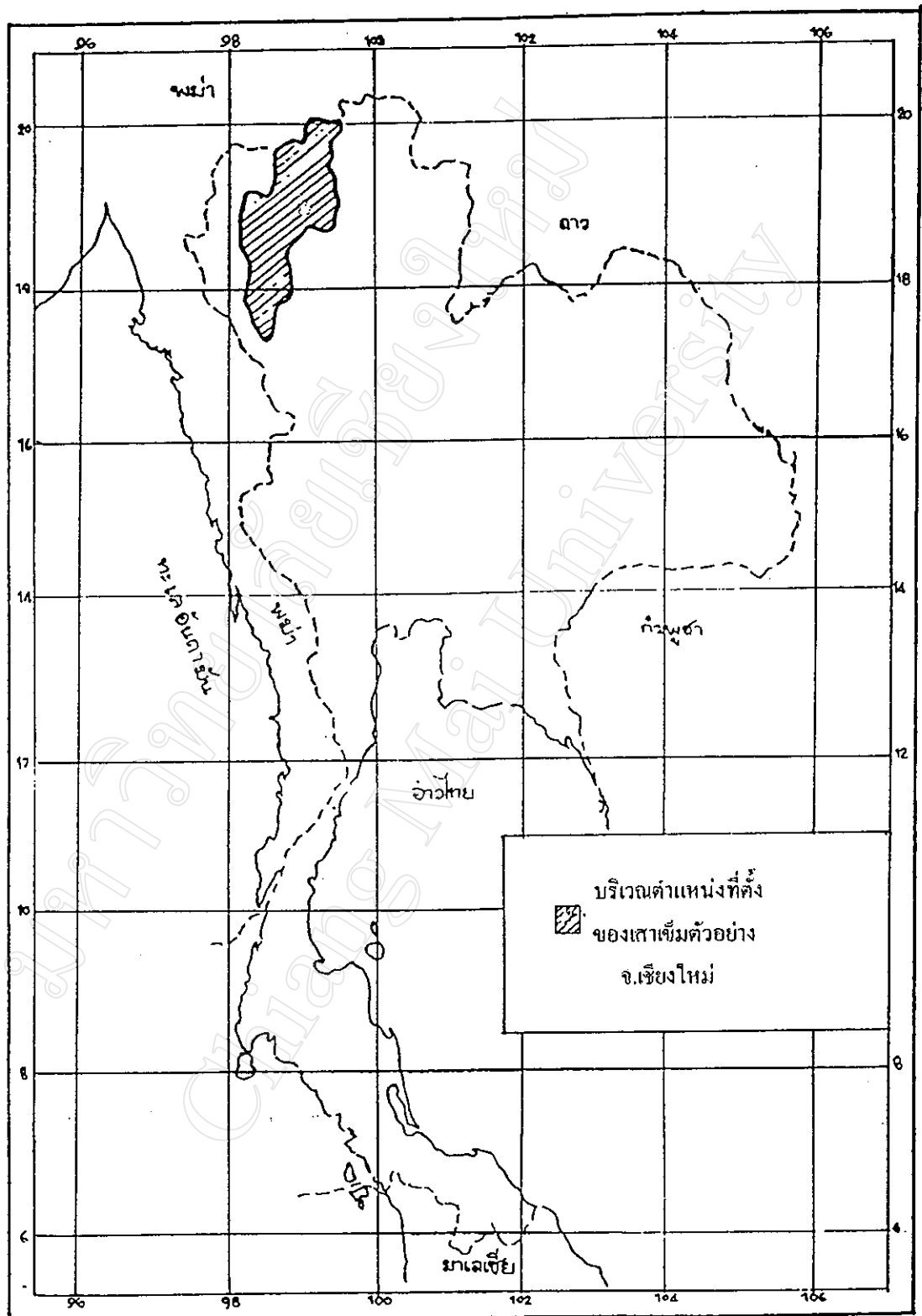
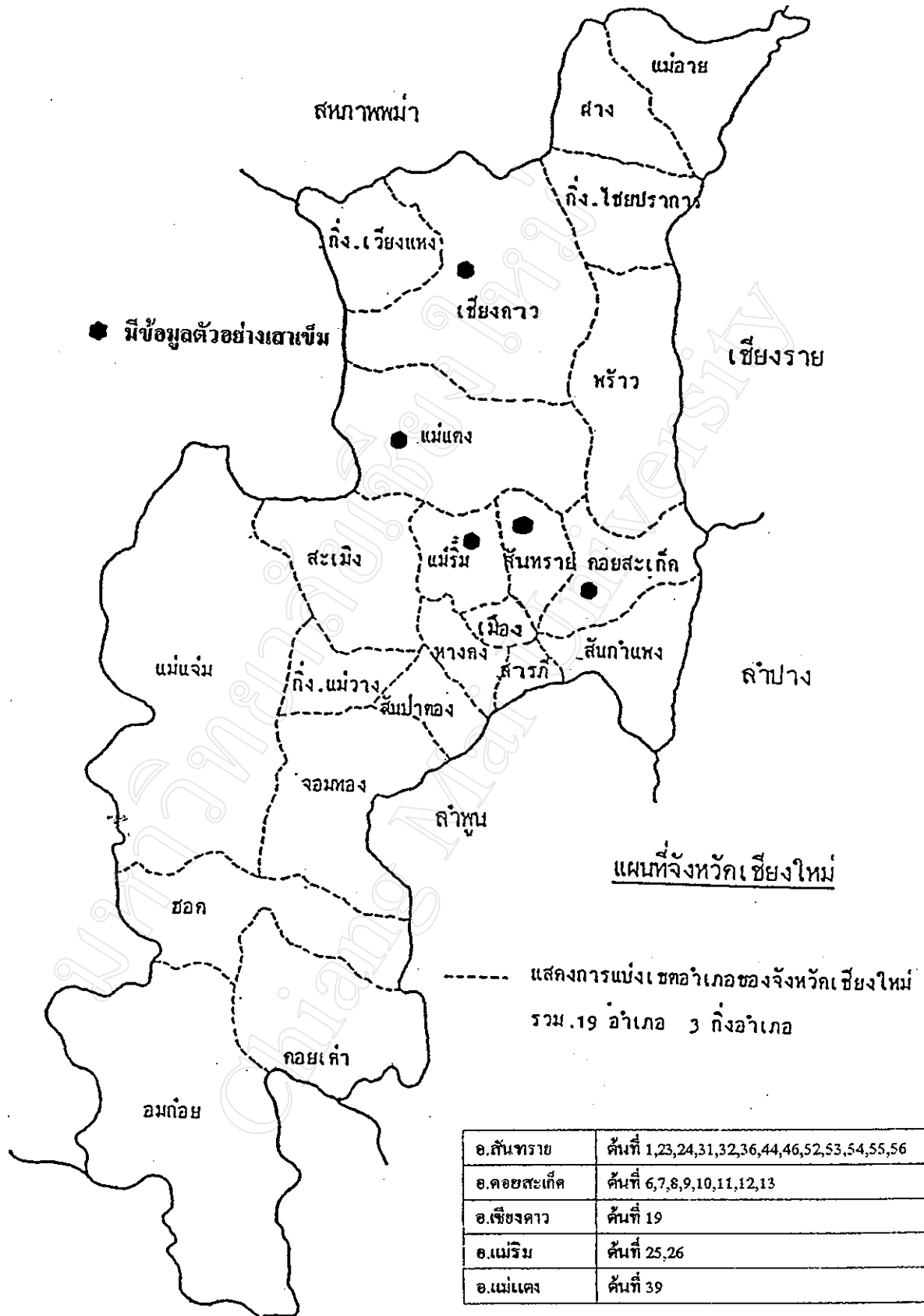


ภาคผนวก ก

แสดงข้อมูลของเสาเข็มตัวอย่างที่นำมาทำการวิจัย



รูปที่ ก1 แสดงตำแหน่งพื้นที่บริเวณที่ตั้งของเสาเข็มตัวอย่าง



รูปที่ ก2 แสดงตำแหน่งที่ตั้งและการกระจายของข้อมูลเสาะเข้มตัวอย่างในจังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ ก1 แสดงความสมบูรณ์ของข้อมูลตัวอย่างของเสาเข็มที่นำมาทำการวิจัยทั้ง 56 ตัวอย่าง

ชั้นที่	ชื่อ โครงการ	สถานที่ตั้งโครงการ	ขนาดเสาเข็ม (ม.ตร.)	ความสมบูรณ์ของข้อมูลตัวอย่าง		
				Pile Load Test	Blow Count Record	Soil Boring Detail
1	SR.CONDO	อ.เชียงใหม่-เชียงราย อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x11	X	X	X
2	แฟลตตำรวจกอ.เมือง,แม่ปิง	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.22x0.22x14	X	-	-
3	HILL PARK CONDO,2	อ.ภอลชลลประทาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x12	X	X	-
4	ริมปิงคอนโด	อ.เจริญราษฎร์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x14	X	-	X
5	ลิตรี้คอนโด	อ.ภอลชลลประทาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x21	X	X	-
6	โครงการประปาเตือนแม่แก้วT1	เตือนแม่แก้ว อ.คอยสะเกิด จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x6.5	X	X	X
7	โครงการประปาเตือนแม่แก้วT2	เตือนแม่แก้ว อ.คอยสะเกิด จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x6.5	X	X	X
8	โครงการประปาเตือนแม่แก้วT3	เตือนแม่แก้ว อ.คอยสะเกิด จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x6.5	X	X	X
9	โครงการประปาเตือนแม่แก้วT4	เตือนแม่แก้ว อ.คอยสะเกิด จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x9	X	X	X
10	โครงการประปาเตือนแม่แก้วT5	เตือนแม่แก้ว อ.คอยสะเกิด จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x9	X	X	X
11	โครงการประปาเตือนแม่แก้วT6	เตือนแม่แก้ว อ.คอยสะเกิด จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x9	X	X	X
12	โครงการประปาเตือนแม่แก้วT7	เตือนแม่แก้ว อ.คอยสะเกิด จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x12	X	X	X
13	โครงการประปาเตือนแม่แก้วT8	เตือนแม่แก้ว อ.คอยสะเกิด จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x13	X	X	X
14	อาคารพิจิตรกรบวิทยานิพนธ์ จำกัด	อ.เวียงชัย อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.30x0.30x14	X	-	-
15	ริเวอร์ไซด์คอนโด,1	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x12	X	-	-
16	ริเวอร์ไซด์คอนโด,2	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x12	X	-	-
17	อาคารเรียนรวมคณะมนุษยศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	0.35x0.35x13	X	-	-

ตารางที่ ก1 แสดงความสมบูรณ์ของข้อมูลตัวอย่างของเสาเข็มที่นำมาทำการวิจัยทั้ง 56 ตัวอย่าง(ต่อ)

ชั้นที่	ชื่อโครงการ	สถานที่ตั้งโครงการ	ขนาดเสาเข็ม (เมตร)	ความสมบูรณ์ของข้อมูลตัวอย่าง		
				Pile Load Test	Blow Count Record	Soil Boring Detail
18	คอนโด16 ชั้น ช้างกลาน	ถ.ช้างกลาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.30x0.30x15	X	-	-
19	แฟลตตำรวจสภอ.เชียงดาว	อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	0.26x0.26x9	X	X	-
20	POK CONDO	สี่แยกกรีนค่า อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x17	X		-
21	โรงพยาบาลโรคพื้น	ถ.เชียงใหม่-ลำปาง อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x16	X	X	-
22	แฟลตตำรวจ สภอ.เมือง	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.26x0.26x12	X	X	-
23	ตึกอธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x12	X	X	-
24	ศูนย์การศึกษานานาชาติแม่โจ้	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x6	X	X	-
25	โครงการเมริมบรินเซต,1	อ.แมริม จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x20	X	X	-
26	โครงการเมริมบรินเซต,2	อ.แมริม จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x20	X	X	-
27	โรงพยาบาลค่ายกาวิละ	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x12	X	-	-
28	โคตัง บริษัทสหพานิช จำกัด	ถ.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x17	X	X	-
29	แกรนด์ริมมิ่งกองน โด	ถ.ฟ้าฮ่าม อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x16	X	-	-
30	อาคารสุวิวงศ์บุคเคนเตอร์	ถ.ศรีดอนชัย อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x11	X	-	-
31	โครงการร่มหลวง,2	ถ.ร่มหลวง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x12	X	-	-
32	โครงการร่มหลวง,1	ถ.ร่มหลวง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x12	X	-	-
33	อาคารสำนักงานท่าอากาศยานเชียงใหม่	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x13	X	-	X
34	อาคารที่พักสถาบันราชภัฏ,1	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x14	X	-	-

ตารางที่ ก1 แสดงความสมบูรณ์ของข้อมูลตัวอย่างของเสาเข็มที่นำมาทำการวิจัยทั้ง 56 ตัวอย่าง(ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อโครงการ	สถานที่ตั้งโครงการ	ขนาดเสาเข็ม (เมตร)	ความสมบูรณ์ของข้อมูลตัวอย่าง		
				Pile Load Test	Blow Count Record	Soil Boring Detail
35	อาคารที่พักสถาบันราชภัฏ.2	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x14	X	-	-
36	อาคารเรียนรวมคณะวิทยาศาสตร์ แม่โจ้	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x10	X	-	-
37	โรงแรมแสงศรีลา	ด.เจริญประเทษ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x15	X	X	-
38	สวรายคอนโด	อ.เชียงใหม่-สันกำแพง อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x13	X	-	-
39	แฟลตตำรวจ สกอ.แม่แตง	อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	0.26x0.26x9	X	X	-
40	ชมคดยกอนโด	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x14	X	-	-
41	โครงการกรีนฮิลล์	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x20	X	-	-
42	โรงแรมฮิลล์ลอคด์	อ.หัวแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x10	X	-	X
43	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	0.35x0.35x8	X	-	-
44	อาคาร 3 ชั้น มหาวิทยาลัยแม่โจ้	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.26x0.26x10	X	X	X
45	โรงพยาบาลเชียงใหม่ราม1	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x16	X	X	X
46	แฟลตข้าราชการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x10	X	-	X
47	อาคารสำนักงาน บริษัทนิคมพานิช	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x13.6	X	X	X
48	ตึกเดิม 4 ชั้น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	0.35x0.35x9	X	X	-
49	โรงแรมเพชรงาม	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x15	X	-	-
50	โครงการพรพิงพาณิชย์	อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.25x0.25x8	X	-	X
51	หอพักหญิง 9 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	0.40x0.40x10	X	-	X

ตารางที่ ก1 แสดงความสมบูรณ์ของข้อมูลตัวอย่างของเสาเข็มที่นำมาทำการวิจัยทั้ง 56 ตัวอย่าง(ต่อ)

คันที่	ชื่อโครงการ	สถานที่ตั้งโครงการ	ขนาดเสาเข็ม (มตร)	ความสมบูรณ์ของข้อมูลตัวอย่าง		
				Pile Load Test	Blow Count Record	Soil Boring Detail
52	โครงการ SR.LAND-G4	ถ.เชิงใหม่-เชิงทราย อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x11	X	-	X
53	โครงการ SR.LAND-F5	ถ.เชิงใหม่-เชิงทราย อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.35x0.35x12	X	-	X
54	อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x10	X	-	X
55	อาคารเทคโนโลยีพระมงกุฎเกล้า	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.26x0.26x10	X	-	X
56	ศูนย์การค้าเดอะมอลล์	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	0.40x0.40x10	X	-	X

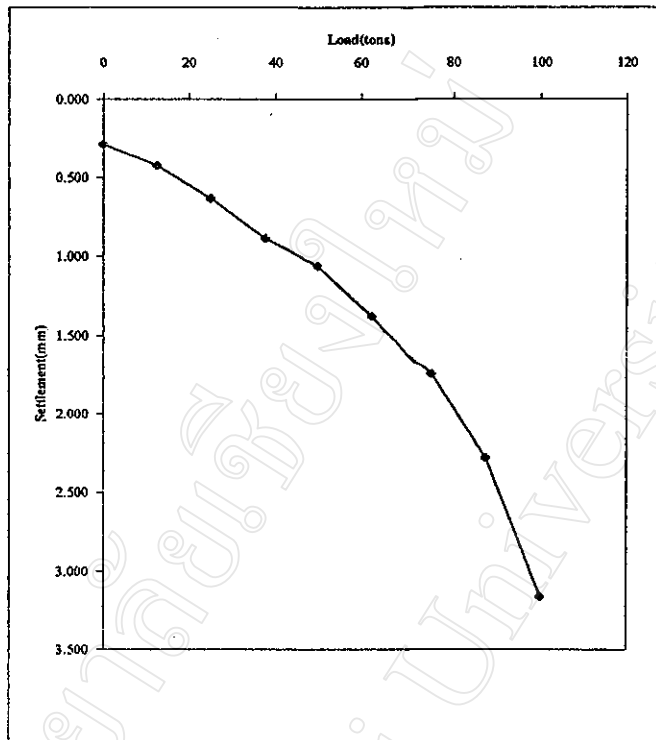
ตารางที่ 2 แสดงการสรุปลักษณะของชั้นดินบริเวณที่มีการทดสอบเสาเข็ม

No.	Project Name	Depths		Description of Material	Wet Unit Weight (γ/m^3)	Soil Type (USC)	Atterberg Limit (%)				Sieve Analysis % Finer (Average)				Unconfined Comp. Test		N(Average) Value
		From	To				LL	PL	PI	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	Su (Average) (t/m^2)			
1	SR. CONDO			Top Soil													
		0	3	ดินเหนียวปนทราย เล็กน้อย	1.89												10
		3	6	ทรายหยาบปนดินเหนียว สีเทาปนกรวดละเอียด	1.95												27
		6	12	ดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทา	1.92												26
		12	end	ทรายหยาบสีเทาปนกรวด หยาบกรวดละเอียด													37
2	ริมโปงกอน โค			Top Soil													
		0	10	Fine to Medium Sand	2	SW											14
		10	13	Medium Sand	2	SW				98.08	87.27	19.4	6.66				24
		13	14	Gravelly Medium Sand	2.15	SW					37.38	16.63	5.7				41
		14	end	Gravelly Medium Sand		SW					52.79	28.79	8.61				36
3	โครงการประปาเคียน แม่วง เสาเข็มทดสอบ คันที่ T1 ถึง T3			Top Soil													
		0	3	Clayey Fine Sand	3.08	SC				92	80	73	34				8
		3	6	Fine to Medium Sandy Clay	2.014	CL											20
		6	end	Silty Fine to Coarse Sand	2.18	SM				67	53	37	15				35

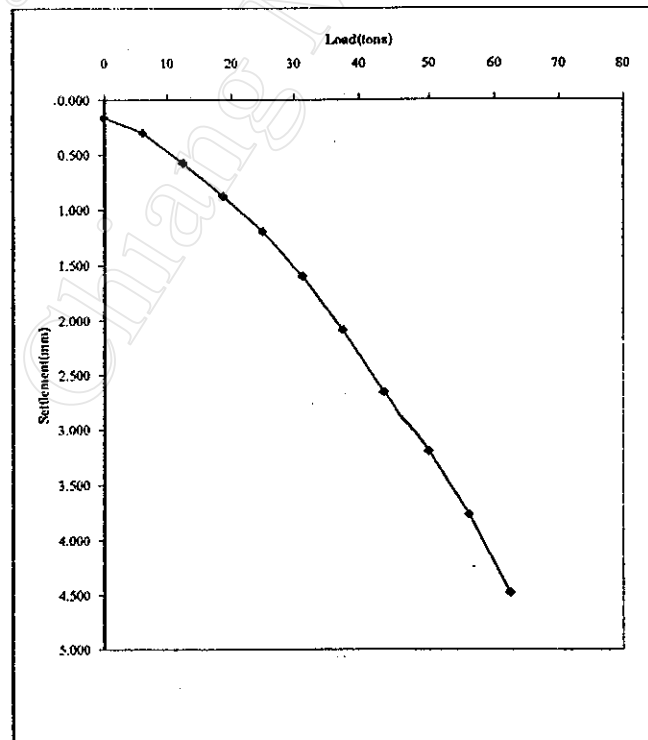
ตารางที่ 2 แสดงการสรุปลักษณะของชั้นดินบริเวณที่มีการทดสอบเสาเข็ม (ต่อ)

