

การหาวิธีการที่เหมาะสมในการหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มตอกจากผลการทดสอบกำลังรับน้ำหนัก ของเสาเข็มในสนามสำหรับจังหวัดเชียงใหม่

3.1 ลักษณะของข้อมูล

ข้อมูลที่น่ามาทำการวิจัยนี้ได้มาจากการทดสอบหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มในสนามที่ทำการทดสอบกับเสาเข็มตอกในจังหวัดเชียงใหม่จำนวนทั้งสิ้น 56 ตัวอย่าง โดยได้ทำการรวบรวมจากบริษัทที่ทำการทดสอบเสาเข็มต่างๆ และข้อมูลของการทดสอบจากภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ที่ทำการทดสอบเสาเข็มในจังหวัดเชียงใหม่จะทำการทดสอบตามวิธีการของ Slow Maintained Load Test ผสมกับวิธีการของ Cyclic Load Test คือมีการให้น้ำหนักกับหัวเสาเข็มเมื่อทำการให้น้ำหนักไปถึงหนึ่งเท่าของค่าน้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบก็จะมีการถอนน้ำหนักออกและก็จะทำการให้น้ำหนักกลับอีกครั้งจนถึงค่าน้ำหนักที่มีค่าประมาณ 2-3 เท่าของน้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบเสาเข็ม และจากการให้น้ำหนักกับเสาเข็มทดสอบนี้จะพบว่าการทดสอบหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มในจังหวัดเชียงใหม่โดยส่วนมากจะเป็นการทดสอบแบบพิสูจน์(Proof Test) คือจะทำการทดสอบเสาเข็มโดยให้น้ำหนักสูงสุดที่กระทำกับเสาเข็มเป็น 2-3 เท่าของค่าน้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบ วัตถุประสงค์หลักในการทดสอบในวิธีนี้จะเพียงเพื่อเป็นการยืนยันความสามารถในการรับน้ำหนักและสภาพต่างๆของเสาเข็ม ไม่ต้องการให้เกิดการพิบัติของเสาเข็มเพราะการทดสอบเสาเข็มแบบนี้จะทำการทดสอบกับเสาเข็มที่อยู่ในฝั่งของการก่อสร้างจริง

จากข้อมูลของการทดสอบเสาเข็มที่ทำการรวบรวมมาสามารถที่จะทำการแบ่งเป็นประเภทของข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1.1 ข้อมูลการทดสอบเสาเข็มที่แสดงลักษณะพิบัติ

จาก 56 ตัวอย่างของข้อมูลจะมีอยู่ 6 ตัวอย่างที่เสาเข็มทดสอบแสดงการพิบัติ โดยที่การทดสอบมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการทดสอบแบบพิสูจน์แต่เสาเข็มทดสอบเกิดการพิบัติก่อนที่จะให้น้ำหนักถึงค่าน้ำหนักสูงสุดที่จะให้กับเสาเข็ม ซึ่งการพิบัติในที่นี้มีความหมายคือเมื่อทำการให้น้ำหนักกับเสาเข็มไปถึงค่าน้ำหนักหนึ่งเสาเข็มเกิดการทรุดตัวอย่างรวดเร็วจนไม่สามารถที่จะทำการเพิ่มน้ำหนักให้กับเสาเข็มได้ทันกับอัตราการทรุดตัวของเสาเข็มจนต้องหยุดการทดสอบและถือว่าการทดสอบเสาเข็มลักษณะนี้เสาเข็มเกิดการพิบัติ

3.1.2 ข้อมูลการทดสอบเสาเข็มที่ยังไม่แสดงลักษณะการพิบัติ

ข้อมูลโดยส่วนใหญ่ของข้อมูลตัวอย่างจะแสดงลักษณะที่ยังไม่แสดงลักษณะการพิบัติ คือเมื่อทำการให้น้ำหนักกับเสาเข็มจนถึงค่าน้ำหนักสูงสุดแล้วเสาเข็มยังคงมีอัตราการทรุดตัวในอัตราที่ต่ำไม่สูงมากและยังสามารถที่จะทำการให้น้ำหนักกับเสาเข็มต่อไปได้แต่ต้องทำการถอนน้ำหนักที่ให้กับเสาเข็มออกเมื่อถึงค่าน้ำหนักสูงสุดที่กำหนดไว้ ข้อมูลลักษณะนี้ไม่ถือว่าเสาเข็มไม่แสดงการพิบัติ

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลการทดสอบหาค่าน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มในสนาม สิ่งที่จะได้จากการทดสอบคือค่าน้ำหนักที่กระทำต่อเสาเข็มกับค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้นจากค่าน้ำหนักนั้น สำหรับการทดสอบแบบ Slow Maintained Load Test จะนำค่าน้ำหนักที่กระทำกับเสาเข็มแต่ละช่วงกับค่าการทรุดตัวที่ 1 ชั่วโมงของการค้ำน้ำหนักไว้มาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัว จากกราฟความสัมพันธ์ที่ได้นี้จะมีรอบของการให้น้ำหนักและการถอนน้ำหนัก สำหรับเส้นกราฟความสัมพันธ์ที่จะนำมาหาค่าน้ำหนักบรรทุกพิบัตินั้นจะนำเส้นกราฟความสัมพันธ์รอบสุดท้ายของการให้น้ำหนักมาทำการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 จะแสดงตัวอย่างของเส้นกราฟความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักและการทรุดตัวทั้งที่เป็นแบบทั้งมีการให้และการถอนน้ำหนักและส่วนที่จะนำมาทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติจะเป็นช่วงการให้น้ำหนักในรอบสุดท้าย

