



เอกสารอ้างอิง

- AASHTO "Standard Specification for Transportation Materials and Method of Sampling and Testing. Part II : Methods of Sampling and Testing." Washington, 1978.
- BUNNAG, ANUPHAN. "Swelling Characteristics of Plastic Soil with and without Lime Stabilizer." Master's Thesis No.78, SEATO Graduate School of Engineering, Bangkok, 1964.
- CHARERNNIT,WISIT." Swelling Characteristics of Plastic Soil with Fine Sand Stabilizer." Master's Thesis No.112, SEATO Graduate School of Engineering, Bangkok, 1965.
- CRAWFORD,C.B. "Interpretation of the Consolidation Test." J.Soil Mech. and Found. Div., ASCE, Vol.90, S.M.5 : pp 87-102,1964.
- GRIM, R.E. Clay Mineralogy. New York : Mc.Graw-Hill Book Co.,1968.
- HOLTZ, W.G. and GIBBS,H.J. "Engineering Properties of Expansive Clay." Trans.ASCE, Vol.121, pp 641-663, 1956.
- KOMONIK, A and DAVIS,D. "Prediction of Swelling Pressure of Clays." J.Soil Mech. and Found, Div.,ASCE, Vol.95,SM1, pp 209-225, 1969.

- LADD, C.C. "Mechanism of Swelling by Compacted Clay." Highway Research Board. No.245, pp 10-26, 1960.
- LAMBE, T.W. Soil Testing for Engineers. New York : John Wiley & Sons, 1951.
- LAMBE, T.W. "The Structure of Compacted Clay. J.Soil Mech. and Found. Div.ASCE, Vol. 84, SM 2, pp 1-34, 1958.
- LAMBE, T.W. "The Engineering Behavior of Compacted Clays." J.Soil Mech. and Found.Div., ASCE, Vol.84, SM 2, 1958.
- LAMBE, T.W. and WHITMAN, R.V. Soil Mechanics, New York : John Wiley & Sons Inc., 1967.
- LEONARDS, G.A. "Engineering Properties of Soils." In Foundation Engineering, G.A.Leonards (ed.), New York : Mc.Graw-Hill Book Co., 1962.
- MITCHELL, J.K. Fundamentals of Soil Behavior. New York : John Wiley & Sons, 1976.
- NALEZNY, C.L. and LI, M.C. "Effect of Soil Structure and Thixotropics Hardening on the Swelling Behavior of Compacted Clay Soils." Highway Research Record, No.209, pp 1-22, 1967.

- NISHIDA, Y.NAYAWA, S.,and KOIKE, H."On Swelling Pressure of Clays."
Proc. of the 4 th Asian Reg.Conf. on SMFE, Vol. 1, Bangkok,
Thailand, pp 391-395,
- OLSON, R.E. "Effective Stress Theory of Soil Compaction." J.Soil
Mech. and Found. Div.ASCE, Vol.89, SM2, pp 27-45, 1963.
- PLANGPONGPUN, SONCHAI. "Strength Characteristics of Compacted Clay
in Relation to Pavement Design." M.Eng.Thesis No.1014,
Asian Institute of Technology, Bangkok Thailand,
- PROCTOR,R.R. "Fundamental Principles of Soil Compaction." Engineering
News Record, Vol.111, pp 245-248, New York, 1933.
- ROAD RESEARCH LABORATORY. Soil Mechanics For Road Engineers. Her
Majesty's Stationary Office, London, 1952.
- SAMBHANDHARAKSA,SURACHAT. "Effect of Salt Content on Thixotropic
Behavior of Compacted Clay." M.Eng Thesis No.361, Asian
Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1970.
- SEED, H.B. and CHAN,C.K. "Structure and Strength Characteristics of
Compacted Clay" J.Soil Mech. and Found.,ASCE, Vol.85,SM5,
pp 87-128, 1959.
- SUTABUTRA,PRINYA. "Compressibility of Compacted Bangkok Clay."
Master's Thesis No.187, SEATO Graduate School of Engineering,
Bangkok, 1967.

SEED, H.B., MITCHELL, J.K. and CHAN, C.K. "The Strength of Compacted Cohesive Soils." Research Conference on Shear Strength of Cohesive Soils, pp 877-964, Colorado, 1960.

SEED, H.B., MITCHELL, J.K. and CHAN, C.K. "Study of Swell and Swell Pressure Characteristics of Compacted Clays." Highway Research Board, No.313, pp 12-39, 1962.

SUDDIPRAKARN, CHAIRAT. "Effect of Soil Structure on Consolidation Characteristics of Clay." M.Eng.Thesis No.697, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1974.

SURASAK NIRANVICHAIYA. "Mineralogical and Chemical Composition of Bangkok Clay." Master's Thesis, Department of Civil Engineering, Graduate School, Chulalongkorn University, 1978.

TAYLOR, D.W. Fundamentals of Soil Mechanics. New York : John Wiley and Sons, 1948.

TERZAGHI, K. and PECK, R.B. Soil Mechanics in Engineering Practice. New York : John Wiley and Sons, 1967.

WU, T.H. Soil Mechanics. Boston : Allyn and Bacon, Inc., 1976.

YONG, R.N. and WARKENTIN, B.P. Introduction to Soil Behaviour

New York : Macmillan Co., 1966.

YONG, R.N. and WARKENTIN, B.P. Soil Properties and Behaviour.

Amsterdam : Elsevier Scientific Publishing Co., 1975.

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ทางด้านอุณหภูมิจึง (Thermal Analysis)

ก.1 หลักการ

การวิเคราะห์ทางด้านอุณหภูมิจึง กระทำโดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่างดิน เมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิสูง (ประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ ประมาณ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที) โดยเทียบกับ inert material ที่มีคุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของการเผาขณะทำการทดลอง ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ Al_2O_3 เป็น inert material