No.	Project Name	Depths		Description of Material	Wet Unit Weight(t/m ³)	Soil Type (USC)	Atterberg Limit(%)			Sieve Analysis % Finer(Average)				Unconfined Comp. Test		N(Average) Value From SPT
		From	To				LL.	PL.	PI.	No.4	No.10	No.40	No.200	Su(Average)(t/m ²)		
13	อาคารพลศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้	0	1.3	Top Soil												
		1.3	1.5 clay		1.94	CL	42	23	19	100	94	80	58		6.9	
		5	11 clay		2.08	CL	34	17.5	16.5	100	88	72	55		13.5	
14	อาคารศูนย์การค้า กาดสวนแก้ว	0	1	Top Soil												
		1	12 clay		1.92	CL	45.7	18.6	27.1	100	98.7	87.5	69.8		15.7	
15	อาคารสำนักงาน ท่าอากาศยาน เชียงใหม่	0	1	Top Soil												
		1	7 clay		1.93	CL	29.5	19.5	9	100	98.7	82.8	76.1		18	
		7	10 clay		2.02	CL	30	22	8	99	93.4	80.5	63.7		19	
		10	13 clay		2.08	CL	30	21	9	99.8	95.1	74.7	54.6		20	
16	อาคารเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้	0	1	Top Soil												
		1	10 clay		1.88	CL	42	23.5	18.5	99.9	97.4	76.3	58		13	
17	แฟลตข้าราชการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้	0	1	Top Soil												
		1	4 clay		1.89	CL	40	22	18	100	91.3	86.5	61.7		10	
		4	7 clay		1.91	CL	38	22.7	15.3	99.4	83.5	79.8	59.1		17	
		7	9 clay		1.91	CL	39	20.7	18.3	98.5	82.8	77.4	50		16	

เสาเข็มต้นที่	1	น้ำหนักออกแบบ	50	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	11	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการก่อสร้าง SR.CONDO			

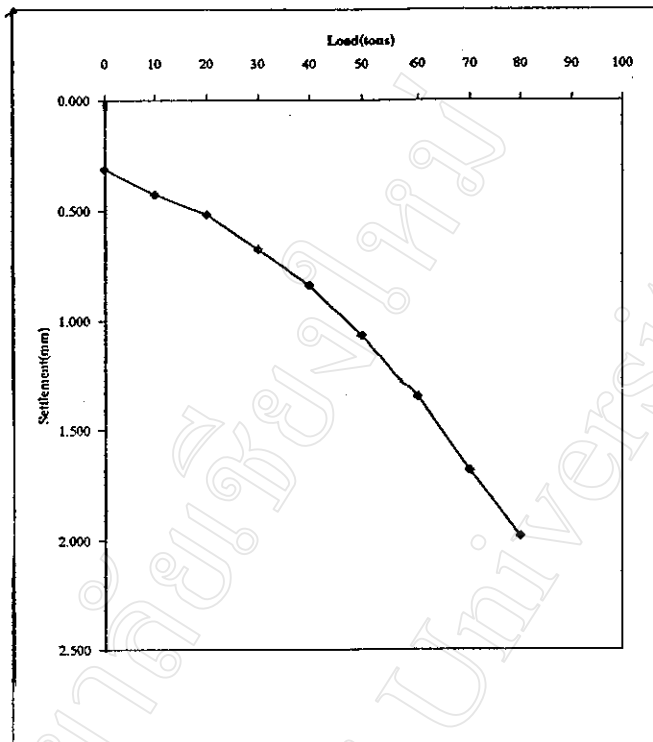


เสาเข็มต้นที่	2	น้ำหนักออกแบบ	25	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.22x0.22 เมตร	ความยาว	14	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการก่อสร้างแฟลตตำรวจ สภ.เมืองระยอง			

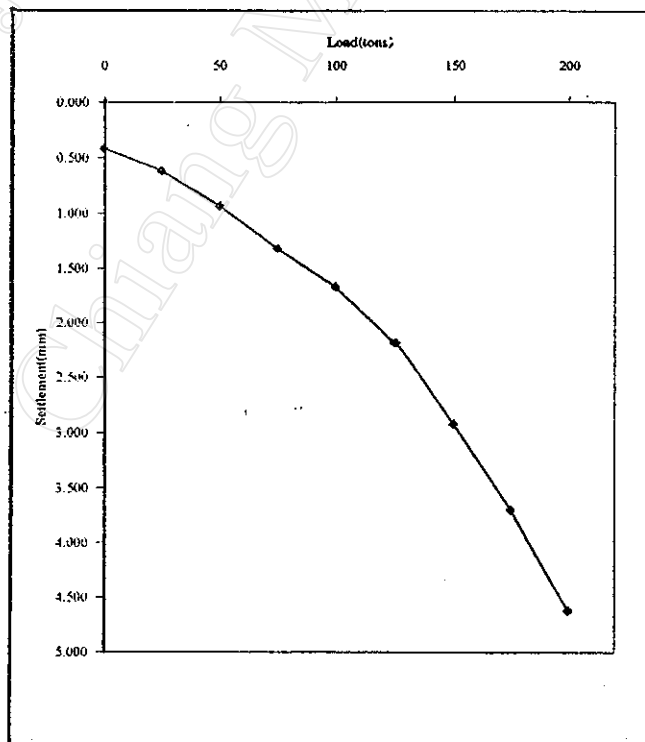


รูปที่ 4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 1 และ 2

เสาเข็มดินที่ 3 น้ำหนักออกแบบ 40 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 12 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการก่อสร้าง Hill Park Condo (เสาเข็มทดสอบคันที่ 2)

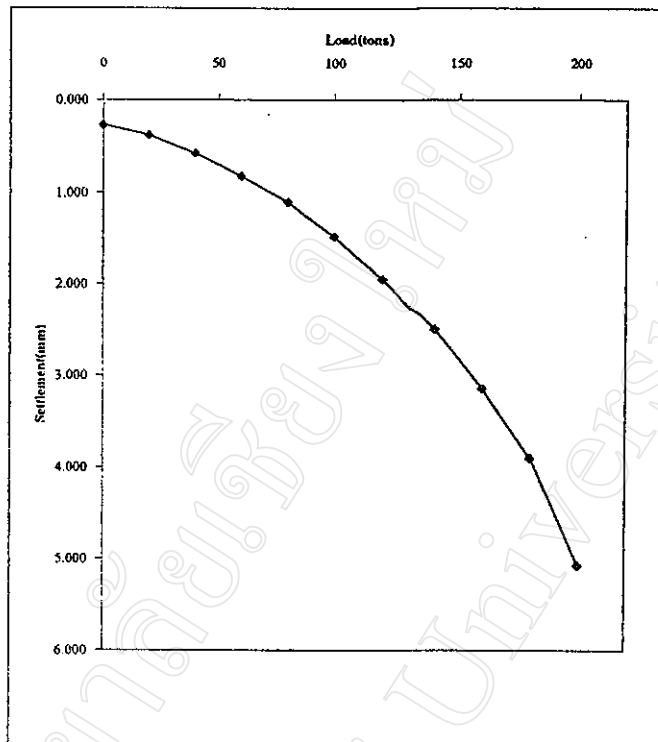


เสาเข็มดินที่ 4 น้ำหนักออกแบบ 100 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 14 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการก่อสร้างวังวิปคองโค

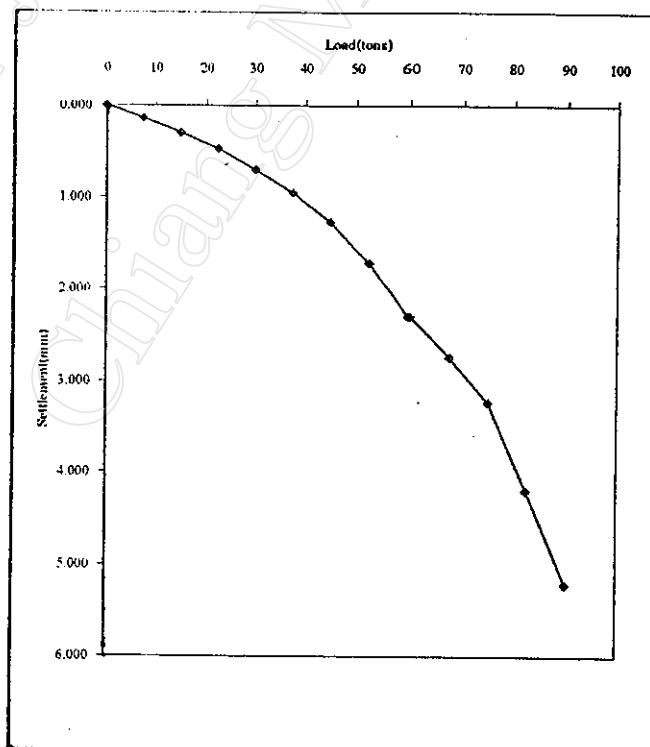


รูปที่ 5 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มดินที่ 3 และ 4

เสาเข็มคันที่	5	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	21	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการก่อสร้างลิฟต์คอนโด			

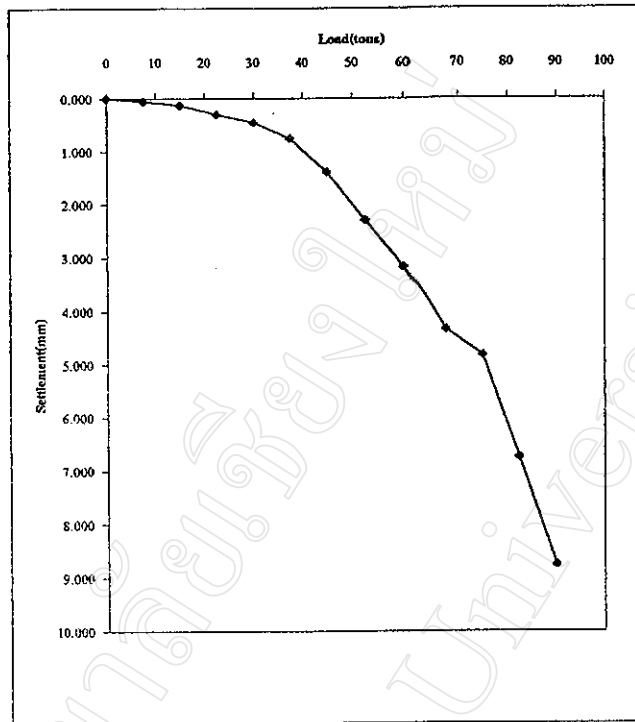


เสาเข็มคันที่	6	น้ำหนักออกแบบ	36	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	6.5	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการปรับปรุงซ่อมแซมวงเวียนเสาเข็มคันที่ T1			

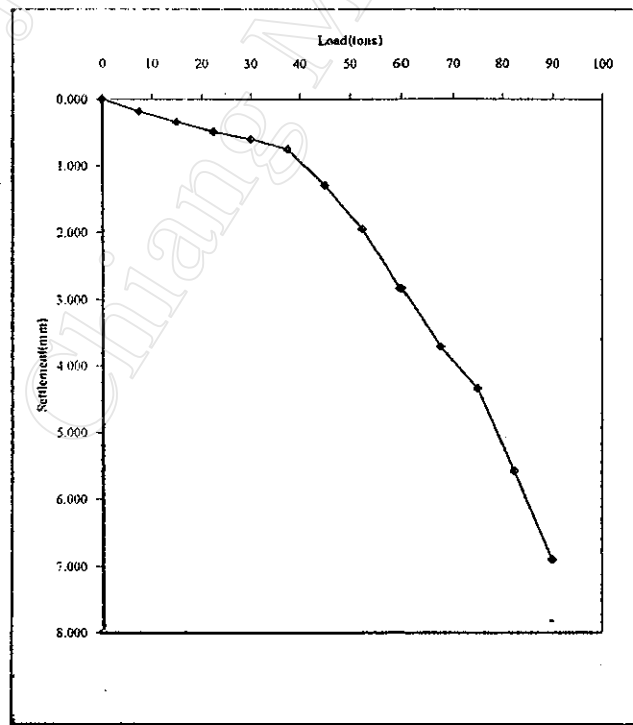


รูปที่ 6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มคันที่ 5 และ 6

เสาเข็มต้นที่	7	น้ำหนักออกแบบ	36 ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	6.5 เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการประปาเขื่อนแม่งวง(เสาเข็มต้นที่T2)		

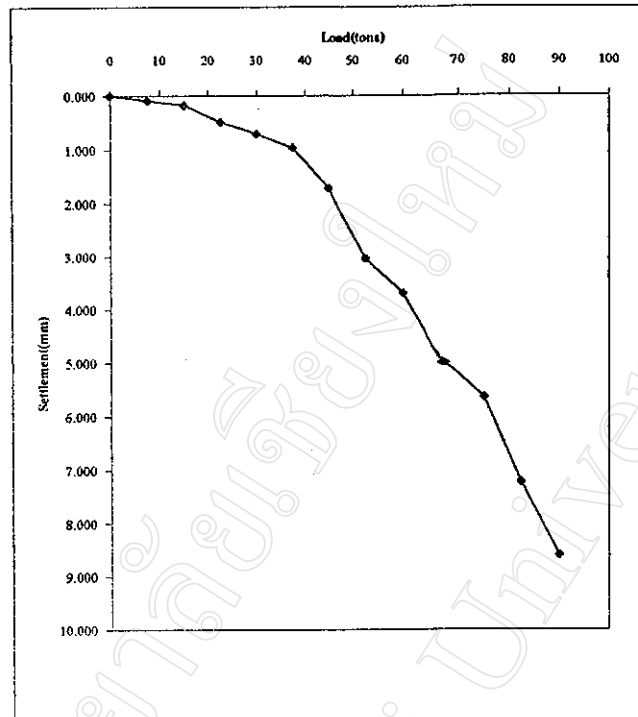


เสาเข็มต้นที่	8	น้ำหนักออกแบบ	36 ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	6.5 เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการประปาเขื่อนแม่งวง(เสาเข็มต้นที่T3)		

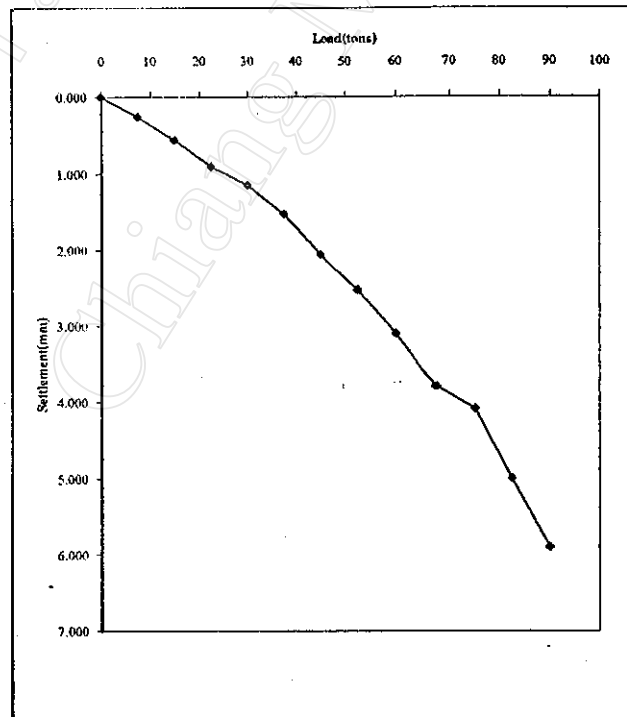


รูปที่ 7 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 7 และ 8

เสาเข็มคันที่	9	น้ำหนักออกแบบ	36	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	9	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการประปาเขื่อนแม่งวง(เสาเข็มคันที่T4)			

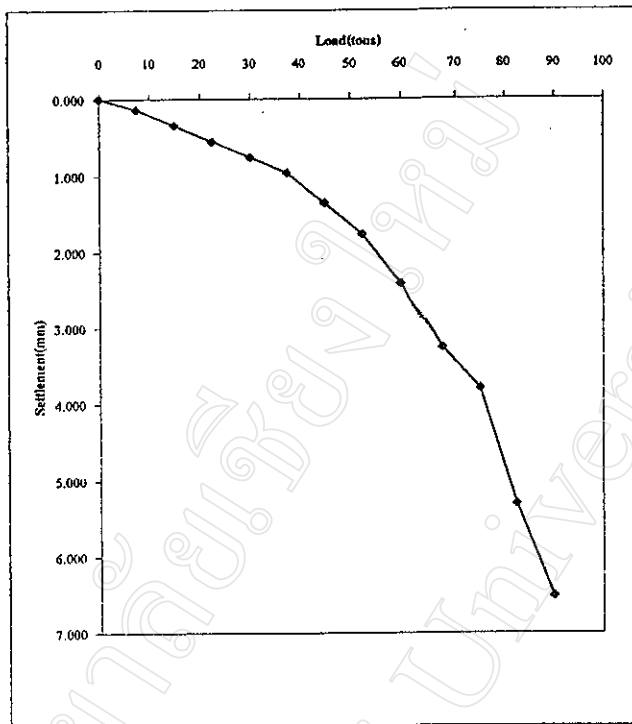


เสาเข็มคันที่	10	น้ำหนักออกแบบ	36	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	9	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการประปาเขื่อนแม่งวง(เสาเข็มคันที่T5)			

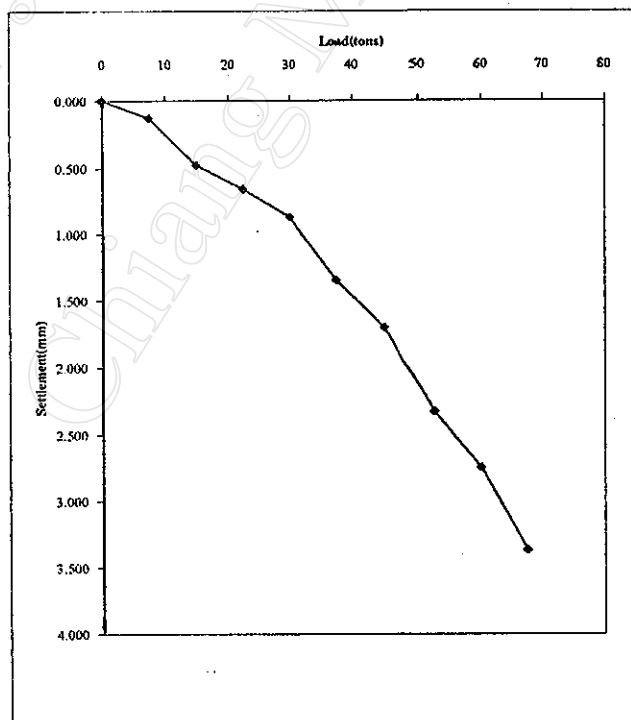


รูปที่ 8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มคันที่ 9 และ 10

เสาเข็มคันที่	11	น้ำหนักออกแบบ	36	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	9	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการประปาเขื่อนแม่วง(เสาเข็มคันที่T6)			

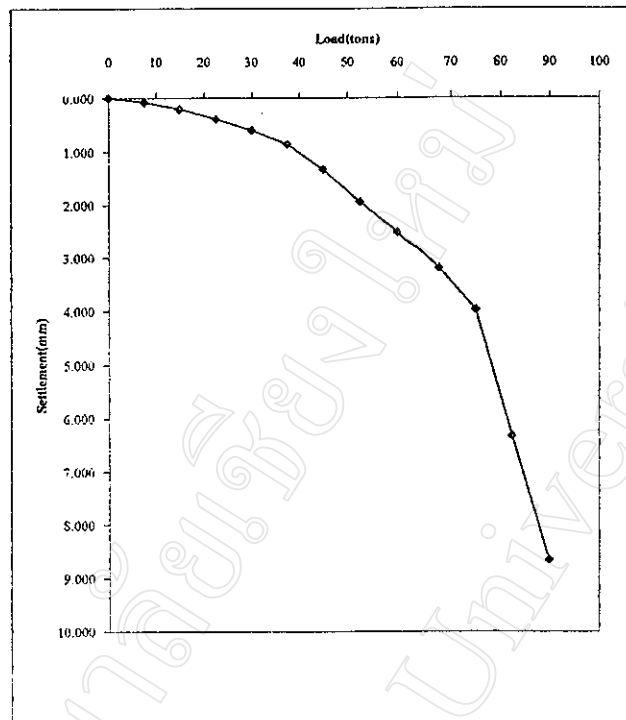


เสาเข็มคันที่	12	น้ำหนักออกแบบ	36	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	12	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการประปาเขื่อนแม่วง(เสาเข็มคันที่T7)			

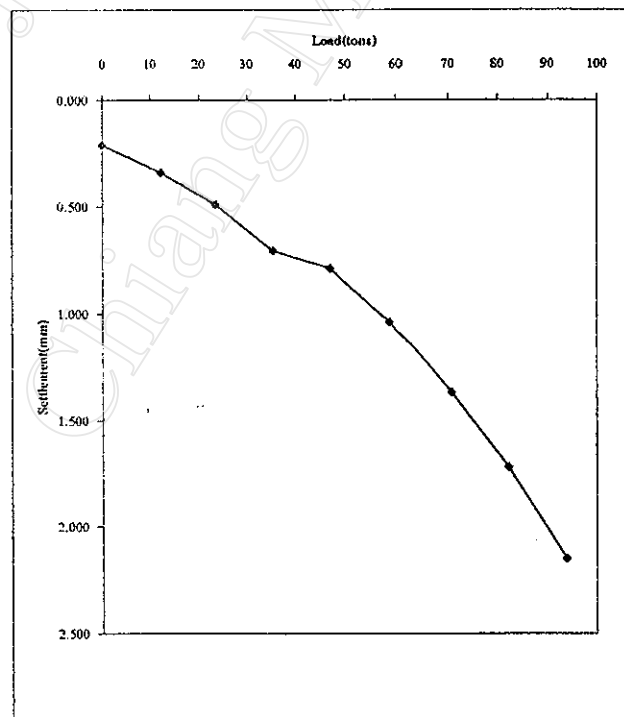


รูปที่ 9 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มคันที่ 11 และ 12

เสาเข็มคันที่ 13 น้ำหนักออกแบบ 36 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.35x0.35 เมตร ความยาว 12 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการประปาเขื่อนแม่กวง(เสาเข็มคันที่13)