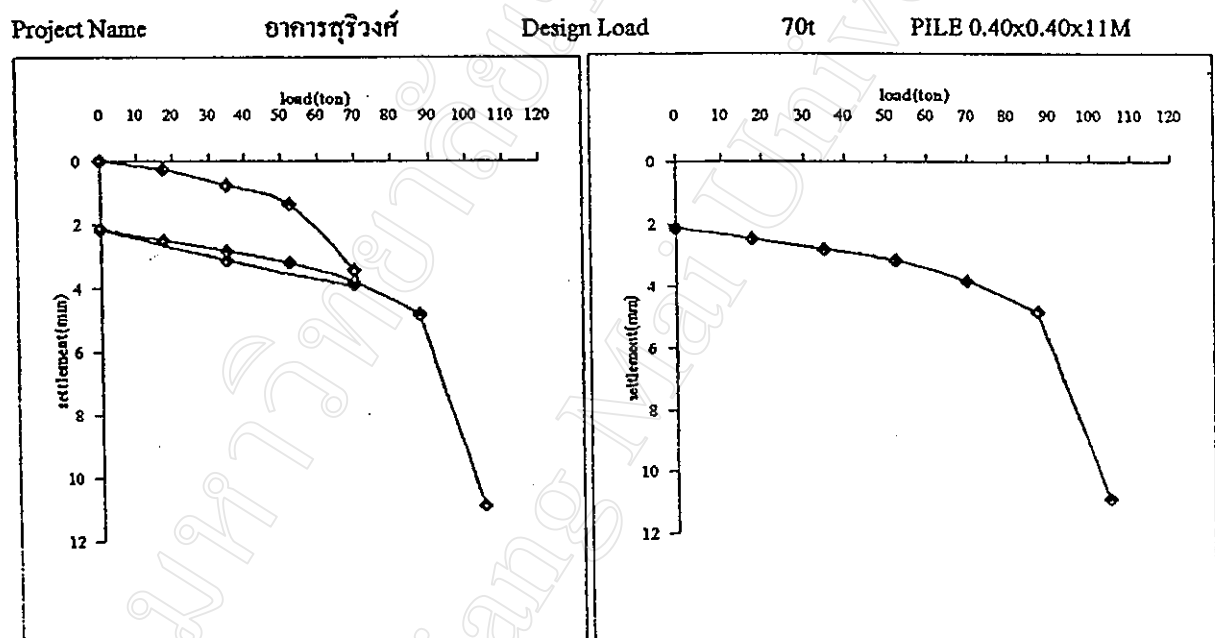
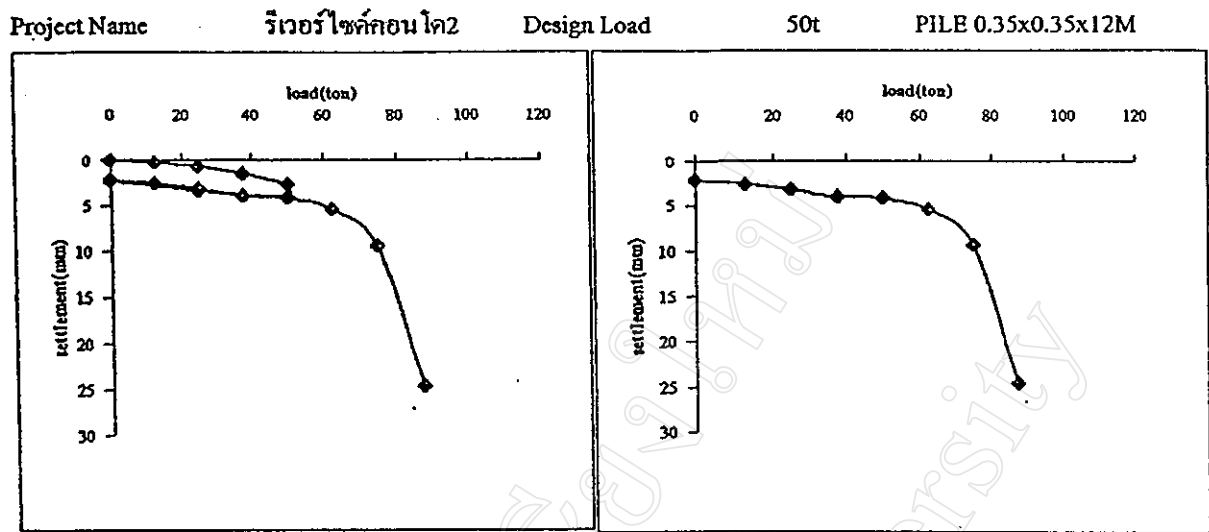
3.2.1 ลักษณะกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มที่ได้จากการทดสอบเสาเข็มในเชิงใหม่

จากกราฟความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มที่จะนำไปหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มสำหรับชั้นดินเชิงใหม่จากข้อมูลตัวอย่าง สามารถที่จะแบ่งลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวได้เป็น 2 ลักษณะคือ

- ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวที่ได้จากข้อมูลการทดสอบที่แสดงลักษณะพิบัติ

- ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวที่ได้จากข้อมูลการทดสอบที่ยังไม่แสดงลักษณะพิบัติ