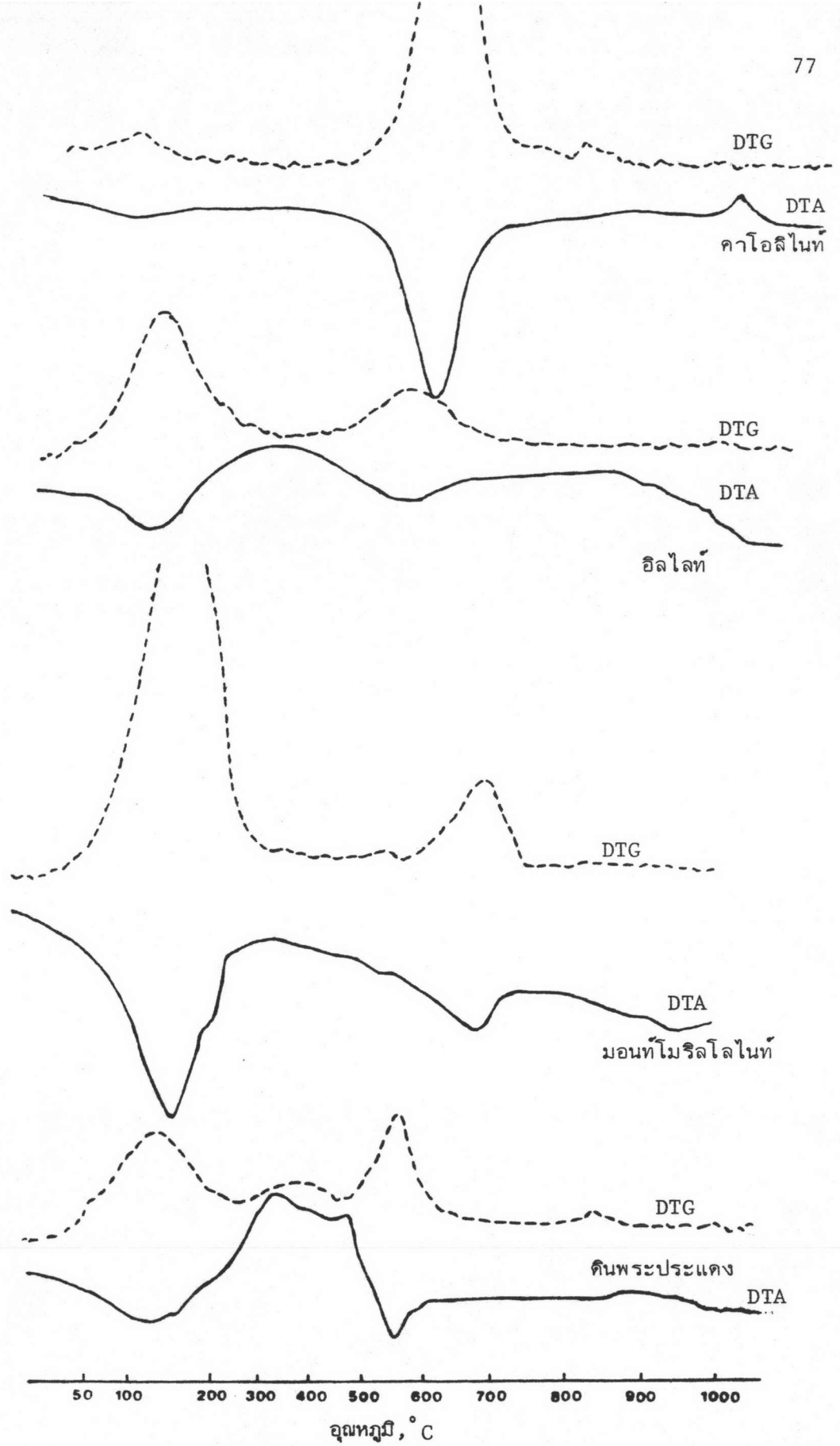
การวิเคราะห์สามารถแยกเป็น 2 กรณี คือ

1. วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่าง เนื่องจากการหนีของน้ำหรือก๊าซที่เกิดขึ้น (Thermogravimetric Analysis)
2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพลังงาน เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาการดูด-คายความร้อน (endo-exothermic reactions) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ซึ่งเรียกว่า การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจึง (Differential Thermal Analysis หรือ DTA)

ก.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของตัวอย่างดินทั้ง 2 กรณีข้างต้น จะแสดงออกมาในรูปกราฟซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิจึง การสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงพลังงาน

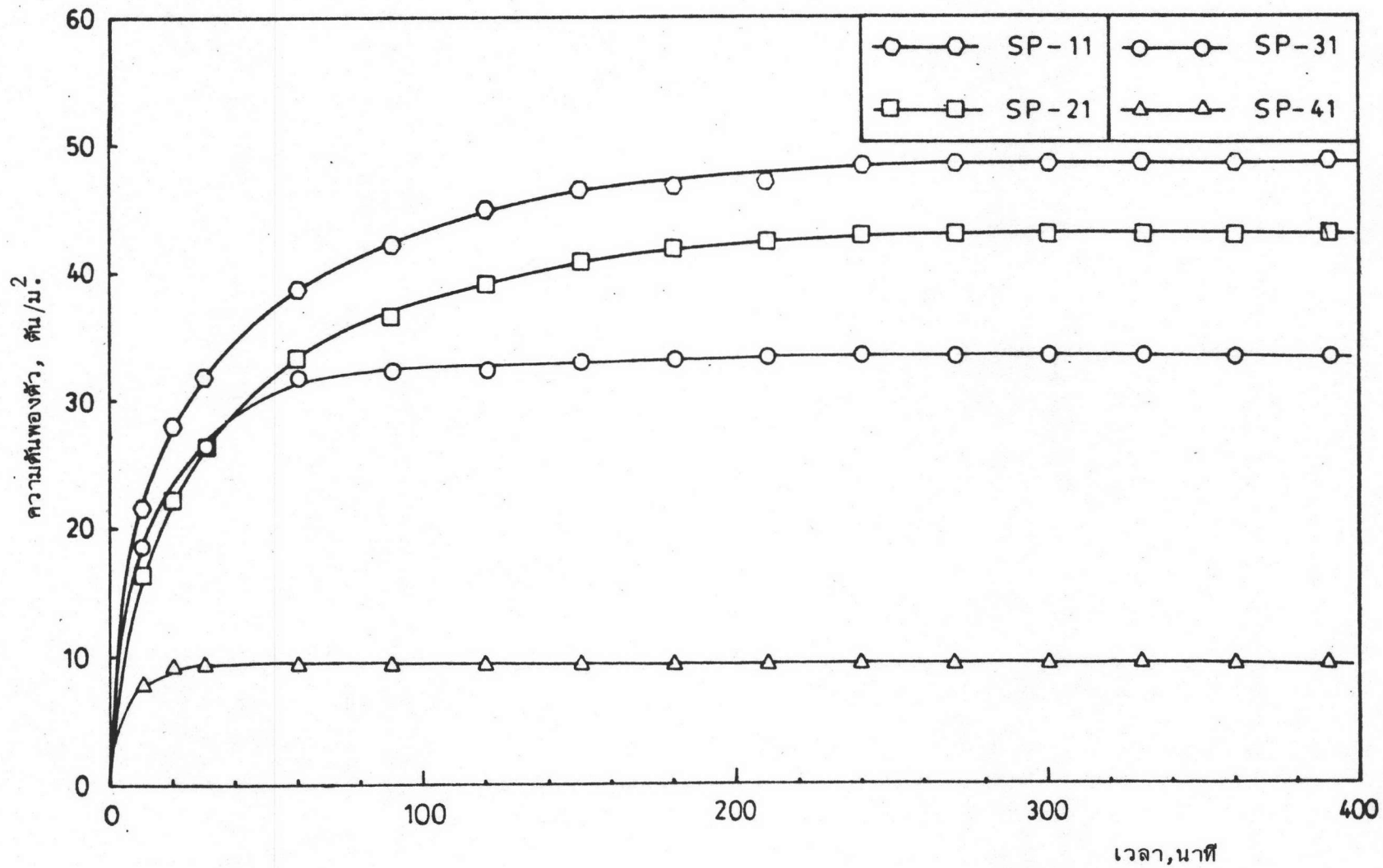
ในการศึกษานี้จะทำการพิจารณาเฉพาะแร่ดินเหนียวอย่างคร่าว ๆ ที่ประกอบในตัวอย่างดิน โดยใช้หลักการที่ว่า พื้นที่ใต้กราฟของการวิเคราะห์ DTA เป็นสัดส่วนกับปริมาณของสารนั้น จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแร่ดินเหนียวหลักของดินแถบกรุงเทพฯ และบริเวณใกล้เคียงมี คาโอลิไนท์ อิลไลต์ และมอนทโมริลโลไนท์ (สุรศักดิ์ นิรันดร์วิชัย, 2521) และจากผลการทดลองของตัวอย่างดินที่ใช้ศึกษาลักษณะการพองตัว และแร่ดินเหนียวบริสุทธิ์ (pure clay mineral) ได้แก่ คาโอลิไนท์ อิลไลต์ และมอนทโมริลโลไนท์ (รูปที่ ก.1) พบว่ามีปริมาณมอนทโมริลโลไนท์ ในตัวอย่างดินประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักดินทั้งหมด