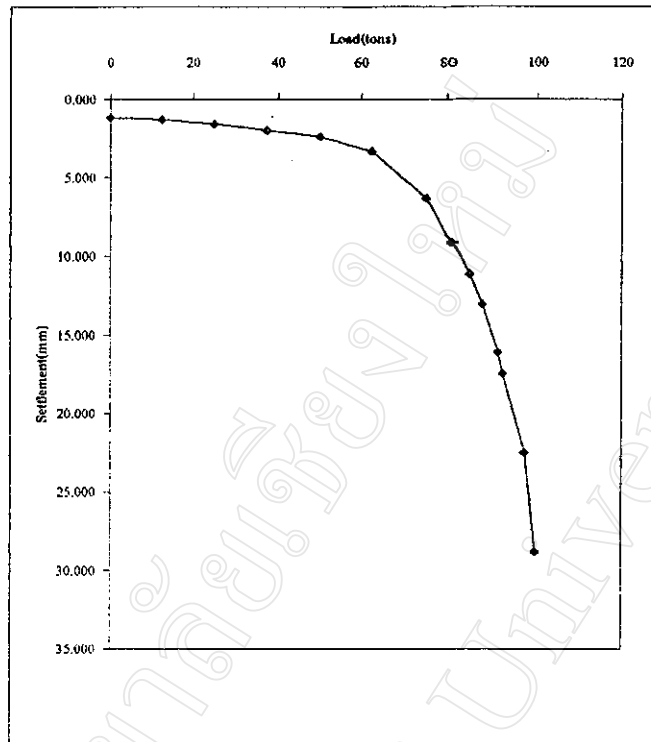


เสาเข็มคันที่ 14 น้ำหนักออกแบบ 45 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.30x0.30 เมตร ความยาว 14 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการที่จอดรถบริเวณหน้าประตู วัด

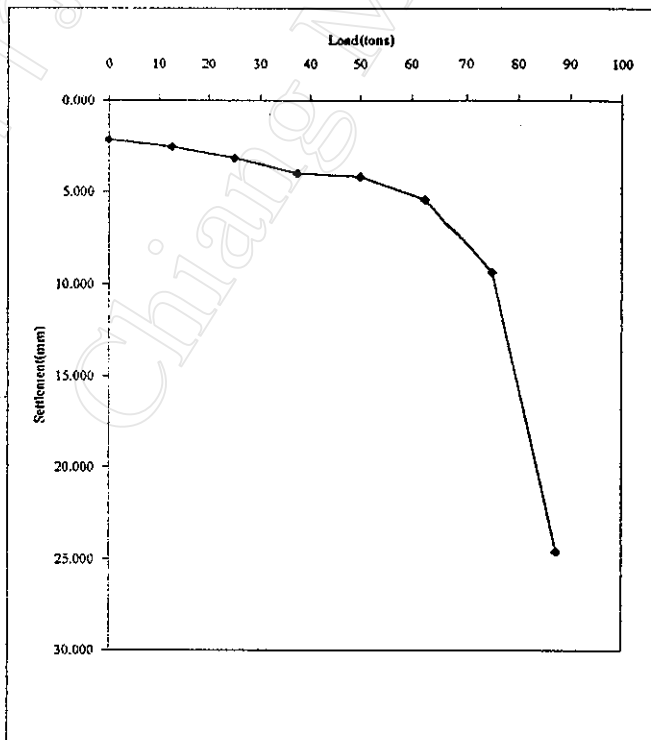


รูปที่ 10 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มคันที่ 13 และ 14

เสาเข็มต้นที่	15	น้ำหนักออกแบบ	50	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	12	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการวิจัยรีไซเคิลคอนกรีต(เสาเข็มต้นที่1)			

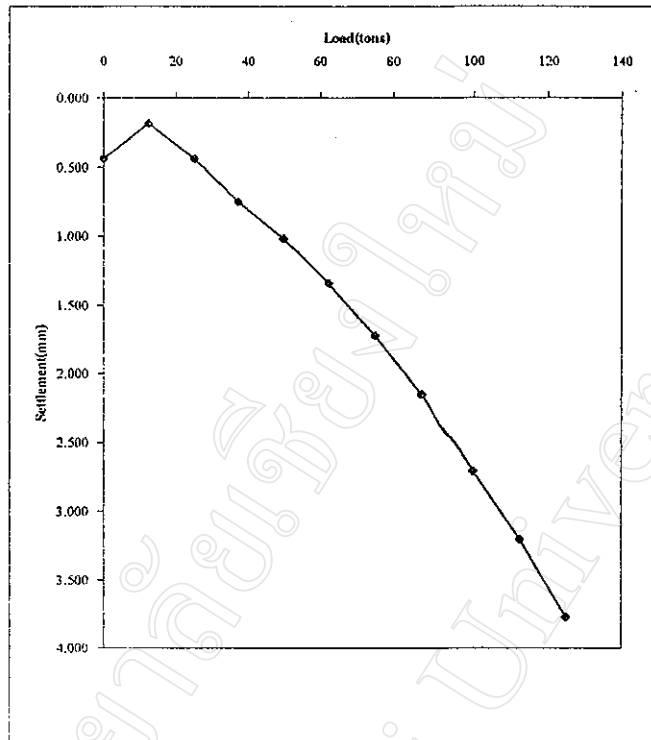


เสาเข็มต้นที่	16	น้ำหนักออกแบบ	50	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	12	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการวิจัยรีไซเคิลคอนกรีต(เสาเข็มต้นที่2)			

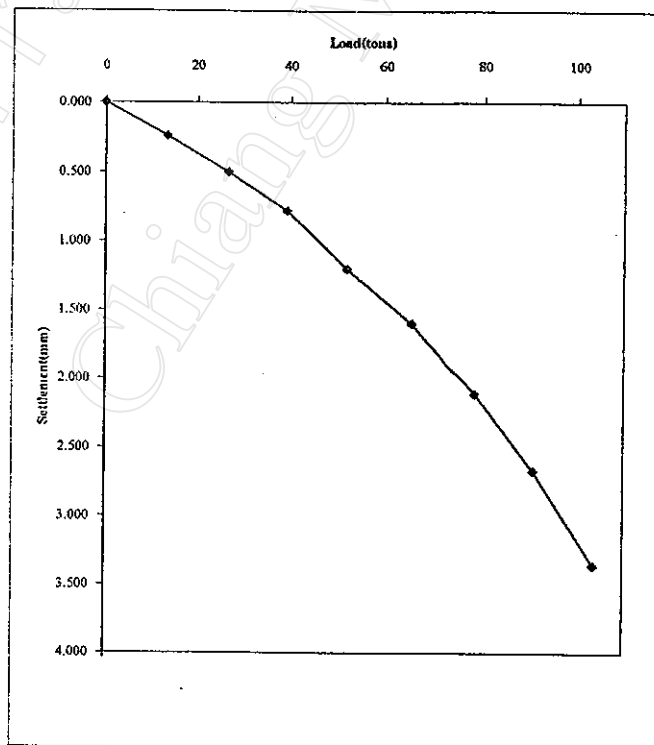


รูปที่ 11 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 15 และ 16

เสาเข็มต้นที่ 17 น้ำหนักออกแบบ 50 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.35x0.35 เมตร ความยาว 13 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาคารเรียนรวมคณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

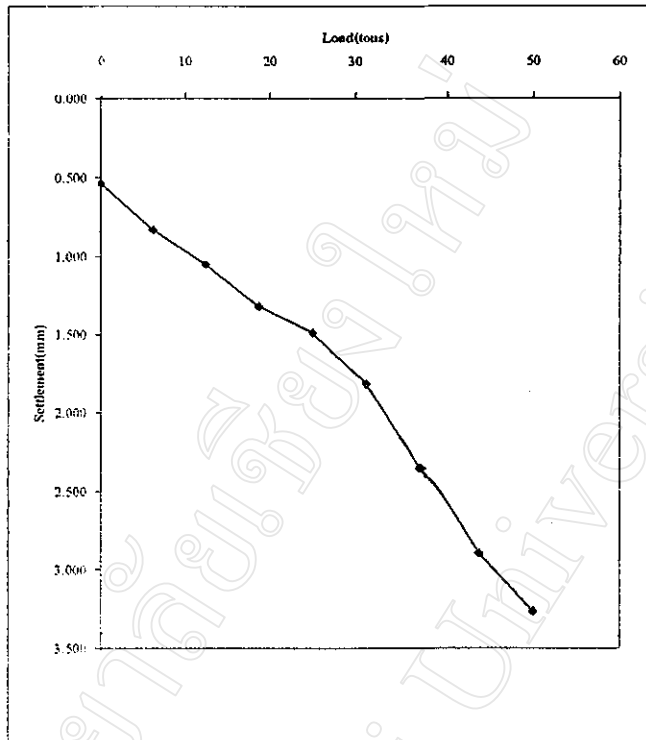


เสาเข็มต้นที่ 18 น้ำหนักออกแบบ 52 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.30x0.30 เมตร ความยาว 15 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการคอนโด 16 ชั้น ถนนรัชกาลาน

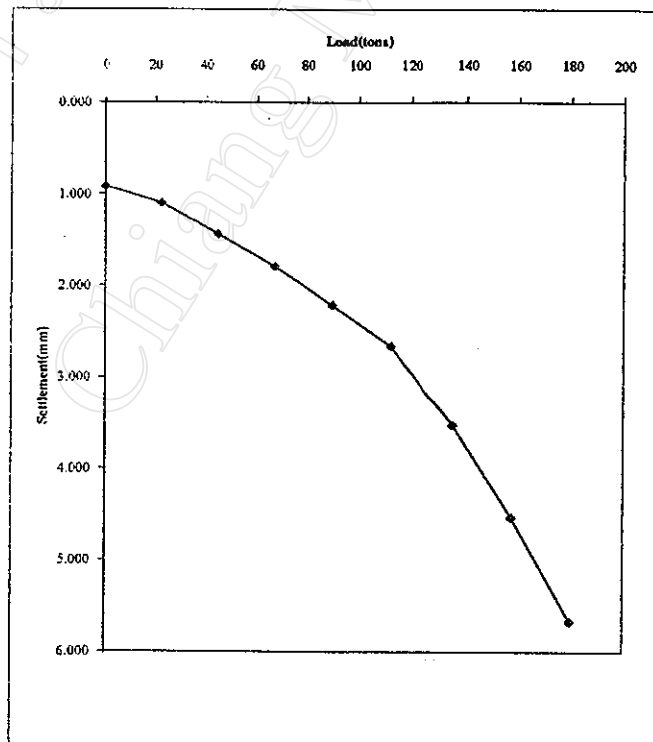


รูปที่ 12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
 รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 17 และ 18

เสาเข็มต้นที่	19	น้ำหนักออกแบบ	25	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.26x0.26 เมตร	ความยาว	9	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการแปลนตำรวจ สภ.เรขิงคว			

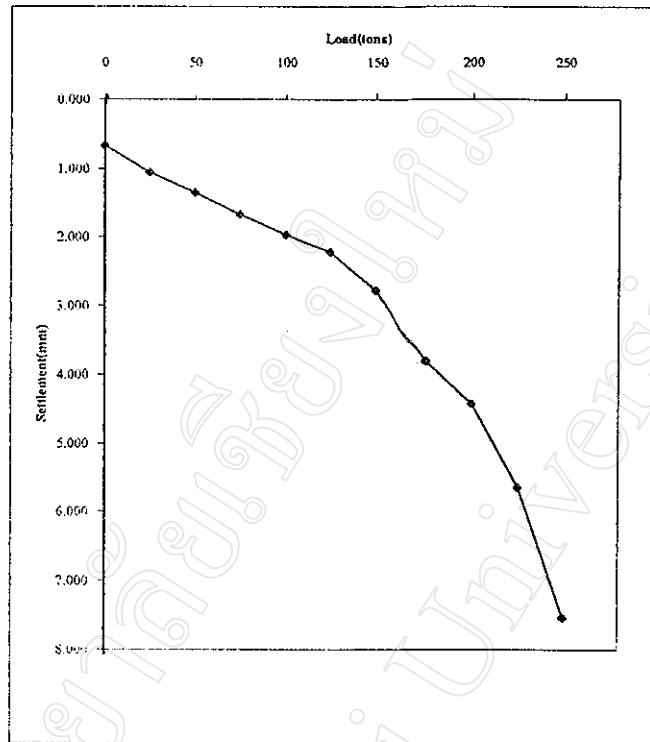


เสาเข็มต้นที่	20	น้ำหนักออกแบบ	90	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	17	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการPok Condo			

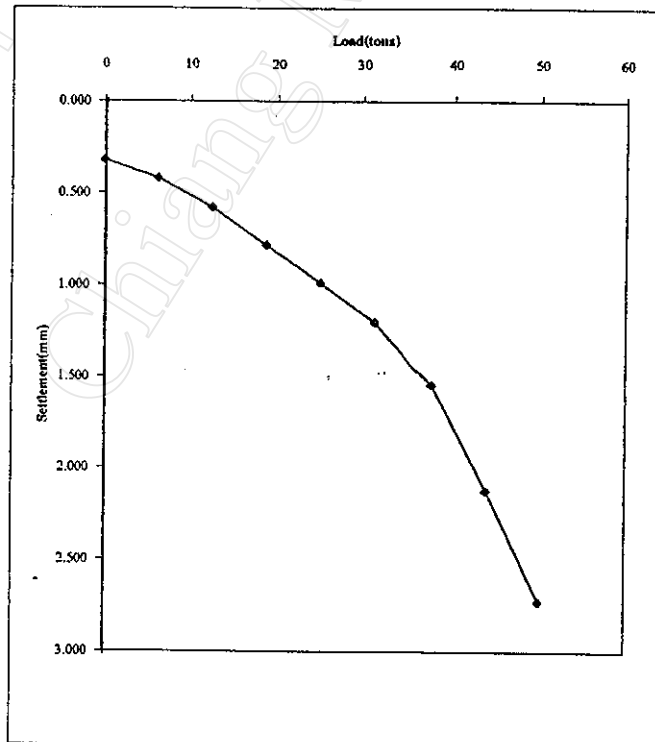


รูปที่ 13 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 19 และ 20

เสาเข็มต้นที่	21	น้ำหนักออกแบบ	60	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	16	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการโรงพยาบาลโรคพิษ			

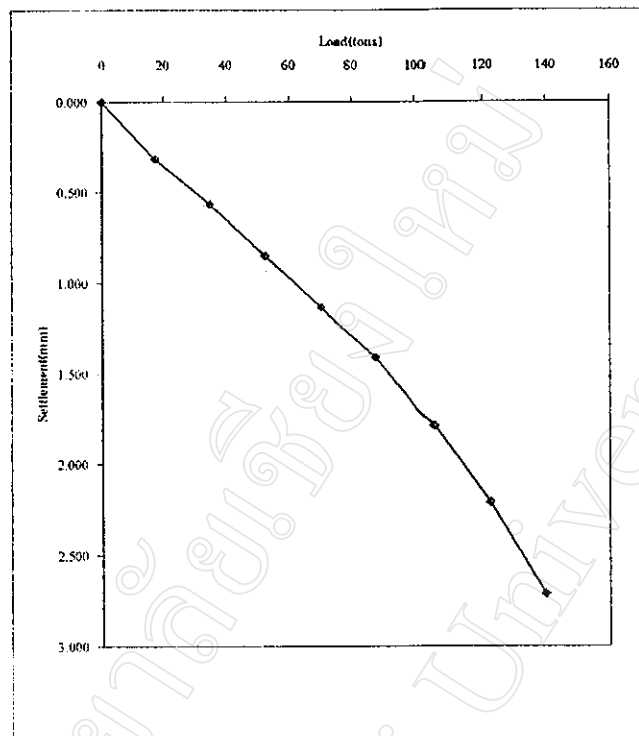


เสาเข็มต้นที่	22	น้ำหนักออกแบบ	25	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.26x0.26 เมตร	ความยาว	12	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการตำรวจ สภ.เมืองเชียงใหม่			

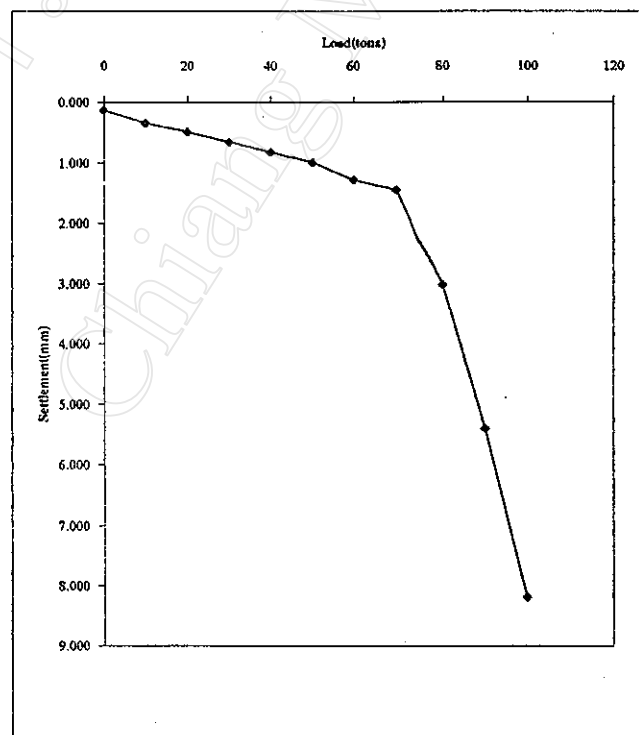


รูปที่ 14 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 21 และ 22

เสาเข็มต้นที่ 23 น้ำหนักออกแบบ 70 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 12 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการศึกษานำร่องการรับดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

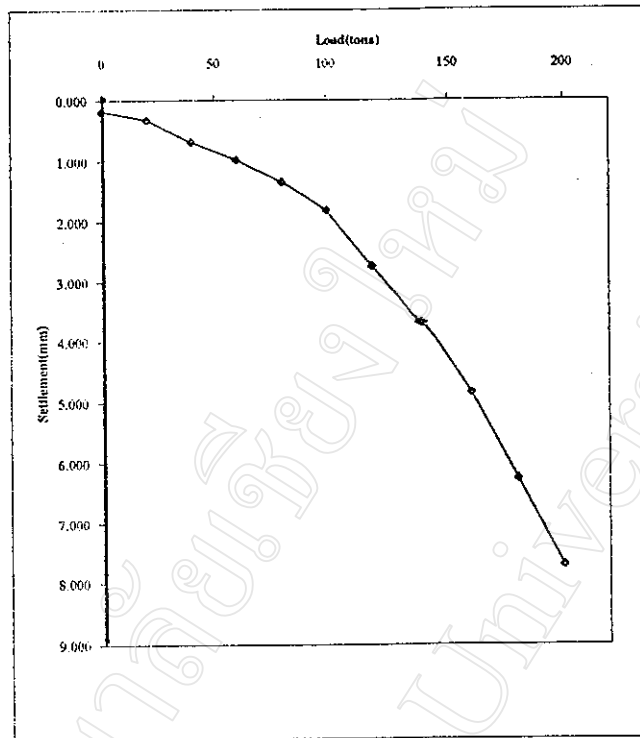


เสาเข็มต้นที่ 24 น้ำหนักออกแบบ 40 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 6 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการศึกษานำร่องการรับดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

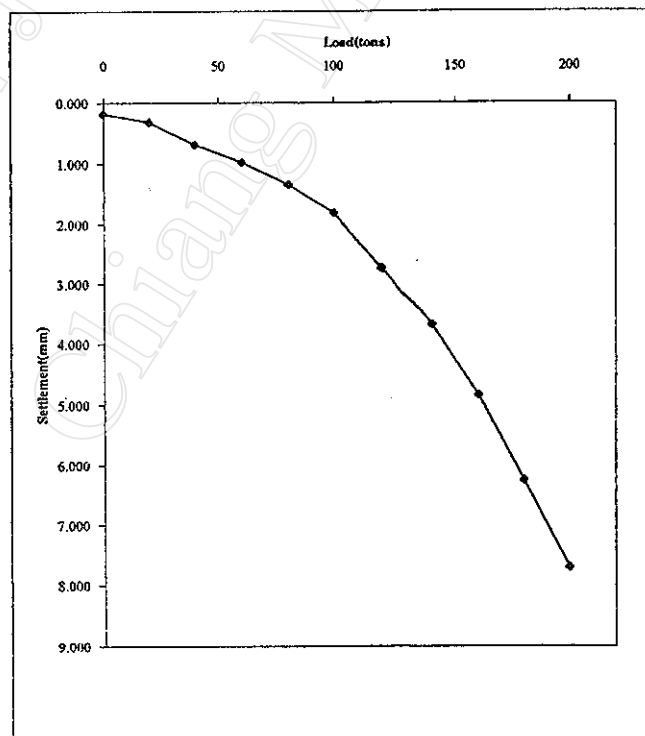


รูปที่ 15 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
 รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 23 และ 24