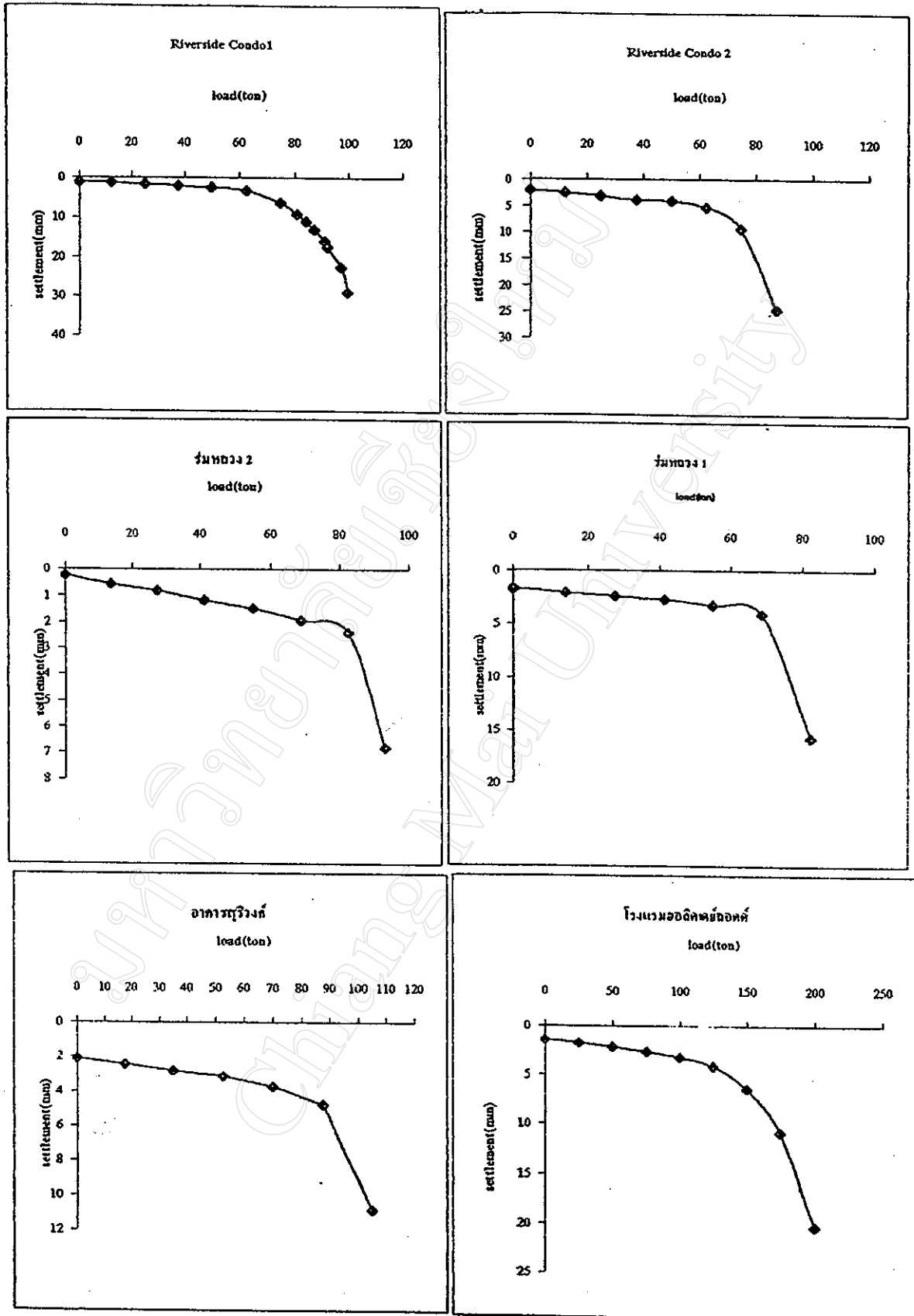
โดยรายละเอียดและลักษณะต่างๆของกราฟความสัมพันธ์ทั้งสองลักษณะดังกล่าวสามารถที่จะอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างลักษณะของตัวอย่างเส้นกราฟความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักและการทรุดตัวทั้งที่เป็นแบบทั้งหมดและส่วนที่จะนำมาทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติ

ก. ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวที่ได้จากข้อมูลการทดสอบที่แสดงลักษณะพิบัติ

จาก 6 ตัวอย่างข้อมูลที่มีลักษณะการทดสอบที่เกิดการพิบัติ จะมีลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มที่การทดสอบแสดง
ลักษณะพิบัติ ทั้ง 6 ข้อมูลตัวอย่าง

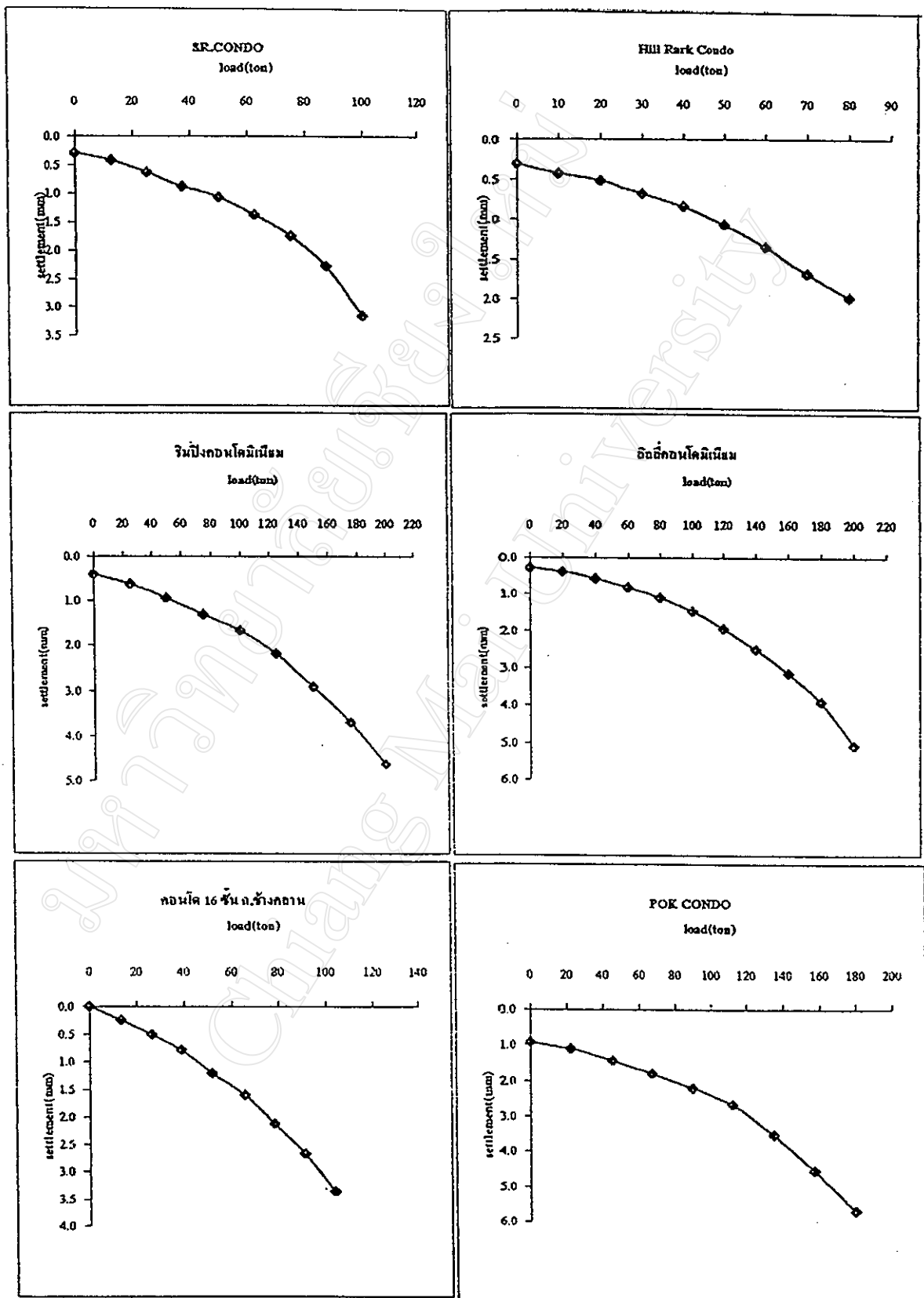
จากลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวดังรูปที่ 3.2 จะพบว่าลักษณะของกราฟดังกล่าวจะแสดงลักษณะการพิบัติที่คล้ายกับลักษณะการพิบัติแบบทันทีทันใด (Plunging Failure) แต่ลักษณะกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวจะไม่แสดงจุดที่แสดงการพิบัติอย่างชัดเจน นัก โดยสังเกตจากช่วงปลายของกราฟความสัมพันธ์ยังมีความชันอยู่ ยังไม่ขนานกับแกนของค่าการทรุดตัวถึงแม้ว่าจะมีความชันลดลงเมื่อเทียบกับกราฟในช่วงแรกซึ่งแสดงถึงสภาพการรับน้ำหนักของเสาเข็มที่เข้าสู่สภาวะพลาสติกและจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความชันก็ไม่ปรากฏอย่างชัดเจน จึงเป็นการยากที่จะกำหนดว่าค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มอยู่ที่ตำแหน่งใดบนกราฟความสัมพันธ์ลักษณะดังกล่าว