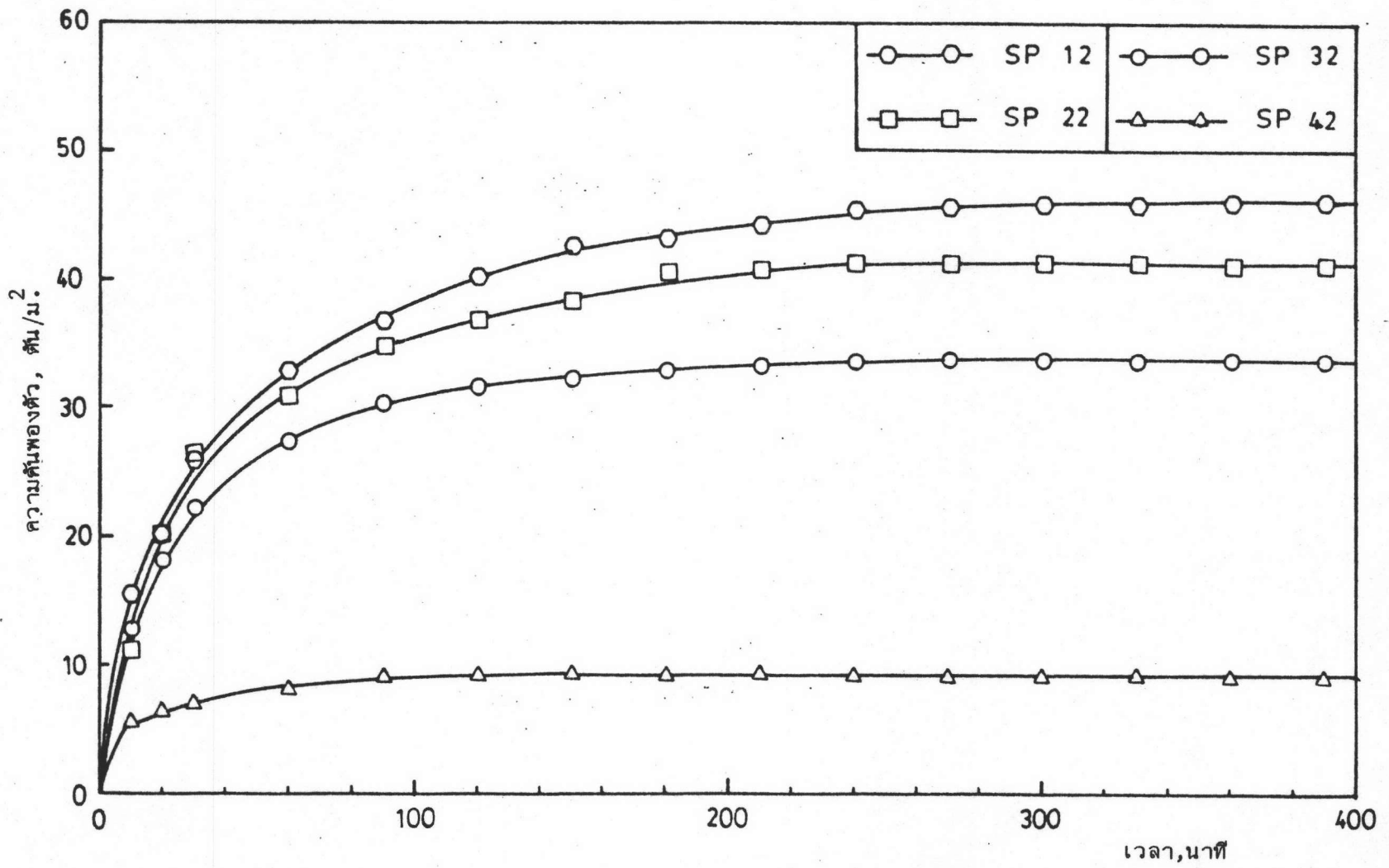
รูปที่ ก.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง DTG, DTA และอุณหภูมิของแร่ดินเหนียว
บริสุทธ์ และตัวอย่างดินจากพระประแดง

ภาคผนวก ข

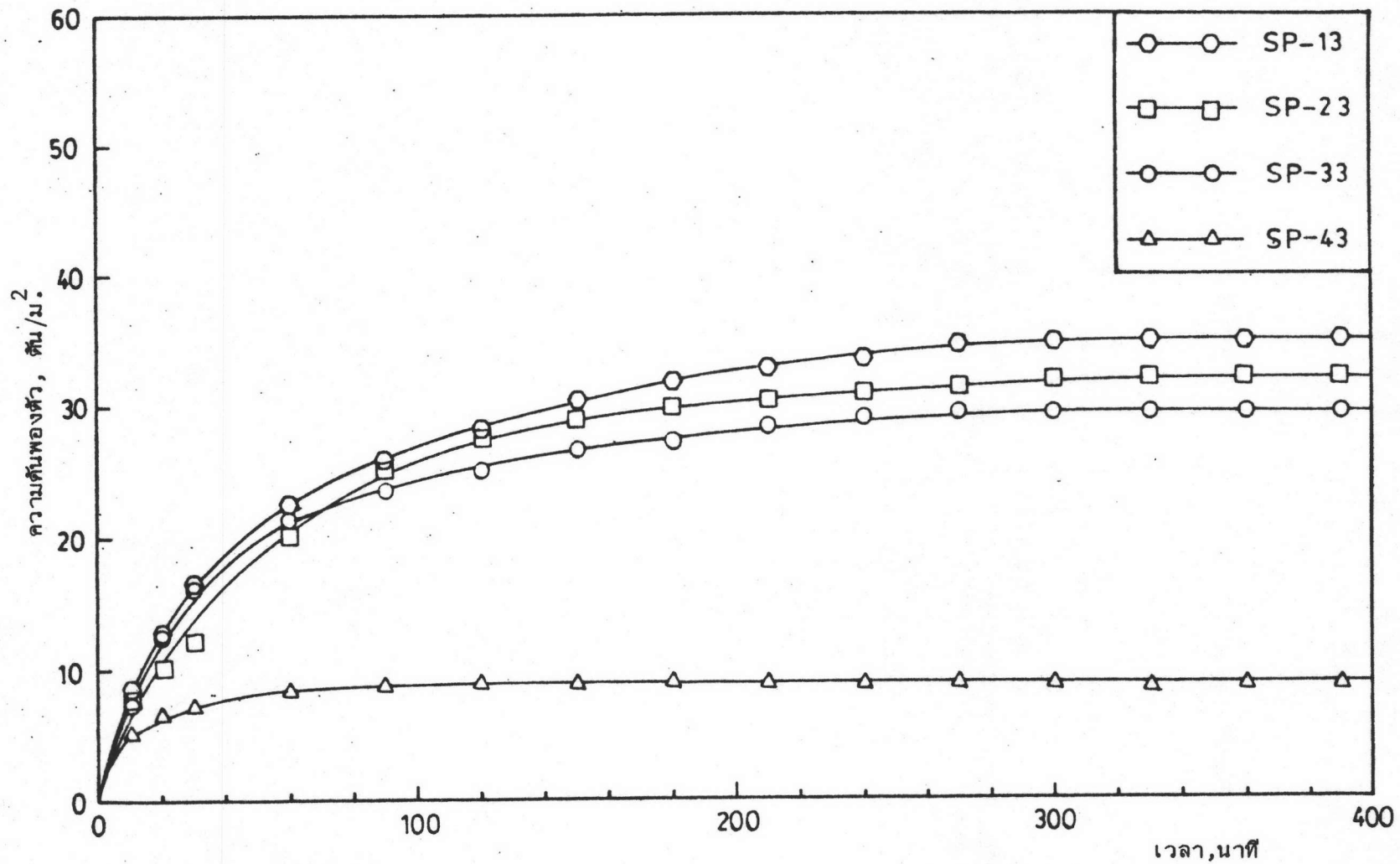
รูปเกี่ยวกับการทดสอบความดันพองตัวและการพองตัว



รูปที่ ข.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันพองตัวและเวลา โดยบดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 16.9 %



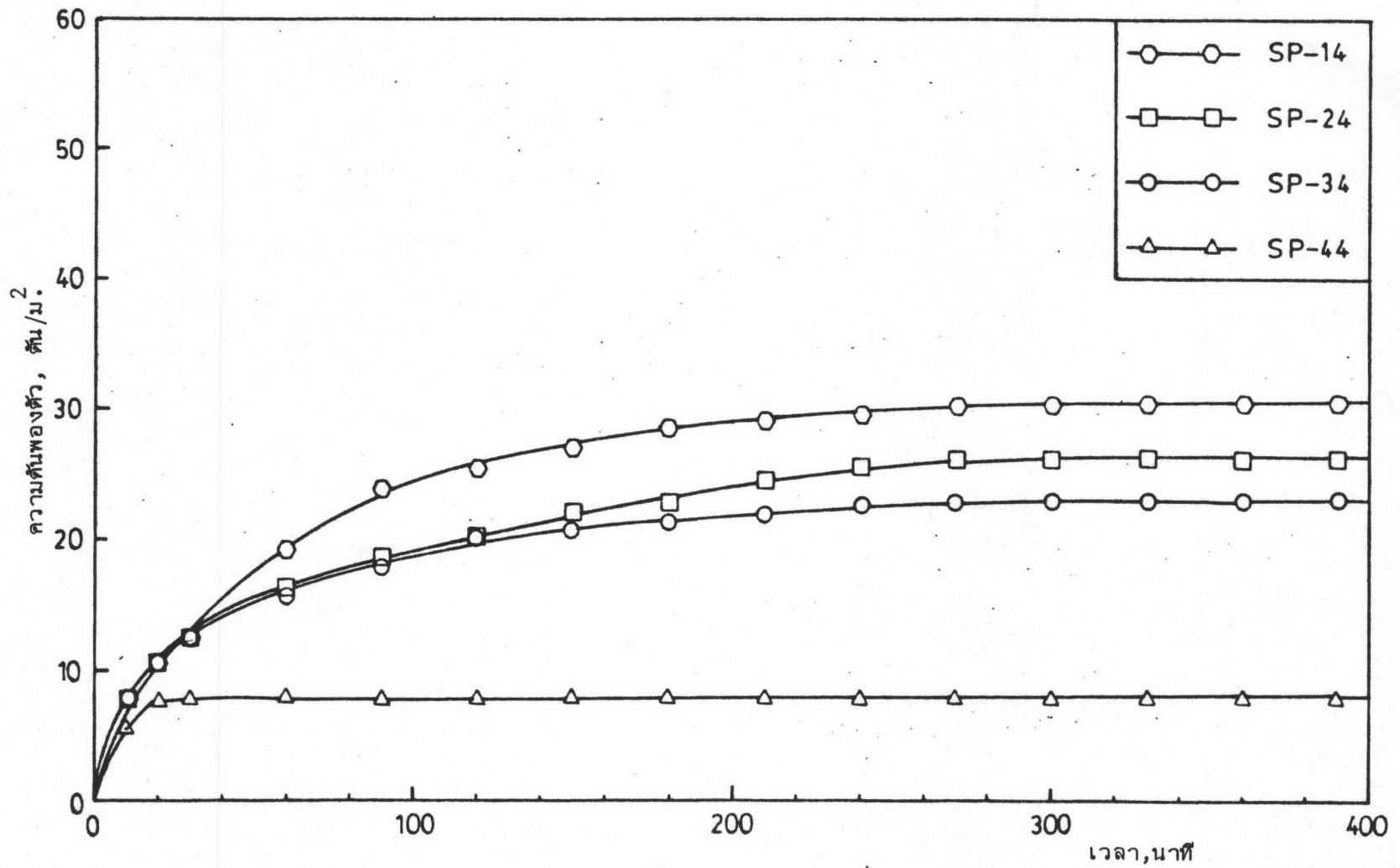
รูปที่ ข.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันพองตัวและเวลา โดยบดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 17.7 %



