	$w_{optimum}, \%$	$max. \gamma_{dry},$ ก./ม. ^๓	$w_{optimum}, \%$	$max. \gamma_{dry}$ ก./ม. ^๓	$w_{optimum}, \%$	$max. \gamma_{dry}$ ก./ม. ^๓
๑๐๐	13.๐๐	1.86๐	15.๐๐	1.788	17.๐๐	1.69๐
1 : 1๐๐๐	13.2๐	1.836	15.2๐	1.797	17.3๐	1.7๐1
1 : 1๐	12.9๐	1.835	14.63	1.785	17.15	1.698
3 : 1๐	12.๘๐	1.86๐	1๕.2๐	1.793	17.52	1.715

หมายเหตุ อัตราส่วนปูนขาวต่อน้ำ = ๐ หมายถึงส่วนผสมที่เป็นน้ำ

๑๑๘

ตารางที่ ข. ๒.๑ กำลังแรงกดสูงสุดในแนวแกน (กก./ซม.^๒) ของส่วนผสมของตัวอย่าง S_1
และน้ำปูนใสที่ความเข้มข้น, ปริมาณความชื้นและระยะเวลาบ่มแตกต่างกัน

อัตราส่วนของปูนขาวต่อน้ำ	ปริมาณความชื้น %	ระยะเวลาบ่ม (วัน)			
		3	7	14	28
1: 1000	11	2.7720	2.7178	2.7706	2.7178
1: 1000	14	1.5352	1.2613	1.6945	1.4164
1: 1000	17	1.5352	1.2613	0.9796	0.8424
1: 10	11	1.8709	1.3406	1.968	1.446
1: 10	14	1.3068	1.91	1.428	1.1616
1: 10	17	0.999	1.303	1.076	1.1901
3: 10	11	1.8220	2.0068	1.862	2.0895
3: 10	14	1.6030	1.3450	1.450	1.7680
3: 10	17	0.8608	0.9364	0.844	0.9930
0	11	1.9953			
0	14	1.6132			
0	17	1.1650			

ตารางที่ ข.๒.๒ กำลังแรงกดสูงสุดในแนวแกน (กก./ซม.^๒) ของส่วนผสมของตัวอย่าง S_2
และน้ำปูนใสที่ความเข้มข้น, ปริมาณความชื้นและระยะเวลาบ่มแตกต่างกัน

1: 1000	13	2.3860	2.169	2.613	2.555
1: 1000	16	1.661	1.5397	1.742	1.900
1: 1000	19	1.416	1.4932	1.594	1.6374
1: 10	13	2.417	2.393	2.4416	2.828
1: 10	16	2.245	1.9852	2.1902	2.5004
1: 10	19	0.7192	0.6891	0.6373	0.7806

หมายเหตุ อัตราส่วนของปูนขาวต่อน้ำ = ๐ หมายถึง ส่วนผสมเป็นน้ำ

ตารางที่ ข.๒.๒ กำลังแรงกดสูงสุดในแนวแกน (กก/ซม.^๒) ของส่วนผสมของตัวอย่าง S₂
และน้ำปูนใสที่ความเข้มข้น, ปริมาณความชื้นและระยะเวลาบ่มแตกต่างกัน

อัตราส่วนของปูนขาวต่อน้ำ	ปริมาณความชื้น %	ระยะเวลาบ่ม (วัน)			
		3	7	14	28
3 : 10	13	2.2251	2.3561	1.7395	2.0447
3 : 10	16	2.0766	1.8676	1.9729	1.8493
3 : 10	19	1.2456	1.0759	1.3276	1.4480
0	13	2.6113			
0	16	1.6400			
0	19	1.0755			

ตารางที่ ข.๒.๓ กำลังแรงกดสูงสุดในแนวแกน (กก/ซม.^๒) ของส่วนผสมของตัวอย่าง S₃ และน้ำปูนใสที่ความเข้มข้น, ปริมาณความชื้นและระยะเวลาบ่มแตกต่างกัน