ข. ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวที่ได้จากข้อมูลการทดสอบที่ยังไม่แสดงลักษณะพิบัติ

จากข้อมูลตัวอย่าง 56 ตัวอย่างมีอยู่ถึง 50 ข้อมูลตัวอย่างที่เสาเข็มทดสอบยังไม่แสดงการพิบัติ ซึ่งลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของข้อมูลในส่วนนี้จะยังแสดงลักษณะที่ยังเป็นเส้นตรงในช่วงแรกและจะแสดงส่วนโค้งเพียงเล็กน้อย ในช่วงปลายของการทดสอบซึ่งจากลักษณะดังกล่าวทั้ง 50 ข้อมูลตัวอย่างมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.3 จะแสดงตัวอย่างของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของข้อมูลที่ยังไม่แสดงการพิบัติจำนวน 6 ตัวอย่าง

3.2.2 ค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มทดสอบที่หาได้จากวิธีการหาค่าน้ำหนักของเสาเข็มวิธีต่างๆ

เมื่อนำวิธีการต่างๆ ในการหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มทั้ง 9 วิธีมาหาค่าน้ำหนักพิบัติกับข้อมูลตัวอย่างทั้ง 56 ตัวอย่าง ดังผลของค่าน้ำหนักที่หาค่าได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 และ 3.2 ซึ่งจะแสดงค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มแยกตามลักษณะของข้อมูล



รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของข้อมูลที่ยังไม่แสดงการ
พิบัติ จำนวน 6 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 สรุปค่าความสามารถในการรับน้ำหนักพื้นปัดของเสาเข็มทดสอบจากข้อมูลที่ได้แสดงลักษณะพื้นที่

ลำดับ	ชื่อโครงการ	ความยาว m	DESIGN LOAD(ton)	ค่าน้ำหนักพื้นที่จากวิธีการประเมิน โดยวิธีการต่างๆ(tons)						
				CHIN	DAVISSON	DE BEER	BRINCH80%	BRINCH90%	MAZURKEWICZ FULLER&HOY	BUTLER&HOY VANDERVEEN
1	ริเวอร์ไซด์คอนโด1	12	50	110.9	75	80	102.1	97	88	-
2	ริเวอร์ไซด์คอนโด2	12	50	89.2	-	68	-	80	84	-
3	อาคารสุวิงส์	11	80	125	-	80	107.4	-	100	-
4	ร่วมหลวงสันทราย2	12	55	100	-	82	93	-	88	-
5	ร่วมหลวงสันทราย1	12	55	88.9	77.5	69	109	-	82	70
6	รร.สอติเคย์ลอร์ด	10	100	231.3	180	130	175.7	-	180	-

ตารางที่ 3.2 สรุปค่าความสามารถในการรับน้ำหนักพื้นปัดของเสาเข็มทดสอบจากข้อมูลที่ยังไม่แสดงลักษณะพื้นที่

ลำดับ	ชื่อโครงการ	ความยาว m	DESIGN LOAD(ton)	ค่าน้ำหนักพื้นที่จากวิธีการประเมิน โดยวิธีการต่างๆ(tons)						
				CHIN	DAVISSON	DE BEER	BRINCH80%	BRINCH90%	MAZURKEWICZ FULLER&HOY	BUTLER&HOY VANDERVEEN
1	SR.CONDO	11	50	205.9	-	70	165.4	-	100	-
2	แฟลตตำรวจสกอ.เมืองแม่ปิง	14	25	138.9	-	25	-	-	160	-
3	HILL PARK CONDO2	12	40	200	-	34	-	-	80	-
4	ริมฝั่งคอนโด	14	100	409.8	-	120	-	-	320	-
5	กิลด์คอนโด	21	80	333.3	-	130	235.7	-	220	-
6	ประปาแม่กวท1	6.5	36	120	-	48	184.6	-	95	-
7	ประปาแม่กวท2	6.5	36	119	-	38	95.2	-	96	-
8	ประปาแม่กวท3	6.5	36	131.1	-	40	102.1	-	108	-