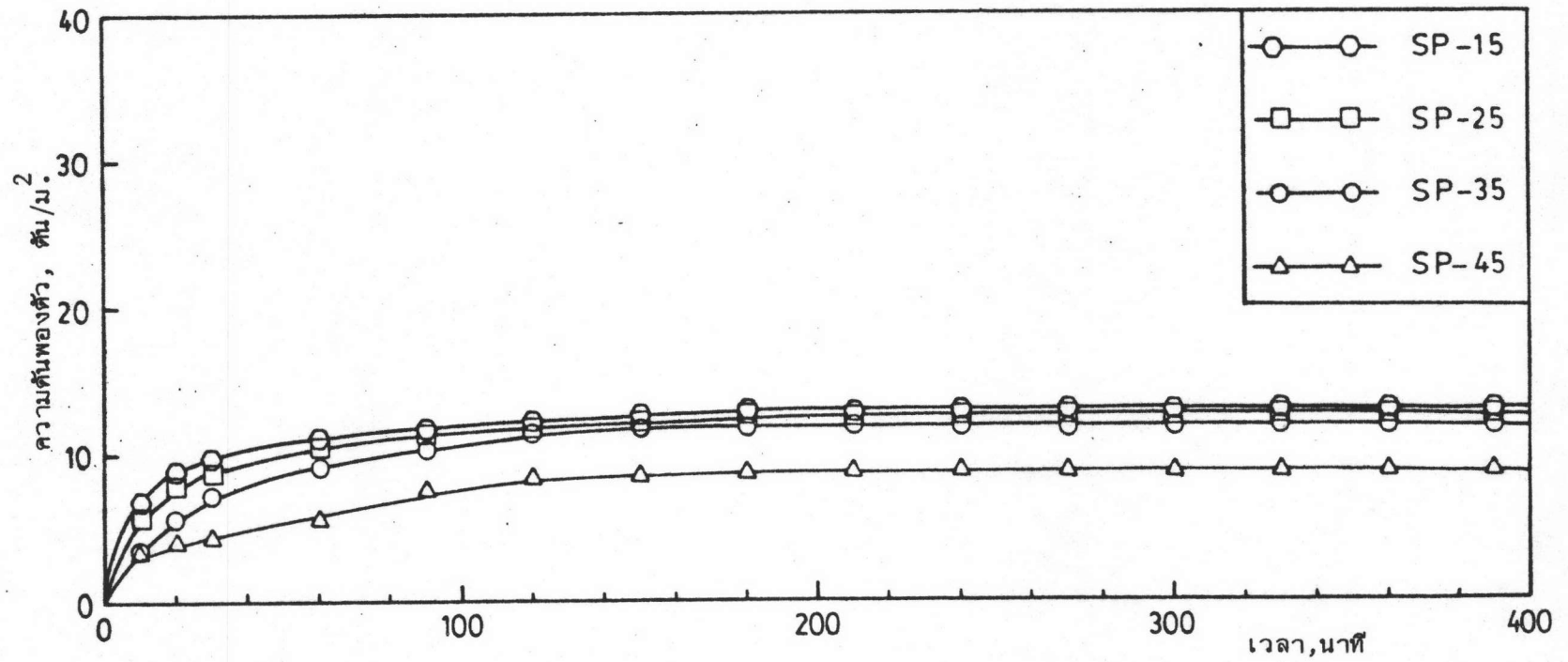
รูปที่ ข.3

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันพองตัวและเวลา

โดยกดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 20.0 %

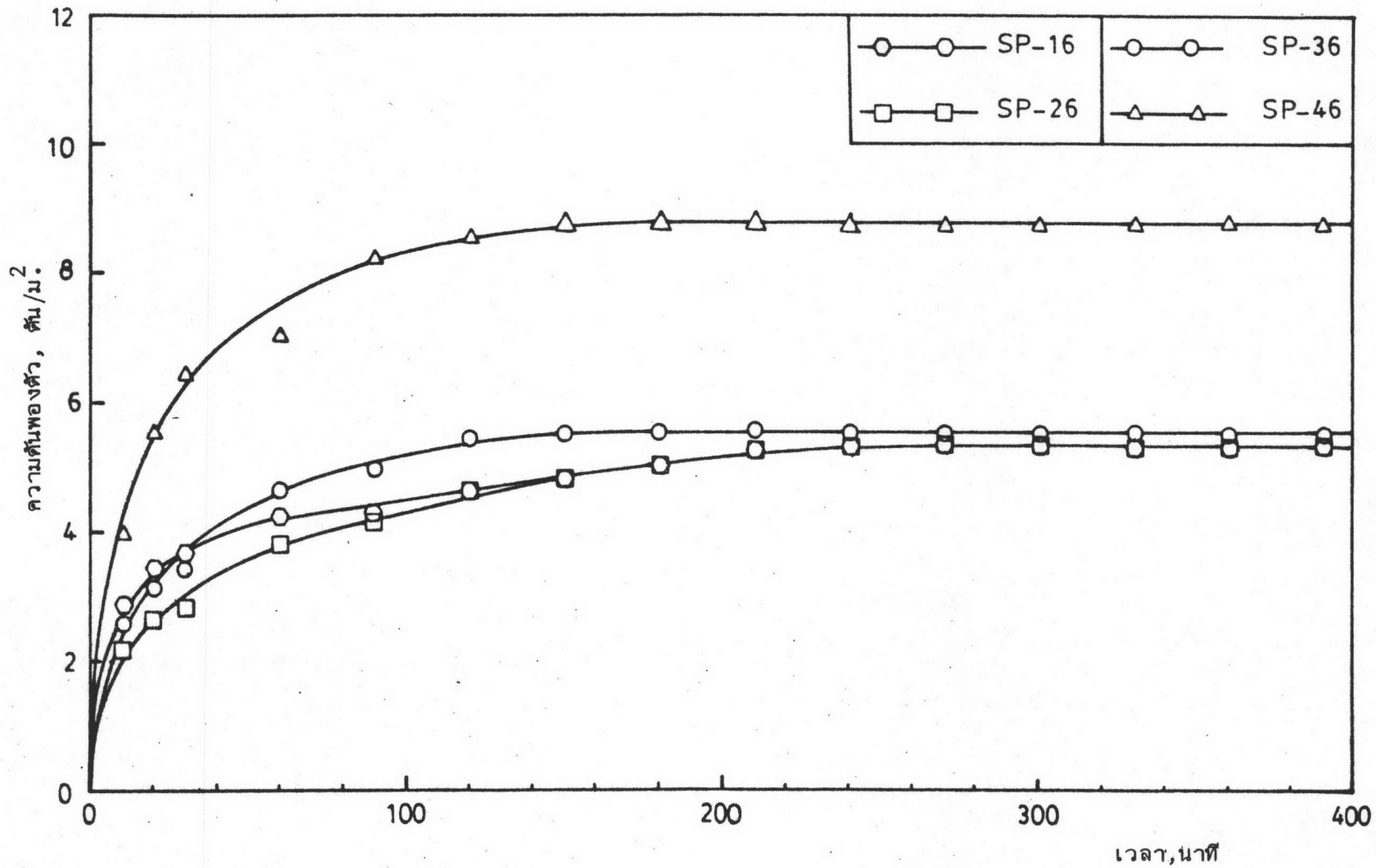


รูปที่ ข.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันพองตัวและเวลา โดยบดอัดดินที่ปริมาณความชื้น 22.3 %