1 : 1000	15	1.5254	1.4905	1.6006	1.6475
1 : 1000	18	1.1775	1.2611	1.2572	1.2911
1 : 1000	21	0.9488	0.9959	0.9962	1.0115
1 : 10	15	2.0577	1.7738	1.8134	2.3029
1 : 10	18	0.9556	0.9497	1.0435	1.1562
1 : 10	21	0.5162	0.6352	0.7726	0.8090
3 : 10	15	1.7719	1.8159	1.4906	1.8105
3 : 10	18	1.3002	1.4019	1.3431	1.3121
3 : 10	21	0.8000	0.9910	0.9459	0.8915
0	15	1.9450			
0	18	1.5301			
0	21	1.1730			

หมายเหตุ อัตราส่วนของปูนขาวต่อน้ำ = 0 หมายถึง ส่วนผสมเป็นน้ำ

ตารางที่ ข. ๓.๑ ผลทดสอบ C B R ของส่วนผสมของตัวอย่าง S_1 และน้ำปูนใสที่ความชื้น และปริมาณความชื้นแตกต่างกันโดยใช้พลังงานในการบดอัดแตกต่างกัน

พลังงานที่ใช้ในการบดอัด	ความหนาแน่นแห้ง, ก.ม./ม.^3			C B R, %			Swell, %		
	ที่ ปริมาณความชื้น, %			ที่ ปริมาณความชื้น, %			ที่ ปริมาณความชื้น, %		
ฟุต-ปอนด์/ฟุต	11%	14%	17%	11%	14%	17%	11%	14%	17%
ความชื้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = ๑ : ๑๐๐									
4400	1.597	1.641	1.7087	3.55	8.83	7.82	0.0598	0.0236	0
9200	1.6725	1.797	1.7887	7.39	19.6	8.711	0.0505	0.0228	0
20533	1.7913	1.887	1.7998	26.47	26.13	4.67	0.0496	0.0276	0
ความชื้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = ๑ : ๑๐๐									
4400	1.64	1.743	1.757	6.0	15.3	6.31	0.134	0.004	0.004
9200	1.738	1.823	1.78	16.7	24.07	3.4	0.143	0.0095	0
20533	1.841	1.874	1.76	26.9	21.87	2.1	0.205	0.049	0
ความชื้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = ๑ : ๑๐									
4400	1.567	1.67	1.762	4.55	12.67	7.2	0	0.0315	0.055
9200	1.721	1.797	1.79	11.11	25.0	2.82	0	0.0827	0
20533	1.847	1.88	1.758	28.8	28.27	2.045	0	0.118	0
ความชื้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = ๓ : ๑๐									
4400	1.599	1.756	1.73	4.52	8.13	8.2	0.169	0.0772	0.0134
9200	1.718	1.793	1.778	15.93	17.6	5.6	0.1575	0.1496	0.34
20533	1.852	1.882	1.768	27.1	25.52	3.67	0.165	0.189	0.0764

ตารางที่ ข. ๓.๖ ผลทดสอบ C B R ของส่วนผสมของตัวอย่าง และน้ำปูนใสที่ความเข้มข้นและปริมาณความชื้นแตกต่างกันโดยใช้พลังงานในการบดอัดแตกต่างกัน