ตารางที่ 3.2 สรุปค่าความสามารถในการรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มทดสอบจากข้อมูลที่ยังไม่แสดงลักษณะพิบัติ(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ โครงการ	ความยาว m	DESIGN LOAD(ton)	คำนวณจากวิธีการประเมิน โดยวิธีการต่างๆ(tons)								
				CHIN	DAVISSON	DE BEER	BRINCI80%	BRINCI90%	MAZURKEWICZ	FULLER&HOY	BUTLER&HOY	VANDERVEEN
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	อาคารที่จอดรถบ.นิยม	14	45	227.3	82.2	57	-	-	132.6	-	-	188
15	RB4 มนุษย์ มช.	13	50	272.1	-	80	-	-	132.5	-	-	250
16	คอนโด16 ชั้น ช้างกลาง	15	52	200	-	60	-	-	15.3	-	-	207
17	แฟลตตำรวจสภอ.เชียงดาว	9	25	152.2	-	30	-	-	52	-	-	1000
18	POK CONDO	17	90	400	-	101	-	-	155	-	-	270
19	โรงพยาบาลโรคพื้น	16	60	400	-	106	333.3	-	270	-	-	1000
20	แฟลตตำรวจ.เมือง	12	25	90.9	-	32	-	-	51	-	-	1000
21	ตึกอธิการแม่โจ้	12	70	375	-	100	-	-	220	-	-	250
22	ศูนย์การศึกษาแม่โจ้	6	40	110	-	70	102.1	-	92	-	-	140
23	แมริมปริ้นตส1	20	80	268.8	-	100	138.7	-	220	-	-	350
24	แมริมปริ้นตส2	20	80	416.7	-	105	-	-	200	-	-	300
25	โรงพยาบาลค่ายกาวิละ	12	72	83.3	-	50	74.7	-	67	-	-	72
26	โกดัง บ.สหพาณิชย์	17	35	255.8	-	102	204.1	-	157	-	-	385

ตารางที่ 3.2 สรุปได้ความสามารถในการรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มทดสอบจากข้อมูลที่ยังไม่แสดงลักษณะพิบัติ(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อโครงการ	ความยาว m	DESIGN LOAD(ton)	คำนวณน้ำหนักพิบัติจากวิธีการประเมิน โดยวิธีการต่างๆ(tons)								
				CHIN	DAVISSON	DE BEER	BRINCH80%	BRINCH90%	MAZURKIEWICZ	FULLER&HOY	BUTLER&HOY	VANDERVEEN
27	แกรนิตริมบึงคอนโค	16	70	357.1	-	102	-	-	187	-	-	320
28	อคง.ท่าอากาศยานชม.	13	50	216.2	125	90	-	-	137.5	-	-	200
29	อาคารที่พักส.ราชภัฏ1	14	40	428.6	-	50	-	-	162	-	-	300
30	อาคารที่พักส.ราชภัฏ2	14	40	233.3	-	67	-	-	105	-	-	600
31	RBวิทยาาสตร์ แม่ไร่	10	80	-	-	60	-	-	-	-	-	480
32	โรงแรมแห่งกรีลา	15	80	685	-	106	-	-	253	-	-	1200
33	สุวรรณคอนโค	13	80	285.7	-	90	-	-	250	-	-	230
34	แฟลตตำรวจ.แม่แดง	9	50	89.7	-	19	-	-	75	-	-	90
35	ชมคยคอนโค	14	75	315	-	-	-	-	-	-	-	200
36	กรีนฮิลล์	20	70	666.7	-	80	-	-	208.2	-	-	525
37	คณะวิศวกรรมศิลป์	8	50	120.8	-	64	150.8	-	138	-	-	130
38	อาคาร 3 ชั้น แม่ไร่	10	35	181.8	-	42	-	-	64	-	-	420
39	รพ.เจียงใหม่ราม	16	80	347.8	-	102	-	-	230	-	-	480
40	แฟลตข้าราชการแม่ไร่	10	25	277.8	48	31	-	-	70	-	-	250
41	อคง.บ.นิยม	13.6	90	325.6	-	150	270	-	274	-	-	675
42	ตึกเคมี 4 ชั้น มช.	9	62.5	72.3	-	32	65.5	-	70	-	-	100
43	รร.เพชรงาม	15	80	333.3	-	90	-	-	237	-	-	360
44	พรพิงพาว์เดียน	8	80	487.8	-	110	-	-	260	-	-	360

ตารางที่ 3.2 สรุปค่าความสามารถในการรับน้ำหนักพืดของเสาเข็มทดสอบจากข้อมูลที่ยังไม่แสดงลักษณะพืด(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อโครงการ	ความยาว m	DESIGN LOAD(ton)	ค่าน้ำหนักพืดจากวิธีการประเมินโดยวิธีการต่างๆ(tons)						
				CHIN	DAVISSON	DE BEER	BRINCH80%	BRINCH90%	MAZURKEWICZ/FULLER&HOYBUTLER	HOYVANDERVEEN
45	พืด 9 หลุม มข.	10	40	105	-	47	112	-	110	-
46	โครงการ SR.LAND-G4	11	50	158.8	-	87	110	-	116	-
47	โครงการ SR.LAND-F5	11	50	126.4	-	79	104	-	107	-
48	อาคารพลศึกษา แม่โจ้	10	80	156.7	-	76	104	-	116	-
49	อาคารเทคโนโลยี ประมง แม่โจ้	10	35	161.2	-	38	61	-	66	-
50	ศูนย์การค้าสวนแก้ว	10	60	168.7	94	90	-	-	108	94
									102	115

3.3 วิจัยผลและวิธีการหาค่าน้ำหนักพิบัติจากวิธีการต่างๆ 9 วิธี ที่นำมาหาค่ากับตัวอย่างข้อมูลในเชียงใหม่

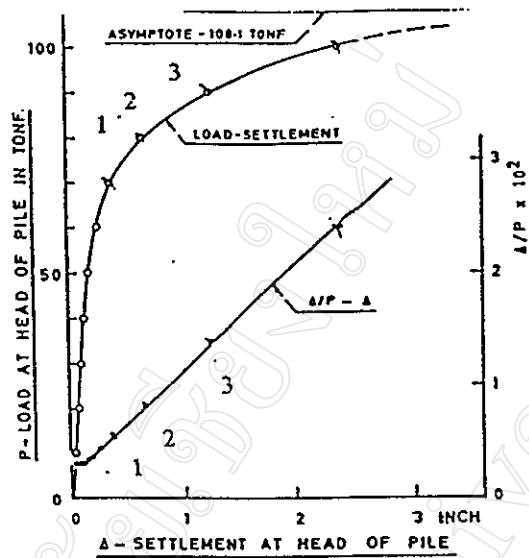
จากการที่ได้ทำการหาค่าน้ำหนักตามวิธีการและขั้นตอนตามที่มีผู้แนะนำไว้ทั้ง 9 วิธี แต่ละวิธีการก็มีสมมติฐานและพื้นฐานที่มาแตกต่างกันไป เมื่อนำมาหาค่ากับข้อมูลการทดสอบเสาเข็มตัวอย่างที่ทำการทดสอบในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแต่ละวิธีก็มีข้อดี ข้อเสียที่แตกต่างกันออกไปในการหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็ม ดังจะแสดงข้อดี ข้อเสียและขั้นตอนรวมถึงความเหมาะสมของแต่ละวิธีดังต่อไปนี้