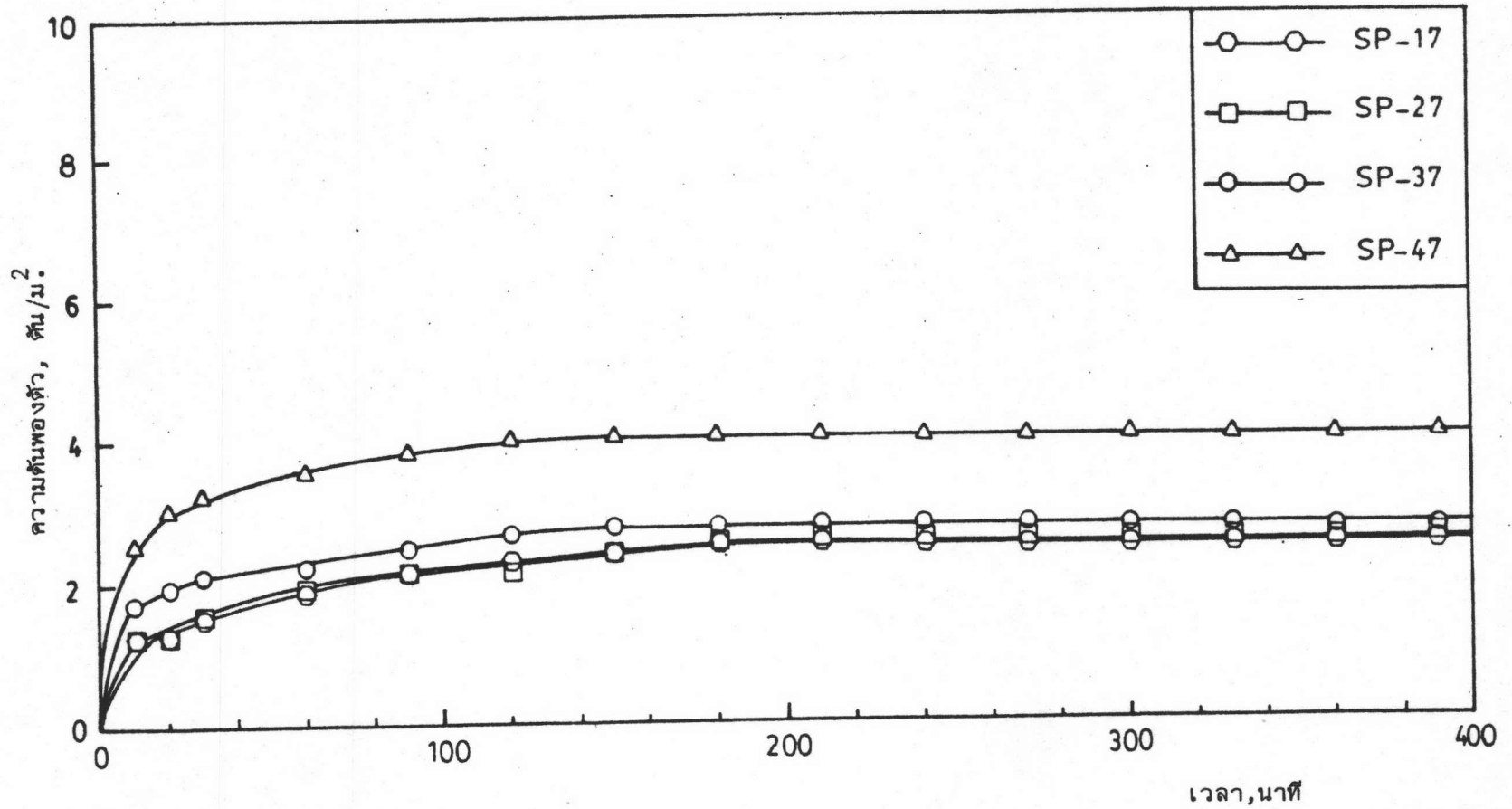
รูปที่ ข.5

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันพองตัวและเวลา โดยบดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 24.2 %



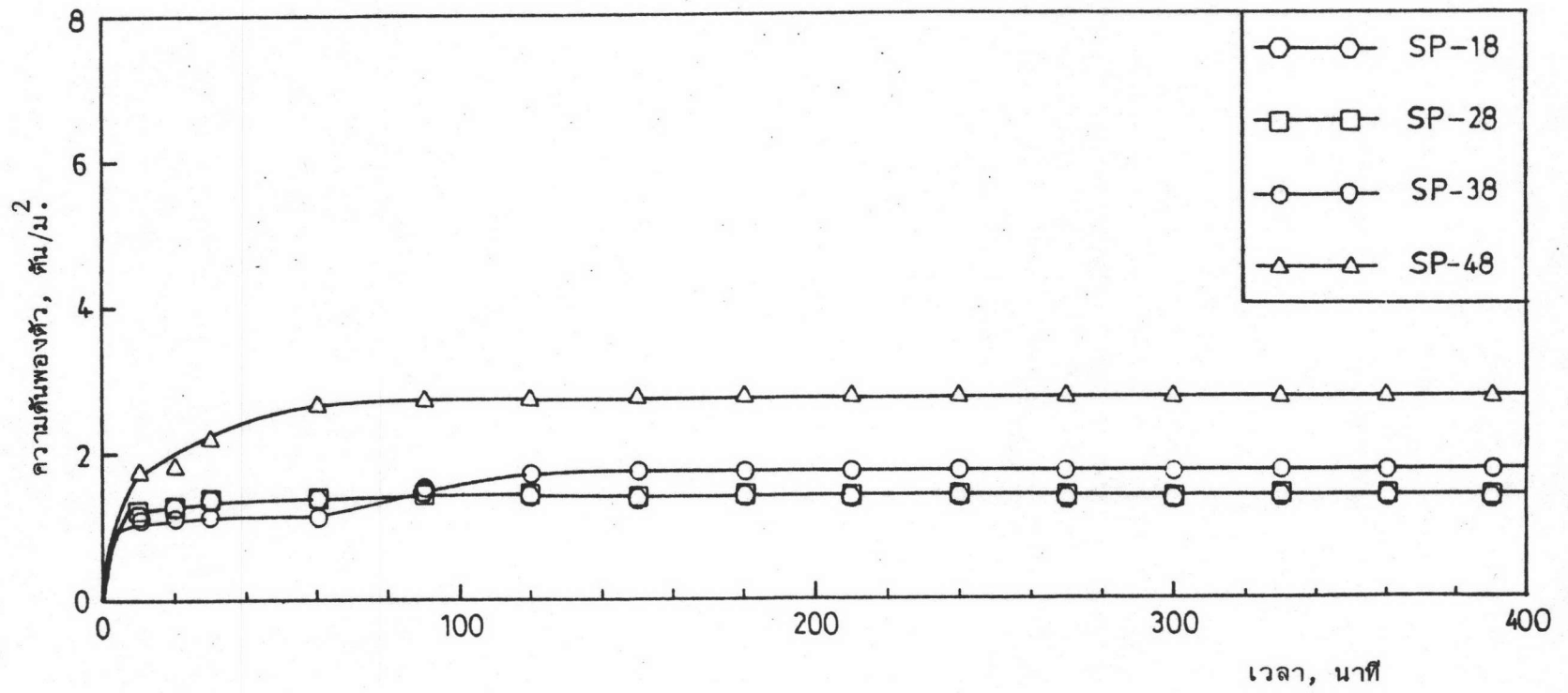
รูปที่ ข.6

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันพองตัวและเวลา โดยบดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 26.5 %



