

บรรณานุกรม

- ประจักษ์ จิรัปปภา(2516), การใช้ไม้ไผ่เป็นเข็มทำฐานรากอาคารในบริเวณดินอ่อนกรุงเทพฯ, รายงานผลงานวิจัย, ศูนย์ศึกษาพิเศษสมโภช พ.ศ.2514, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- วินัย รัตปิณฑร์(2511), การศึกษาถึงสภาวะสมบัติ และคุณสมบัติบางประการของไม้ไผ่สีสุก, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำราญ นวดสวัสดิ์(2503), คุณสมบัติบางประการทางสภาวะและคุณสมบัติของไม้ไผ่รวก, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- CHELLIS, R.D. (1961), Pile Foundations, McGraw-Hill Book Co., New York.
- CHIRUPPAPA, P. (1968), Cast In-Situ Bored Piles in Bangkok Clay, Thesis No. 213, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- CHIRUPPAPA, P. (1970), Some Properties of Bangkok Clay, Norwegian Geotechnical Institute Internal Report, No. F. 332-7.
- EIDE, O. and CHIRUPPAPA, P. (1970), Field Vane Shear Strength of Soft Clay at Test Section IV of Bangkok Siracha Highway, Norwegian Geotechnical Institute Internal Report, No. F.322-5.
- GAMAL ELDIN, A.D. (1961), The Bearing Capacity of Piles in Relation to the Properties of Clay, Proc. 5 th Int. Conf. on SM & FE, V.2, PP. 59-63.
- GAMAL ELDIN, A.D. (1963) Bearing Capacity of Friction Pile Group, and Its Relation to the Basic Characteristics of Penetrated Clays, Proc. 2nd Asian Regional Conf. on SM & FE, V.1, pp. 196-201.
- JOHNSON, S.M. and KAVANAGH, T.C. (1968), The Design of Foundations for Buildings, McGraw-Hill Book Co., New York.



- KOIZUMI, Y. and ITO, K. (1967), Field Tests with Regard to Piles
Driving of Bearing Capacity of Piled Foundations,
Soils and Foundations (Japan), V.7, No.3, pp. 30-53.
- MUKTABHANT, C. and TENGAMNUAY, V. (1970), Pile Group in Bangkok Clay,
Chulalongkorn University, Bangkok.
- NISHIDA, Y. (1960), An Analysis of the Bearing Capacity of Group Pile
in Soft Clay, Proc., Symposium on Pile Foundation,
Stockholm, pp. 140-149.
- SKEMPTON, A.W. (1959), Cast In-Situ Bored Pile in London Clay,
Geotechnique, V.9, pp. 153-173.
- SOWER, G.F., MARTIN, G.B., WILSON, L.L. and FAUSOLD, M. (1961),
The Bearing Capacity of Friction Piles Groups in Homogeneous
Clay from Model Studies, Proc. 5 th Conf. on SM & FE,
V.2, pp. 155-159.
- SRIRATANASATHAVORN, Sirichai (1975), The Bearing Capacity of Short Piles
Having Various Shapes in Bangkok clay, Thesis, Chulalongkorn
University, Bangkok.
- SUWANAKUL, Vera (1969), Cast In-Situ Pile in Bangkok Clay, Thesis No.260,
Asian Inst. Tech., Bangkok.
- TAECHATHUMMARAK, Anan (1970), Pile Cluster Capacity, Thesis No. 328,
Asian Institute of Technology, Bangkok.
- TENG, W.C. (1962), Foundation Design, Prentice Hall, Inc. New York.
- TERZAGH, k. and PECK, R.B. (1948), Soil Mechanics in Engineering Practice,
John Wiley & Sons Inc, New York.
- TOMLINSON, M.J. (1957), The Adhesion of Pile Drivan in Clay Soils,
Proc. 4 th Int. Conf. on SM & FE, V.2, pp. 66-71.

WHITAKER, T. (1957), Experiments with Model Piles in Groups, Geotechnique,
V.7, pp. 147-167.

WHITAKER, T. (1960), Some Experiments on Model Piled Foundations in Clay,
Sym. on the Design of Foundation, Stockholm, pp. 124-139.

ח. הרגות.

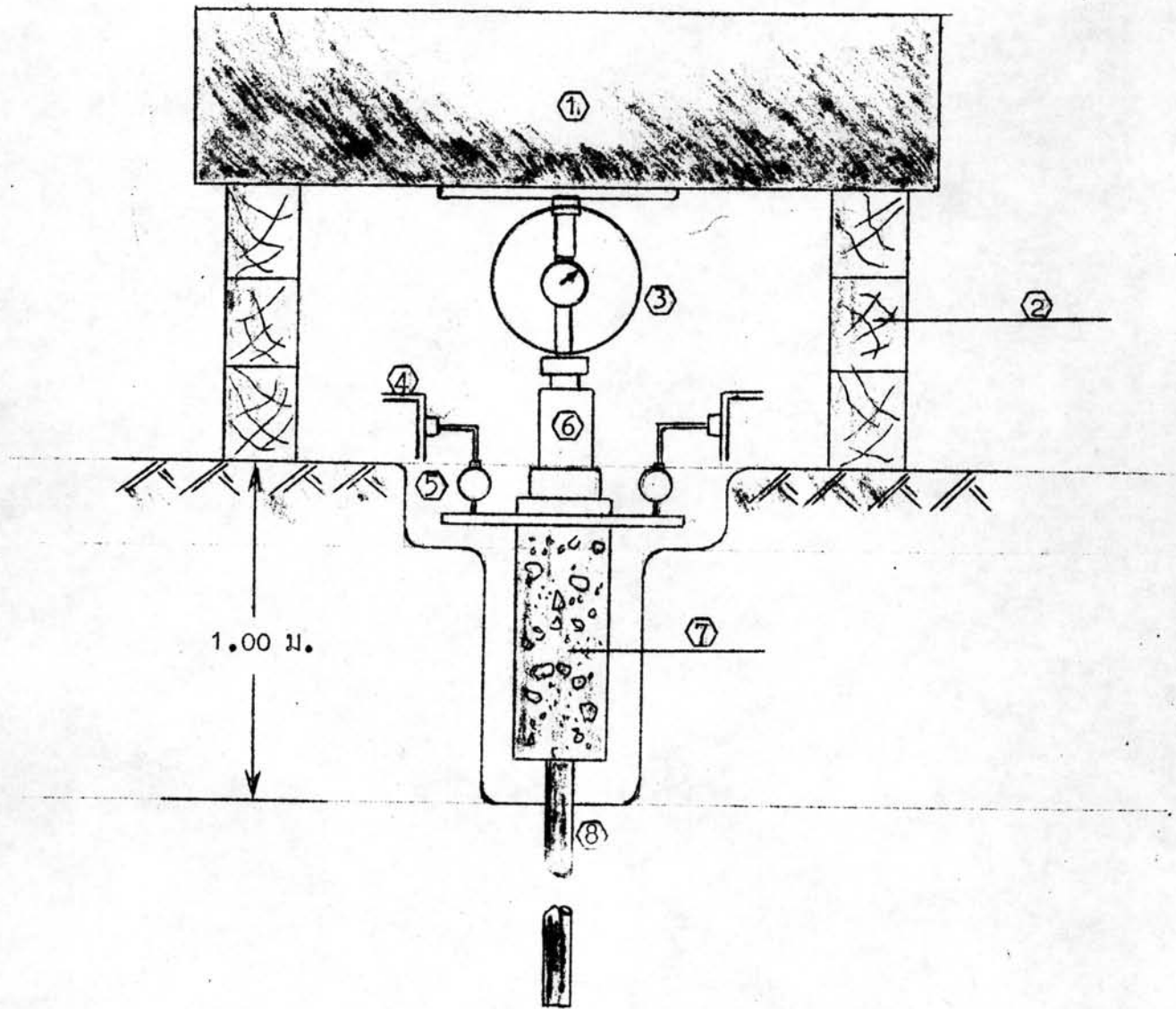
ตารางที่ 1 ขนาดเข็มเกี่ยว

ปล้องที่	ความยาวปล้อง (ซม.)					เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (ซม.)				
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
1	26.7	29.0	33.7	29.6	32.3	2.73	3.01	2.79	2.74	2.77
2	25.5	30.0	34.3	31.0	33.0	2.83	3.09	2.90	2.89	2.78
3	25.7	29.8	34.0	32.0	34.1	2.89	3.17	2.98	3.00	3.03
4	25.4	30.5	34.1	33.0	34.2	2.94	3.25	3.00	3.09	3.18
5	24.7	30.9	33.1	33.7	34.6	2.96	3.30	3.07	3.28	3.24
6	24.0	31.1	33.8	35.0	34.2	3.04	3.37	3.10	3.28	3.37
7	23.1	31.0	33.2	35.0	34.9	3.09	3.47	3.16	3.34	3.47
8	23.0	31.0	32.5	34.5	35.3	3.12	3.48	3.16	3.37	3.59
9	23.5	30.5	29.3	32.4	36.4	3.12	3.48	3.18	3.47	3.67
10	23.7	3.0	5.3	6.4		3.11	3.49	3.17	3.43	
11	23.9					3.12	3.48			
12	22.6					3.17				
13	11.0					3.23				

ตารางที่ 2 ขนาดเข็มกลุ่ม

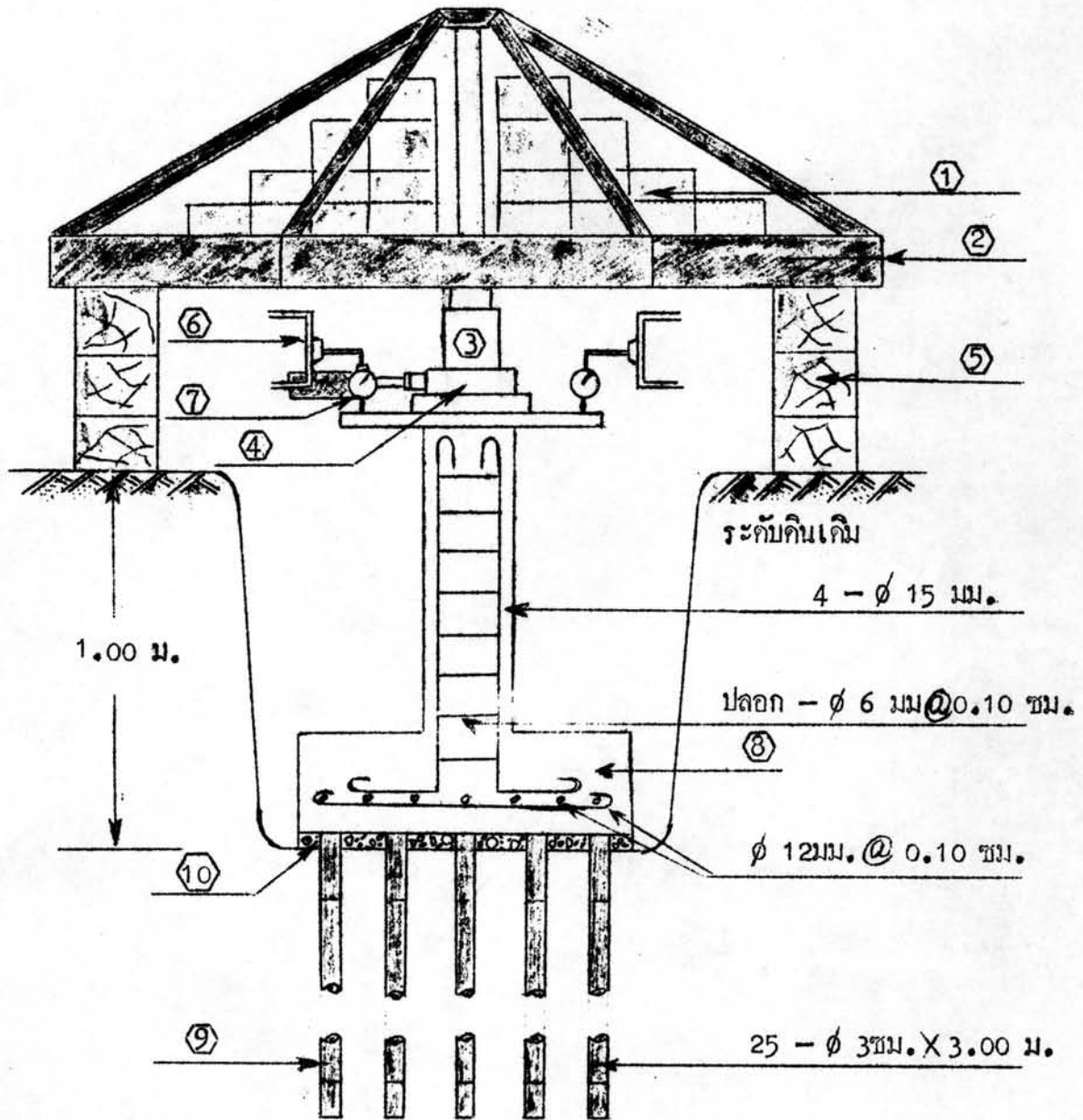
เข็มกลุ่ม เบอร์	ระยะระหว่างเข็ม ในเข็มกลุ่ม (ซม.)	ขนาดฐานรากที่หล่อบน หัวเข็มกลุ่ม (ซม. ³)
G-1	6.0	50 X 50 X 30
G-2	7.5	55 X 55 X 30
G-3	9.0	60 X 60 X 30
G-4	10.5	65 X 65 X 30
G-5	13.5	75 X 75 X 30
G-6	16.5	85 X 85 X 30
G-7	19.5	95 X 95 X 30