พลังงานที่ใช้ ในการบดอัด	ความหนาแน่นแห้งสูงสุด, $\frac{\text{กิโลกรัม}}{\text{ลิตร}}$ ที่ปริมาณความชื้น, %			C B R, % ที่ปริมาณความชื้น, %			การพองตัว, % ที่ ปริมาณความชื้น, %		
	13%	16%	19%	13%	16%	19%	13%	16%	19%
ความเข้มข้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = 0 = น้ำกลั่น									
4400	1.578	1.679	1.701	6.30	11.40	5.04	0.1575	0.0079	0.0150
9200	1.713	1.771	1.705	17.00	16.53	3.13	0.0197	0.0079	0.0157
20533	1.822	1.808	1.707	33.43	10.07	2.33	0.0079	0.1870	0.00
ความเข้มข้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = 1 : 1000									
4400	1.596	1.670	1.681	6.50	11.67	4.17	0.0173	0.000	0.00
9200	1.673	1.746	1.689	10.80	11.87	3.53	0.0228	0.0118	0.00
20533	1.788	1.769	1.685	29.53	6.67	1.87	0.0679	0.0221	0.0315
ความเข้มข้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = 1 : 10									
4400	1.596	1.652	1.662	8.4	10.7	5.00	0.0315	0.0197	0.0039
9200	1.690	1.700	1.670	14.8	18.33	2.22	0.0236	0.0173	0.00787
20533	1.790	1.769	1.690	29.0	17.5	2.22	0.055	0.026	0.00787
ความเข้มข้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = 3 : 10									
4400	1.608	1.678	1.670	7.6	9.8	4.8	0.0511	0.236	0.0181
9200	1.682	1.767	1.68	12.1	32.8	3.33	0.0512	0.0223	0
20533	1.823	1.776	1.65	28.1	6.5	1.93	0.0790	0.036	0

ตารางที่ ข. ๓.๓ ผลทดสอบ C B R ของส่วนผสมของตัวอย่าง 3 และน้ำปูนใสที่ความเข้มข้น และปริมาณความชื้นแตกต่างกัน โดยใช้พลังงานในการบดอัดแตกต่างกัน

พลังงานที่ใช้ในการบดอัด พุด/พุด ^m	ความหนาแน่นแห้งสูงสุด, $\frac{\text{กรัม}}{\text{ม}^3}$ ที่ปริมาณความชื้น, %			C B R, % ที่ปริมาณความชื้น, %			การพองตัว, % ที่ปริมาณความชื้น, %		
	15 %	18 %	21 %	15 %	18 %	21 %	15 %	18 %	21 %
	ความเข้มข้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = ๐ : ๐ = น้ำกลั่น								
4400	1.567	1.584	1.624	6.06	5.46	4.29	0.154	0.0315	0.0394
9200	1.668	1.650	1.637	11.4	5.16	3.33	0.149	0.0394	0.0197
20533	1.753	1.65	1.643	16.73	2.8	2.47	0.167	0.0236	0.01575
ความเข้มข้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = ๑ : ๑๐๐๐									
4400	1.507	1.568	1.589	2.63	7.55	6.71	0.133	0.953	0.071
9200	1.616	1.674	1.636	7.93	10.17	6.00	0.237	0.0591	0.037
20533	1.722	1.696	1.666	13.3	8.53	4.67	0.393	0.104	0.0504
ความเข้มข้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = ๑ : ๑๐									
4400	1.578	1.592	1.57	9.7	4.46	3.82	0.882	0.0220	0.0488
9200	1.643	1.653	1.659	8.587	3.64	4.9	0.124	0.0338	0.0661
20533	1.752	1.657	1.662	15.06	3.7	3.25	0.26	0.0165	0.0433
ความเข้มข้นของน้ำปูนใส = ปูนขาว : น้ำ = ๓ : ๑๐									
4400	1.611	1.575	1.596	6.37	6.4	5.73	0.2031	0.127	0.0102
9200	1.677	1.675	1.650	9.0	6.4	4.4	0.253	0.078	0.0087
20533	1.745	1.695	1.650	16.13	4.3	3.1	0.262	0.0721	0.0063

ตารางที่ ข. ๔.๑ ผลการทดลอง undrained triaxial compression ของส่วนผสมของตาอย่าง S_1 และนำปูนใส่ความเข้มข้นและระยะเวลาบ่มแตกต่างกัน