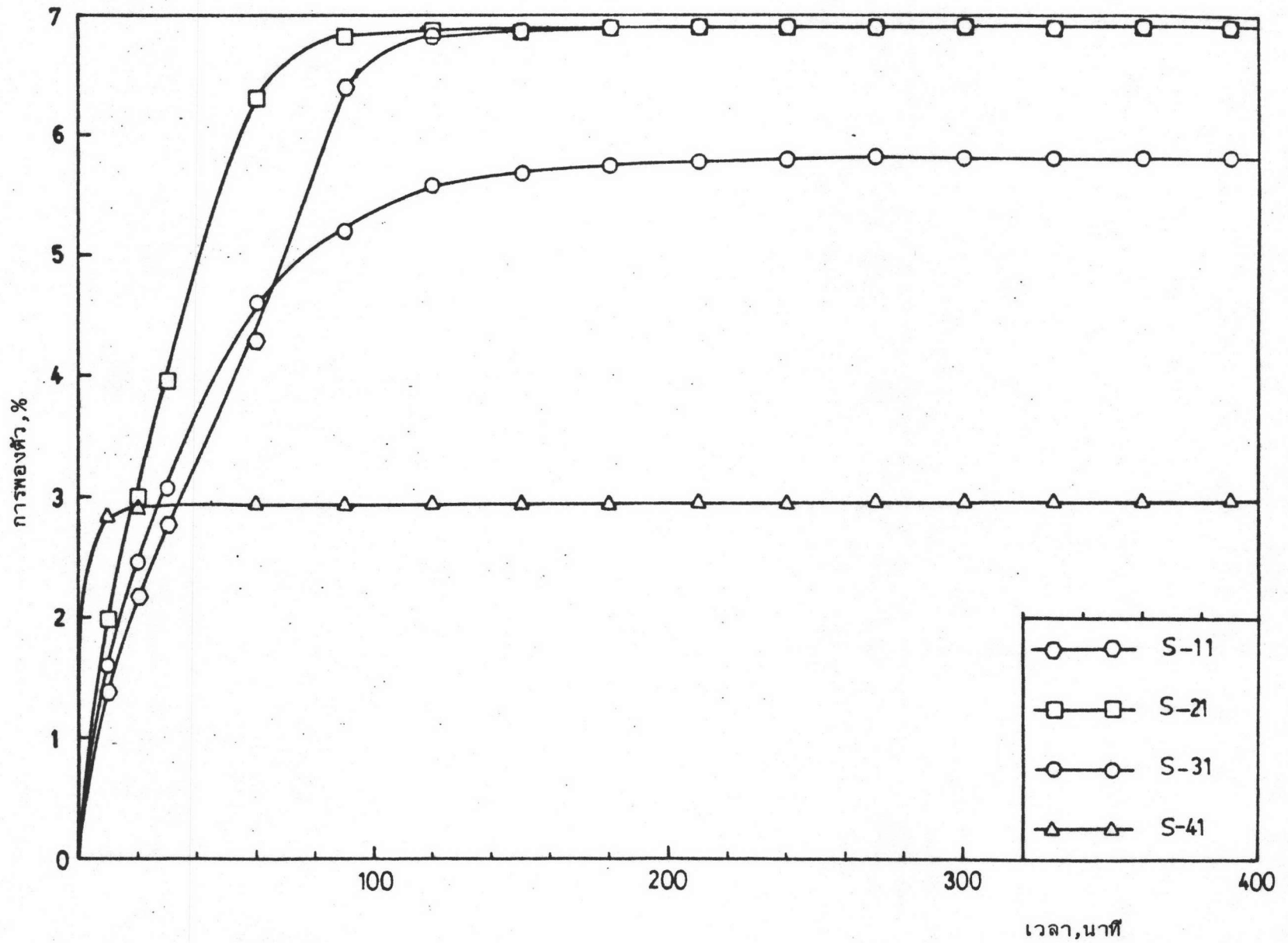
รูปที่ ข.7

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันพองตัวและเวลา โดยบดอัดตัวอย่างหินที่ปริมาณความชื้น 29.3 %



รูปที่ ข.8

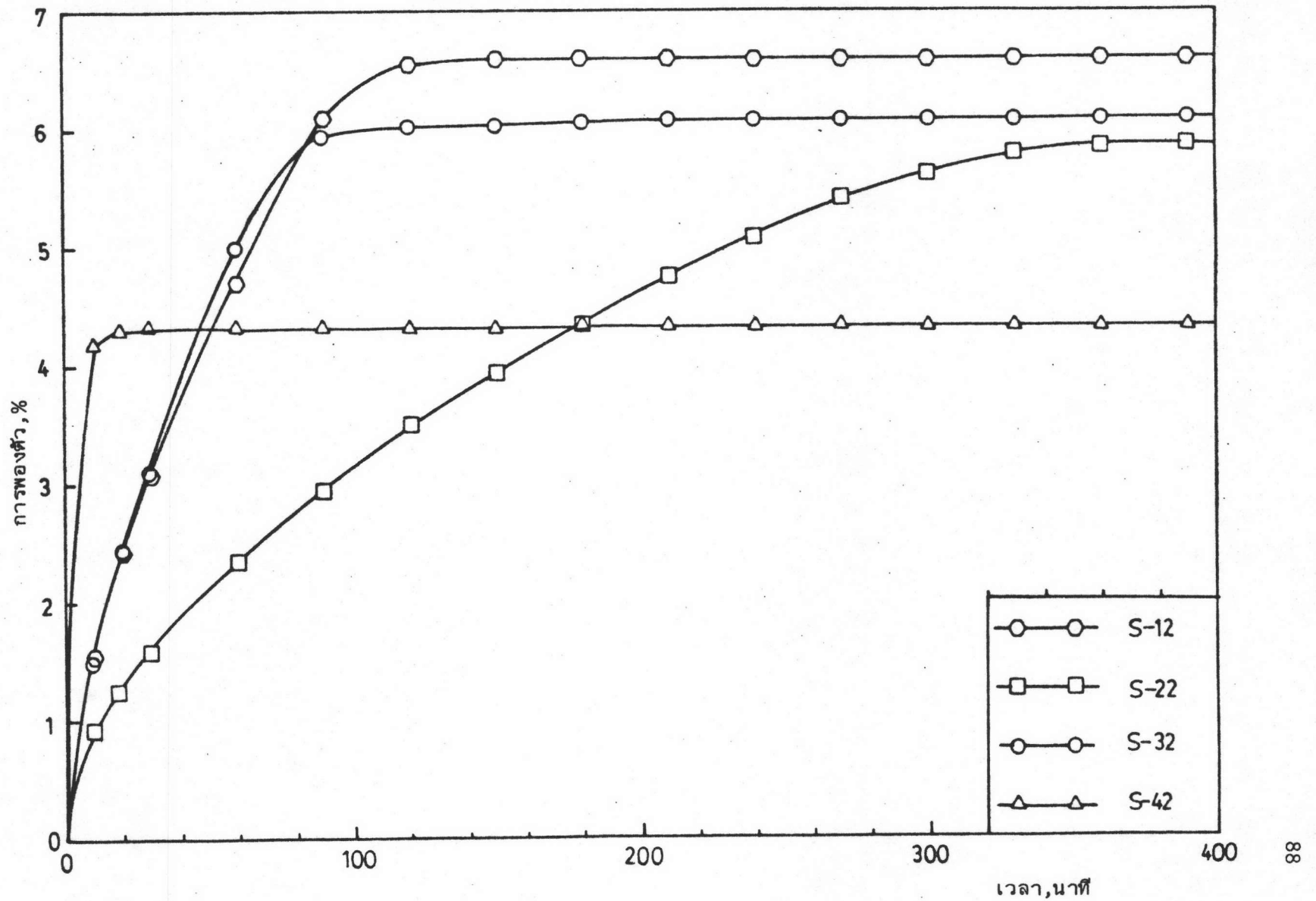
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันพองตัวและเวลา โดยบดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 32.0 %