รูปที่ 16 ส่วนต่าง ๆ ของการทดสอบเข็มเคียว



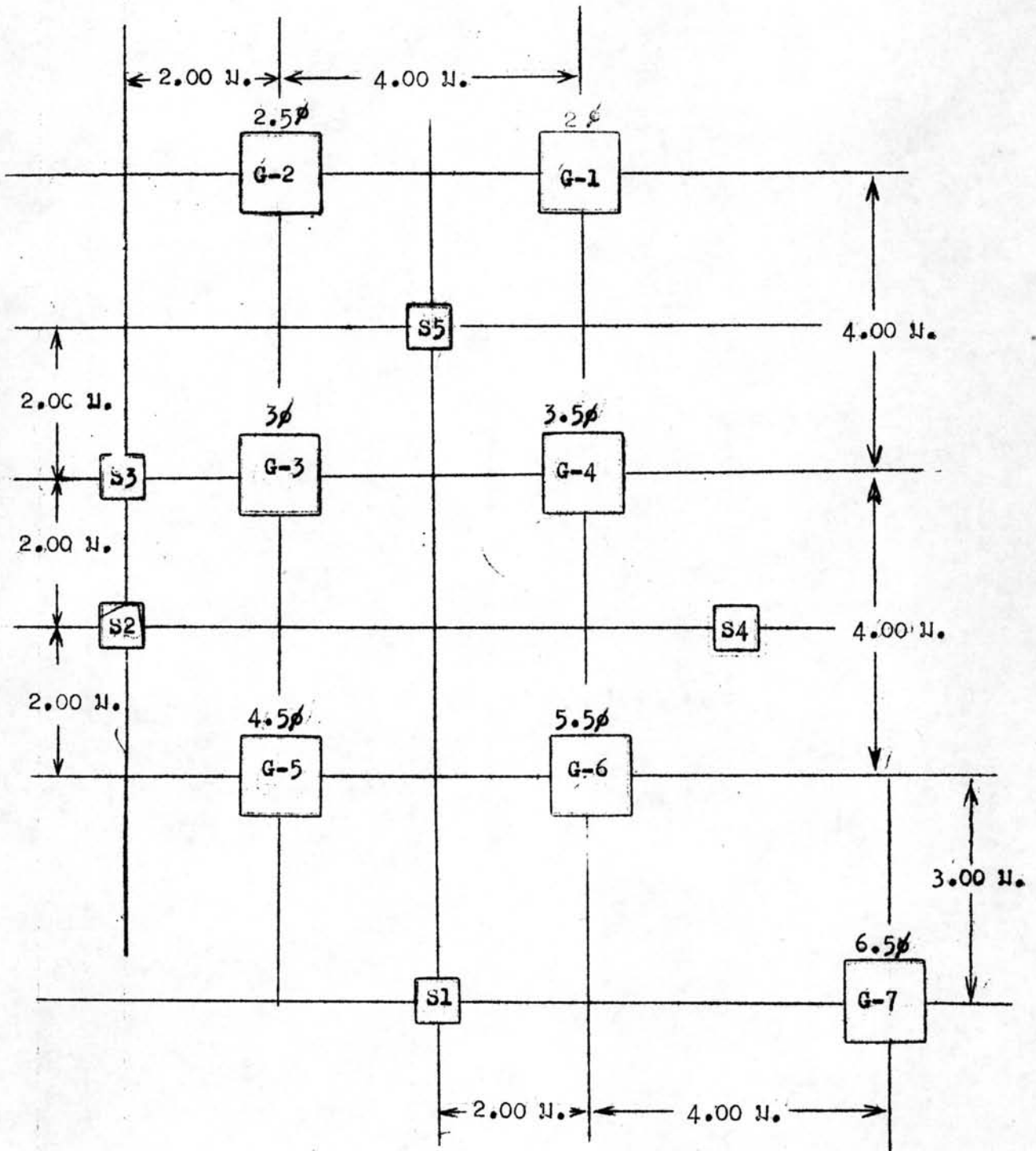
- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| 1. น้ำหนักบรรทุก | 5. เครื่องวัดการทรุดตัว |
| 2. แท่นรองรับน้ำหนักบรรทุก | 6. แม่แรง |
| 3. Proving Ring | 7. หัวเข็มเป็นคอนกรีต |
| 4. คานสำหรับติดเครื่องวัดการทรุดตัว | 8. เสาเข็ม |

รูปที่ 17 ส่วนต่าง ๆ ของการทดสอบเข็มกลุ่ม



- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1. น้ำหนักบรรทุก | 6. คานคอกเครื่องวัดการทรุดตัว |
| 2. โครงสร้างสำหรับบรรทุกน้ำหนัก | 7. เครื่องวัดการทรุดตัว |
| 3. แฉกแรง | 8. ฐานราก |
| 4. มาตรการวัดน้ำหนักกด | 9. เข็มไม้ไผ่ |
| 5. แท่นรองโครงสร้าง | 10. โทมรองฐานราก |

รูปที่ 18 แผนผังของเข็มเดี่ยวและเข็มกลุ่ม

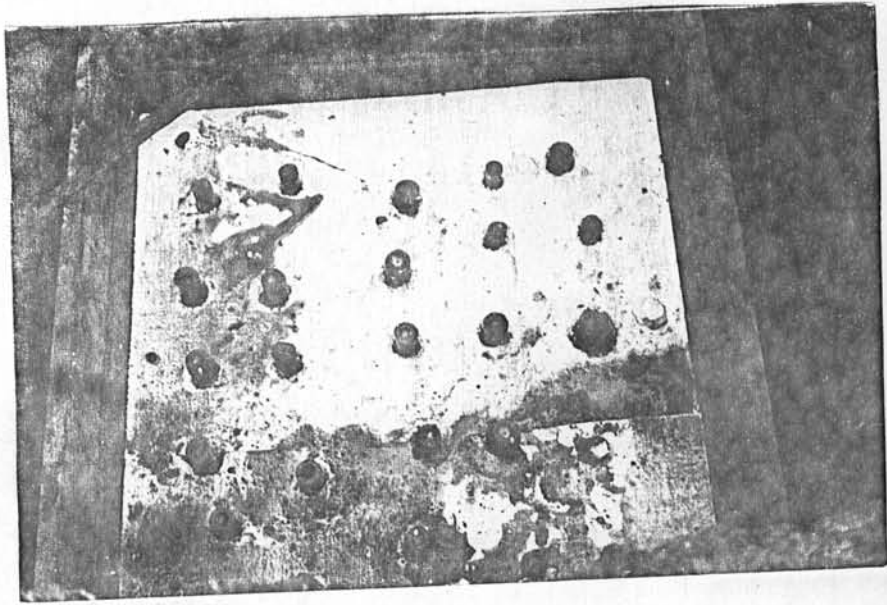




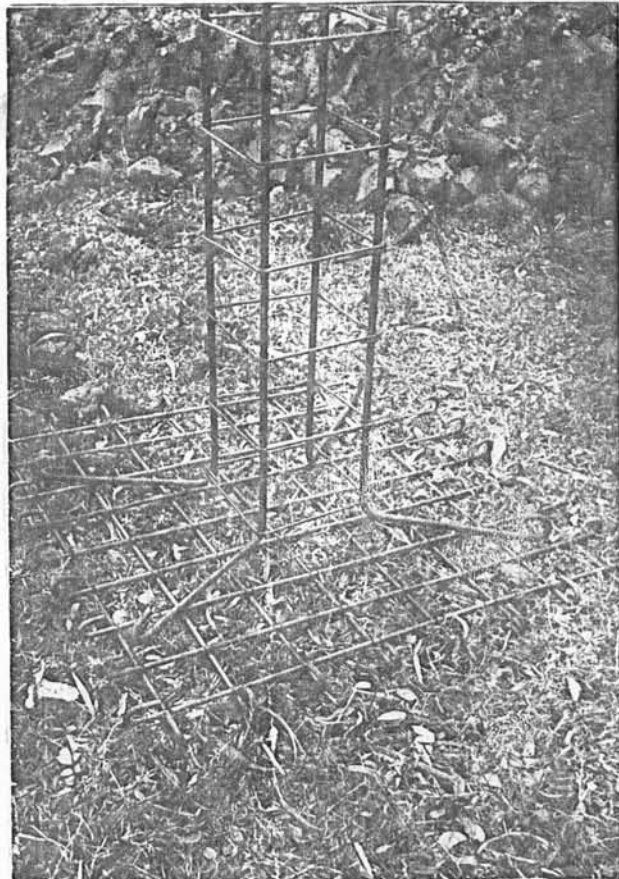
รูปที่ 19
ขนาดไม้ไผ่ที่ไรทกลอง

รูปที่ 20
แสดงการตอกเข็ม

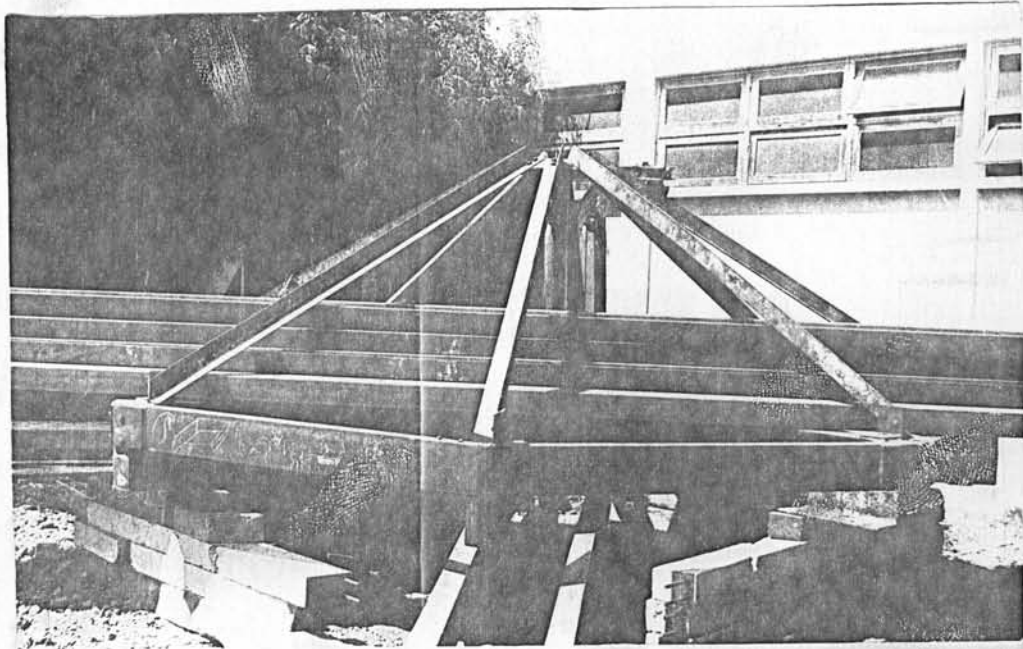




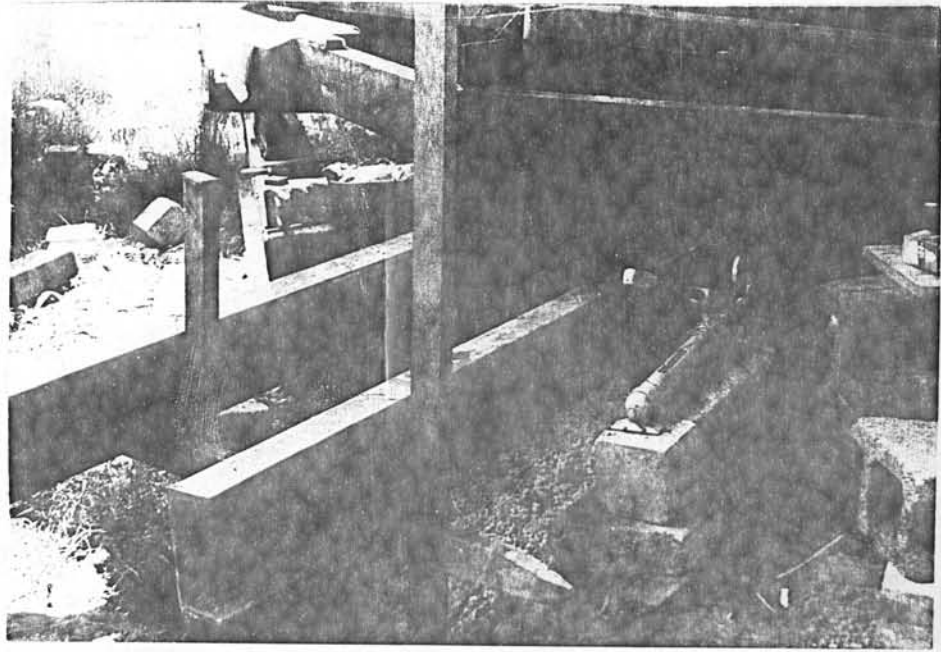
รูปที่ 21 แสดงการรอง โขงก่อน เทคอนกรีตและไม้แบบฐานราก