3.3.1 วิธีการของ Chin

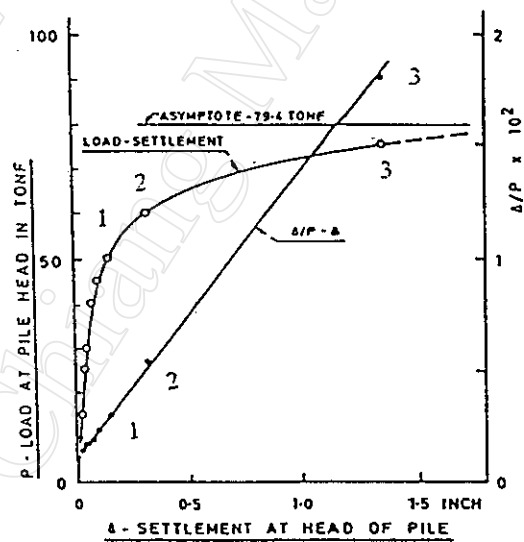
วิธีการประเมินหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มตามวิธีการนี้มาจากสมมติฐานในเรื่องต้นที่ว่ากราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าการทรุดตัวของเสาเข็มจะเป็นเส้นโค้งที่มีลักษณะความสัมพันธ์แบบไฮเพอร์โบลิก(Hyperbolic) ฉะนั้นจะมีค่าน้ำหนักสูงสุดคือเส้น Asymtode หรือเท่ากับส่วนกลับของค่าความชันบนกราฟความสัมพันธ์ของ Chin และจะต้องทำการทดสอบเสาเข็มให้ถึงจุดพิบัติที่มีลักษณะการพิบัติคือที่จุดพิบัติจะมีค่าการทรุดตัวมากโดยไม่มีการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกหรือมีการเพิ่มที่น้อยมาก จึงจะสอดคล้องกับสมมติฐานในเรื่องต้นของเส้น Asymtode ดังกล่าว เมื่อนำค่าของน้ำหนักและการทรุดตัวที่ได้จากการทดสอบมาเขียนกราฟตามแบบความสัมพันธ์ของ Chin จะได้ว่า เมื่อกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและค่าการทรุดตัวเริ่มพัฒนาเข้าสู่ช่วงที่มีการพิบัติคือเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความชัน กราฟความสัมพันธ์ของ Chin จะแสดงลักษณะของความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ทั้งสองบนกราฟเดียวกัน จากการทดสอบเสาเข็มใน Clyde Alluvium (Chin,1972)

จากรูปที่ 3.4 พบว่ากราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวเริ่มที่จะแสดงลักษณะของการพิบัติที่จุดที่ 1 ของการทดสอบและจะพัฒนาไปถึงจุดที่ 3 ดังรูป ขณะเดียวกันกราฟความสัมพันธ์ของ Chin ก็จะแสดงลักษณะการเรียงของจุดความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงเช่นเดียวกัน

เมื่อนำหลักการและวิธีการวิเคราะห์ตามวิธีการดังกล่าวในข้างต้นมาวิเคราะห์กับข้อมูลการทดสอบเสาเข็มตัวอย่างพบว่าลักษณะกราฟความสัมพันธ์ของ Chin จะแสดงลักษณะอยู่ 2 แบบตามลักษณะของข้อมูลที่นำมาหาค่า ดังแสดงในรูปที่ 3.5



Maintained Load test on a 15 in. BSP cased pile in the Clyde alluvium—First Load Test (Thorburn and MacVicar—1970).

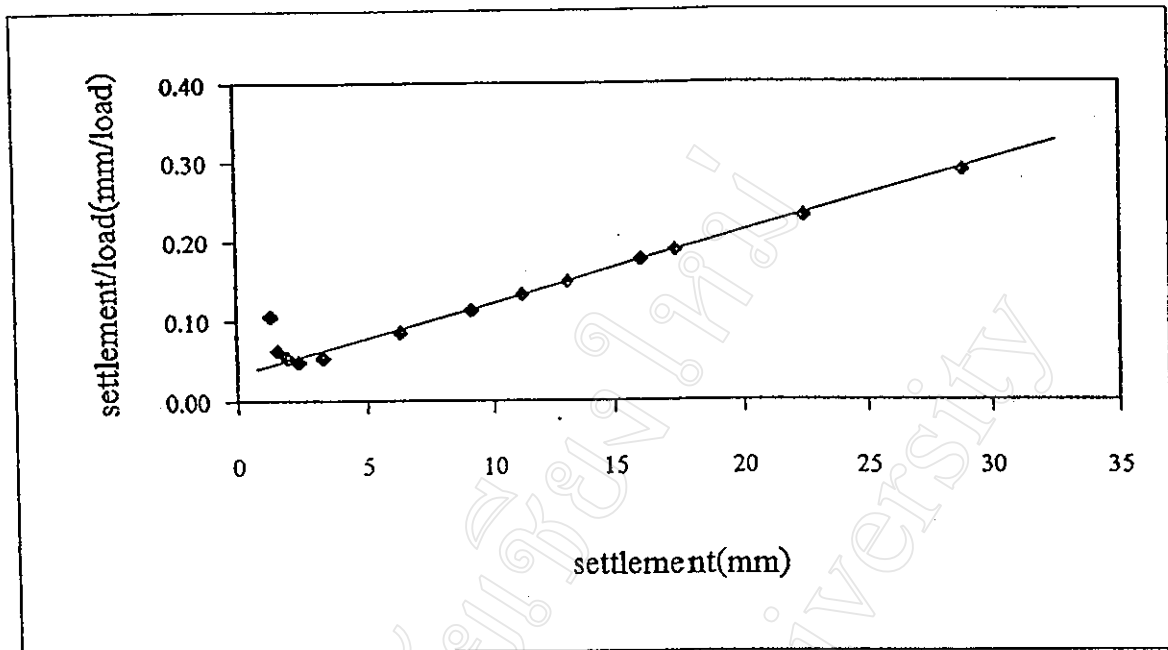


Constant Rate of Penetration test on a 15 in. BSP cased pile in the Clyde alluvium—Third Load Test (Thorburn and MacVicar—1970).