นำปูนใส่ความเข้มข้น ต่าง ๆ	ระยะเวลา บ่ม(วัน)	Confining pressure ๐.๕ กก./ซม. ^๒			Confining pressure ๑.๐ กก./ซม. ^๒			Confining pressure ๑.๕ กก./ซม. ^๒			c (กก./ซม. ^๒)	φ (องศา)
		ความ เครียด E	ความเค้น $\sigma_1 - \sigma_3$	ความเค้น σ_1	ความเครียด E	ความเค้น σ_1	ความเค้น σ_3	ความเค้น σ_1	ความเครียด E	ความเค้น $\sigma_1 - \sigma_3$		
1 : 1000	3	3.595	3.136	3.636	7.910	4.260	5.260	7.191	5.599	7.099	0.5	32
	7	7.191	1.681	2.181	๑๐.๐6	3.๐25	4.๐25	17.977	3.514	5.๐15	0.23	29
	14	7.910	2.๐5๐	2.55๐	10.78	3.๐๐1	4.๐๐1	14.382	3.274	4.774	0.31	29.5
	28	5.753	2.373	2.๐73	7.910	3.987	4.987	12.944	5.18๐	6.68๐	0.18	38
1 : 10	3	7.191	2.๐๐9	2.5๐9	7.947	4.25๐	5.25๐	10.๐67	4.44๐	5.94๐	0.21	3๐.3
	7	5.393	2.143	2.643	10.78	3.175	4.175	10.786	4.312	5.812	0.25	31.8
	14	3.595	2.452	2.952	3.595	2.๐62	3.๐62	7.91๐	1.248	2.748	0.384	32.4
	28	6.472	1.936	2.436	9.348	4.๐39	5.๐39	7.91	4.5๐4	6.๐๐4	0.165	34.5
3 : 10	3	7.19	2.๐27	2.527	๐.767	4.5๐๐	5.5๐๐	4.674	1.48๐	2.98๐	0.42	34
	7	6.472	2.597	3.๐97	15.82	3.352	4.352	5.๐337	3.668	5.167	0.60	24.6
	14	2.517	3.174	3.674	5.753	4.461	5.461	5.753	5.852	7.352	0.46	35.3
	28	2.517	2.94๐	3.44๐	3.236	4.439	5.439	8.๐๐	4.947	6.447	0.38	36.3
๐ ๐	7	5.752	2.112	2.612	15.1๐	3.271	4.271	13.663	3.22๐	4.721	0.26	32.6

หมายเหตุ หน่วยของความเค้นเป็น กก./ซม.^๒ ; หน่วยความเครียดเป็นเปอร์เซ็นต์ ; นำปูนใส่ความเข้มข้น = ๐ = น้ำ

ตารางที่ ข. ๘.๒ ผลจากการทดลอง Undrained Triaxial Compression ของส่วนผสมตัวอย่าง s_2 และน้ำปูนใส่ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาบ่มแตกต่างกัน

น้ำปูนใส่ที่ความเข้มข้น	ระยะเวลาบ่ม (วัน)	Confining pressure = ๐.๕ กก./ซม. ^๒			Confining pressure = ๑.๐ กก./ซม. ^๒			Confining pressure = ๑.๕ กก./ซม. ^๒			c (กก./ซม. ^๒)	φ (องศา)
		ความเครียด, E	ความเค้น, $\sigma_1 - \sigma_3$	ความเค้น, σ_1	ความเครียด, E	ความเค้น, $\sigma_1 - \sigma_3$	ความเค้น, σ_1	ความเครียด, E	ความเค้น, $\sigma_1 - \sigma_3$	ความเค้น, σ_1		
1 : 1000	3	5.865	2.700	3.200	11.378	4.380	5.380	16.240	4.240	5.74	0.43	34.0
	7	7.191	2.489	2.989	6.472	3.636	4.636	16.180	3.470	4.970	0.385	31.85
	14	2.876	2.825	3.325	10.786	4.110	5.110	12.5843	3.823	5.323	0.47	32.2
	28	4.315	2.910	3.410	9.348	4.107	5.107	4.167	4.167	5.667	0.40	32.5
1 : 10	3	4.315	2.425	2.925	4.783	4.57	5.57	13.248	4.680	6.180	0.35	33.0
	7	8.090	1.775	2.275	3.651	2.651	3.651	10.786	4.509	6.009	0.12	35.3
	14	7.191	2.130	2.630	4.595	3.595	4.595	12.583	4.220	5.720	0.16	36.0
	28	5.753	2.986	3.486	4.157	3.157	4.157	9.348	4.302	5.802	0.76	23.5
3 : 10	3	14.3820	2.150	2.650	5.761	4.761	5.761	7.191	4.410	5.910	0.30	32
	7	3.236	2.504	3.004	3.565	2.565	3.565	10.786	5.202	6.702	0.32	34.6
	14	6.472	2.467	2.967	4.701	3.071	4.701	7.191	5.780	7.281	0.17	39
	28	5.753	3.093	3.593	3.813	2.813	3.813	15.820	4.552	6.052	0.79	24.5
0		5.753	2.92	3.482	6.472	4.202	5.202	9.348	4.659	6.159	0.47	33.2

หมายเหตุ หน่วยของความเค้นเป็น กก./ซม.^๒; หน่วยของความเครียดเป็นเปอร์เซ็นต์ ; น้ำปูนใส่ที่ความเข้มข้น = ๐ = น้ำ

ตารางที่ ๗ ๘.๓ ผลจากการทดลอง Undrained Triaxial Compression ของส่วนผสมตัวอย่าง S_3 และน้ำปูนใส่ที่ความเข้มข้น และ ระยะเวลาบ่มที่แตกต่างกัน

น้ำปูนใส่ที่ความเข้มข้น	ระยะเวลาบ่ม (วัน)	Confining pressure = ๐.๕ กก./ซ.ม. ^๒			Confining Pressure = ๑.๐ กก./ซ.ม. ^๒			Confining pressure = ๑.๕ กก./ซ.ม. ^๒			c (กก./ซ.ม. ^๒)	φ (องศา)
		ความเครียด, ϵ	ความเค้น, $\sigma_1 - \sigma_3$	ความเค้น, σ_1	ความเครียด, ϵ	ความเค้น, $\sigma_1 - \sigma_3$	ความเค้น, σ_1	ความเครียด, ϵ	ความเค้น, $\sigma_1 - \sigma_3$	ความเค้น, σ_1		
1 : 1000	3	10.067	2.690	3.190	10.786	2.911	3.311	17.977	0.823	2.323	1.05	10
	7	10.786	1.976	2.476	8.629	2.502	3.502	12.584	3.685	5.185	0.33	27
	14	9.340	1.745	2.245	17.977	1.993	2.992	16.180	3.041	4.541	0.36	23.4
	28	8.629	2.301	2.801	12.944	3.126	4.126	16.539	3.845	5.345	0.43	27.7
1 : 10	3	4.315	1.811	2.311	12.584	2.802	3.802	19.775	4.556	6.056	0.12	35
	7	7.191	1.944	2.444	17.977	1.573	2.573	14.382	3.604	5.104	0.37	26
	14	6.472	2.001	2.501	7.910	2.557	3.557	13.663	4.609	6.109	0.20	34
	28	10.067	1.895	2.395	11.500	2.775	3.775	13.663	3.657	5.357	0.26	29.7
3 : 10	3	10.786	1.920	2.419	9.348	3.038	4.038	12.584	4.352	5.852	0.175	33.6
	7	7.191	2.079	2.579	12.944	3.971	4.971	10.067	3.916	5.416	0.025	41
	14	5.753	2.361	2.879	9.340	3.427	4.427	13.663	4.609	6.109	0.36	31.3
	28	7.191	2.425	2.925	12.944	4.307	5.307	10.786	4.577	6.077	0.13	40.4
0		7.910	2.051	2.551	10.067	2.878	3.878	10.786	3.367	5.189	0.36	27.2

หมายเหตุ ความเค้นมีหน่วยเป็น กก./ซ.ม.^๒ และความเครียดมีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ ; น้ำปูนใส่ที่ความเข้มข้น = ๐ = น้ำ

ประวัติการศึกษา

นายจิรัชย์ เหล่ามานิต สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
(เกียรตินิยมอันดับสอง) จากสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า ธนบุรี

ปัจจุบัน รับราชการอยู่ที่ หน่วยงานวิเคราะห์ดิน งานสำรวจและวิจัย
กองก่อสร้าง กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