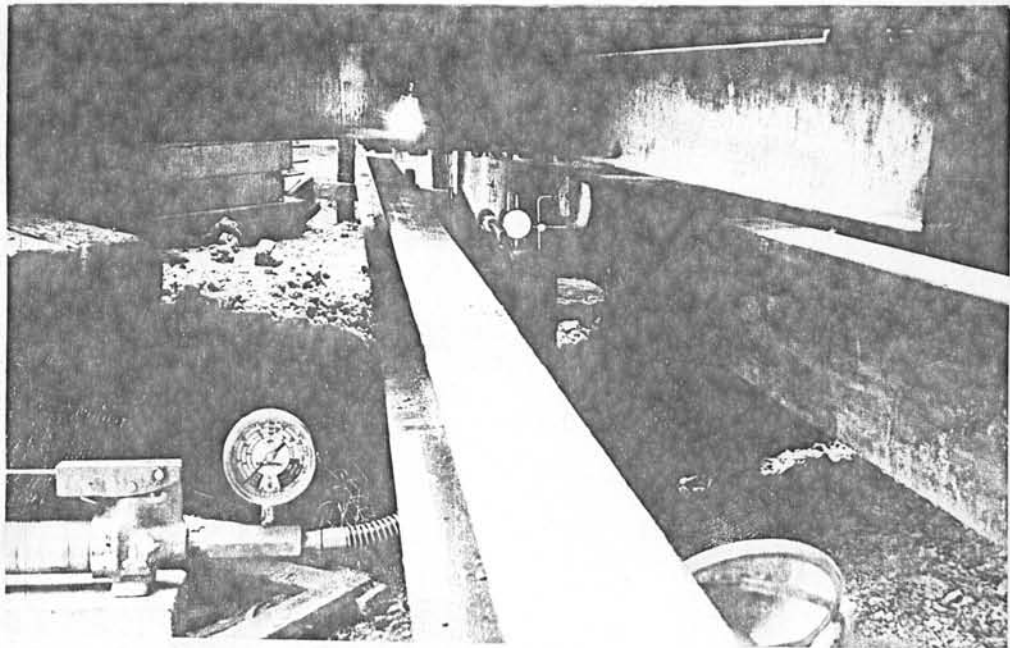
รูปที่ 22 แสดงเหล็กเสริมฐานราก



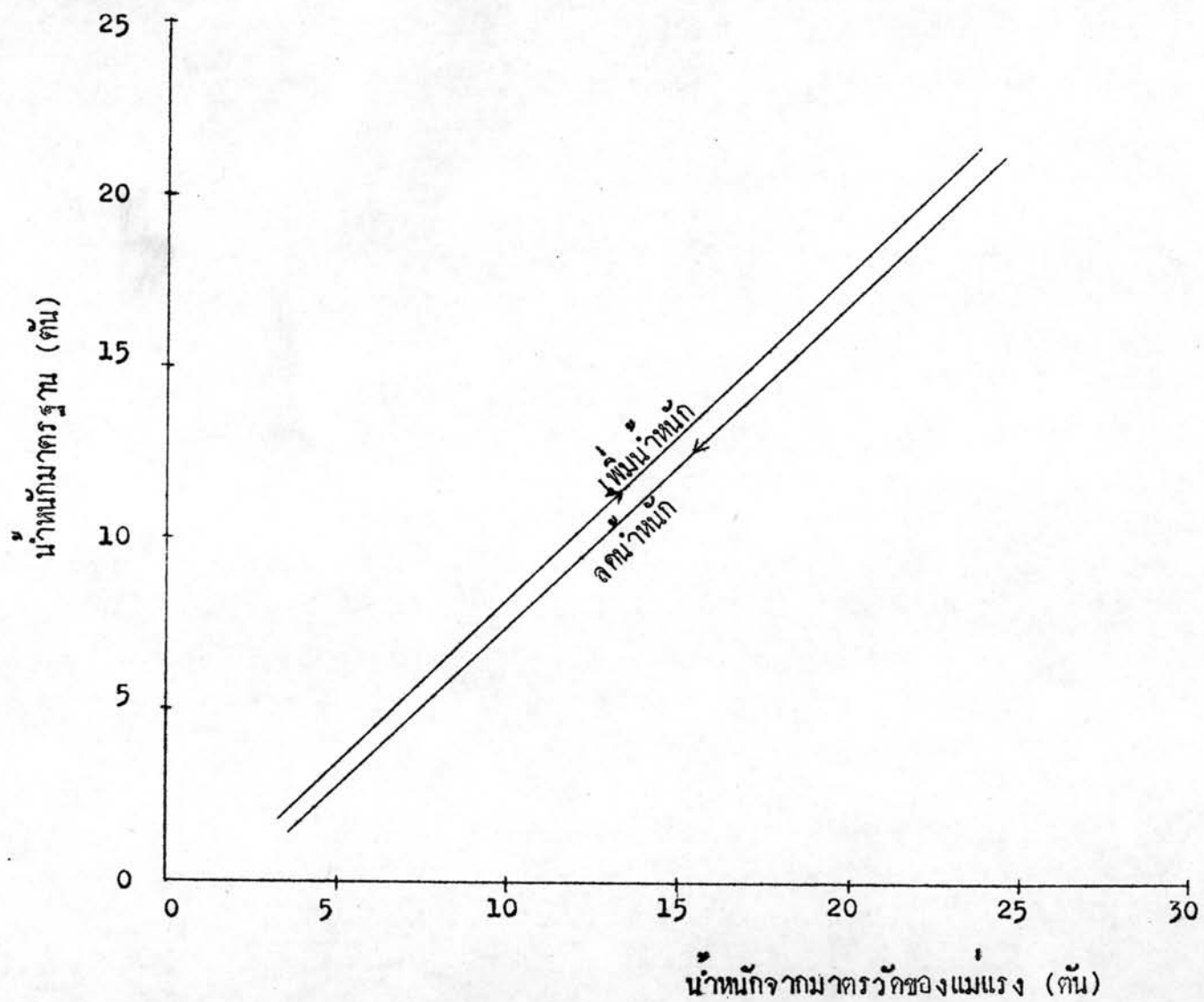
รูปที่ 23 แสดงแทนสำหรับน้ำหมักบรรจุ



รูปที่ 24 แสดงงานสำหรับติดเครื่องวัดการทรุดตัว



รูปที่ 25 แสดงแม่แรงและ เครื่องวัดการทรุดตัว



รูปที่ 26 การตรวจสอบมาตรวัดน้ำหนักรวมของแม่แรง

2. 1940

ตารางที่ 3 น้ำหนักบรรจุทุกและการทรุดตัวของเข็มเดี่ยว
ทดสอบ โดยยกน้ำหนักครั้งแรก

เข็มเบอร์	น้ำหนักบรรจุทุก พิบัติ (กิโลกรัม)	การทรุดตัว พิบัติ (มิลลิเมตร)	เวลาที่ใช้ทดสอบ ถึงพิบัติ(นาที)	อัตราการทรุด ตัวของเข็มถึง พิบัติ(มม./นาที)	เวลาหลัง การตอก ถึงทดสอบ (วัน)
S-1	431	2.25	45	0.050	32
S-2	470	2.50	45	0.055	30
S-3	440	2.80	40	0.070	31
S-4	452	3.25	55	0.059	33
S-5	530	3.25	65	0.050	34

ตารางที่ 4 น้ำหนักบรรจุทุกและการทรุดตัวของเข็มเดี่ยว
ทดสอบ โดยยกน้ำหนักซ้ำ

เข็มเบอร์	น้ำหนักบรรจุทุก พิบัติ (กิโลกรัม)	การทรุดตัว พิบัติ (มิลลิเมตร)	เวลาที่ใช้ทดสอบ ถึงพิบัติ (นาที)	อัตราการ ทรุดตัวของ เข็มถึงพิบัติ (มม./นาที)	เวลาหลัง การตอกถึง ทดสอบ (วัน)
S-1	430	3.50	60	0.058	32
S-2	460	2.50	40	0.062	30
S-3	410	2.10	40	0.052	31
S-4	430	3.25	50	0.065	33
S-5	500	2.90	60	0.048	34

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การเกาะตัวของเซม

เซม หมายเลข	น้ำหนักบรรทุก ตามการทดสอบ (ก.ก.)	น้ำหนักบรรทุก ตาม U/C (ก.ก.)	น้ำหนักบรรทุก ตาม Field Vane Shear (ก.ก.)	สัมประสิทธิ์ การเกาะตัว (α) ตาม U/C	สัมประสิทธิ์ การเกาะตัว (α) ตาม Field Vane Shear
S-1	431	480.9	711.7	0.89	0.61
S-2	470	556.4	854.6	0.84	0.55
S-3	440	486.2	742.4	0.90	0.59
S-4	452	519.0	796.7	0.87	0.57
S-5	530	568.8	873.4	0.93	0.61

ตารางที่ 6 น้ำหนักบรรจุและการทรุดตัวของเข็มกลุ่ม
จากการทดสอบครั้งแรก

เข็มเบอร์	ระยะห่างระหว่างเข็ม (จำนวนเทาของ กก.)	น้ำหนักบรรจุ-ทุกพิบัติ (ตัน)	การทรุดตัวของพิบัติ (มิลลิเมตร)	เวลาที่ใช้ทดสอบถึงพิบัติ (นาที)	อัตราการทรุดตัวของเข็มถึงพิบัติ (มม./นาที)	เวลาหลังการคอกถึงทดสอบ (วัน)
G-1	2.0	7.55	4.50	130	0.0424	33
G-2	2.5	7.75	5.00	110	0.0454	37
G-3	3.0	9.45	4.80	113	0.0424	40
G-4	3.5	8.50	4.25	89	0.0477	42
G-5	4.5	9.50	3.50	89	0.0400	48
G-6	5.5	10.40	3.00	105	0.0285	45
G-7	6.5	11.35	3.65	118	0.0310	51

ตารางที่ 7 นำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเข็มกลุ่ม
จากการทดสอบซ้ำครั้งที่ 1

เข็มเบอร์	ระยะทางระหว่างเข็ม (จำนวนเทาของ สก.)	นำหนักบรรทุกพิบัติ (ตัน)	การทรุดตัวพิบัติ (มิลลิเมตร)	เวลาที่ใช้ทดสอบถึงพิบัติ (นาที)	อัตราการทรุดตัวของเข็มถึงพิบัติ (มม./นาที)	เวลาหลังการคอกถึงทดสอบ (วัน)
G-1	2.0	8.00	2.90	84	0.0345	33
G-2	2.5	8.60	2.90	64	0.0453	37
G-3	3.0	10.10	3.50	92	0.0380	40
G-4	3.5	9.60	4.25	82	0.0518	42
G-5	4.5	9.75	3.00	100	0.0300	48
G-6	5.5	11.00	2.90	67	0.0433	45
G-7	6.5	12.30	2.60	79	0.0330	51

ตารางที่ 8 น้ำหนักบรรจุและการทรุดตัวของเข็มกลุ่ม
จากการทดสอบซ้ำครั้งที่ 2

เข็มกลุ่ม เบอร์	ระยะห่าง ระหว่างเข็ม (จำนวนเทา ของ ศก.)	น้ำหนัก บรรจุทุกพิบติ (ตัน)	การทรุดตัว พิบติ (มิลลิเมตร)	เวลาที่ใช้ ทดสอบถึง พิบติ (นาที)	อัตราการ ทรุดตัวของ เข็มถึงพิบติ (มม./นาที)	เวลาหลัง การตอกถึง ทดสอบ (วัน)
G-1	2.0	8.70	2.85	10	0.285	33
G-2	2.5	10.40	3.55	10	0.355	37
G-3	3.0	11.45	2.95	11	0.268	40
G-4	3.5	9.60	3.60	8	0.450	42
G-5	8.5	11.50	3.00	9	0.333	48
G-6	5.5	11.50	3.40	11	0.310	45
G-7	6.5	12.50	3.10	12	0.258	51

ตารางที่ 9 น้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเข็มกลุ่ม
จากการทดสอบซ้ำครั้งที่ 3

เข็มกลุ่ม เบอร์	ระยะห่าง ระหว่างเข็ม (จำนวนหาง ของ สก.)	น้ำหนักบรรทุก ทุกพิบัติ (ตัน)	การทรุด ตัวพิบัติ (มิลลิเมตร)	ช่องที่ไซ ทดสอบถึง พิบัติ (นาท)	อัตราการ ทรุดตัวของ เข็มถึงพิบัติ (มม./นาท)	เวลาหลัง การตอกถึง ทดสอบ (วัน)
G-1	2.0	8.90	2.90	5.5	0.528	33
G-2	2.5	10.90	3.75	6.0	0.625	37
G-3	3.0	11.75	3.25	6.0	0.541	40
G-4	3.5	10.80	4.40	5.5	0.800	42
G-5	4.5	11.50	3.20	5.0	0.640	48
G-6	5.5	11.50	3.00	5.0	0.600	45
G-7	6.5	12.50	2.60	5.0	0.520	51

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักบรรจุทุกพื้ติของ เข้มแต่ละต้นใน เข้มกลุ่ม และประสิทธิภาพของ เข้มกลุ่ม

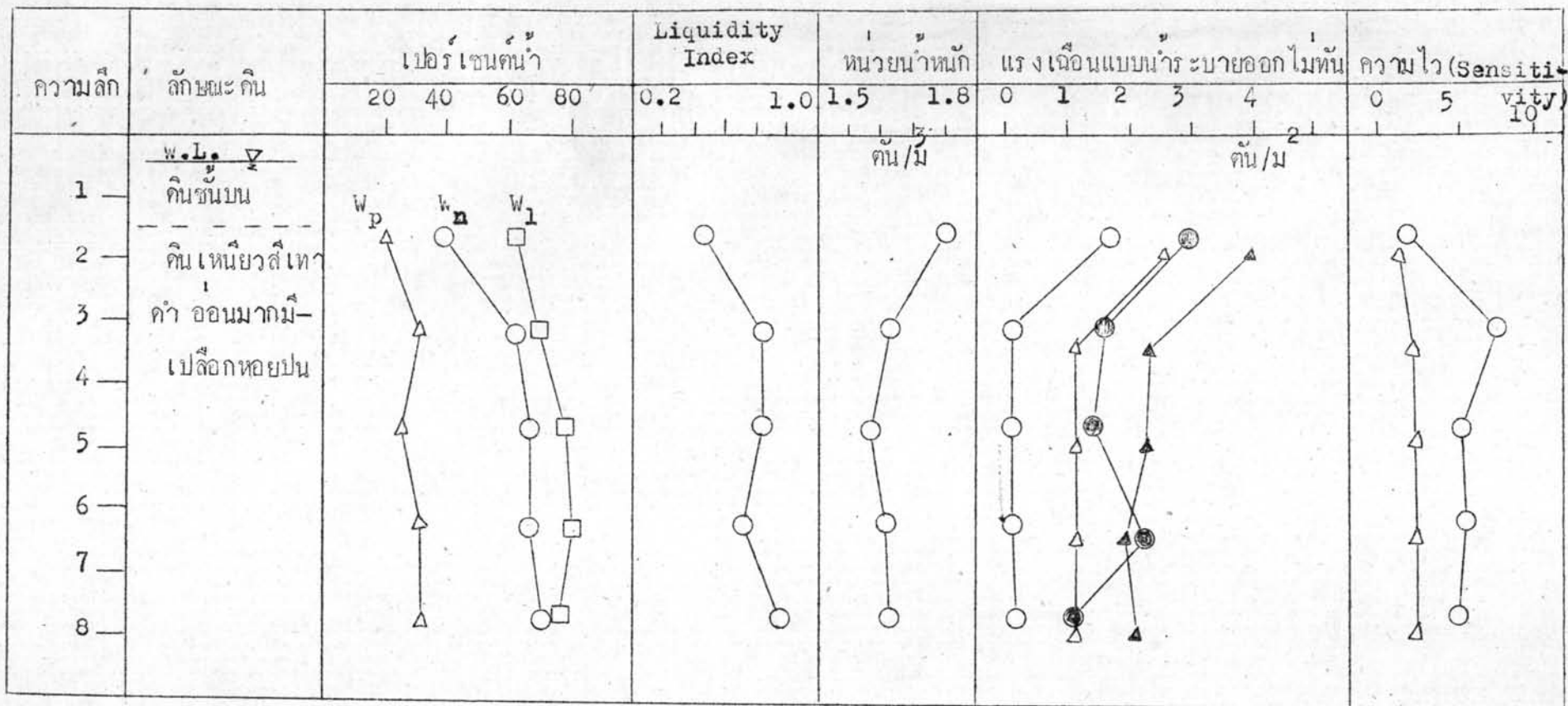
เข้มเบอร์	ระยะทาง ระหว่างเข้ม (จำนวนเท่า ของ ศก.)	น้ำหนักบรรจุ ทุก พื้ติ (ตัน)	เฉลี่ยน้ำหนัก บรรจุทุกพื้ติ ต่อต้น (กิโลกรัม)	ประสิทธิภาพของ เข้มกลุ่ม (เปอร์ เซนต์)
G-1	2.0	7.55	302	65.0
G-2	2.5	7.75	310	67.0
G-3	3.0	9.45	378	81.0
G-4	3.5	8.50	340	73.0
G-5	4.5	9.50	380	82.0
G-6	5.5	10.40	416	90.0
G-7	6.5	11.35	454	98.0