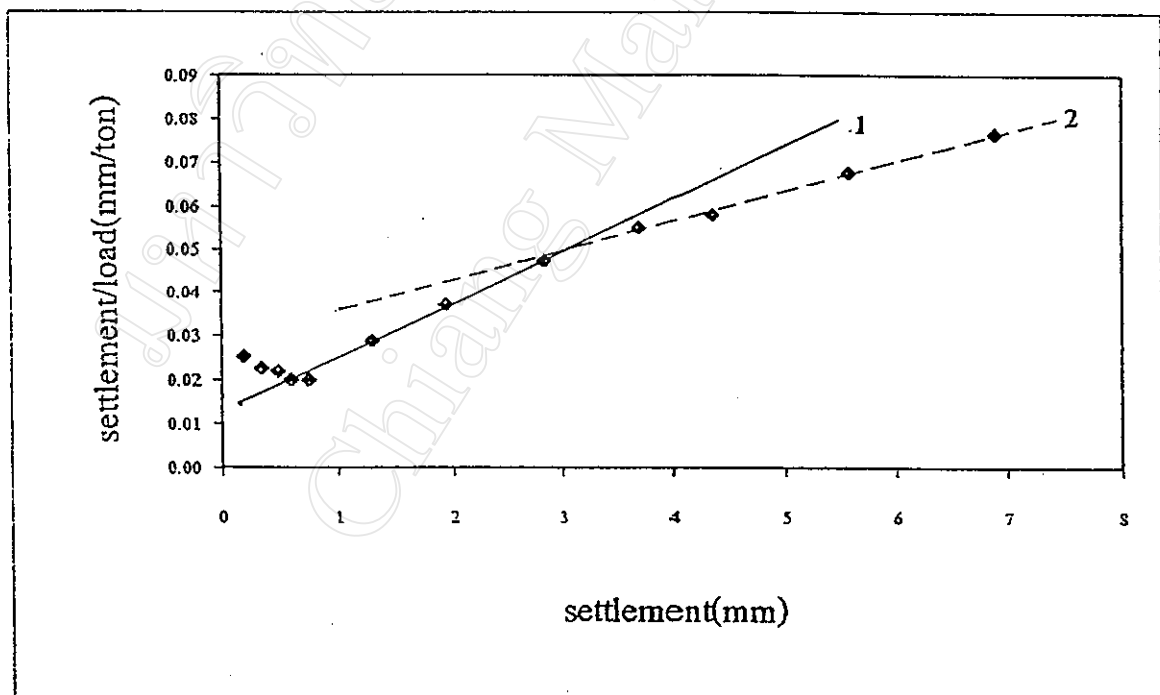
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกราฟของน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มกับกราฟความ

สัมพันธ์ของ Chin

ที่มา: Chin(1972)



รูปที่ 3.5ก แสดงกราฟความสัมพันธ์ของ Chin จากโครงการ Riverside Condo. เป็นตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของ Chin ของข้อมูลตัวอย่างที่แสดงลักษณะพิบัติ



รูปที่ 3.5ข แสดงกราฟความสัมพันธ์ของ Chin จากโครงการประปาแม่กว้งต้น T3 เป็นตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของ Chin ของข้อมูลตัวอย่างที่ยังไม่แสดงลักษณะพิบัติ

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของ Chin ที่ได้จากข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 แบบ

จากลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของข้อมูลที่แสดงลักษณะพิบัติ จะพบว่าช่วงปลายของกราฟความสัมพันธ์แบบ Chin แสดงลักษณะที่เป็นเส้นตรงอย่างชัดเจนง่ายในการที่จะตัดสินใจเลือกเส้นตรงที่จะเป็นตัวแทนของการพิบัติ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะแสดงในรูปที่ 3.5 ก. และสามารถที่จะเป็นกราฟตัวแทนของกลุ่มข้อมูลนี้ได้เพราะจะมีลักษณะของกราฟที่คล้ายคลึงกัน

สำหรับลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของข้อมูลที่ยังไม่แสดงลักษณะการพิบัตินั้น จะพบว่ากราฟความสัมพันธ์ของ Chin ที่ได้จากข้อมูลในส่วนนี้ ลักษณะความสัมพันธ์ของจุดจะแสดงลักษณะที่กระจายยากต่อการที่จะตัดสินใจเลือกลากเส้นตัวแทนของการพิบัติดังแสดงในรูปที่ 3.5 ข. และเมื่อทำการลากเส้นตรงนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้ทำการหาค่าซึ่งแต่ละคนอาจจะให้เส้นที่ไม่เหมือนกันทำให้ค่าน้ำหนักพิบัติที่หาค่าได้มีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับผู้ทำการหาค่า