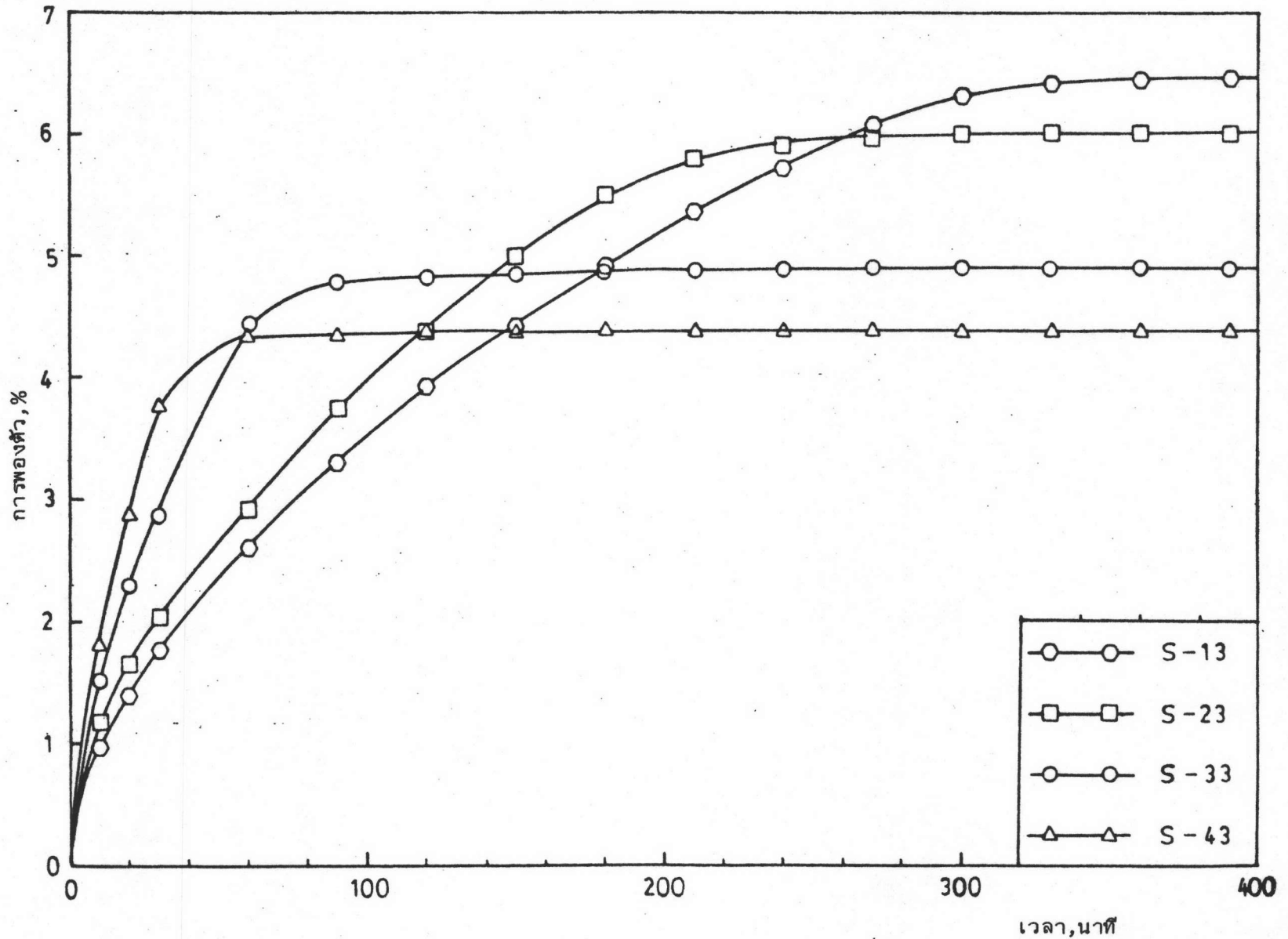
รูปที่ ข.9

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการพองตัวและเวลา

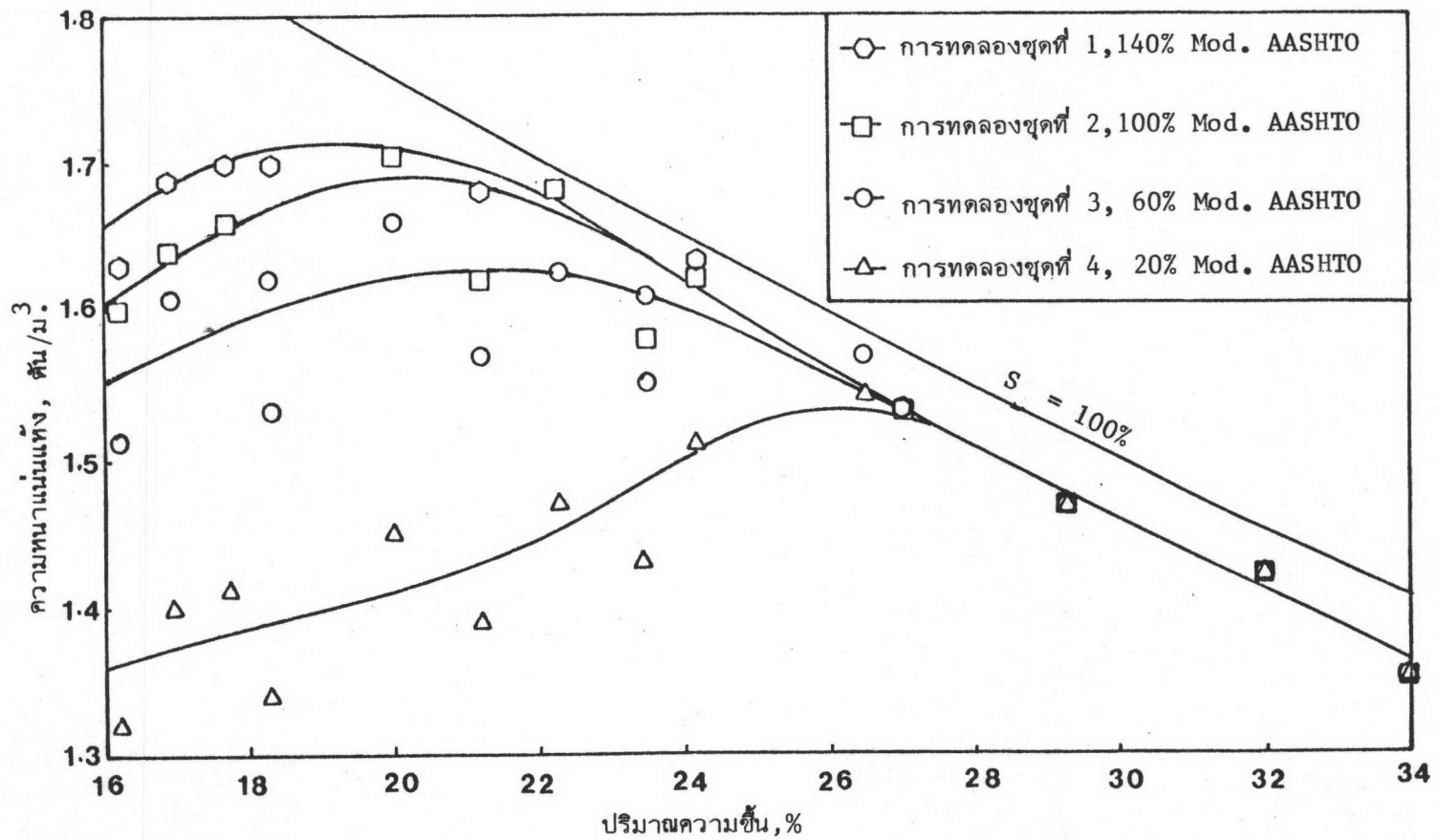
โดยบดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 16.2 %



รูปที่ ข.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการพองตัวและเวลา โดยบดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 18.3 %



รูปที่ ข.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการพองตัวและเวลา โดยบดอัดตัวอย่างดินที่ปริมาณความชื้น 21.2 %



รูปที่ ข.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งและปริมาณความชื้น ของตัวอย่างดินซึ่งใช้ทดสอบความดัน
พองตัวและการพองตัว