ตารางที่ 11 การทรุดตัวของเข็ม

เข็มเบอร์	การทรุดตัว (มิลลิเมตร)	
	ที่ ๕ ของน้ำหนักพิบัติ	น้ำหนักพิบัติ
S-1	0.75	2.25
S-2	0.70	2.50
S-3	0.50	2.80
S-4	1.20	3.25
S-5	1.00	3.25
G-1	1.20	4.50
G-2	1.85	5.00
G-3	2.10	4.80
G-4	1.25	4.25
G-5	1.25	3.50
G-6	1.10	3.00
G-7	1.60	3.65

ตารางที่ 12 อัตราส่วนการทรุดตัวของเข็ม

เข็มกลุ่ม เบอร์	อัตราส่วนการทรุดตัว = $\frac{\text{การทรุดตัวของเข็มกลุ่ม}}{\text{การทรุดตัวของตัวแทนเข็มเดี่ยว}}$	
	ครั้งแรกหน้าหน้าทับบิต	หน้าหน้าทับบิต
G-1	1.60	2.00
G-2	2.47	2.22
G-3	2.80	2.13
G-4	1.67	1.89
G-5	1.67	1.56
G-6	1.47	1.33
G-7	2.13	1.62



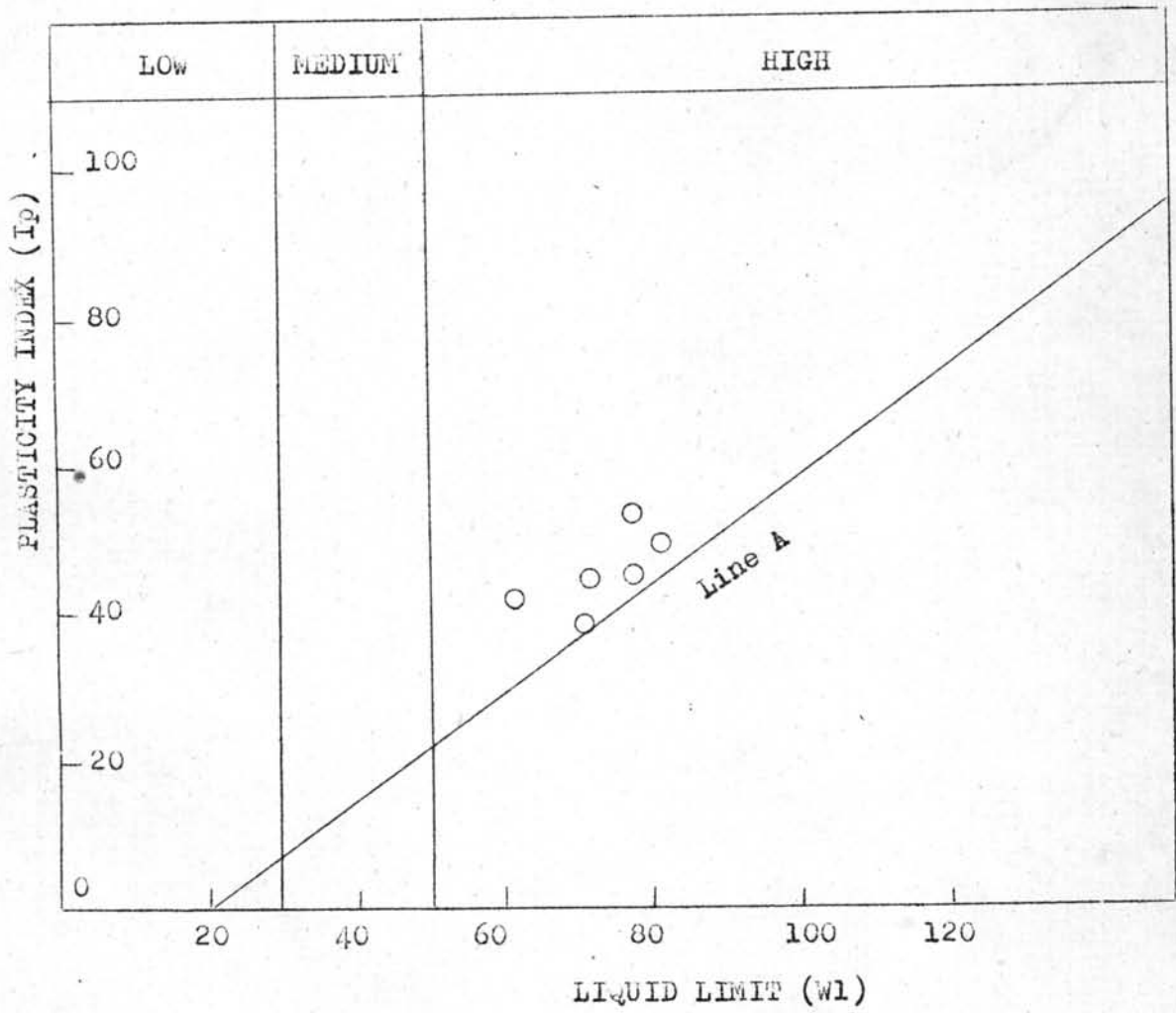
หมายเหตุ

▲ UNDISTURBED VANE SHEAR ● UNDISTURBED U/c

△ DISTURBED VANE SHEAR ○ DISTURBED U/c

รูปที่ 27 คุณสมบัติของดินในบริเวณที่ทำการทดลอง

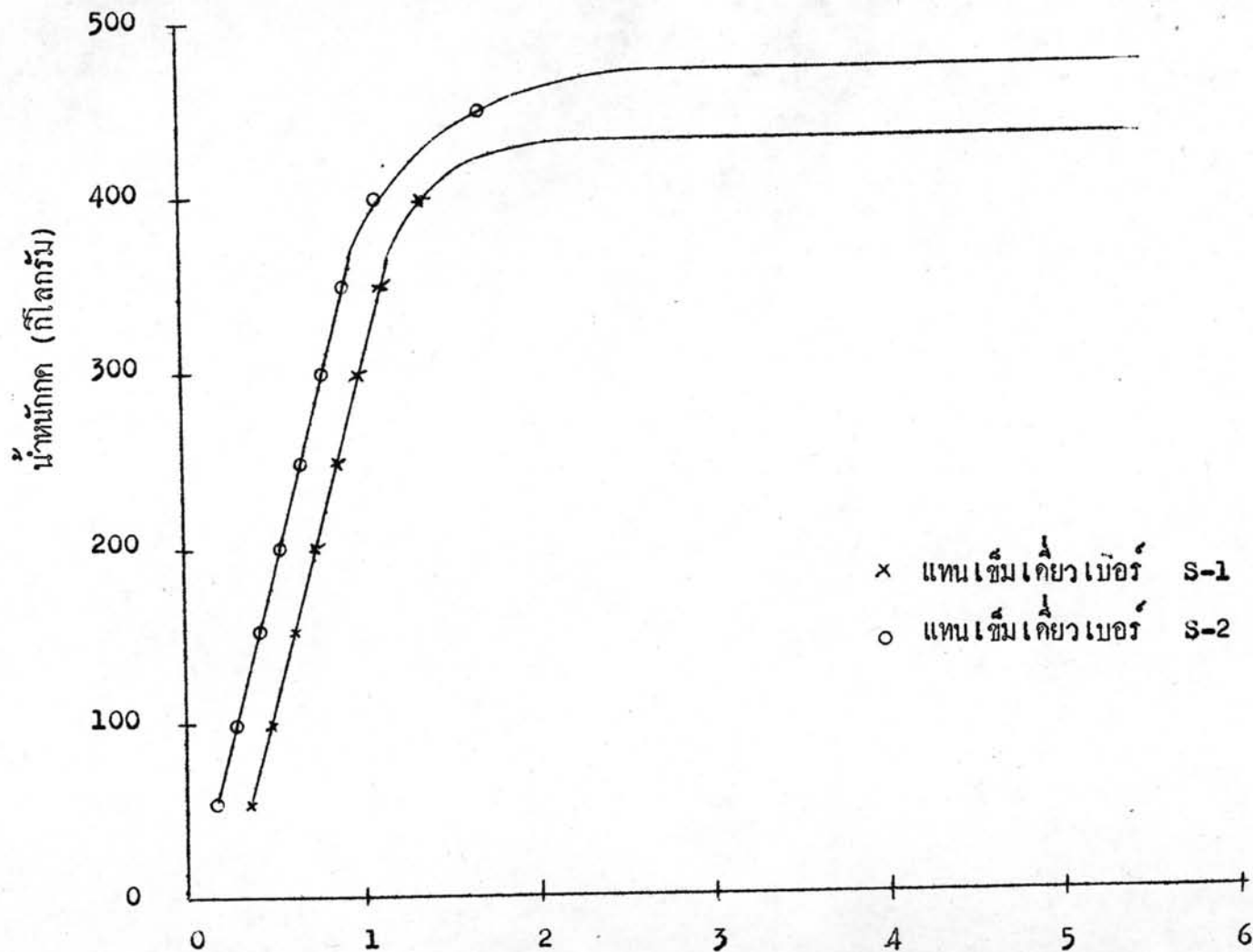
(จาก SRIRATANASATHAVORN, 1975)



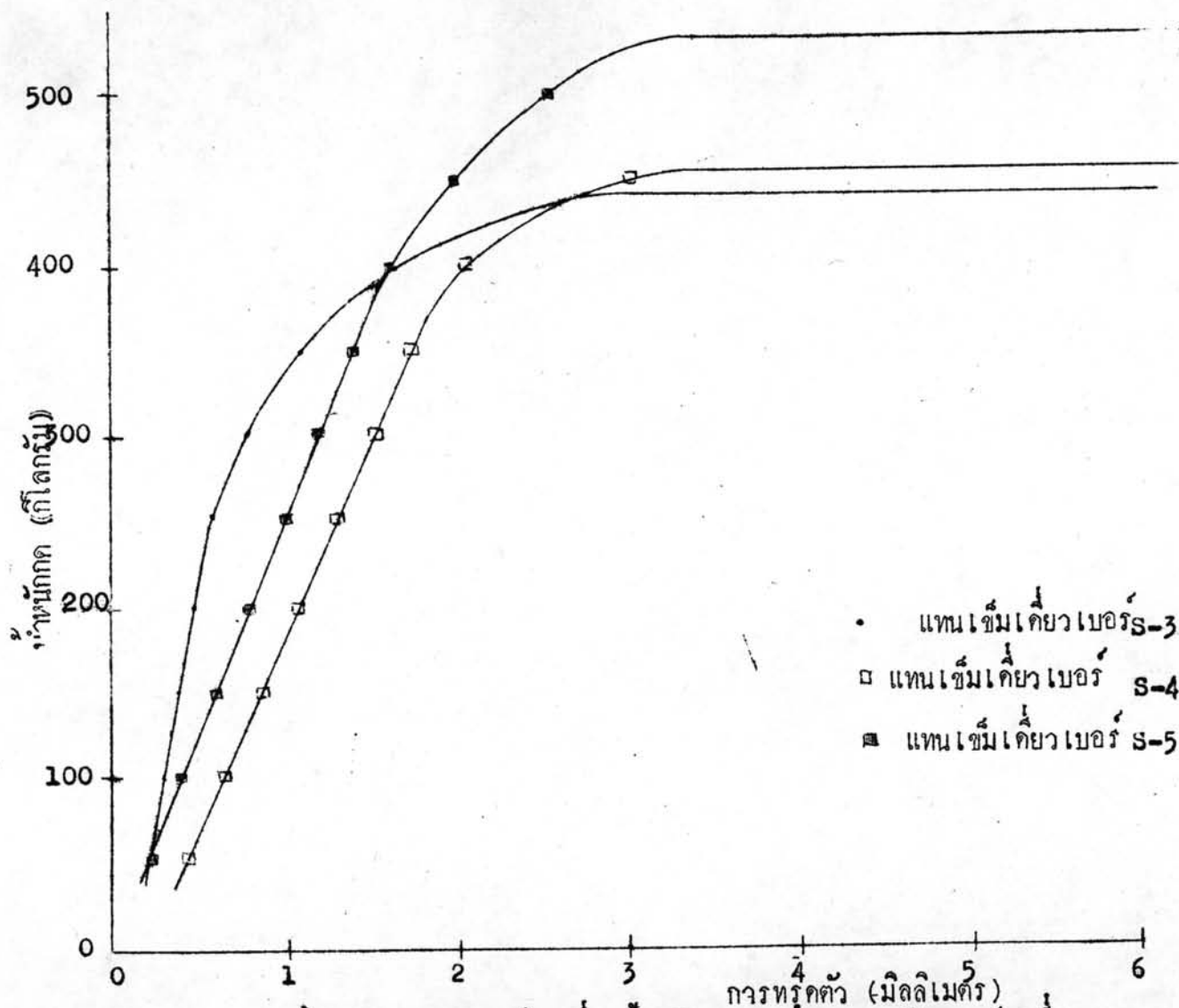
รูปที่ 28 PLASTICITY CHART (AFTER A CASAGRANDE) ในหน่วย -

ทํานานทศตวรรษ

(จาก SRIRATANASATHAVORN, 1975)