เสาเข็มต้นที่	25	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	20	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการเมธีปริ้นเซต(เสาเข็มทดสอบคันที่ 1)			

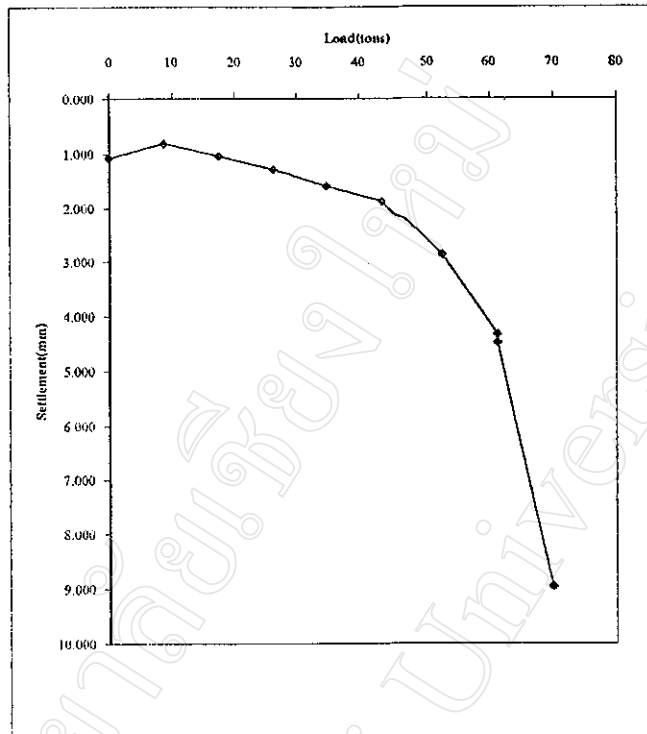


เสาเข็มต้นที่	26	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	20	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการเมธีปริ้นเซต(เสาเข็มทดสอบคันที่ 2)			

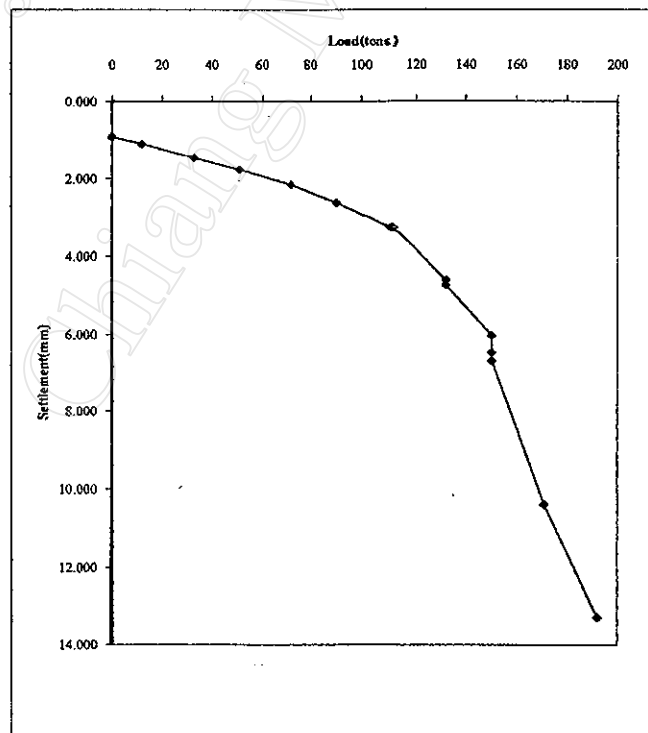


รูปที่ 16 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 26 และ 26

เสาเข็มต้นที่	27	น้ำหนักออกแบบ	72	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	17	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการรื้ออาคารโรงพยาบาลค่ายกาวิละ			

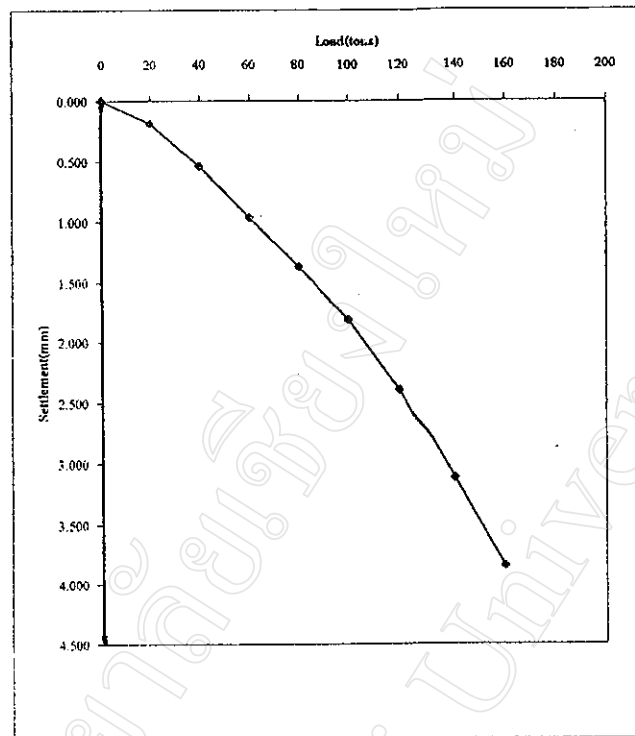


เสาเข็มต้นที่	28	น้ำหนักออกแบบ	35	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	12	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการก่อตั้งวิทยาลัยสหกรณ์จังหวัด			

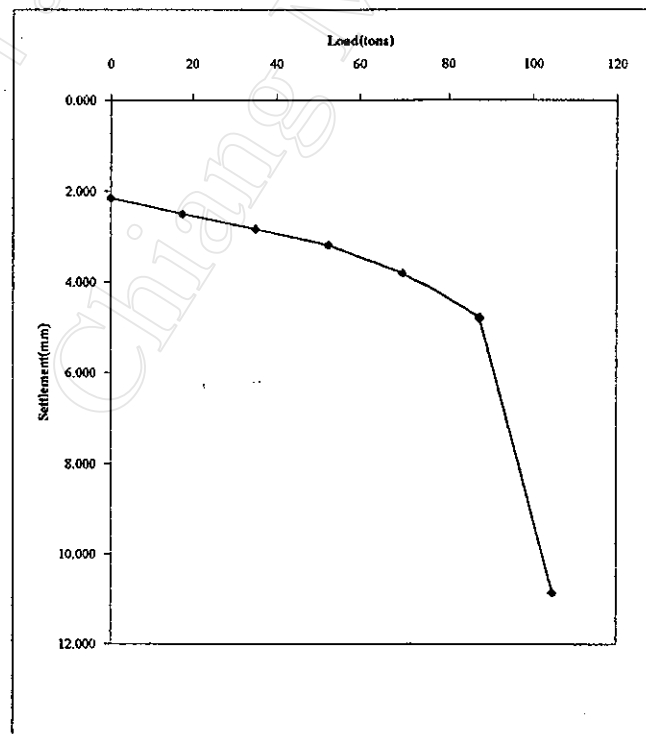


รูปที่ 17 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 27 และ 28

เสาเข็มต้นที่	29	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	16	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการแถมคันติริมฝั่งคอนโค			

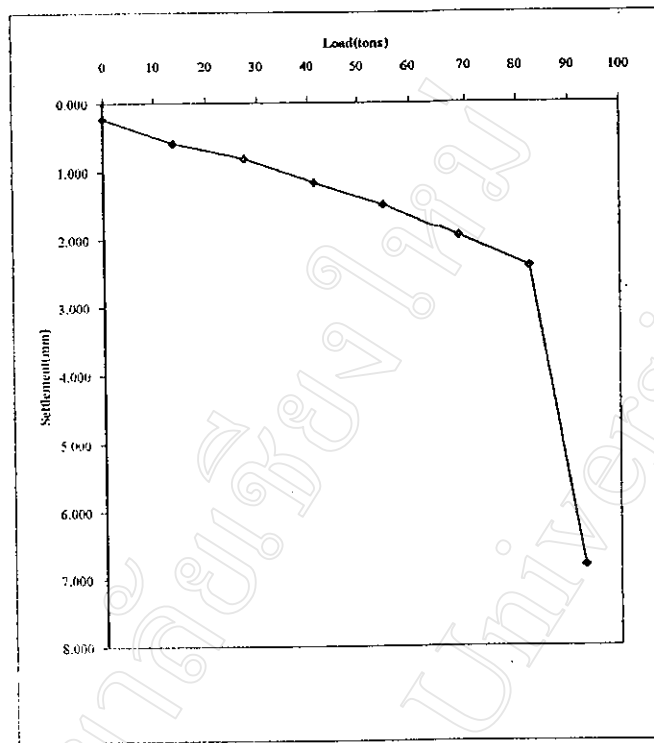


เสาเข็มต้นที่	30	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	16	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการสุวิวงศ์ปุ๊กเซนเตอร์			

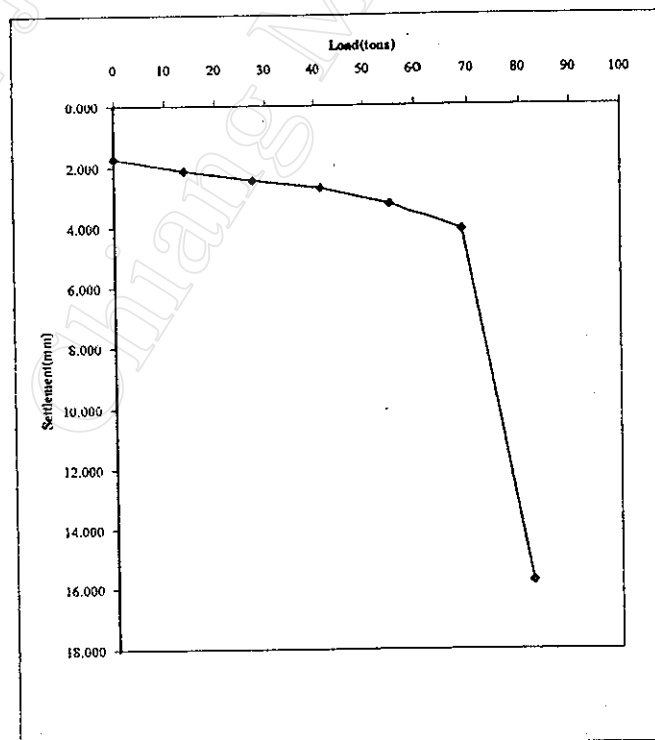


รูปที่ 18 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 29 และ 30

เสาเข็มต้นที่	31	น้ำหนักออกแบบ	55	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	12	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการรื้อหลวง อ.สันทราย(เสาเข็มทดสอบต้นที่2)			

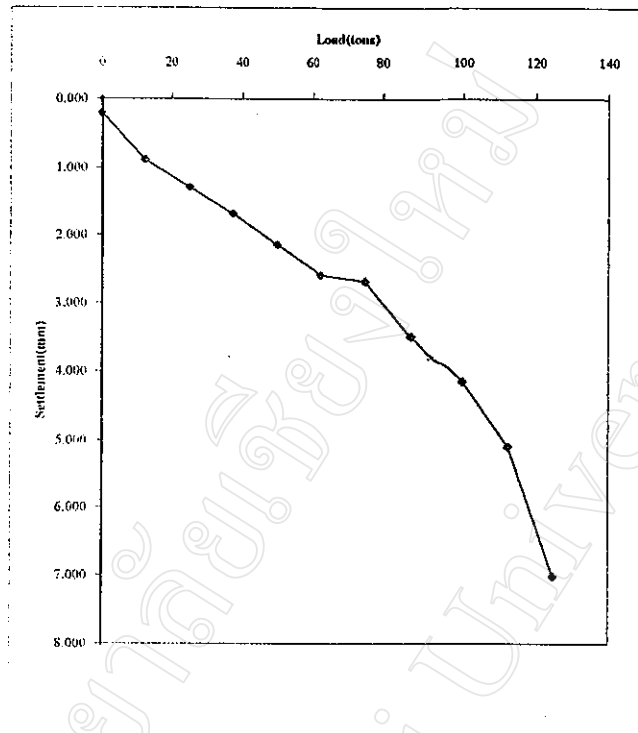


เสาเข็มต้นที่	32	น้ำหนักออกแบบ	55	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.35x0.35 เมตร	ความยาว	12	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการรื้อหลวง อ.สันทราย(เสาเข็มทดสอบต้นที่1)			

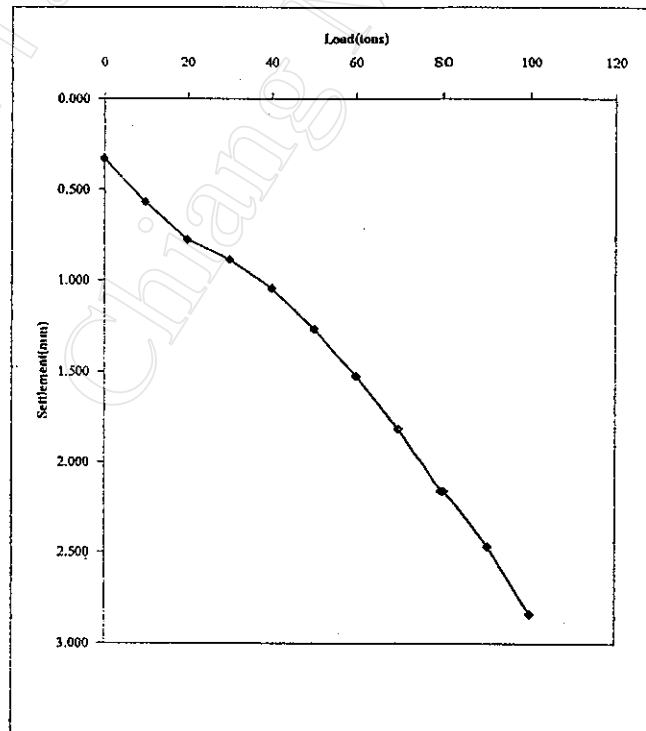


รูปที่ 19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 31 และ 32

เสาเข็มคันที่ 33 น้ำหนักออกแบบ 50 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.35x0.35 เมตร ความยาว 13 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาคารสำนักงานท่าอากาศยาน เชียงใหม่

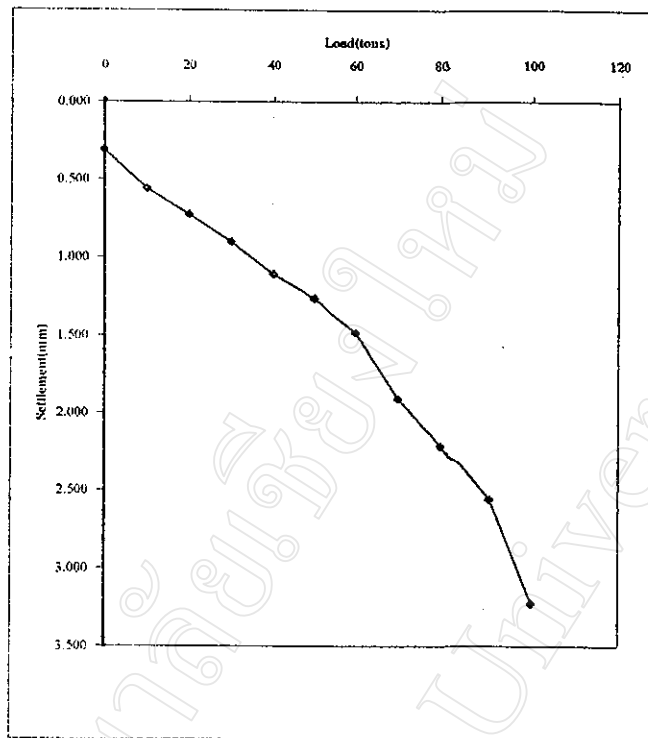


เสาเข็มคันที่ 34 น้ำหนักออกแบบ 40 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 14 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการที่พักสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ (เสาเข็มทดสอบคันที่ 1)

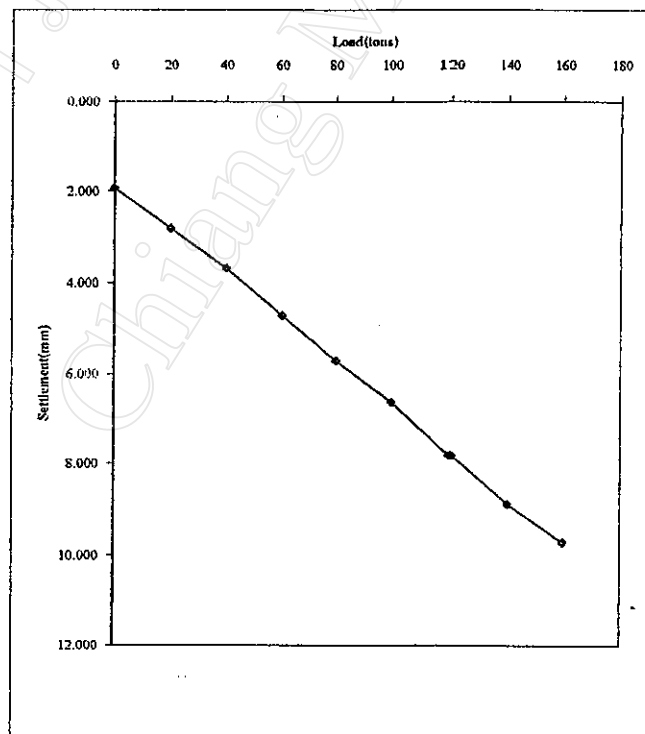


รูปที่ 20 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มคันที่ 33 และ 34

เสาเข็มต้นที่ 35 น้ำหนักออกแบบ 40 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 14 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการที่พิทักษ์สถาบันราชภัฏเชียงใหม่(เสาเข็มทดสอบต้นที่2)

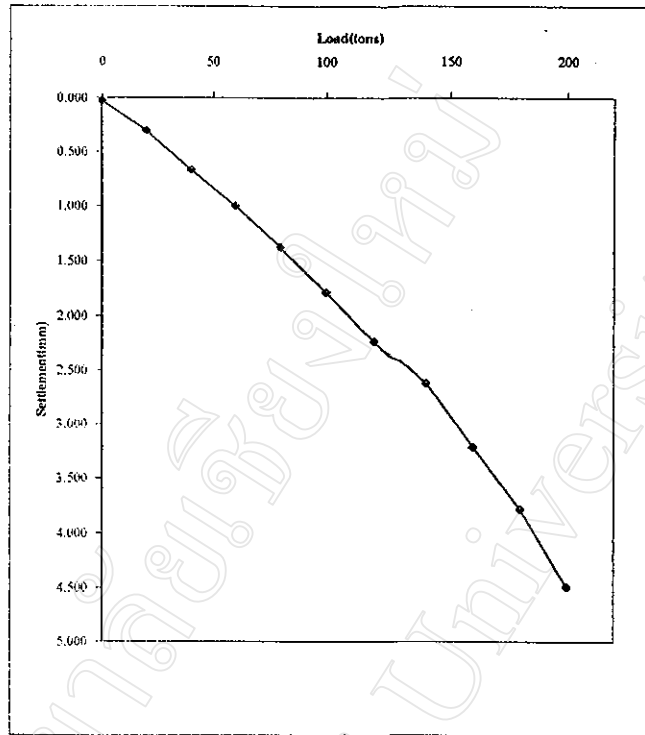


เสาเข็มต้นที่ 36 น้ำหนักออกแบบ 80 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 10 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาคารเรียนรวมคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

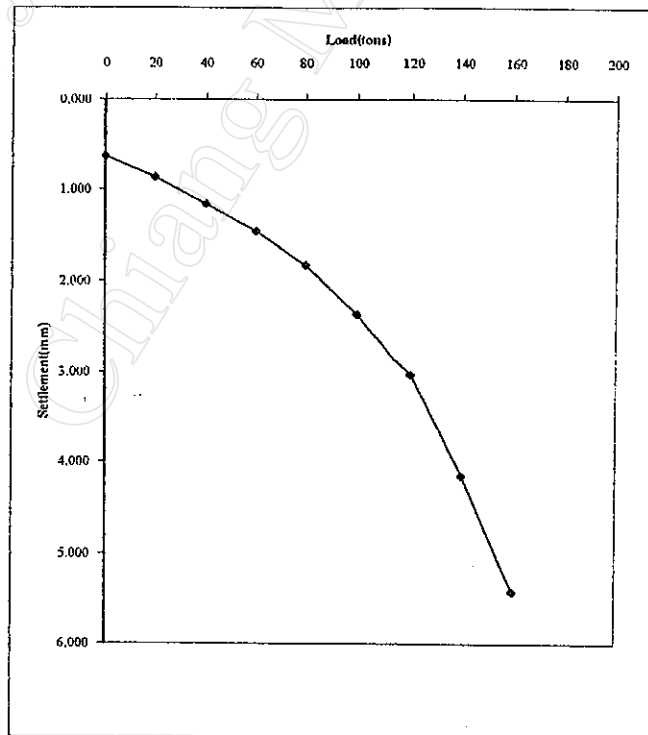


รูปที่ 21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 35 และ 36

เสาเข็มต้นที่	37	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	15	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการโรงแรมแซงกรีลา			

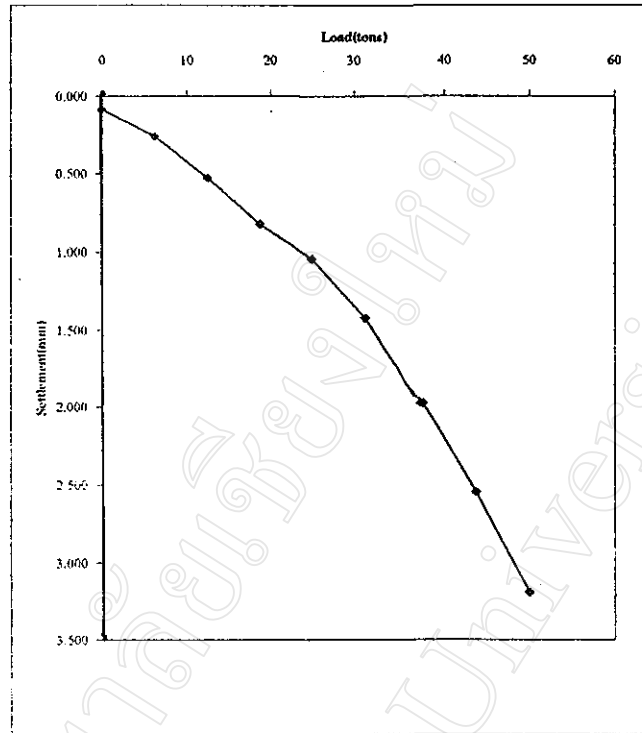


เสาเข็มต้นที่	38	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	13	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการสวนรมยาอนโค			

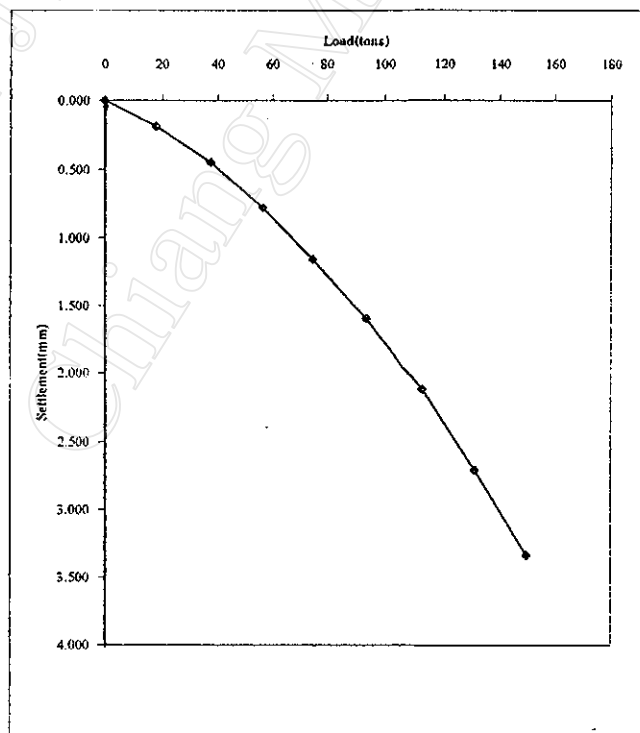


รูปที่ 22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 37 และ 38

เสาเข็มต้นที่	39	น้ำหนักออกแบบ	50	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.26x0.26 เมตร	ความยาว	9	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการเฟลตตำรวจ สภ.แม่สอด			



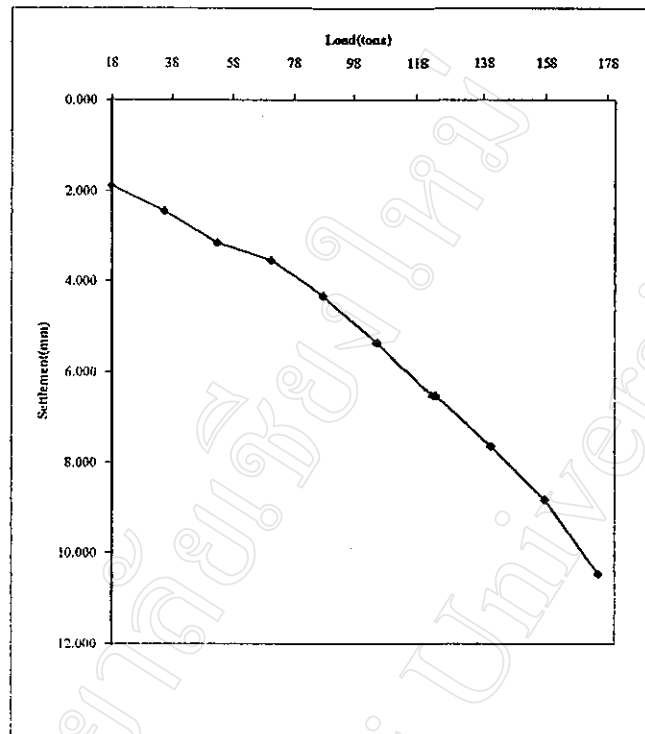
เสาเข็มต้นที่	40	น้ำหนักออกแบบ	75	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	14	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการรวมคอกกอนโด			



รูปที่ 23 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 39 และ 40

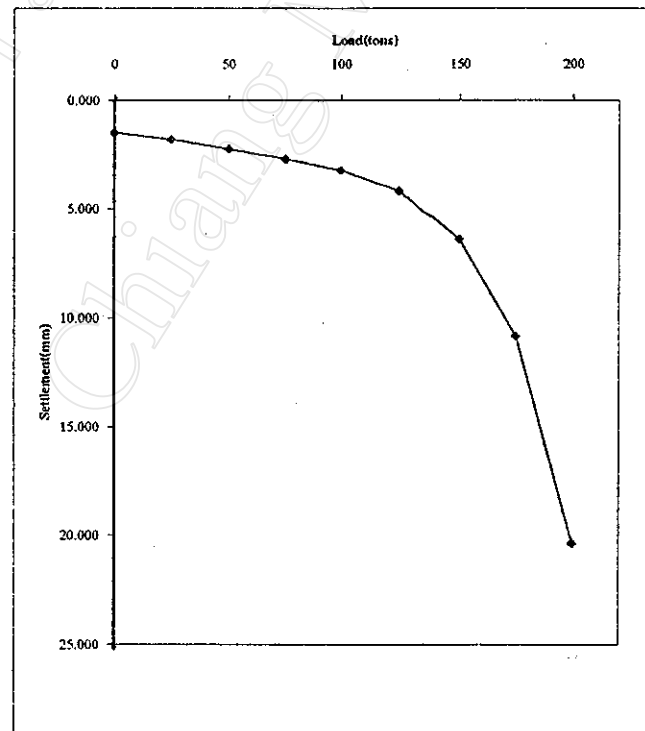
เสาเข็มต้นที่ 41
ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร
ชื่อโครงการ โครงการกรีนฮิลล์

น้ำหนักออกแบบ 70 ตัน
ความยาว 20 เมตร



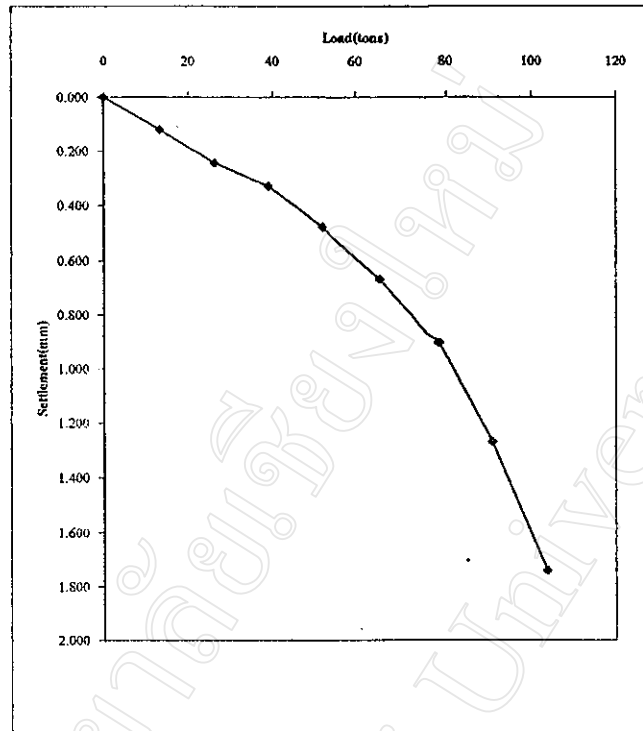
เสาเข็มต้นที่ 42
ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร
ชื่อโครงการ โครงการโรงแรมฮิลล์ลอดค

น้ำหนักออกแบบ 100 ตัน
ความยาว 10 เมตร

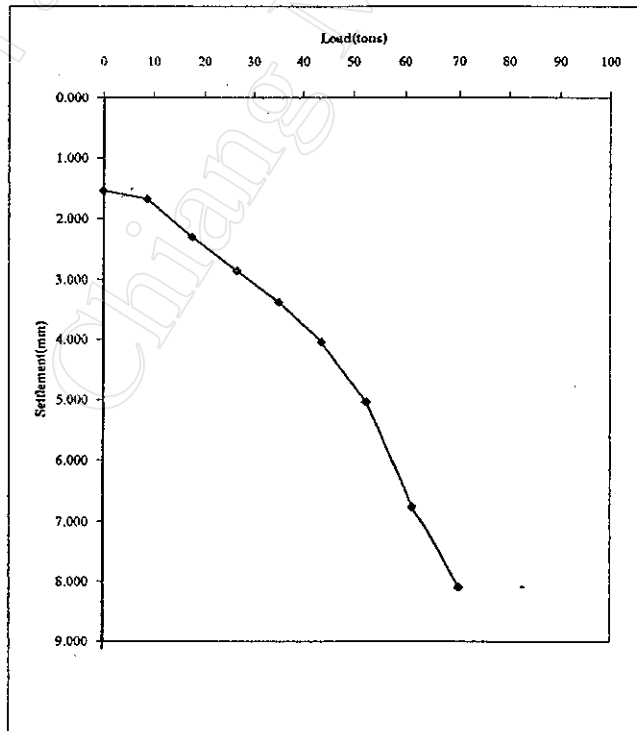


รูปที่ 24 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 41 และ 42

เสาเข็มต้นที่ 43 น้ำหนักออกแบบ 50 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.35x0.35 เมตร ความยาว 8 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

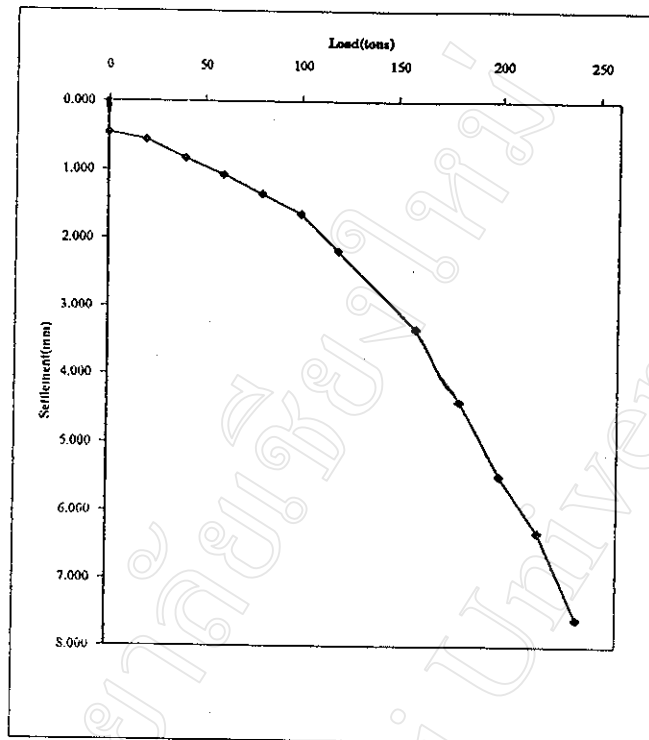


เสาเข็มต้นที่ 44 น้ำหนักออกแบบ 35 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.26x0.26 เมตร ความยาว 10 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาคารสูง 3 ชั้น มหาวิทยาลัยแม่โจ้

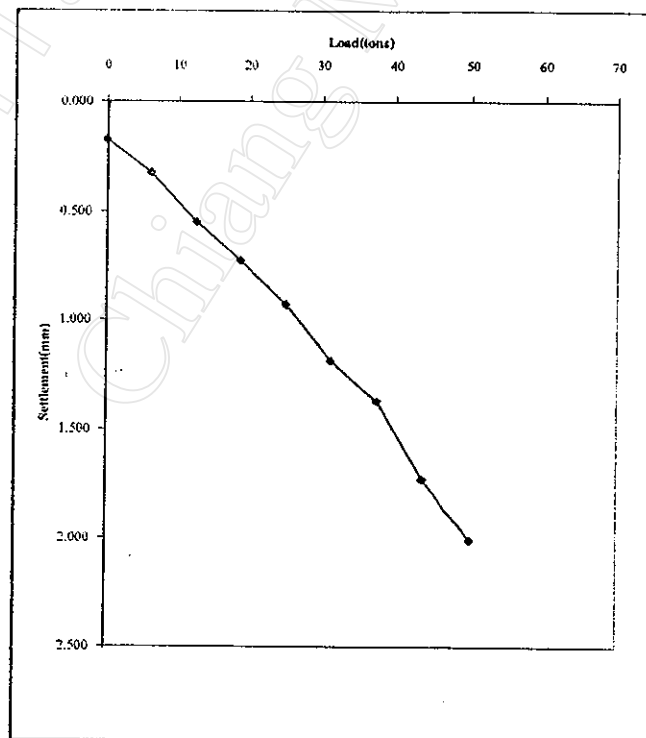


รูปที่ 25 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
 รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 43 และ 44

เสาเข็มต้นที่ 45 น้ำหนักออกแบบ 80 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 16 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการโรงพยาบาลเชิงใหม่รวม 1

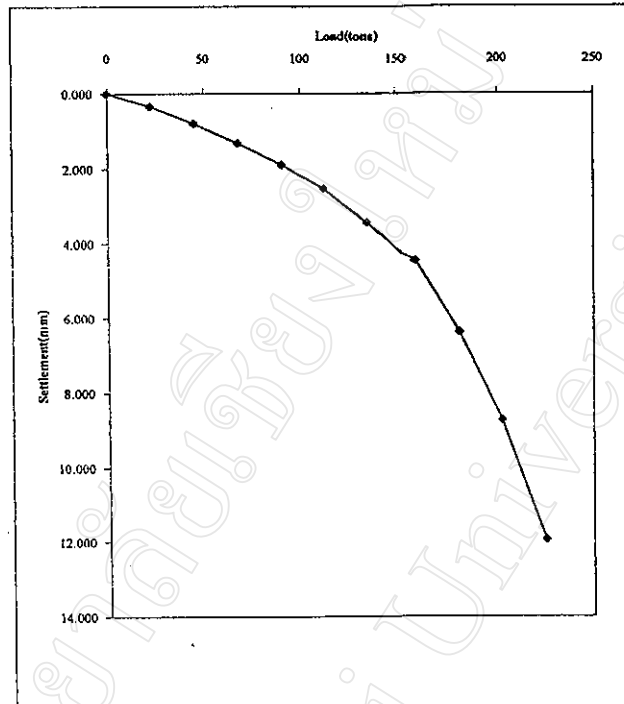


เสาเข็มต้นที่ 46 น้ำหนักออกแบบ 25 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 10 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการเพลิงข้าวขาว 48 ไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

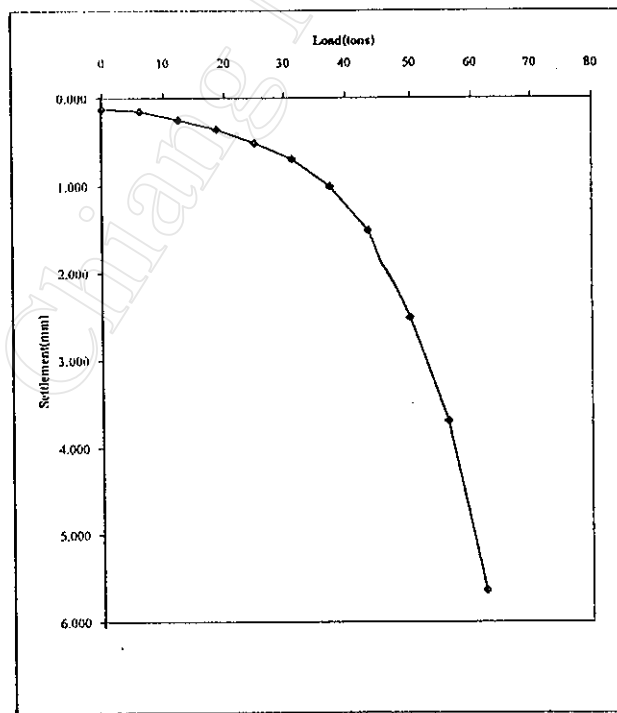


รูปที่ 26 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
 รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 45 และ 46

เสาเข็มคันที่ 47 น้ำหนักออกแบบ 90 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 13.6 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาคารสำนักงานบริษัทนิคมพาณิชย์

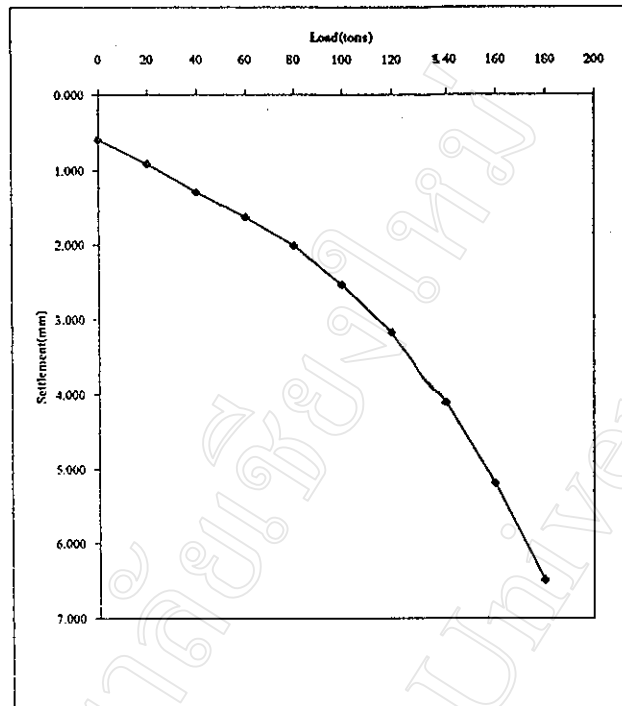


เสาเข็มคันที่ 48 น้ำหนักออกแบบ 62.5 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.35x0.35 เมตร ความยาว 9 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการตึกเคมี 4 ชั้น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

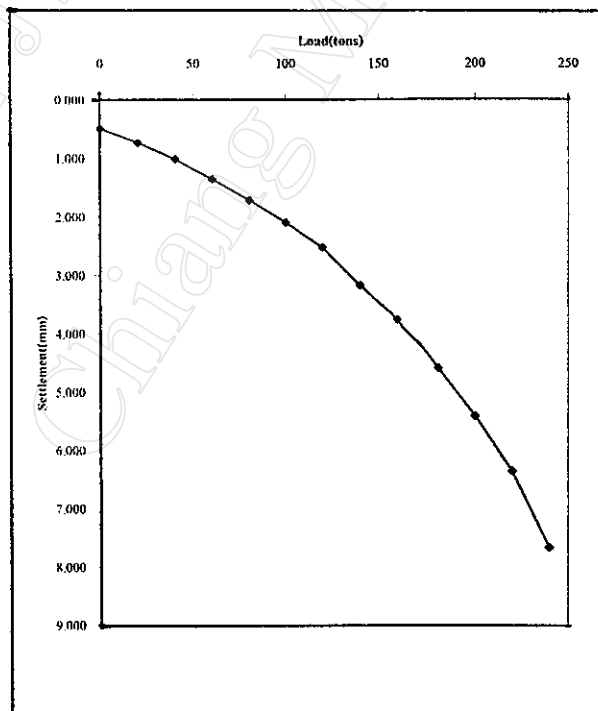


รูปที่ 27 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มคันที่ 47 และ 48

เสาเข็มต้นที่	49	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	15	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการโรงแรมเพชรงาม			

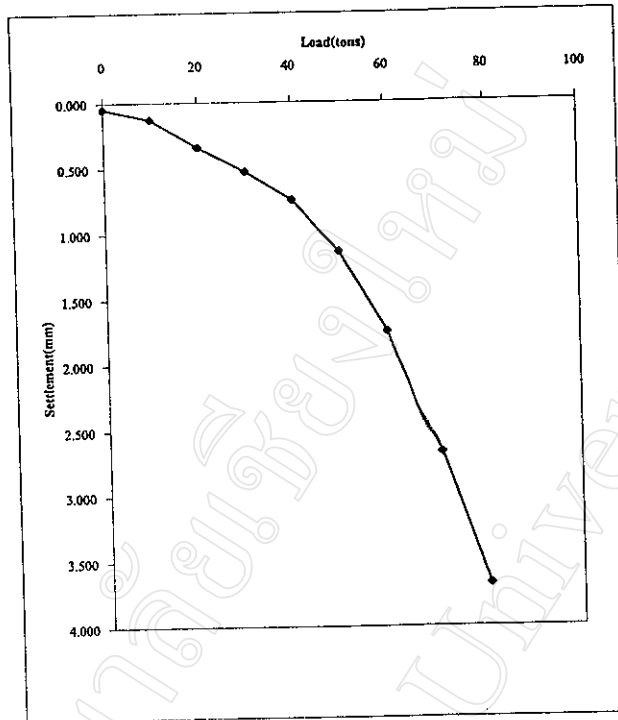


เสาเข็มต้นที่	50	น้ำหนักออกแบบ	80	ตัน
ขนาดหน้าตัด	0.40x0.40 เมตร	ความยาว	8	เมตร
ชื่อโครงการ	โครงการทรงพิงค้ำหัวลิ้น			

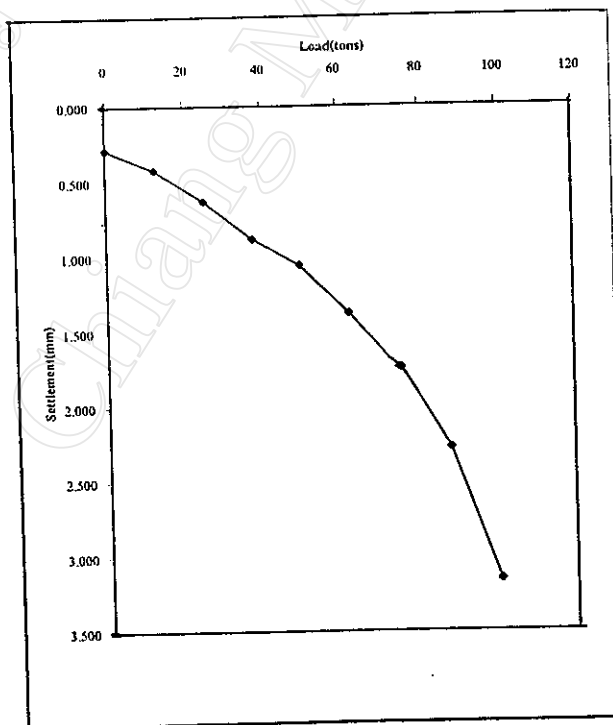


รูปที่ 28 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 49 และ 50

เสาเข็มต้นที่ 51 น้ำหนักออกแบบ 40 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 10 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการหอพักถ้ำ 9 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

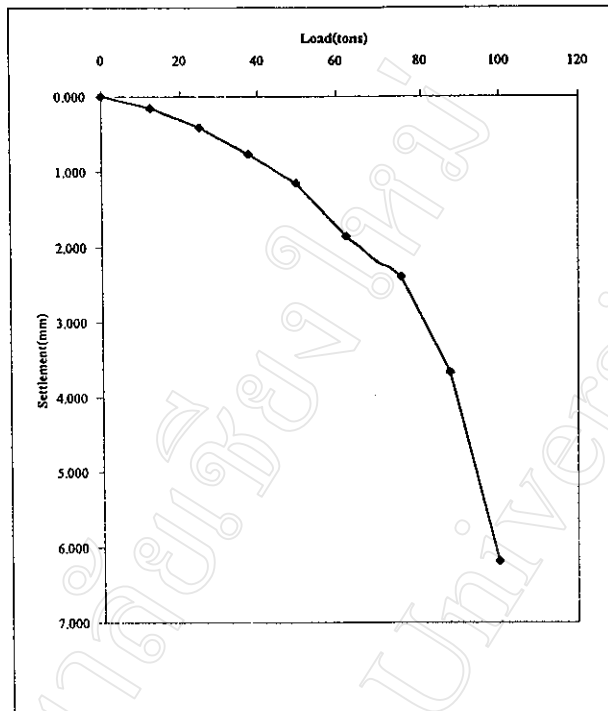


เสาเข็มต้นที่ 52 น้ำหนักออกแบบ 50 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.35x0.35 เมตร ความยาว 11 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการ SR.LAND (เสาเข็มทดสอบต้นที่ G4)

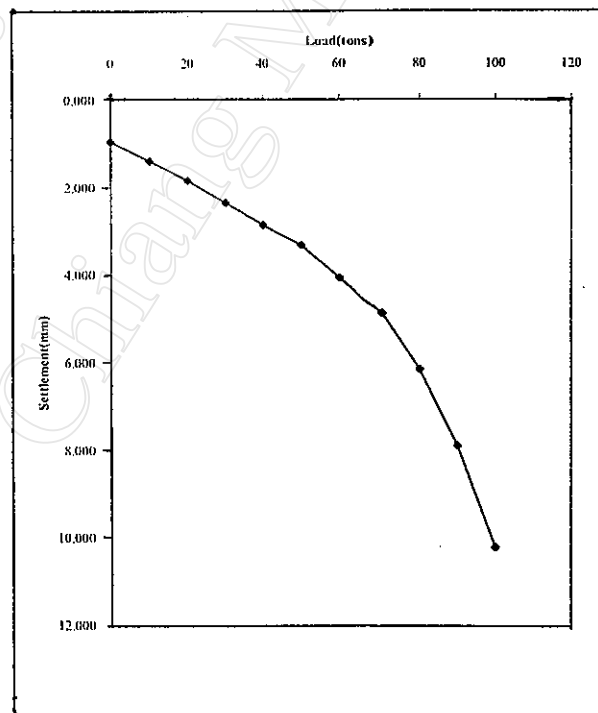


รูปที่ 29 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุก
 รอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 51 และ 52

เสาเข็มต้นที่ 53 น้ำหนักออกแบบ 50 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.35x0.35 เมตร ความยาว 11 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการ SR.LAND(เสาเข็มทดสอบต้นที่F5)

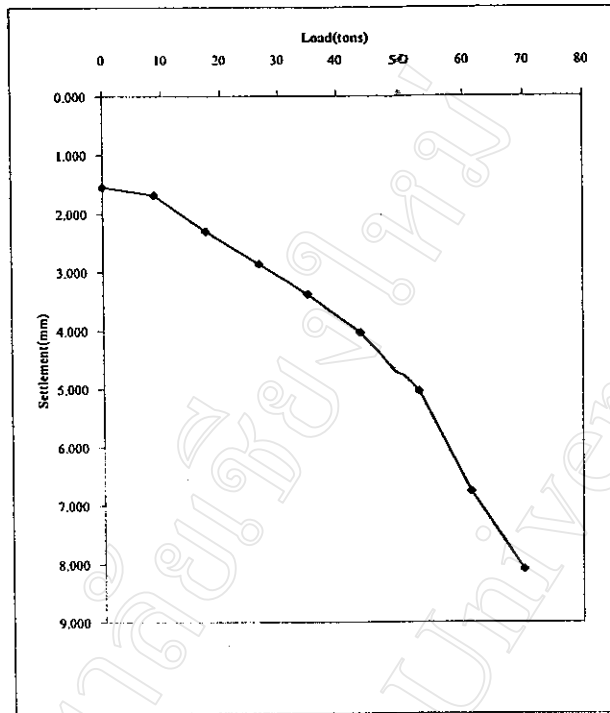


เสาเข็มต้นที่ 54 น้ำหนักออกแบบ 80 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 10 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาคารผลัดถิ่นมหาวิทยาลัยแม่โจ้

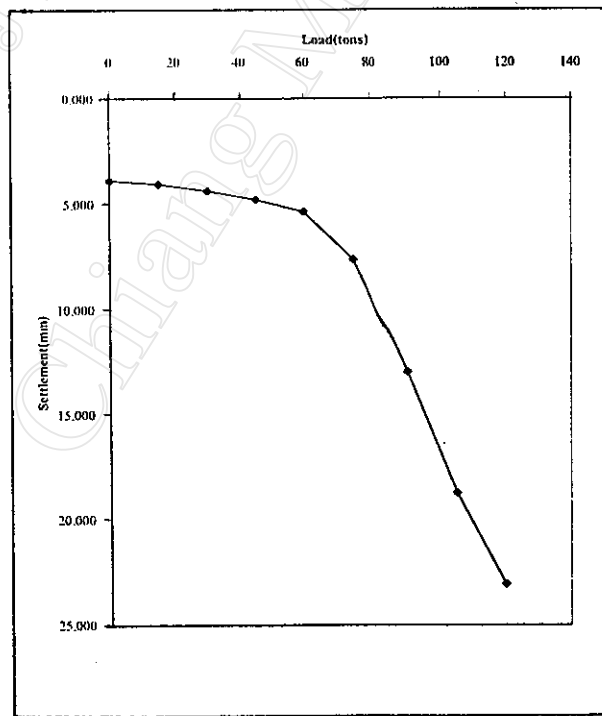


รูปที่ 30 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มต้นที่ 53 และ 54

เสาเข็มคันที่ 55 น้ำหนักออกแบบ 35 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.26x0.26 เมตร ความยาว 10 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาคารเทคโนโลยีประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้



เสาเข็มคันที่ 56 น้ำหนักออกแบบ 60 ตัน
 ขนาดหน้าตัด 0.40x0.40 เมตร ความยาว 10 เมตร
 ชื่อโครงการ โครงการอาหารศูนย์การค้าสวนแก้ว



รูปที่ 31 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวในการให้น้ำหนักบรรทุกรอบสุดท้ายของเสาเข็มคันที่ 55 และ 56

ตารางที่ ก3 สรุปค่าความสามารถในการรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มทดสอบจากโครงการตัวอย่าง จำนวน 56 ตัวอย่าง

ลำดับ	ชื่อ โครงการ	ความยาว m	DESIGN LOAD(ton)	คำนวณน้ำหนักพิบัติจากวิธีการประเมิน โดยวิธีการต่างๆ(tons)									
				CHEN	DAVISSON	DE BEER	BRINCH90%	BRINCH90%	MAZURKIEWICZ	FULLER&HOY	BUTLER&HOY	VANDERVEEN	
1	SR.CONDO	11	50	205.9	-	70	165.4	-	-	100	-	-	118
2	แฟลตตำรวจสภ.เมืองแม่ปิ้ง	14	25	138.9	-	25	-	-	-	160	-	-	125
3	HILL PARK CONDO2	12	40	200	-	34	-	-	-	80	-	-	160
4	ริมปิ้งคอนโด	14	100	409.8	-	120	-	-	-	320	-	-	300
5	ลิเล็คคอนโด	21	80	333.3	-	130	235.7	-	-	220	-	-	250
6	ประปาแม่แก้วT1	6.5	36	120	-	48	184.6	-	-	95	-	-	130
7	ประปาแม่แก้วT2	6.5	36	119	-	38	95.2	-	-	96	-	-	270
8	ประปาแม่แก้วT3	6.5	36	131.1	-	40	102.1	-	-	108	-	-	270
9	ประปาแม่แก้วT4	9	36	100	-	42	109.6	-	-	104	-	-	270
10	ประปาแม่แก้วT5	9	36	178.9	-	58	-	-	-	89	-	-	180
11	ประปาแม่แก้วT6	9	36	109.5	-	60	111.5	-	-	89	-	-	180
12	ประปาแม่แก้วT7	12	36	117.6	-	40	-	-	-	66	-	-	405
13	ประปาแม่แก้วT8	12	36	111.1	-	65	104.7	-	-	100	-	-	180
14	อาคารพิจิตรธบ.นิยม	14	45	227.3	82.2	57	-	-	-	132.6	-	-	188
15	ริเวอร์ไซด์คอนโด1	12	50	110.9	75	80	102.1	97	-	104	-	-	115
16	ริเวอร์ไซด์คอนโด2	12	50	89.2	-	68	-	80	-	90	-	-	89
17	RB4 มนุษย์ มช.	13	50	272.1	-	80	-	-	-	132.5	-	-	250
18	คอนโด16 ชั้น ช้างกลาง	15	52	200	-	60	-	-	-	15.3	-	-	207
19	แฟลตตำรวจสภ.เรียวดาว	9	25	152.2	-	30	-	-	-	52	-	-	1000

ตารางที่ ก3 สรุปค่าความสามารถในการรับน้ำหนักพิสัยของเสาเข็มทดสอบจากโครงการตัวอย่าง จำนวน 56 ตัวอย่าง(ต่อ)

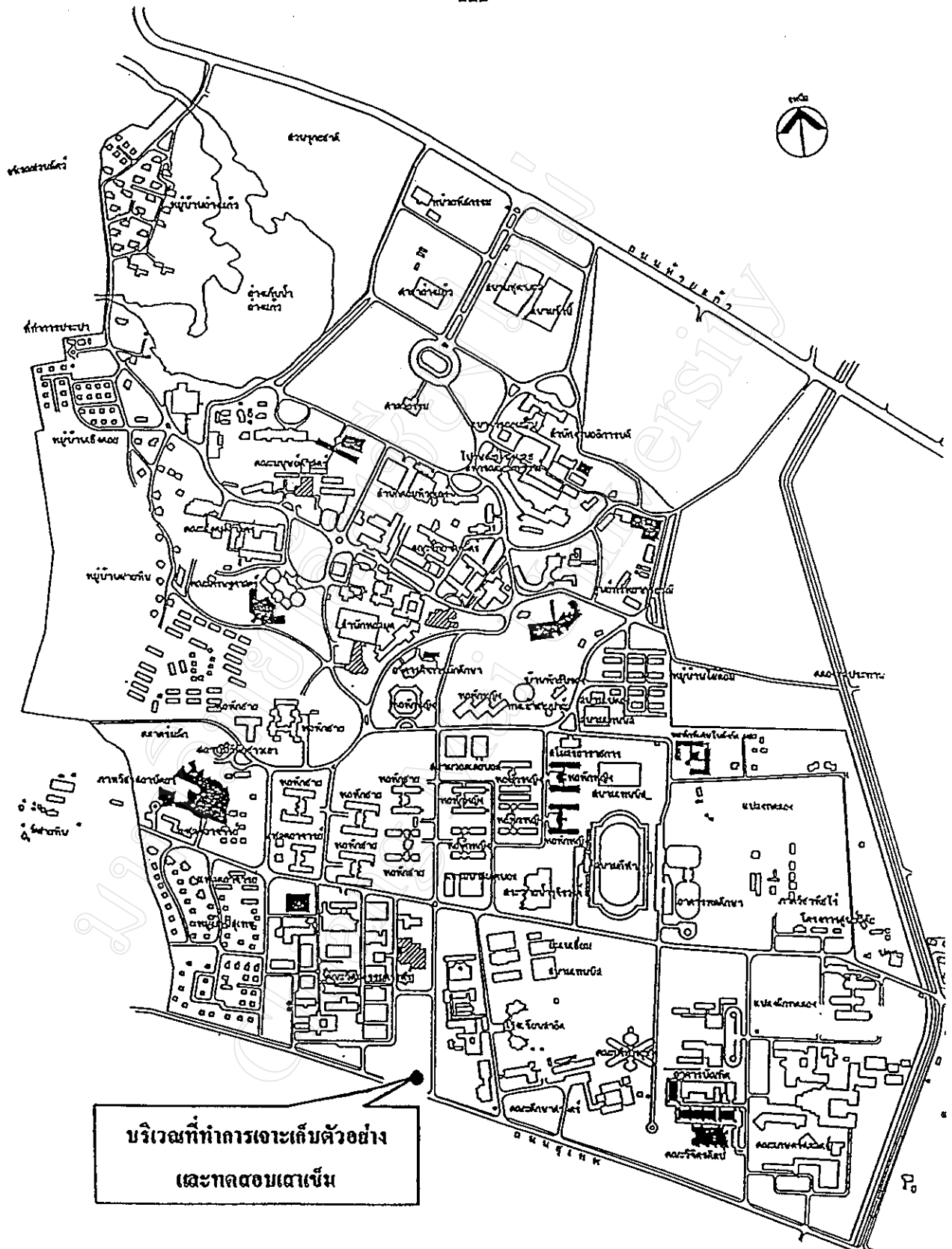
ลำดับ	ชื่อ โครงการ	ความยาว m	DESIGN LOAD(ton)	คำนวณน้ำหนักพิสัยการประเมิน โดยวิธีการต่างๆ(tons)								
				CHIN	DAVESSON	DE BEER	BRINCH80%	BRINCH90%	MAZURKEWICZ	FULLER&HOY	BUTLER&HOY	VANDERVEEN
20	POK CONDO	17	90	400	-	101	-	-	155	-	-	270
21	โรงพยาบาลโรคฟัน	16	60	400	-	106	333.3	-	270	-	-	1000
22	เฟลตตำรวจ.เมือง	12	25	90.9	-	32	-	-	51	-	-	1000
23	ตึกลอยการแม่ใช้	12	70	375	-	100	-	-	220	-	-	250
24	ศูนย์การศึกษาแม่ใช้	6	40	110	-	70	102.1	-	92	-	-	140
25	แมริมปรีนเซส1	20	80	268.8	-	100	138.7	-	220	-	-	350
26	แมริมปรีนเซส2	20	80	416.7	-	105	-	-	200	-	-	300
27	โรงพยาบาลค่ายกาวิละ	12	72	83.3	-	50	74.7	-	67	-	-	72
28	โกดัง บ.สหพาณิชย์	17	35	255.8	-	102	204.1	-	157	-	-	385
29	แกรนด์ริมปีงคอนโด	16	70	357.1	-	102	-	-	187	-	-	320
30	อาคารสุวิงศ์	11	80	125	-	80	107.4	-	115	-	-	105.5
31	ร่วมหลวงสันทราย2	12	55	100	-	82	93	-	90	-	-	93.26
32	ร่วมหลวงสันทราย1	12	55	88.9	77.5	69	109	-	82.5	70	75	80
33	อภ.ทำอาภาคนวม.	13	50	216.2	125	90	-	-	137.5	-	-	200
34	อาคารที่พักส.ราชภัฏ1	14	40	428.6	-	50	-	-	162	-	-	300
35	อาคารที่พักส.ราชภัฏ2	14	40	233.3	-	67	-	-	105	-	-	600
36	มหาวิทยาลัย แม่ใช้	10	80	-	-	60	-	-	-	-	-	480
37	โรงแรมแซงกรีลา	15	80	685	-	106	-	-	253	-	-	1200
38	ตวรรษคอนโด	13	80	285.7	-	90	-	-	250	-	-	230

ตารางที่ ก3 สรุปค่าความสามารถในการรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มทดสอบจากโครงการตัวอย่าง จำนวน 56 ตัวอย่าง(ต่อ)