ภาคผนวก ค

ตาราง

ตารางที่ 4.3 ความดันพองตัวและความหนาแน่นแห้งของตัวอย่างดิน

ซึ่งบดอัดโดยใช้พลังงานและปริมาณความชื้น เริ่มแรกต่าง ๆ กัน

การทดลอง	พลังงานที่ใช้ ในการบดอัด, % Mod. AASHTO	$w_i=16.9\%$		$w_i=17.7\%$		$w_i=20.0\%$		$w_i=22.3\%$		$w_i=24.2\%$		$w_i=26.5\%$		$w_i=29.3\%$		$w_i=32.0\%$	
		$P_s,$	$\gamma_d,$	$P_s,$	$\gamma_d,$	$P_s,$	$\gamma_d,$	$P_s,$	$\gamma_d,$	$P_s,$	$\gamma_d,$	$P_s,$	$\gamma_d,$	$P_s,$	$\gamma_d,$	$P_s,$	$\gamma_d,$
		ตัน/ม. ²	ตัน/ม. ³	ตัน/ม. ²	ตัน/ม. ³	ตัน/ม. ²	ตัน/ม. ³	ตัน/ม. ²	ตัน/ม. ³	ตัน/ม. ²	ตัน/ม. ³	ตัน/ม. ²	ตัน/ม. ³	ตัน/ม. ²	ตัน/ม. ³	ตัน/ม. ²	ตัน/ม. ³
1	140	48.6	1.69	46.0	1.70	34.9	1.76	30.4	1.69	13.1	1.63	5.4	1.57	2.5	1.47	1.4	1.42
2	100	42.8	1.64	41.2	1.66	32.5	1.71	26.3	1.68	12.9	1.62	5.4	1.57	2.6	1.47	1.4	1.42
3	60	33.4	1.61	33.6	1.62	29.5	1.66	23.0	1.65	12.0	1.62	5.5	1.57	2.8	1.47	1.7	1.42
4	20	9.5	1.40	9.1	1.41	8.9	1.45	7.9	1.47	8.7	1.51	7.8	1.54	4.0	1.47	2.7	1.42

w_i = ปริมาณความชื้น เริ่มแรกของตัวอย่างดิน

P_s = ความดันพองตัว

γ_d = ความหนาแน่นแห้ง

ตารางที่ 4.4 ปริมาณความชื้นสุดท้ายและความหนาแน่นแห้งของตัวอย่างดิน หลังจากแช่น้ำเพื่อทดสอบความดันพองตัว ตัวอย่างดินบดอัดโดยใช้พลังงานและปริมาณความชื้นเริ่มแรกต่าง ๆ กัน

การทดลอง ชุดที่	พลังงานที่ใช้ ในการบดอัด, % Mod. AASHTO	$w_i=16.9\%$		$w_i=17.7\%$		$w_i=20.0\%$		$w_i=22.3\%$		$w_i=24.2\%$		$w_i=26.5\%$		$w_i=29.3\%$		$w_i=32.0\%$	
		w_f , %	γ_d , ตัน/ม. ³	w_f , %	γ_d , ตัน/ม. ³	w_f , %	γ_d , ตัน/ม. ³	w_f , %	γ_d , ตัน/ม. ³	w_f , %	γ_d , ตัน/ม. ³	w_f , %	γ_d , ตัน/ม. ³	w_f , %	γ_d , ตัน/ม. ³	w_f , %	γ_d , ตัน/ม. ³
1	140	24.9	1.69	23.4	1.70	22.5	1.76	24.4	1.69	24.8	1.63	27.0	1.57	29.6	1.47	32.1	1.42
2	100	24.5	1.64	24.6	1.66	22.9	1.71	23.7	1.68	24.8	1.62	26.9	1.57	29.5	1.47	32.1	1.42
3	60	26.0	1.61	26.9	1.62	24.0	1.66	24.3	1.65	25.0	1.62	27.3	1.57	29.9	1.47	32.2	1.42
4	20	32.7	1.40	32.2	1.41	31.0	1.45	30.0	1.47	28.4	1.51	28.3	1.54	30.3	1.47	32.3	1.42

w_i = ปริมาณความชื้นเริ่มแรกของตัวอย่างดิน

w_f = ปริมาณความชื้นสุดท้ายของตัวอย่างดิน หลังจากแช่น้ำเพื่อวัดความดันพองตัว โดยควบคุมปริมาตรให้คงที่ตลอดเวลา

γ_d = ความหนาแน่นแห้ง

ตารางที่ 4.5 การพองตัวและความหนาแน่นแห้งของตัวอย่างดิน

ซึ่งบดอัดโดยใช้พลังงานและปริมาณความชื้นเริ่มแรกต่าง ๆ กัน

การทดลอง	พลังงานที่ใช้ ในการบดอัด, % Mod. AASHTO	$w_i=16.2\%$		$w_i=18.3\%$		$w_i=21.2\%$		$w_i=23.5\%$		$w_i=27.0\%$		$w_i=34.0\%$	
		S, %	γ_d , ตัน/ม. ³	S, %	γ_d , ตัน/ม. ³	S, %	γ_d , ตัน/ม. ³	S, %	γ_d , ตัน/ม. ³	S, %	γ_d , ตัน/ม. ³	S, %	γ_d , ตัน/ม. ³
1	140	6.9	1.63	6.6	1.70	6.5	1.64	5.9	1.61	1.2	1.53	0.9	1.35
2	100	6.9	1.60	5.9	1.70	6.0	1.62	5.9	1.58	1.4	1.53	0.8	1.35
3	60	5.9	1.51	6.1	1.53	4.9	1.57	4.5	1.55	1.8	1.52	0.6	1.35
4	20	3.0	1.32	4.3	1.34	4.4	1.39	4.9	1.43	1.4	1.53	0.7	1.35

w_i = ปริมาณความชื้นเริ่มแรกของตัวอย่างดิน

S = การพองตัว

γ_d = ความหนาแน่นแห้ง



ภาคผนวก ง.

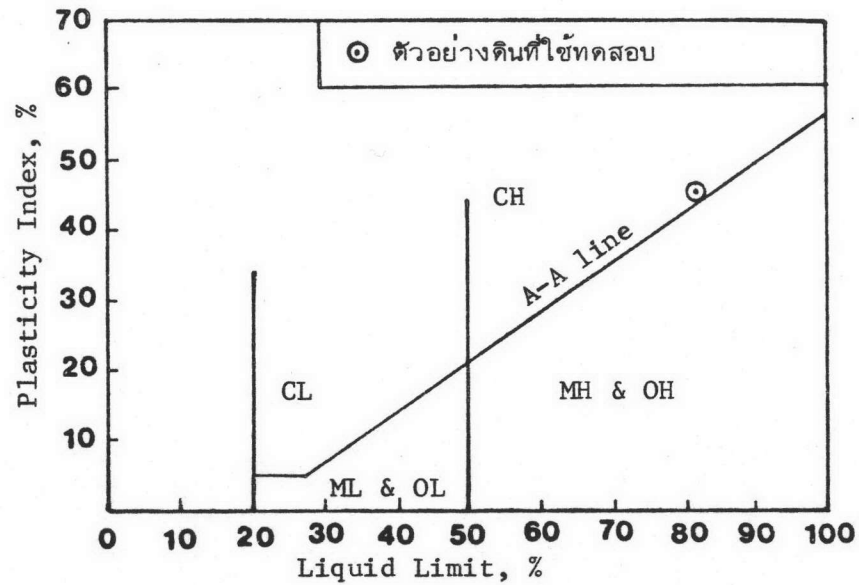
การจำแนกประเภทดิน

ตัวอย่างดินที่ใช้ทดสอบมี Liquid Limit = 81.8 %, Plasticity Index = 43.8 % สามารถจำแนกเป็นประเภทของดินได้ดังต่อไปนี้

1. การจำแนกประเภทดินตาม AASHO

ตัวอย่างดินที่ใช้ทดสอบจัดอยู่ในประเภท A-7-5

2. การจำแนกประเภทดินตาม UNIFIED



Plasticity Chart (After Casagrande, 1948)

ตัวอย่างดินที่ใช้ทดสอบจัดอยู่ในประเภท CH คือ Inorganic clay of high plasticity

ประวัติผู้เขียน

นาย วิบูลย์ พงศ์เทพปัทมภ์ เกิดวันที่ 10 มีนาคม 2498 เข้าศึกษาในคณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2516 สำเร็จการศึกษาปริญญา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา เมื่อปี พ.ศ. 2520 และเข้าศึกษาต่อใน
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีเดียวกัน เคยได้รับ
ทุนการศึกษาจากมูลนิธินิสิตเก่าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2521

ปัจจุบันทำงานในตำแหน่ง วิศวกรผู้ควบคุมงานการก่อสร้าง อาคารปฏิบัติการ
นิวเคลียร์ วิศวกรรมโลหการ และวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย