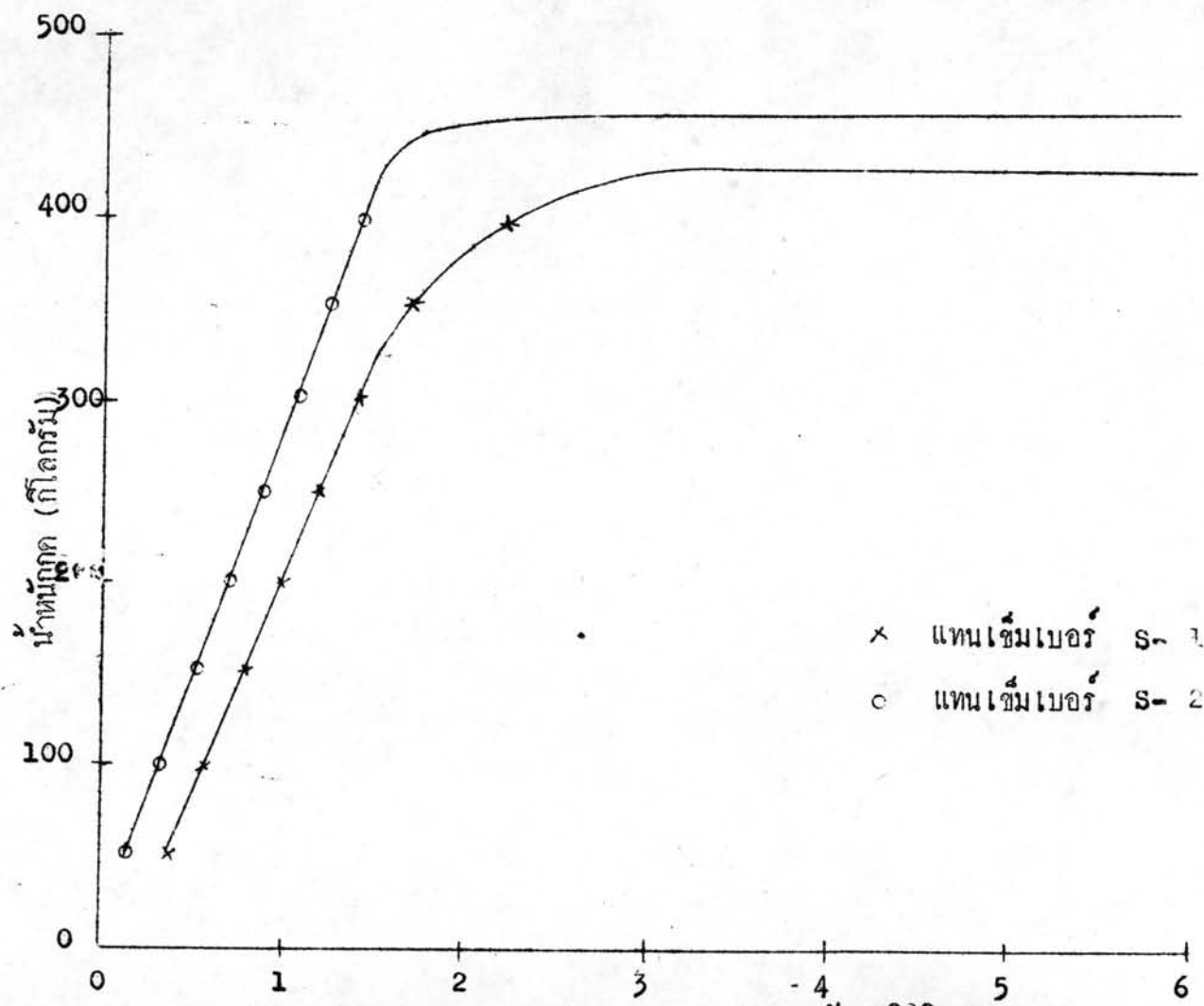


รูปที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับรทรุดตัวกับการทรุดตัวของเข็มเคียว
(ทดสอบโดยการรกดน้ำหนักครั้งแรก)



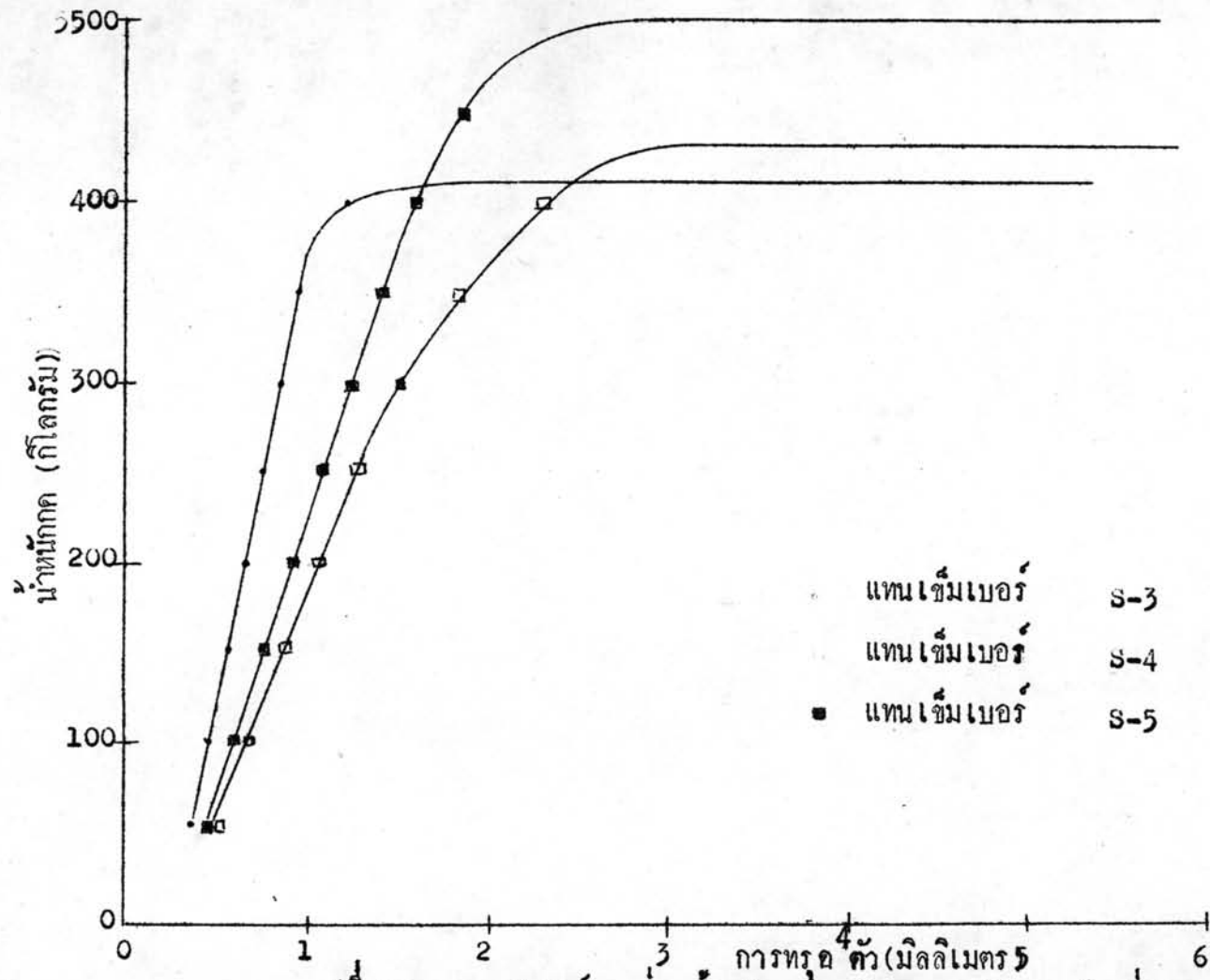
- แทนซีมีเคียวเบอร์ S-3
- แทนซีมีเคียวเบอร์ S-4
- แทนซีมีเคียวเบอร์ S-5

รูปที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุกับการดูดตัวของซีมีเคียว
(ทดสอบโดยการก่น้ำหนักครั้งแรก)

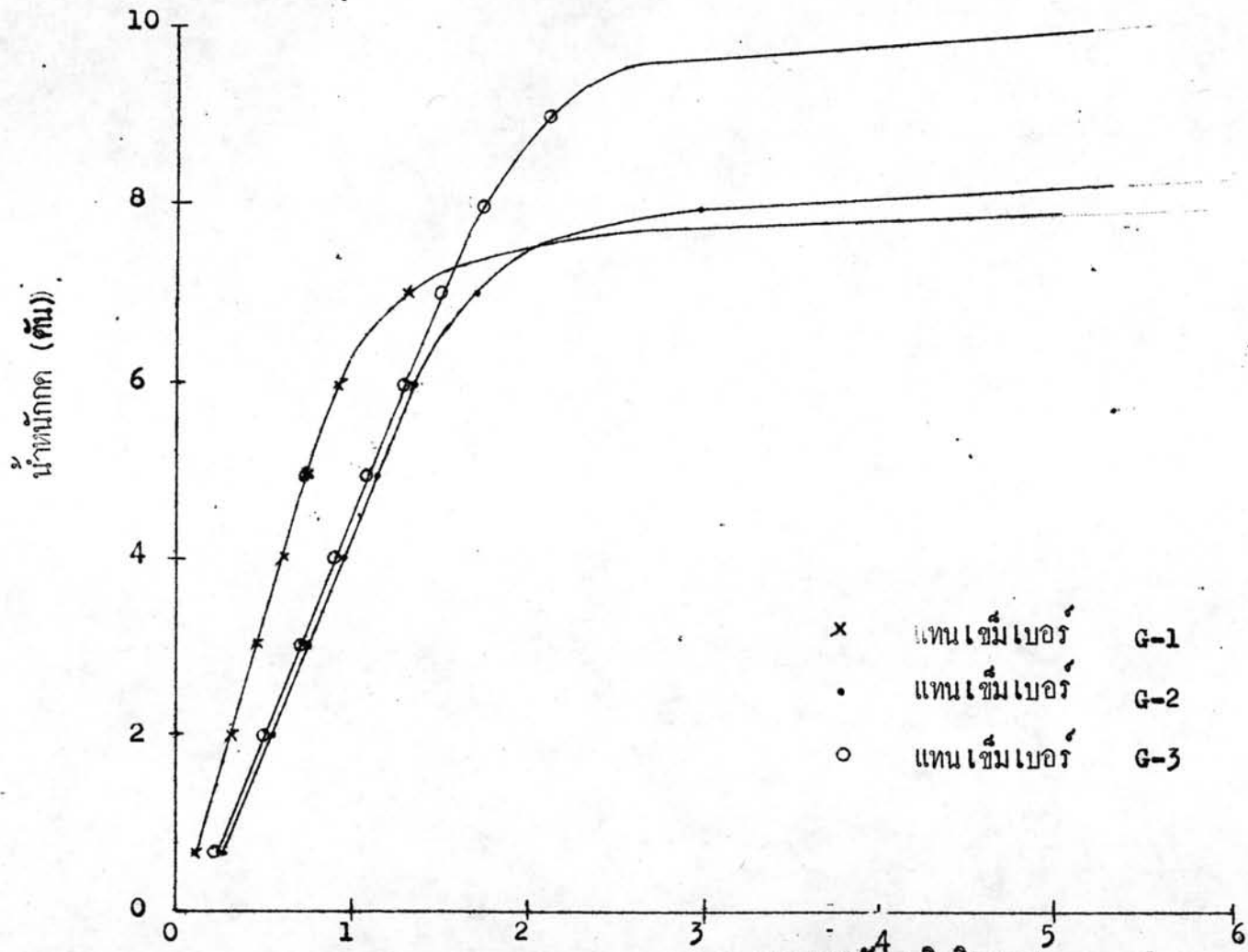


x แทนซีมเบอรั S- 1
 o แทนซีมเบอรั S- 2

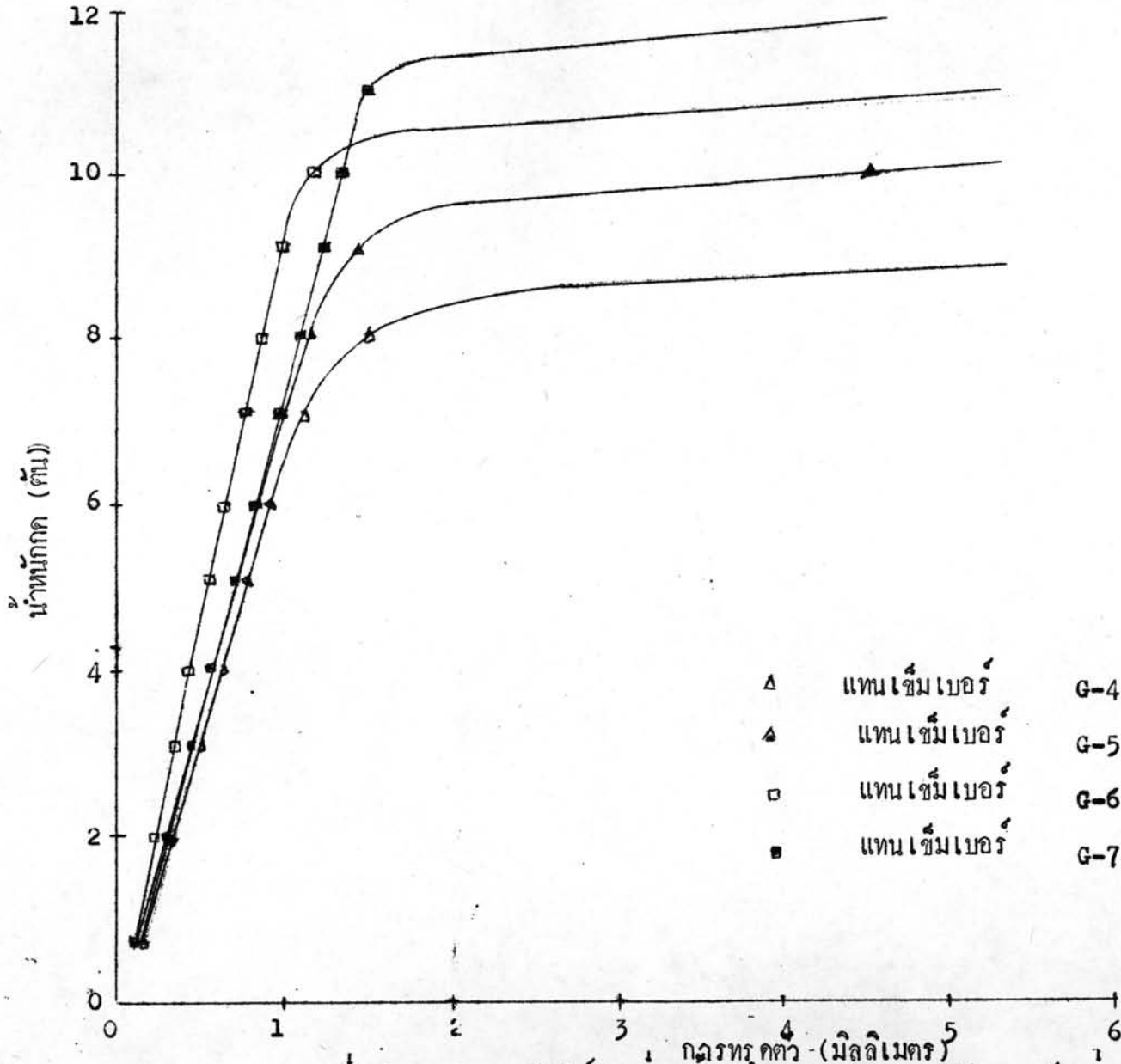
รูปที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักการดูดน้ำกับการดูดน้ำของซีมเคียว (ทดสอบโดยการก่น้ำหนักซ้ำครั้งที่ 1)



รูปที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำที่ดูดกับ การดูดตัวของฟิล์มของซีเมนต์ขาว (ทดสอบโดยการก่น้ำหนักซ้ำครั้งที่ 1)