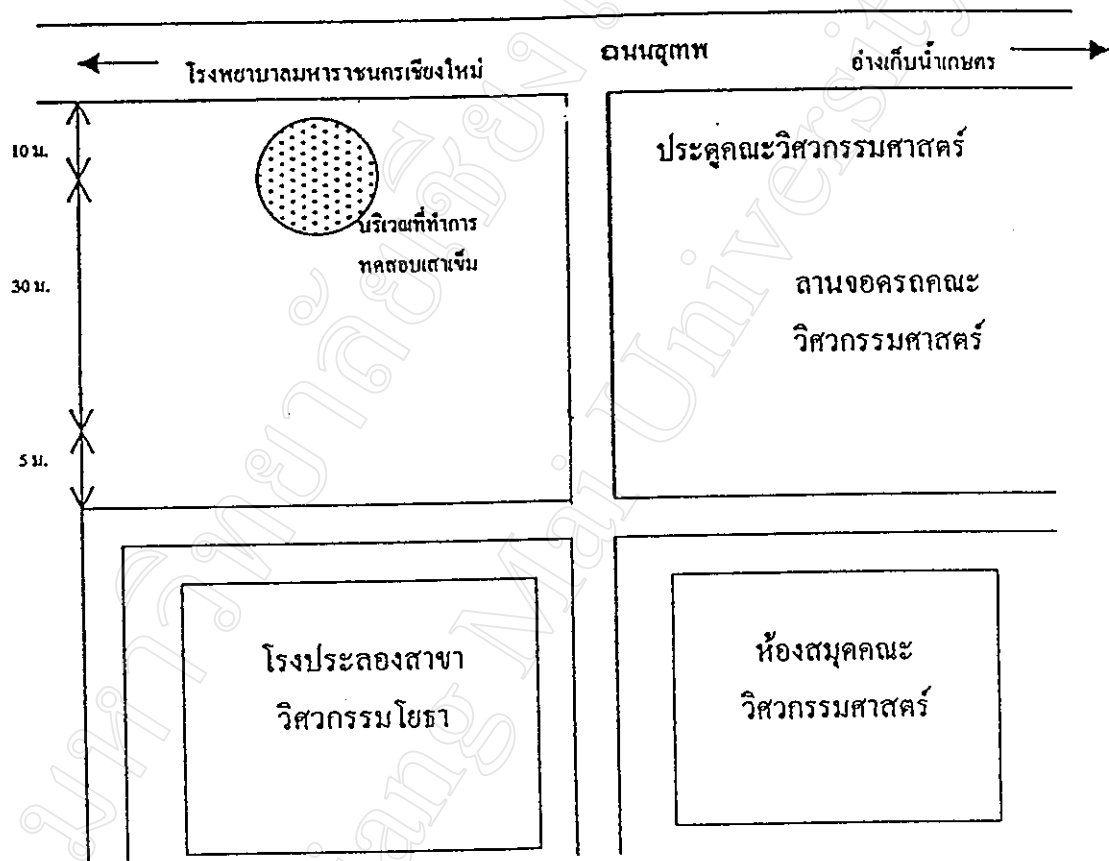
ลำดับ	ชื่อโครงการ	ความยาว m	DESIGN LOAD(ton)	กํานํานหนักพิบัติจากวิธีการประเมิน โดยวิธีการต่างๆ(tons)								
				CHEN	DAVISSON	DE BEER	BRINCH90%	BRINCH90%	MAZURKIEWICZ	FULLER&HOY	BUTLER&HOY	VANDERVEEN
39	แพลตฟอร์มจอบแม่เตง	9	50	89.7	-	19	-	-	75	-	-	90
40	ขมคยคองโค	14	75	315	-	-	-	-	-	-	-	200
41	กรีนฮิลล์	20	70	666.7	-	80	-	-	208.2	-	-	525
42	ร.ร.ฮอติคัลลอคค์	10	100	231.3	180	130	175.7	-	205	-	-	210
43	คณะวิจิตรศิลป์	8	50	120.8	-	64	150.8	-	138	-	-	130
44	อาคาร 3 ชั้น แม่ไร่	10	35	181.8	-	42	-	-	64	-	-	420
45	รพ.เชียงใหม่ราม	16	80	347.8	-	102	-	-	230	-	-	480
46	แพลตฟอร์มจราจรแม่ไร่	10	25	277.8	48	31	-	-	70	-	-	250
47	อภ.บ.นิยม	13.6	90	325.6	-	150	270	-	274	-	-	675
48	ตึกคณิศ 4 ชั้น มช.	9	62.5	72.3	-	32	65.5	-	70	-	-	100
49	ร.ร.เพชรงาม	15	80	333.3	-	90	-	-	237	-	-	360
50	พรพิงพาลีเลียน	8	80	487.8	-	110	-	-	260	-	-	360
51	หอพัก 9 หญิง มช.	10	40	105	-	47	112	-	110	-	-	100
52	โครงการ SR.LAND-G4	11	50	158.8	-	87	110	-	116	-	-	310
53	โครงการ SR.LAND-F5	11	50	126.4	-	79	104	-	107	-	-	290
54	อาคารพลศึกษา แม่ไร่	10	80	156.7	-	76	104	-	116	-	-	190
55	อาคารเทคโนโลยี มช. แม่ไร่	10	35	161.2	-	38	61	-	66	-	-	140
56	ศูนย์การศึกษาสวนแก้ว	10	60	168.7	94	90	-	-	108	102	94	115

ภาคผนวก ข

แสดงลักษณะข้อมูลการทดสอบเสาเข็ม



รูปที่ ข1 แสดงบริเวณที่ทำการทดสอบเตาซีเมนต์ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่



รูปที่ ข2 แสดงแผนผังบริเวณทำการทดสอบเสาเข็ม

LOG OF BORING NO. BH 1									
PROJECT : โครงการวิทยานิพนธ์					CLIENT:				
LOCATION: ที่ว่างข้างประตูคณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.ช.					SHEET NO. 1 OF 1				
DEPTH(m.)	SAMPLE NO.	TYPE OF SAMPLE	SAMPLE DIST	DESCRIPTION OF MATERIAL	GRAPHIC LOG	Water Cont., %	Liquid Limit, %	Plastic Limit, %	su (t/m ²) 10 20 30 SPT ครั้ง/ฟุต 15 30 45 60
1.00	US1			ดินถมที่ต่ำ -0.80					
	US2			ดินเดิม ดินทรายปนดินเหนียว มีลักษณะอ่อน					
2.00	US3								
	US4								
3.00	US5			ดินเหนียวสีเทาปนน้ำตาลแดง มีทรายปน เล็กน้อย ช่วงปลายมีเม็ดกรวดปน มีความแข็ง					14
	US6								14.9
	US7								21.3
4.00	SPT1								20.9
				ดินทรายปนดินเหนียวสีเทา มีกรวดปน แข็ง					19
5.00									17.2
				ดินทรายสีเทาละเอียด					
				END OF BORING -4.55					
GEOTECHNICAL ENGINEERING LABORATORY					WL. -0.80 M. 24 HR. AFTER BORING				
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING					Boring Started 16/12/42				
CHIANG MAI UNIVERSITY					Boring Finished 16/12/42				

รูปที่ ข3 แสดงลักษณะชั้นดินบริเวณที่ทำการทดสอบเสาเข็มในสนาม



SPYS CO., LTD.
SOIL INVESTIGATION
ENGINEERING CONSULTANT.

BORE HOLE RECORDS

Project ถนนวงแหวนรอบกลางเมืองเชียงใหม่ งานก่อสร้างทางแยกหมายเลข 7 (ทางลอด)

Boring No. 4

Location อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

Date

Depth, M	Legend	Soil Descriptions	SPT				SPT, N (BLOW/FT.)	Wn LL PL			UNIT WT. (T/CU.M.)
			6"	6"	6"	N (blow/ft)		△	□	○	
1		ดินเหนียวปนทรายละเอียดสีน้ำตาล									
2		ปนเทา									
3			2	2	3	5	6				
4			5	7	8	15	16				
5											
6		ดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทา	4	6	9	15	16				
7			5	7	8	15	16				
8											
9			3	2	4	6	6				
10		ทรายละเอียดสีน้ำตาลปนเทา	4	6	10	16	16				
11											
12			4	7	11	18	18				
13			11	13	16	29	29				
14		ทรายหยาบปนกรวดละเอียดสีน้ำตาล									
15		ปนเทา	11	10	10	20	20				
16			7	10	10	20	20				
17											
18		ดินเหนียวปนทรายหยาบสีน้ำตาล	9	12	16	28	28				
19		ปนเทา	9	11	9	20	20				
20											
21		ทรายหยาบสีน้ำตาลปนเทาปนดำ	13	24	24	48	48				
22			12	20	26	46	46				
END OF BORING											
*พบระดับน้ำใต้ดิน -3.00 เมตร											

Remarks

SS = ทรายละเอียด

ST = ทรายหยาบ

NP = Non Plastic

Wn = Natural Water Content

PL = Plastic Limit

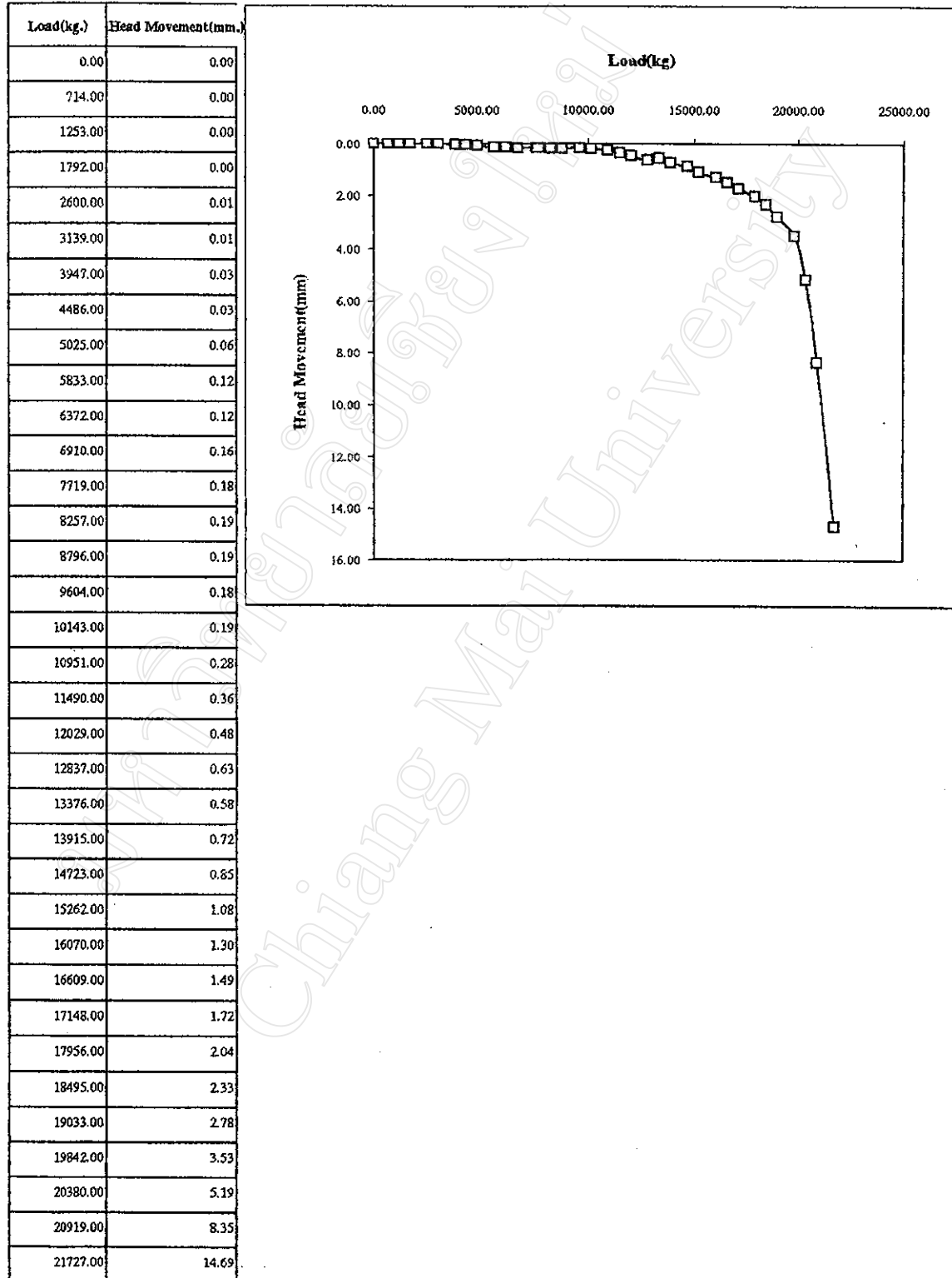
LL = Liquid Limit

รูปที่ ข4 แสดงลักษณะชั้นดินของการทดสอบเจาะเข็มบริเวณโครงการวงแหวนรอบกลาง จ.เชียงใหม่

เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงขนาด 0.15x0.15 เมตร ระยะฝังดิน 1.80 เมตร

วันที่ทดสอบ 15/6/43

ระดับปลายเสาเข็ม -3.60 เมตร



รูปที่ ข5 แสดงข้อมูลและผลการทดสอบเสาเข็มในสนาม



รูปที่ ข6 รูปการติดตั้งและทดสอบเสาเข็ม 1



รูปที่ ข7 รูปการติดตั้งและทดสอบเสาเข็ม 2

ภาคผนวก ก

ความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การทดสอบหาน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มโดยวิธี Load Test

ขอบเขตของการทดลอง การทดสอบหาน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็น การทดสอบของเสาเข็มเพียงต้นเดียว วัตถุประสงค์ของการทดสอบก็เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเสาเข็ม

เครื่องมือและอุปกรณ์

น้ำหนักบรรทุก น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ประกอบ ทำขึ้นโดยวิธีใดวิธีหนึ่งได้ดังนี้-

1. ใช้กะบะน้ำหนักวางบนหัวเสาเข็มโดยตรง น้ำหนักที่ใช้ควรเป็นวัตถุที่หาได้ง่ายในบริเวณทดลอง เช่น ทราย, กรวด, น้ำ เป็นต้น กะบะน้ำหนักจะต้องมีไม้หมอนหรือแม่แรงรองรับ เพื่อป้องกันการพลิกของกะบะ น้ำหนักที่วางบนกะบะจะต้องวางให้สม่ำเสมอทุกทิศทาง วิธีนี้เหมาะกับการทดสอบเสาเข็มเล็กๆ ที่รับน้ำหนักบรรทุกไม่มากนัก (รูปที่ ค1 - ข.)

2. ใช้แม่แรงอัดคั่นกับกะบะน้ำหนัก วิธีนี้ทำเหมือนกับในข้อ 1. เพียงว่าสร้างกะบะน้ำหนักตั้งอยู่บนพื้นดินและใช้แม่แรงอัดคั่นหัวเสาเข็มกับกะบะน้ำหนัก ที่จุดของพื้นดินที่รองรับน้ำหนักกะบะจะต้องห่างจากศูนย์กลางของเสาเข็มทดลองไม่น้อยกว่าความยาวของเส้นรอบรูปหน้าตัดของเสาเข็ม และจะต้องไม่น้อยกว่า 150 ซม. (รูปที่ ค1 - ค.)

3. ใช้แม่แรงอัดคั่นกับเสาเข็ม ดอกเสาเข็มขนาดเท่ากันอีก 2 ต้นในแนวเดียวกับเข็มทดลอง สร้างคานเหล็กยึดให้แน่นกับหัวเสาเข็มนี้ ใช้แม่แรงอัดคั่นกับคาน เข็มรับแรงจะต้องดอกห่างจากเข็มทดลองเป็นระยะไม่น้อยกว่าความยาวของเส้นรอบรูปหน้าตัดและต้องไม่น้อยกว่า 150 ซม. (รูปที่ ค1 - ก) แม่แรงที่ใช้ในข้อ 2 และ 3 จะต้องมีความสามารถรับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักทดลอง แม่แรงนี้จะต้องมีการตรวจสอบทุกๆ 6 เดือน

เครื่องมือวัดการทรุดตัวของเสาเข็ม ทำได้ 2 วิธีดังนี้คือ

1. ใช้กล้องระดับที่สามารถอ่านได้ละเอียด 1.0 มม. วัดจากหัวเสาเข็มทดลอง หมู่หลักอ้างอิง (Bench Mark) จะต้องอยู่ห่างจุดทดลองไม่น้อยกว่า 5.0 ม. และปราศจากสิ่งรบกวนใดๆ

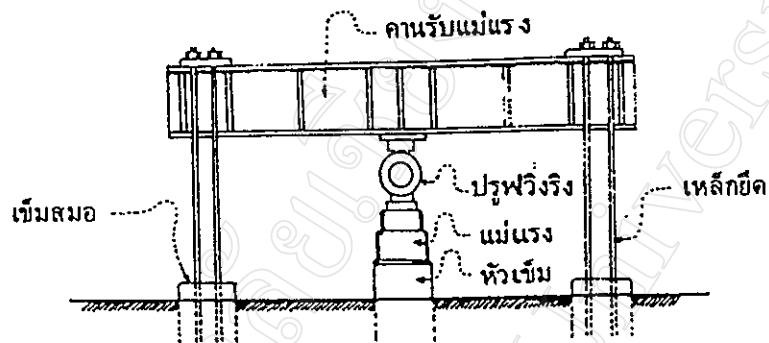
2. ใช้ Deflection Dial Gage ที่อ่านได้ละเอียด 0.02 มม. ให้ดอกเสาหลักห่างจากเสาเข็มทดลองไม่น้อยกว่า 5.0 ม. รอบๆ เสาหลักทดสอบกรีดหยาบหนาประมาณ 20 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 ซม. ทับหน้าไว้ คานที่ใช้ยึด Gage กับเสาหลักนี้จะต้องแข็งแรงทนต่อการสั่นสะเทือนที่ขาของ Gage จะต้องมีส่วนกระจกหรือแผ่นโลหะผิวเรียบรองรับไว้

รายละเอียดการทดลอง

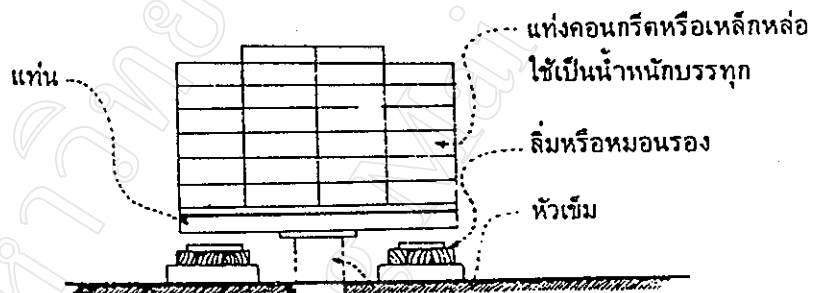
1. จัดบันทึกลักษณะรายละเอียดของเสาเข็มที่ทดลอง เช่น ผิวคอนกรีตรอยแตกร้าว
2. บันทึกจำนวนดอกของลูกค้ำน้ำหนักต่อความยาวของเสาเข็ม
3. คัดและซ่อมหรือหล่อเสาเข็มให้เรียบร้อยแล้วปล่อยให้ทิ้งไว้จนกระทั่งคอนกรีตมีความแข็งแรงเพียงพอก่อนทำการบรรทุกน้ำหนัก
4. ในชุดแรกให้เพิ่มน้ำหนักทดสอบเป็นจำนวนหนึ่งเท่าที่ออกแบบไว้ โดยให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นดังนี้ 25%, 50%, 75%, 100%
5. ในแต่ละขั้นของน้ำหนักที่เพิ่มให้ใช้อัตราการเพิ่มประมาณ 1 มม.ต่อนาที อ่านค่าทรุดตัวของเสาเข็มที่ 1,2,4,8,15,30,60,90,120,180,240 นาทีและทุกๆ 2 ชม.
6. การเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นกระทำได้ก็ต่อเมื่ออัตราการทรุดตัวลดลงถึง 0.30 มม.ต่อชั่วโมง แต่ต้องมีเวลาของการบรรทุกน้ำหนักในขั้นนั้นๆ ไม่น้อยกว่า 60 นาที
7. ที่น้ำหนัก 100% ต้องรักษาน้ำหนักทดลองไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
8. ให้ลดน้ำหนักทดสอบทุกๆ ชั่วโมงและเป็นขั้นๆ ดังนี้ 50%, 25%, 0%
9. บันทึกค่าคืนตัว Rebound ของเสาเข็มในข้อ 8 ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที แต่ที่น้ำหนัก 0% ให้บันทึกต่อไปทุกๆ ชั่วโมง จนกระทั่งค่าของการคืนตัวคงที่
10. ชุดสองให้เพิ่มน้ำหนักทดสอบให้เป็นจำนวนสองเท่าที่ออกแบบไว้ โดยให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นๆ ดังนี้ 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175%, 200%
11. อ่านค่าทรุดตัวของเสาเข็มที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240 นาที และทุกๆ 2 ชั่วโมง
12. การเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นกระทำได้ก็ต่อเมื่ออัตราการทรุดตัวลดลงถึง 0.30 มม.ต่อชั่วโมง แต่ต้องมีเวลาของการบรรทุกน้ำหนักไม่น้อยกว่า 60 นาที
13. ที่น้ำหนัก 200% ต้องรักษาน้ำหนักทดลองไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
14. ให้ลดน้ำหนักทดสอบทุกๆ ชั่วโมงและเป็นขั้นๆ ดังนี้ 150%, 100%, 50%, และ 0%
15. บันทึกค่าคืนตัวของเสาเข็มในข้อ 14 ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที แต่ที่น้ำหนัก 0% ให้อ่านต่อไปทุกๆ ชั่วโมงจนกระทั่งค่าของการคืนตัวคงที่
16. การทดสอบหาน้ำหนักสูงสุด (Ultimate load) ให้เพิ่มน้ำหนักเท่ากับ 50% ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้ทุกๆ ชั่วโมง จนกระทั่งเสาเข็มทรุดตัวลงเรื่อยๆ และไม่สามารถจะเพิ่มน้ำหนักบรรทุกบนเสาเข็มที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที ของแต่ละน้ำหนักที่เพิ่ม

ผลงานที่ต้องแสดง

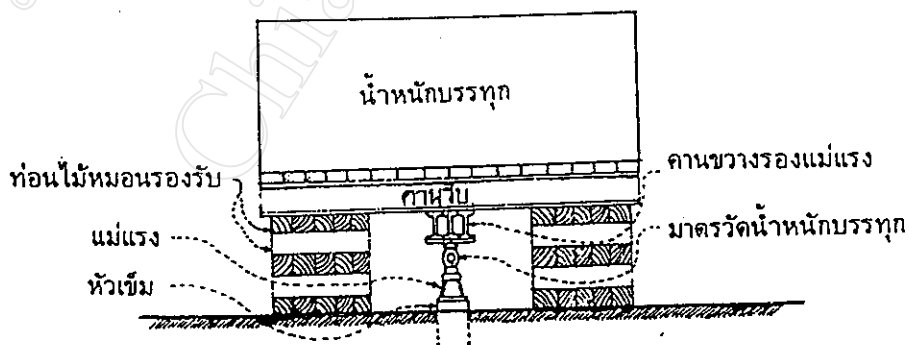
1. แสดงความสัมพันธ์ของการทรุดตัว - เวลา
2. “ น้ำหนัก - เวลา
3. “ น้ำหนัก - การทรุดตัว
4. “ การคืนตัว - เวลา
5. “ น้ำหนัก - การคืนตัว



ก. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกโดยใช้เข็มสมอ



ข. การวัดน้ำหนักบรรทุกบนหัวเสาเข็ม



ค. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกโดยใช้แม่แรงค้ำน้ำหนักบนหัวเข็ม