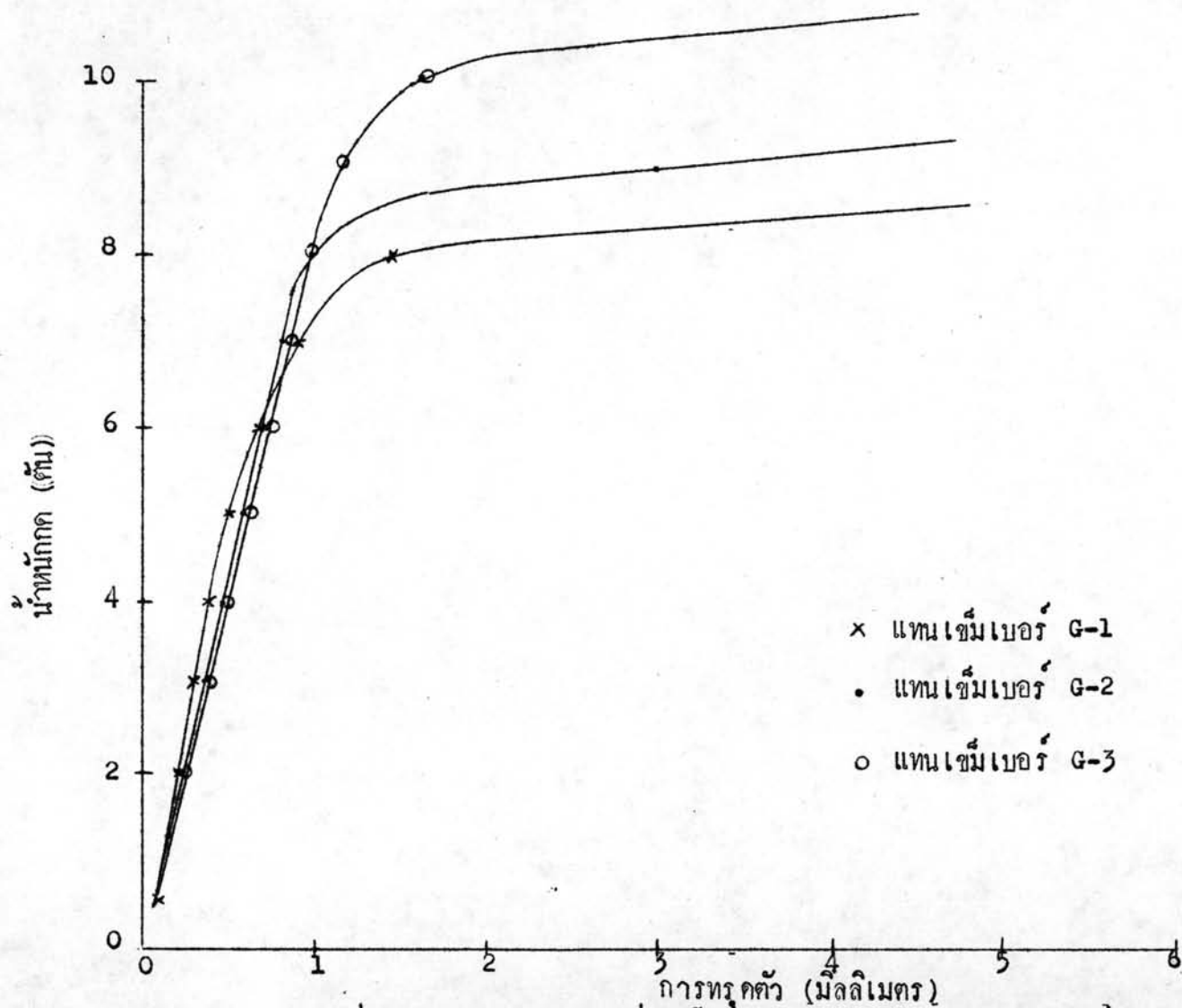


รูปที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบริทุกกับการดูดซึ่มของซึ่มกลุ่ม (ทดสอบโดยการก่น้ำหนักครั้งแรก)

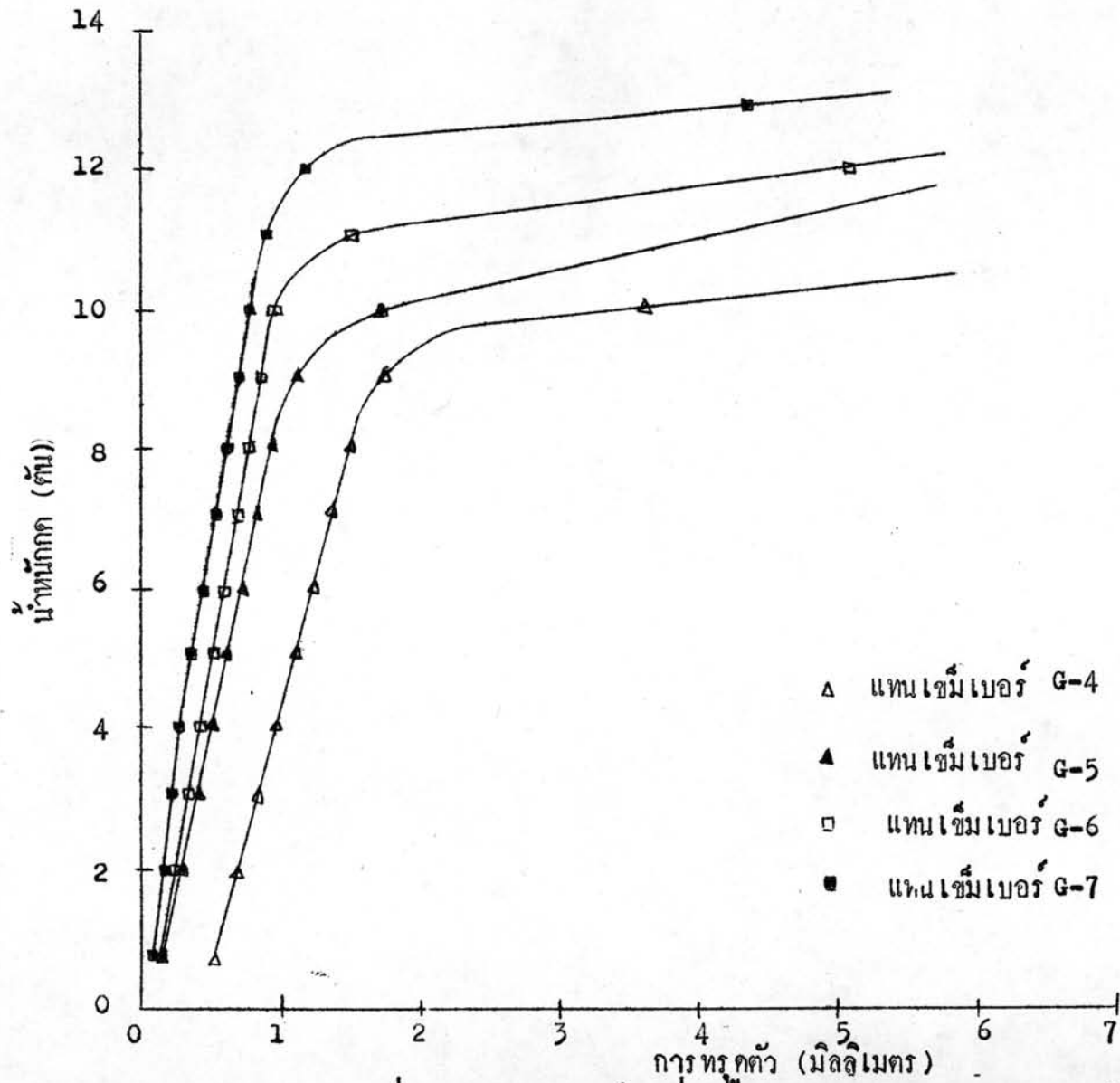


รูปที่ 34

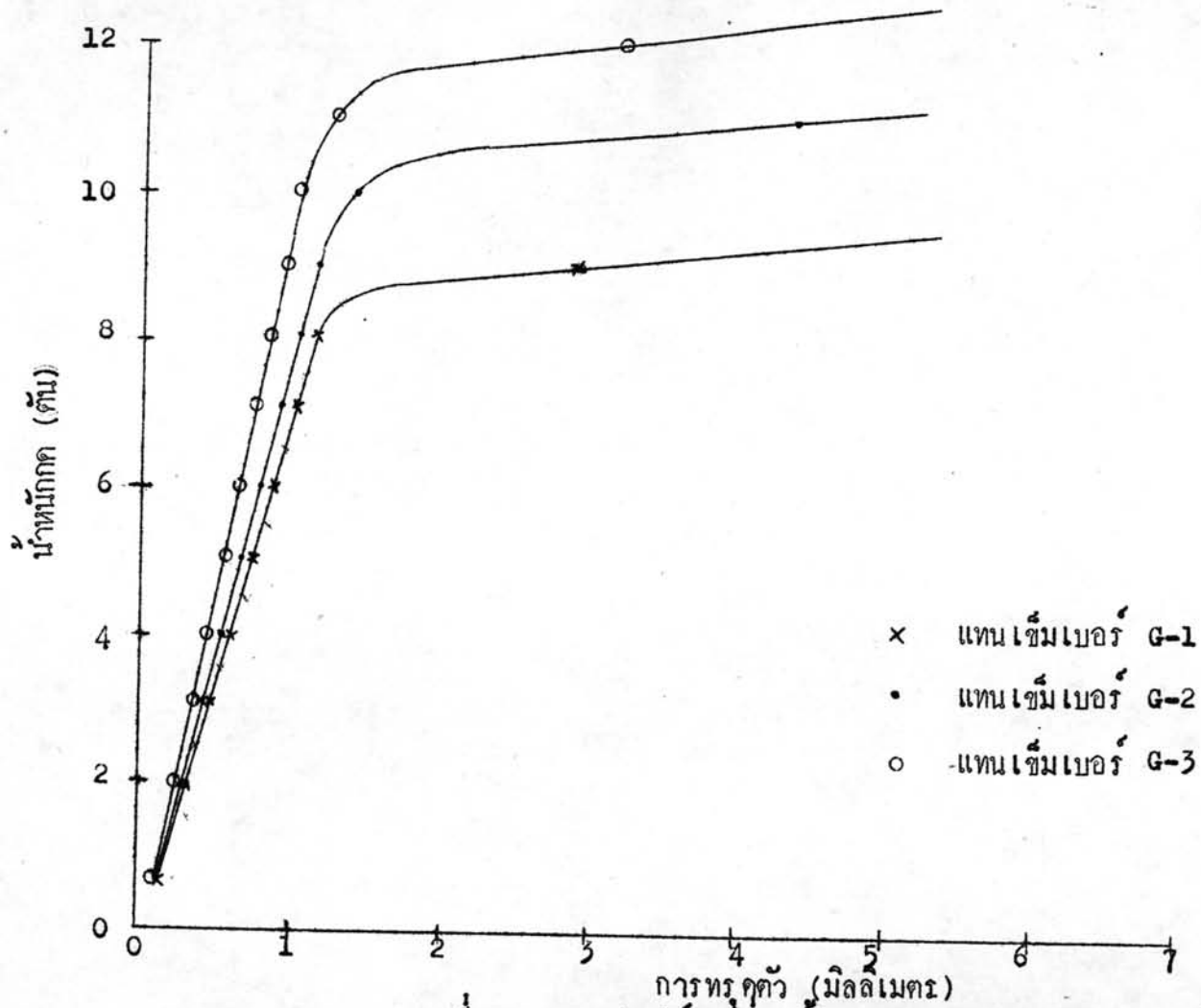
ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของเข็มกลุ่ม (ทดสอบโดยการรอกน้ำหนักครั้งแรก)



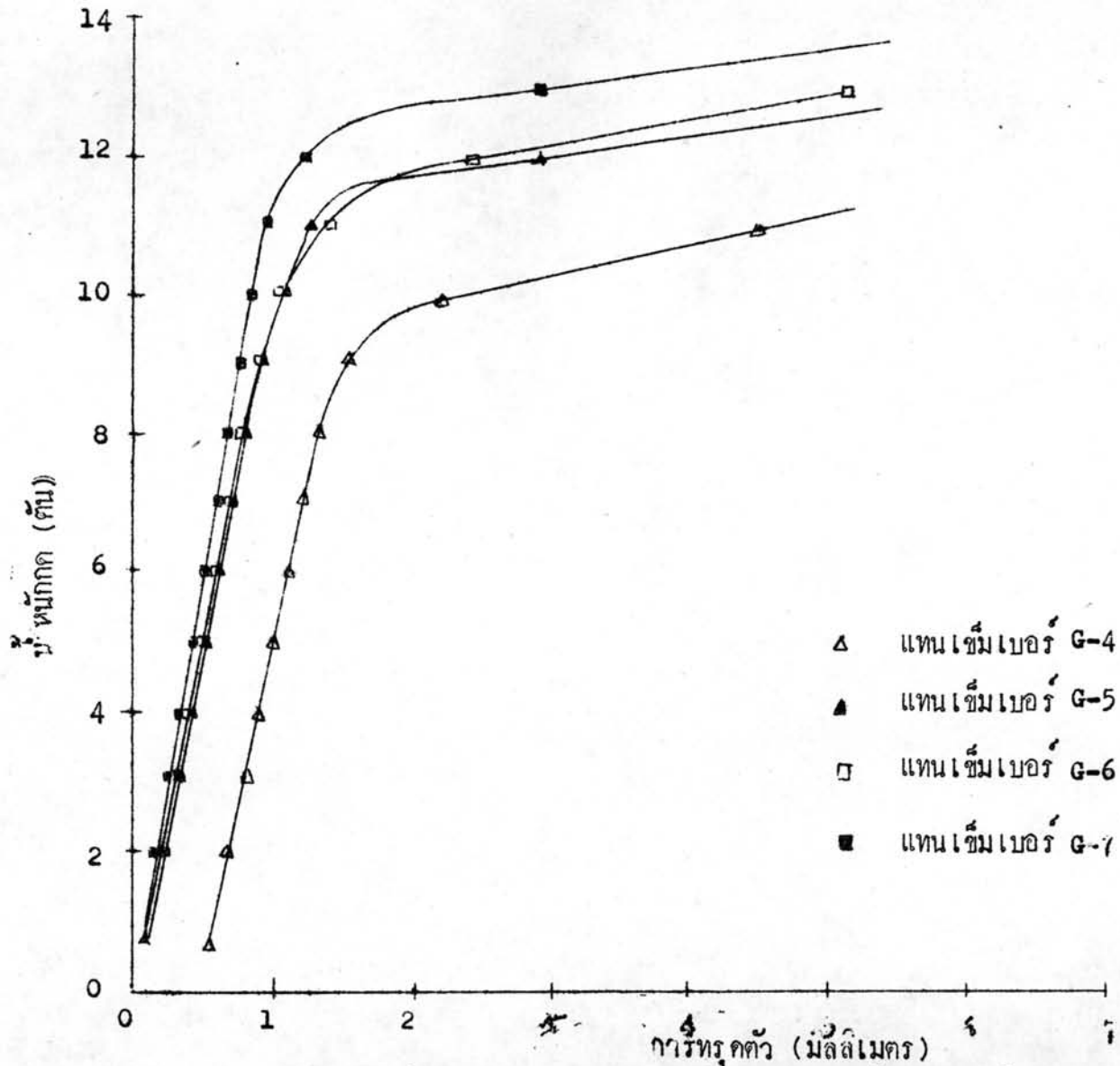
รูปที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำที่ดูดกับรากกับการดูดน้ำของเข็มกลุ่ม
(ทดสอบโดยการก่น้ำหนักซ้ำครั้งที่ 1)



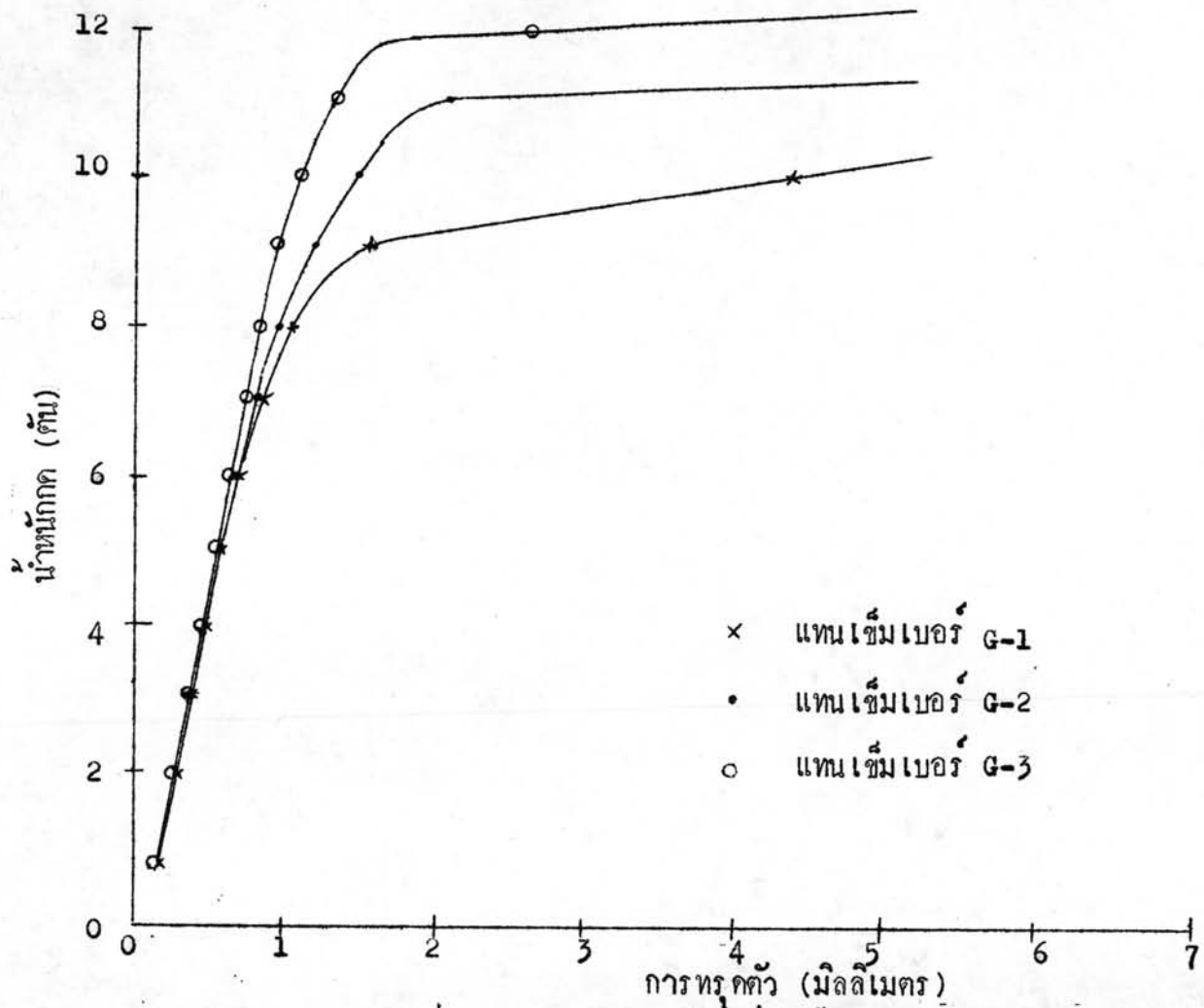
รูปที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำที่กักกับรทุกกับการทรุดตัวของซีเมนต์ลุ่ม (ทดสอบโดยการก่น้ำหนักซ้ำครั้งที่ 1)



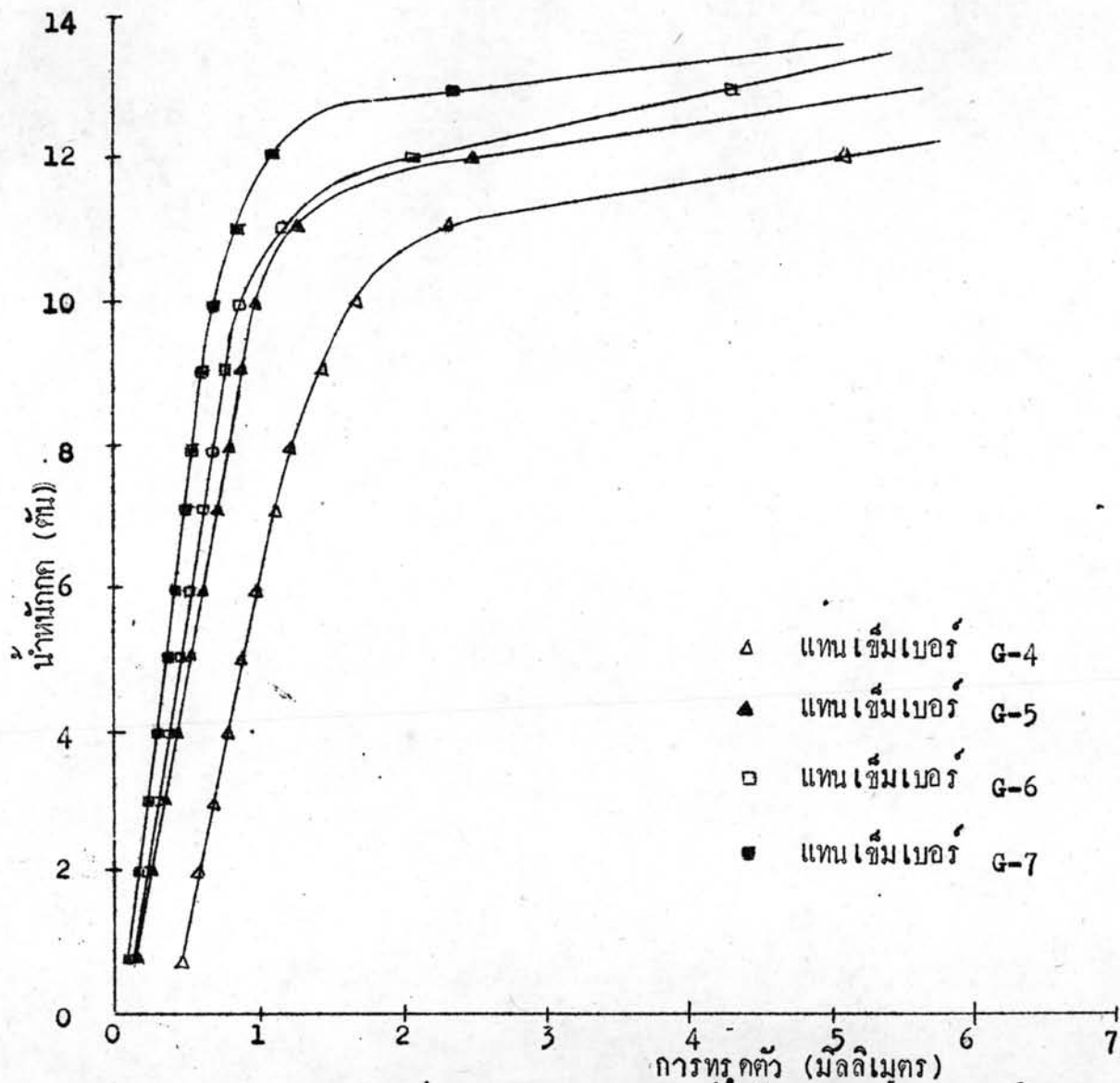
รูปที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่บรรจุกับการดูดน้ำของซีมเบอ์
(ทดสอบโดยการก่น้ำหนักซ้ำครั้งที่ 2)



รูปที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุทุกกับการทรุดตัวของเข็มกลุ่ม (ทดสอบโดยการรอกน้ำหนักข้างครั้งที่ 2)



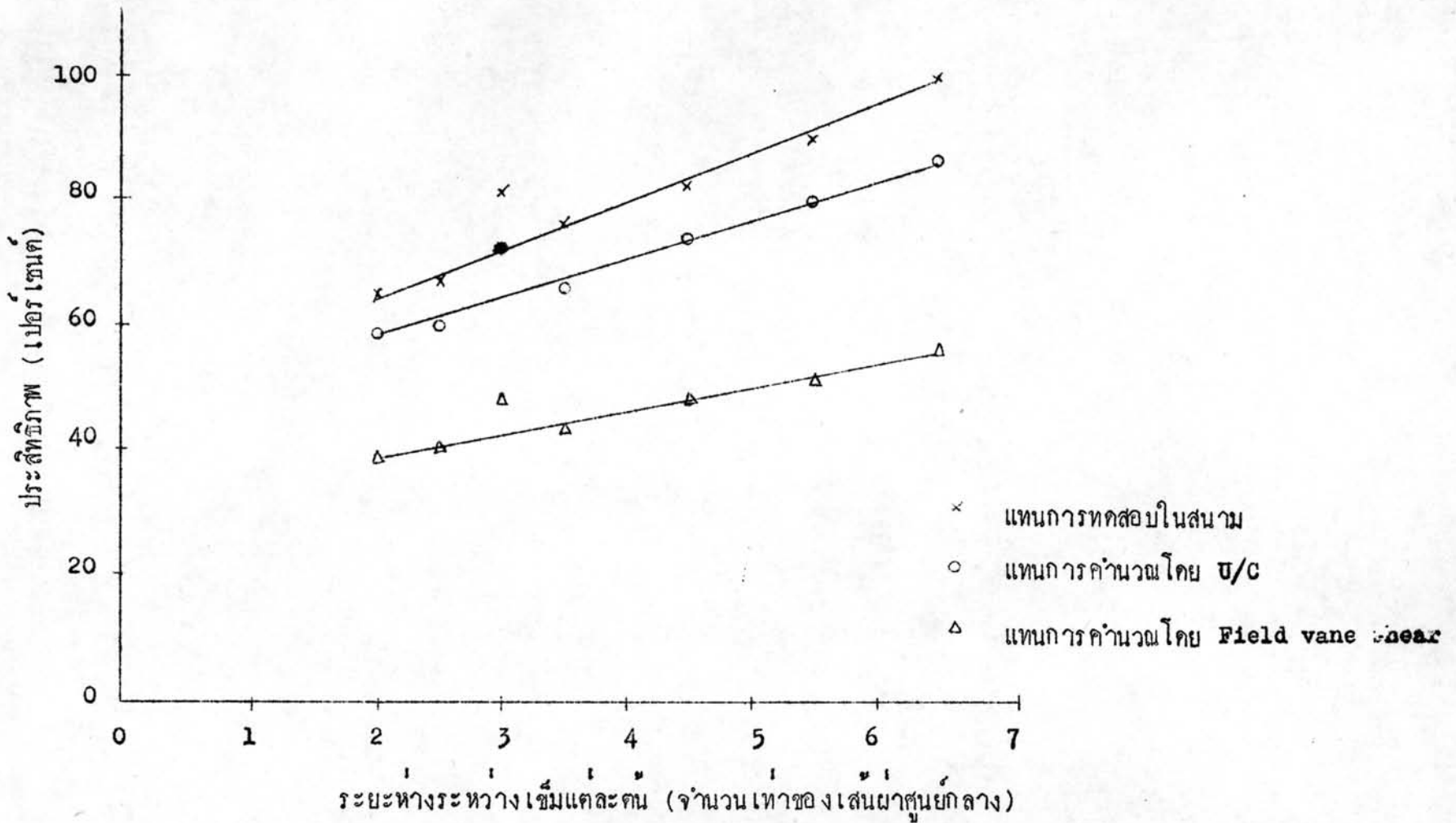
รูปที่ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับปริมาณการดูดน้ำของซีมกลุ่ม (ทดสอบโดยการก่น้ำหนักซ้ำครั้งที่ 3)



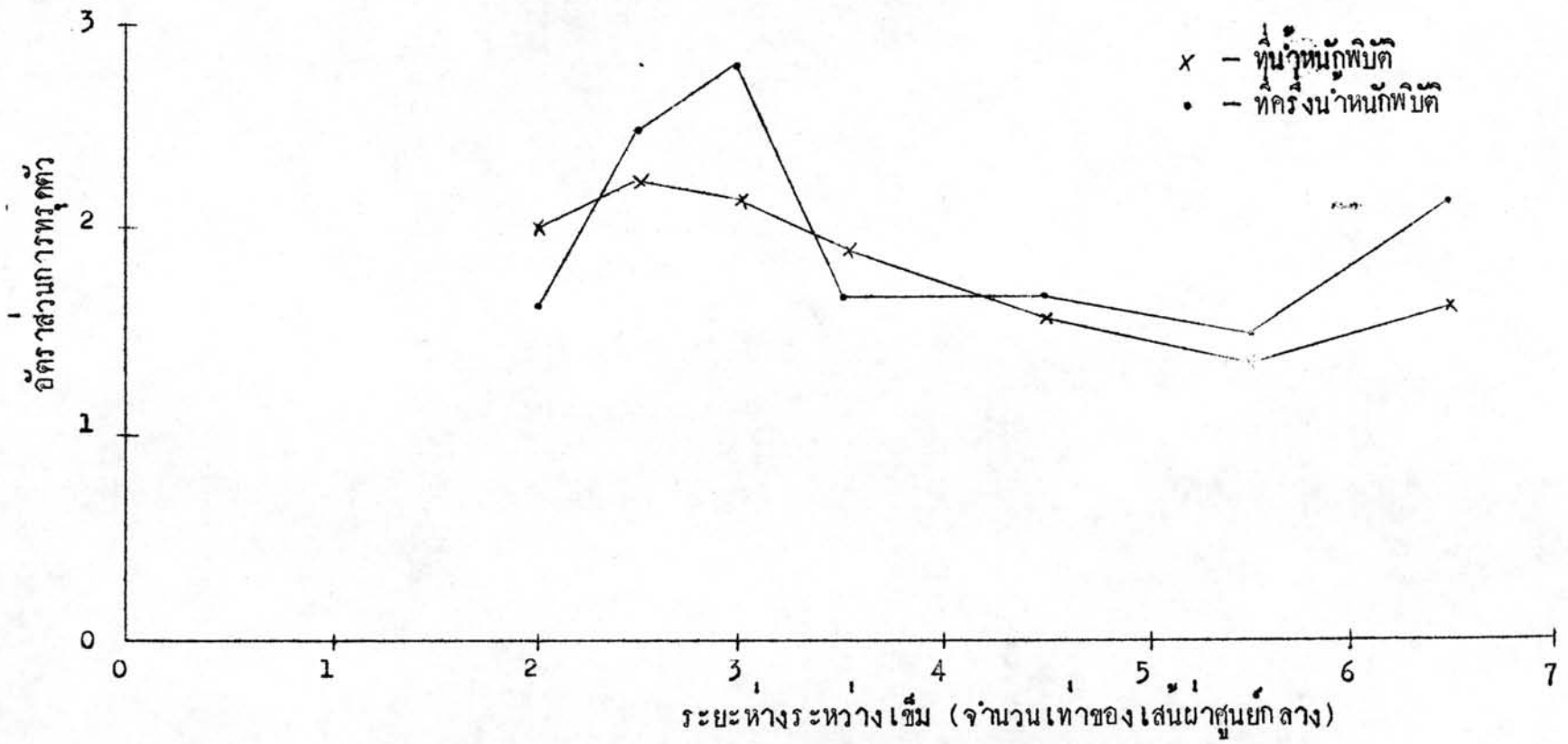
- △ แทนซีเมนต์เบอร์ G-4
- ▲ แทนซีเมนต์เบอร์ G-5
- แทนซีเมนต์เบอร์ G-6
- แทนซีเมนต์เบอร์ G-7