รูปที่ ค1 แสดงการให้น้ำหนักกับเสาเข็มวิธีการต่างๆ

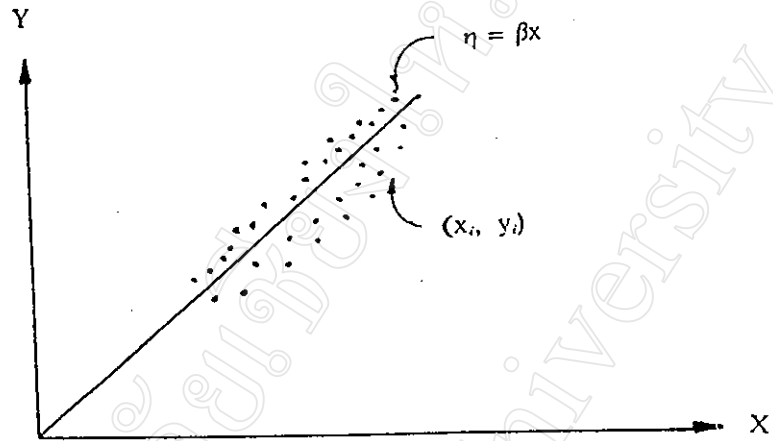
หลักการในการวิเคราะห์เชิงสถิติสูตรเสาเข็ม

หลักการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติสูตรเสาเข็มนั้น เป็นหลักการของ Simple Linear Regression ซึ่งเป็นการหา Mathematical Description เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัว โดยวิธีทางสถิติ Mathematical Description ดังกล่าวอยู่ในรูปของ Linear Parameter เช่น $\eta = \alpha + \beta x$ หรือ $\eta = \beta x$ เป็นต้น โดยที่ α และ β เป็น Parameter ของสมการซึ่งต้อง Estimate การ Estimate α และ β โดยวิธีวิเคราะห์เชิงสถิติ นั้น ต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลอง เช่น ในการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง Bearing Capacity ของเสาเข็มจาก Load Test กับจากการคำนวณโดยสูตร ซึ่งผู้ทำการทดลองได้บันทึกค่าไว้ดังนี้ $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ x_i เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยสูตร Calculated Value และ y_i เป็นค่าที่ได้จากการทำ Load Test (Actual Value) โดยปกติแล้วถึงแม้ว่าค่าน้ำหนักบรรทุกที่ได้จากการคำนวณสูตรจะเท่ากันก็ตาม แต่ผลของการทำ Load Test เสาเข็มต่างๆ ก็อาจได้ค่าแตกต่างกันไปได้ ค่าน้ำหนักบรรทุกจากการทำ Load Test ที่แตกต่างกันนี้มี Pattern ซึ่งสามารถอธิบายได้โดย Probability Distribution ค่าต่างๆ ดังกล่าวนี้อาจจะกระจุกกระจายอยู่รอบๆ ค่าหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า Mean ซึ่งความกระจุกกระจายรอบๆ ค่า Mean นี้สามารถวัดได้โดยค่า Variance และเหมาะสมที่จะอธิบาย Pattern ดังกล่าวได้ด้วย Normal Distribution ดังนั้นจึงกำหนดให้ y_i Distribute ใน Pattern ของ Normal Distribution โดยมีค่า Mean เท่ากับ $\eta_i = \beta x_i$ และค่า variance เท่ากับ σ^2 ซึ่งหมายถึงว่า Locus ค่า Bearing Capacity ของเสาเข็มจาก Load Test เป็น Linear Function ใน Parameter กับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยสูตร ดังแสดงไว้ในรูป ค2 และเนื่องจากค่า Bearing capacity จาก Load test ของเสาเข็มแต่ละต้นมิได้มีผลต่อกันเลย ดังนั้น $y_1, y_2, \dots, y_n$ จึงเป็น mutually stochastically independent ซึ่งมี Joint probability density function (j.p.d.f.) ดังนี้

$$L(\beta, \sigma^2; y_1, y_2, \dots, y_n) = \left(\frac{1}{2\pi\sigma^2} \right)^{n/2} \exp \left\{ \frac{-1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n [y_i - \beta x_i]^2 \right\}$$

การ Estimate ค่า Parameter

ในการจะ Estimate ค่า parameter β และ σ^2 ได้ก็จะต้องอาศัยข้อมูลจากผลการทำ load test และคำนวณจากสูตร แล้วนำมาวิเคราะห์เชิงสถิติโดยวิธี Maximum likelihood กล่าวคือ หาค่า β และ σ^2 โดย maximize j.p.d.f. ดังนี้



รูปที่ ค 2 แสดงลักษณะของเส้นกราฟความสัมพันธ์ทางสถิติที่พิจารณา

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta^2} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n [y_i - \beta x_i] x_i = 0$$

และ

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \sigma^2} = \frac{-n}{2\sigma^2} + \frac{1}{2(\sigma^2)^2} \sum_{i=1}^n [y_i - \beta x_i]^2 = 0$$

แก้สมการทั้งสองนี้จะได้

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \text{และ} \quad \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - \beta x_i]^2$$

ซึ่งเป็น Estimator ของ β และ σ^2 แต่เมื่อพิจารณาคคุณสมบัติในการเป็น Unbiased Estimate แล้ว Unbiased Estimate ของ β และ σ^2 คือ

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \text{และ} \quad \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [y_i - \beta x_i]^2$$

ดังนั้น Estimate Line หรือ Regression Line ของ $\eta = \beta x$ ก็คือ $Y = \beta x$ เนื่องจาก β เป็น line Function ของ y_i ซึ่ง Distribute เป็น Normal Distribution และ Independent ดังนั้น β เป็น Normal Distribution ด้วย โดยมี Mean และ Variance ซึ่งใช้สัญลักษณ์ $\beta \sim N(\beta, \sigma^2 / \sum_{i=1}^n x_i^2)$

เมื่อพิจารณา Distribution ของ Y จะเห็นได้ว่า Y เป็น Linear Function ของ β ซึ่งเป็น Normal Distribution ดังนั้น Y จึงเป็น Normal Distribution ด้วย โดยมี Mean ดังนี้

$$E[Y] = E[\beta x] = x E[\beta] = \beta x$$

และ Variance ดังนี้

$$V[Y] = V[\beta] = x^2 V[\beta] = x^2 \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

คุณภาพของ Regression Line

เมื่อพิจารณา Identity นี้ $y_i = (y_i - y_i) + \beta x_i$ แล้ว Sum Square ทั้งสองข้าง $\sum y_i^2 = \sum (y_i - Y_i)^2 + \beta^2 \sum x_i^2$ จะเห็นได้ว่า Regression Line Y อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X ได้ดีสมบูรณ์ต่อเมื่อจุดทุกจุดอยู่บนเส้นดังกล่าว นั่นคือ $\sum (y_i - Y_i)^2$ ซึ่งจะให้ค่าของ $\sum y_i^2$ และ $\beta^2 \sum x_i^2$ เท่ากัน หรือเศษส่วน $R^2 = \beta^2 \sum x_i^2 / \sum y_i^2$ เท่ากับ 1 ซึ่งเป็นค่าสูงสุด หาก Regression Line อธิบายความสัมพันธ์ลดน้อยลง นั่นก็คือ $\sum (y_i - Y_i)^2 > 0$ แล้วจะทำให้ R^2 ลดลง ด้วย จนกระทั่งเมื่อ y และ x เกือบจะไม่มีความสัมพันธ์กัน R^2 ก็จะเข้าใกล้ 0 ดังนั้น Regression

Line ที่จะนำมาใช้ควรจะมีค่า R^2 สูง ค่า R^2 นี้เรียกว่า Coefficient of Determination ใช้เป็นเครื่องแสดงคุณภาพของ Regression Line เมื่อ Model อยู่ในรูป $y = \beta x$ ค่า R^2 จะเท่ากับ

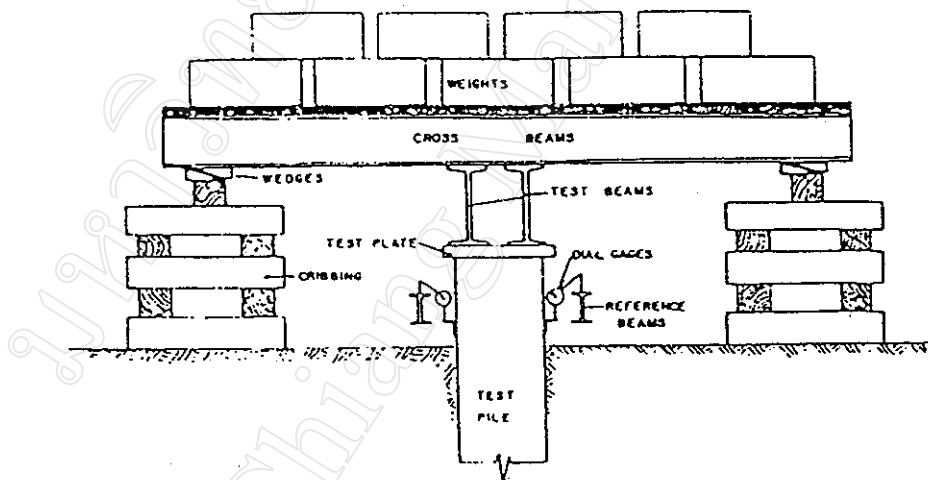
$$R^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i y_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i^2}$$

วิธีการให้น้ำหนักบรรทุกทดสอบกับเสาเข็ม

วัตถุประสงค์เบื้องต้นของการทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม คือ การหาความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็ม โดยเฉพาะในช่วงน้ำหนักใช้งานที่คาดไว้ และความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักบรรทุก และค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม ดังนั้นในการทดสอบจะต้องทำการบันทึกน้ำหนักบรรทุกที่ทดสอบ สัมพันธ์กับค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้น

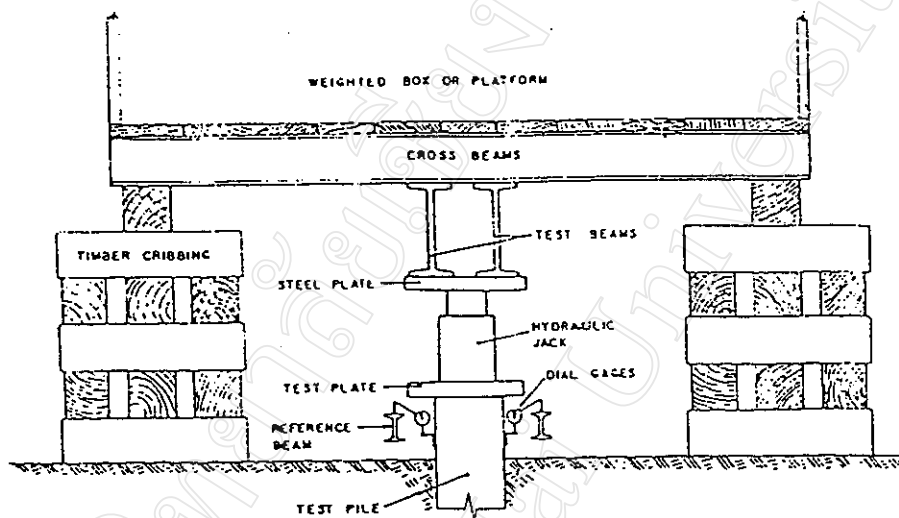
การควบคุมความแม่นยำในการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ทดสอบมีความสำคัญมากโดยความถูกต้องของผลที่ได้จากการทดสอบแบบนี้ขึ้นอยู่กับระบบการใช้น้ำหนัก ซึ่งมีใช้กันอยู่ 3 วิธีคือ

1.ระบบการกองน้ำหนักบนหัวเสาเข็ม คือ การกองวางวัสดุหนักๆ จำนวนมาก ไว้บนแท่นซึ่งวางอยู่บนหัวเสาเข็มทดสอบดังแสดงในภาพผนวกที่ 1 วิธีนี้การวางน้ำหนักลงบนแท่น ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้ศูนย์กลางของน้ำหนักลงตรงกลางตามแนวแกนของเสาเข็ม การให้น้ำหนักของระบบนี้ค่อนข้างลำบาก และเชื่อถือไม่ได้ ดังนั้นจึงไม่ได้รับความนิยม เพราะการเสียดสีของน้ำหนัก อาจจะทำให้เกิดโมเมนต์ดัดในเสาเข็มได้



รูปที่ ค3 ระบบการวางน้ำหนักลงบนหัวเสาเข็มโดยตรง

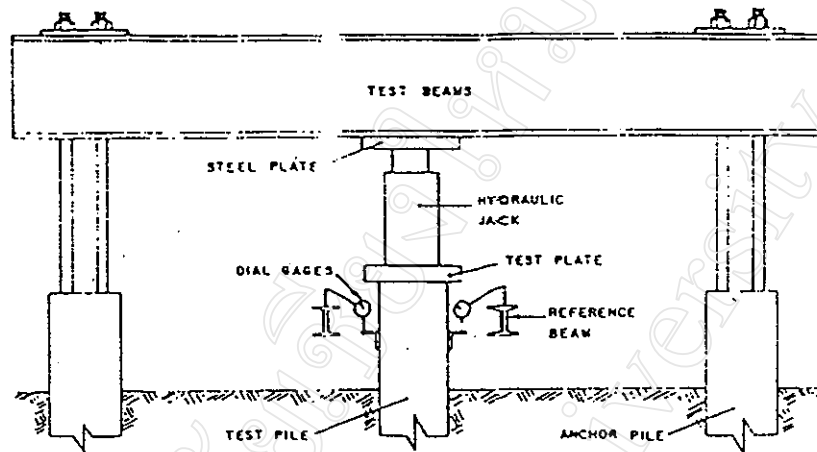
2.ระบบการกองน้ำหนักผ่านแม่แรงไฮดรอลิก คือ การกองน้ำหนัก สำหรับชั้นหัวแม่แรง ซึ่งปกตินิยมใช้แท่งคอนกรีต หรือแท่งเสาเข็ม หลายๆ แท่ง ดังแสดงในภาพผนวกที่ 2 น้ำหนักที่กล่าวมานี้ ไม่ใช่ตัวให้แรงในเสาเข็มโดยตรง แรงที่กระทำบนเสาเข็มนั้นเกิดจากกำลังของแม่แรงไฮดรอลิก ซึ่งติดตั้งไว้บนหัวของเสาเข็มโดยตรง พร้อมกับเกจ สำหรับวัดการทรุดตัว วิธีนี้จะต้องแน่ใจว่าแม่แรงไม่ถูกใช้งานเกินกว่าน้ำหนักที่กดแม่แรงไว้



รูปที่ ค4 ระบบการวางน้ำหนักโดยใช้แม่แรงไฮดรอลิก

3.ระบบให้น้ำหนักโดยใช้เข็มสมอยึดคานกดหัวแม่แรง คือ ระบบการให้น้ำหนักแก่เสาเข็มซึ่งเหมือนกับระบบที่ 2 คือใช้แม่แรงไฮดรอลิก แต่ต่างกันที่ระบบนี้ใช้เข็มสมอเป็นเครื่องยึดคานกดหัวแม่แรงแทนที่จะใช้น้ำหนักวางไว้บนแท่นเสาเข็มสมอนี้ แสดงในภาพผนวกที่ 3 โดยปกติทำด้วยเสาเข็มที่ต้านทานแรงดึงได้และฝังอยู่สองข้างของเสาเข็มทดสอบ ปลายของคานกดหัวแม่แรงเช็ดติดกับเสาเข็มสมออย่างมั่นคง

การวัดปริมาณการทรุดตัวของเสาเข็มที่ทดสอบอาจวัดได้โดยการใช้อัดวัดระดับและไม้บอกระดับ เพื่อพิจารณาหาการเคลื่อนที่ของเสาเข็ม หรืออาจวัดโดยใช้ไดแอกเกจ (Dial Gauge) อ่านค่าการทรุดตัวระหว่างหัวเสาเข็มกับคานอ้างอิงซึ่งอยู่ห่างจากเสาเข็มทดสอบเพียงพอที่การเคลื่อนที่ของดินรอบๆ จะไม่ทำให้การอ่าน Dial Gauge ผิดพลาด ดังในรูปที่ ค5



รูปที่ ค5 ระบบการให้น้ำหนักโดยใช้แม่แรงไฮดรอลิกกับเสาเข็มสมอ

เกณฑ์กำหนดในการประเมินหาน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย

เนื่องจากการทดสอบเสาเข็มส่วนใหญ่มิได้ทำการทดสอบจนถึงจุดวิบัติหรือลักษณะการพิบัติจากผลการทดสอบที่สังเกตได้ไม่ชัดเจน การประเมินหาน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มจึงขึ้นอยู่กับกำหนดยุติของการทรุดตัวและการเลือกใช้ส่วนลดสำหรับความปลอดภัยที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการก่อสร้างแต่ละแห่ง ซึ่งมีทั้งที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกันเล็กน้อย (บุญเทพ, 2539) เช่น

1. W.H. Rabe, Bureau of Bridges, State of Ohio
 - น้ำหนักที่ทำให้เกิด Gross Settlement เริ่มจะมากกว่า 0.03 นิ้วต่อตันของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไปหารด้วย 2 และ 3 สำหรับ Static และ Vibratory load ตามลำดับ
2. R.L. Nordlund, Raymond Concrete Pile Co.
 - น้ำหนักที่ทำให้เกิด Gross Settlement เริ่มจะมากกว่า 0.05 นิ้วต่อตันของน้ำหนักที่เพิ่มเข้าไปหรือ Plastic Settlement เริ่มจะมากกว่า 0.03 นิ้วต่อตันของน้ำหนักที่เพิ่มเข้าไปหารด้วย 2 3 สำหรับ Static และ Vibratory load ตามลำดับ
3. Boston Building Code
 - การทรุดตัวต้องไม่เกิน 0.5 นิ้ว หลังจากใส่ น้ำหนัก 2 เท่าของน้ำหนักออกแบบ และทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง Permanent Settlement หลังจากถนนน้ำหนักออกแบบแล้วต้องไม่มากกว่า 0.22 นิ้ว ทั้งนี้กราฟของการทรุดตัวต้องไม่แสดงแนวทางของการวิบัติ
4. Building Laws of The City of New York
 - Net Settlement ต้องไม่ต่ำกว่า 0.01 นิ้วต่อตันของน้ำหนักทดสอบสูงสุด (2 เท่าของน้ำหนักปลอดภัย) หลังจากทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงที่น้ำหนักทดสอบสูงสุด
5. Louisiana Department of Highway, AASHO
 - น้ำหนักปลอดภัยจะเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมงโดยให้ Permanent Settlement ไม่น้อยกว่า 0.25 นิ้ว
6. Indian Standard Code
 - 2 ใน 3 ของน้ำหนักที่ทำให้เกิด Total Settlement 12 มิลลิเมตรหรือ Net Settlement 6 มิลลิเมตร
 - 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ทำให้เกิด Total Settlement เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ของขนาดเสาเข็ม
7. กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย

- ให้ใช้กำลังแบกทานได้ไม่เกิน 50% ของน้ำหนักบรรทุกสูงสุด
- เสาเข็มต้องทรุดตัวต้องไม่เกิน 25 มม. และอัตราการทรุดตัวเฉลี่ยต้องไม่เกิน 0.25 มม.ต่อวัน เมื่อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุดต้องไม่เกิน 6 มม.

8. ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครเรื่องควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2522

- ให้ใช้กำลังแบกทานได้ไม่เกิน 50% ของกำลังแบกทานสูงสุด
- อัตราการทรุดตัวที่ก่้างแบกทานสูงสุดต้องไม่เกิน 0.25 มม.ต่อวันและการทรุดตัวสุทธิต้องไม่เกิน 6 มม.หลังจากทิ้งน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 24 ชั่วโมง

9. อื่นๆ

- หาค่า 1.5 ของน้ำหนักที่ Plastic Settlement Curve เปลี่ยนอัตราอย่างมาก
- หาค่า 1.5 ถึง 2.0 ของน้ำหนักบรรทุกที่ได้จากจุดตัดของเส้นตรงที่ลากสัมผัสกราฟการทรุดตัวทั้งหมดของดินและน้ำหนักบรรทุกทดสอบ
- สังเกตจุดซึ่งความลาดเอียงของกราฟ Gross (total) Settlement เป็น 4 เท่าของ Elastic Settlement แล้วหารด้วยส่วนลดสำหรับความปลอดภัยด้วย 2

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

นายพิรพงศ์ จิตเสงี่ยม

วัน เดือน ปี เกิด

9 พฤษภาคม 2516

ประวัติทางการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนพิริยาลัย
จังหวัดแพร่ ปีการศึกษา 2535สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรม
โยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2538-2539

ประสบการณ์การทำงาน

ปี 2538-2540 บริษัทบ่อสร้างคอนกรีต จำกัด ตำแหน่งวิศวกร
โยธาประจำโรงงาน และผู้จัดการโรงงานปี 2542-2543 บริษัทร่มฉัตรเดเวลลอปเม้นท์ จำกัด ตำแหน่ง
วิศวกร โยธา