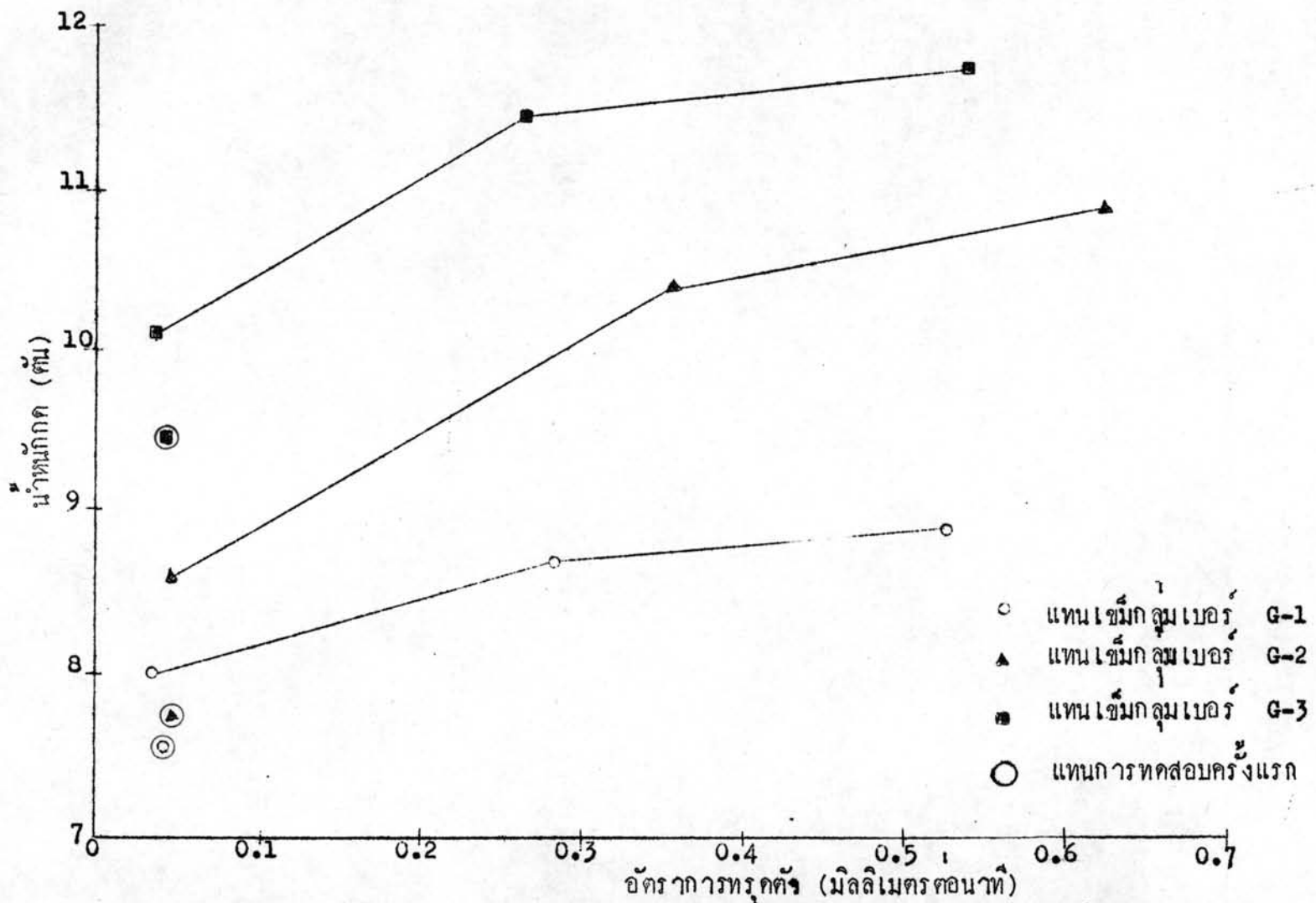
รูปที่ 40 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรทุกกับการทรุดตัวของซีเมนต์
(ทดสอบโดยการก่น้ำหนักซ้ำครั้งที่ 3)



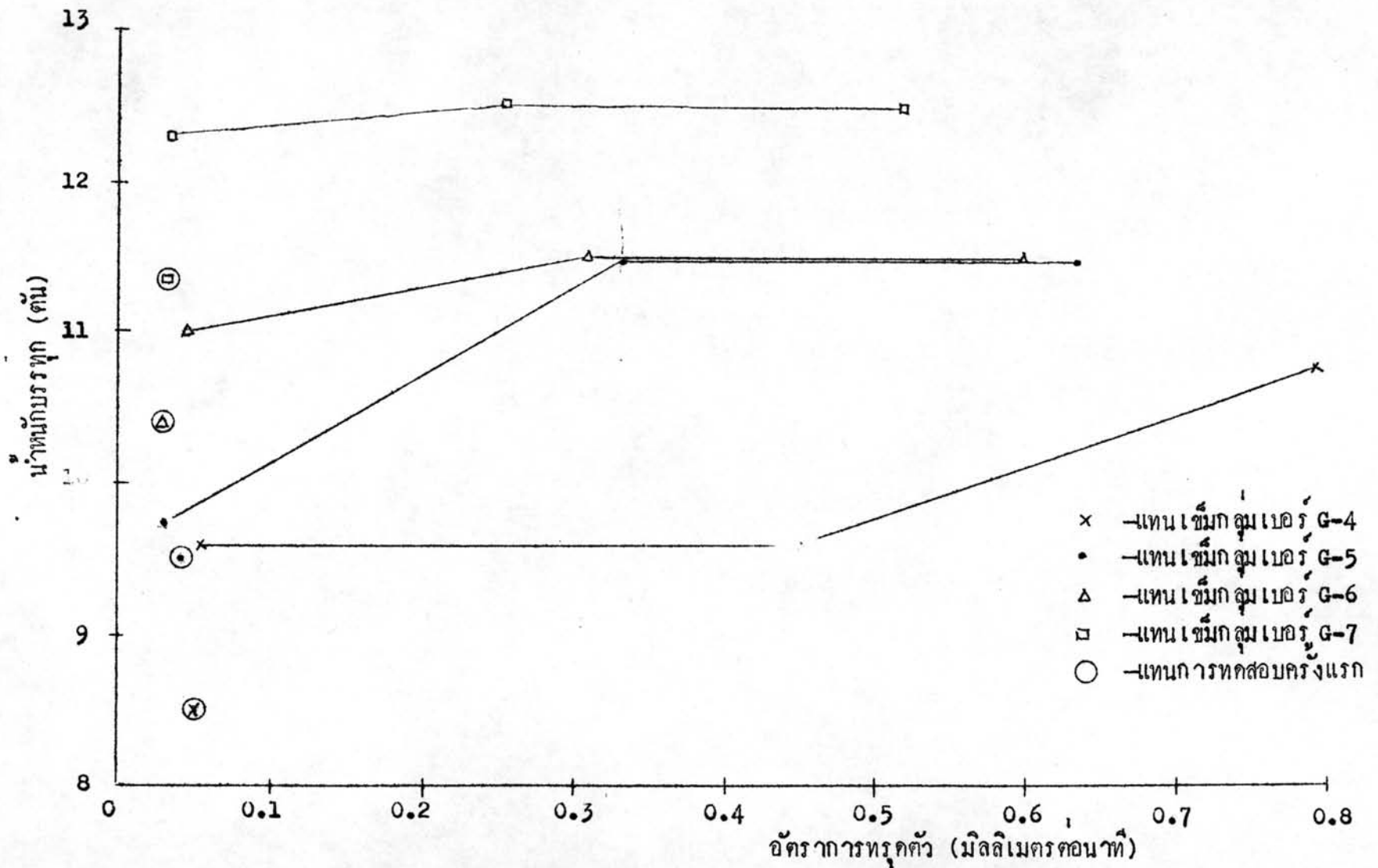
รูปที่ 41 ประสิทธิภาพของเข็มกลุ่ม



รูปที่ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเข็มในเข็มกลุ่มกับอัตราส่วนการทรุดตัว



รูปที่ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกักกับอัตราการดูดน้ำของซีมิกลูม

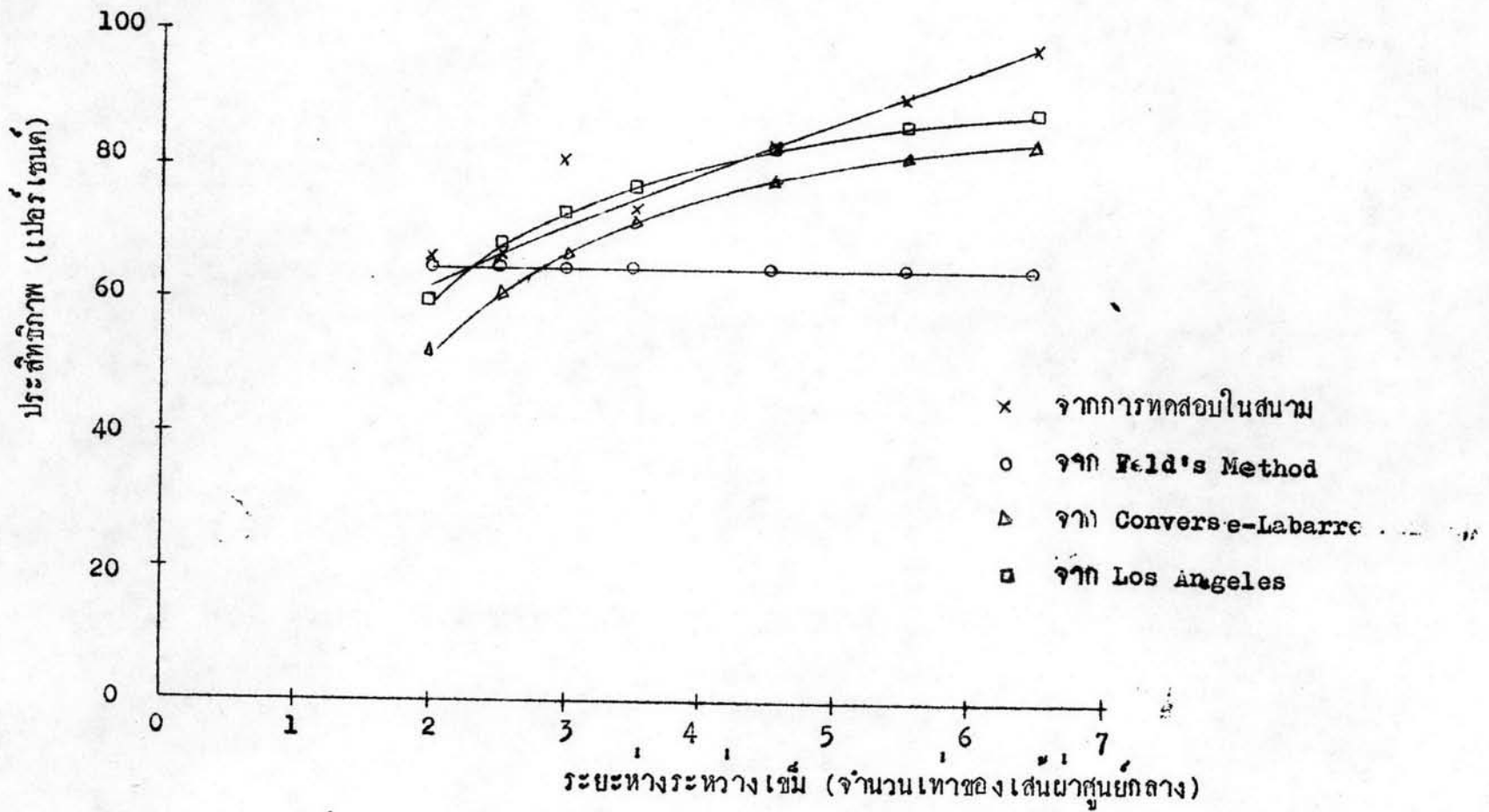


รูปที่ 44 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนกบรรทุกกับอัตราการทรุกตัวของ เข็มกลุ่ม

● ৩৩

ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพของเข็มกลุมจากแหล่งต่าง ๆ

แหล่งที่มา	S=2 ϕ	S=2.5 ϕ	S=3 ϕ	S=3.5 ϕ	S=4.5 ϕ	S=5.5 ϕ	S=6.5 ϕ
ทดสอบในสนาม	0.65	0.67	0.81	0.73	0.82	0.90	0.98
วิธีของ Feld	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
สูตรของ Converse - Labarre	0.52	0.61	0.67	0.72	0.78	0.82	0.84
สูตรของ Los Angeles	0.60	0.68	0.73	0.77	0.82	0.86	0.88



รูปที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับระยะห่างระหว่างเข็ม

ประวัติการศึกษา

เรืออากาศโท อัครวิทย์ แสงมหาชัย สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จาก
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2514.

ปัจจุบัน รับราชการอยู่ที่ กรมช่างโยธาทหารอากาศ คอนเมือง