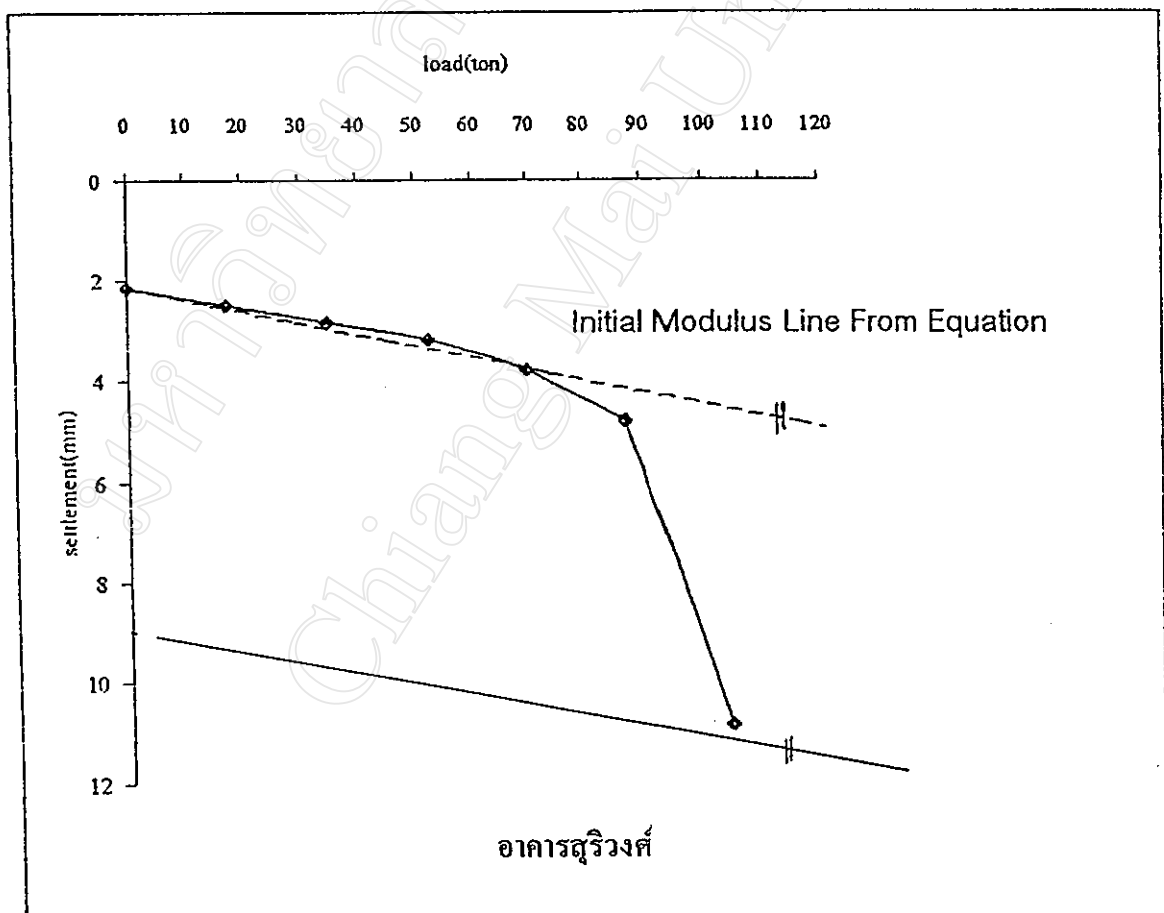
แต่สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงเมื่อใช้วิธีการของ Chin มาหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มก็คือลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวในดินเชิงใหม่ไม่ได้มีลักษณะเป็นไฮเปอร์โบลิกตามสมมติฐานเบื้องต้นของ Chin แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการนี้พบว่าค่าน้ำหนักพิบัติที่หาได้โดยวิธีการนี้จะให้ค่าที่ค่อนข้างจะสูงกว่าวิธีการอื่นๆ และสำหรับความแปรปรวนในการลากเส้นตรงช่วงที่เป็นตัวแทนของการพิบัติกรณีที่เกิดมีการกระจายสามารถที่จะลดความแปรปรวนในจุดนี้ได้โดยอาศัยวิธีการทางสถิติมาช่วยในการลากเส้นตรงที่เป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลได้ดีที่สุดก็สามารถที่จะทำหาค่าน้ำหนักพิบัติที่หาค่าได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และจากงานวิจัยส่วนใหญ่ก็ได้ให้ข้อสังเกตเช่นกันว่าค่าน้ำหนักพิบัติที่หาค่าได้จากวิธีการของ Chin นี้จะให้ค่าที่สูงกว่าความเป็นจริงแต่ก็มีผู้ได้ทำการแนะนำไว้เช่นกันว่าค่าน้ำหนักพิบัติที่ได้จากวิธีการนี้จะมากกว่าความเป็นจริงอยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (Tan Swan Bang, 1972) ถ้านำค่านี้นำมาปรับแก้ค่าน้ำหนักพิบัติที่หาได้นั้นจะได้ค่าที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น

3.3.2 วิธีการของ Davisson

ตามหลักการเดิมของวิธี Davisson นี้พัฒนามาจากสมการคลื่นซึ่งได้รับความนิยมในการหาค่าน้ำหนักพิบัติของประเทศแถบสแกนดิเนเวีย โดยเริ่มต้นมาจากการทดสอบแบบ Quick Test (Fellinius, 1981) โดยการหาค่าน้ำหนักพิบัติจากวิธีการนี้จะต้องมีการสร้างเส้นอัตราขีดซึ่งเป็นตัวแทนของพฤติกรรมการรับน้ำหนักในช่วงอัตราขีดโดยอาศัยคุณสมบัติของเสาเข็มคือพื้นที่หน้าตัด โมดูลัสของวัสดุที่ใช้ทำเสาเข็มและความยาวของเสาเข็มทดสอบ จากนั้นก็ระยะห่างจากเส้นอัตราขีดนี้ไปเป็นระยะตามสมการที่แนะนำไว้ ซึ่งสมการนี้ยังขึ้นอยู่กับการเลือกค่าศูนย์กลางของเสาเข็มทดสอบด้วย และค่าน้ำหนักพิบัติที่หาได้จากวิธีการนี้สามารถที่จะอ่านได้จากกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุก

และการทรุดตัวได้โดยตรงไม่ต้องสร้างกราฟความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่เหมือนวิธีการของ Chin จากการทดสอบและบทความต่างๆที่มีผู้เสนอส่วนใหญ่จะแนะนำให้ใช้วิธีการนี้ในการหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มเนื่องจากวิธีการของ Davisson นี้จะต้องใช้คุณสมบัติของเสาเข็มมาเป็นส่วนหนึ่งในการหาค่าน้ำหนักพิบัติด้วยซึ่งจะแตกต่างจากวิธีการอื่นๆที่ไม่ต้องใช้คุณสมบัติดังกล่าว และในความเป็นจริงคุณสมบัติต่างๆของเสาเข็มทดสอบก็มีผลโดยตรงต่อสภาพต่างๆในการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วย

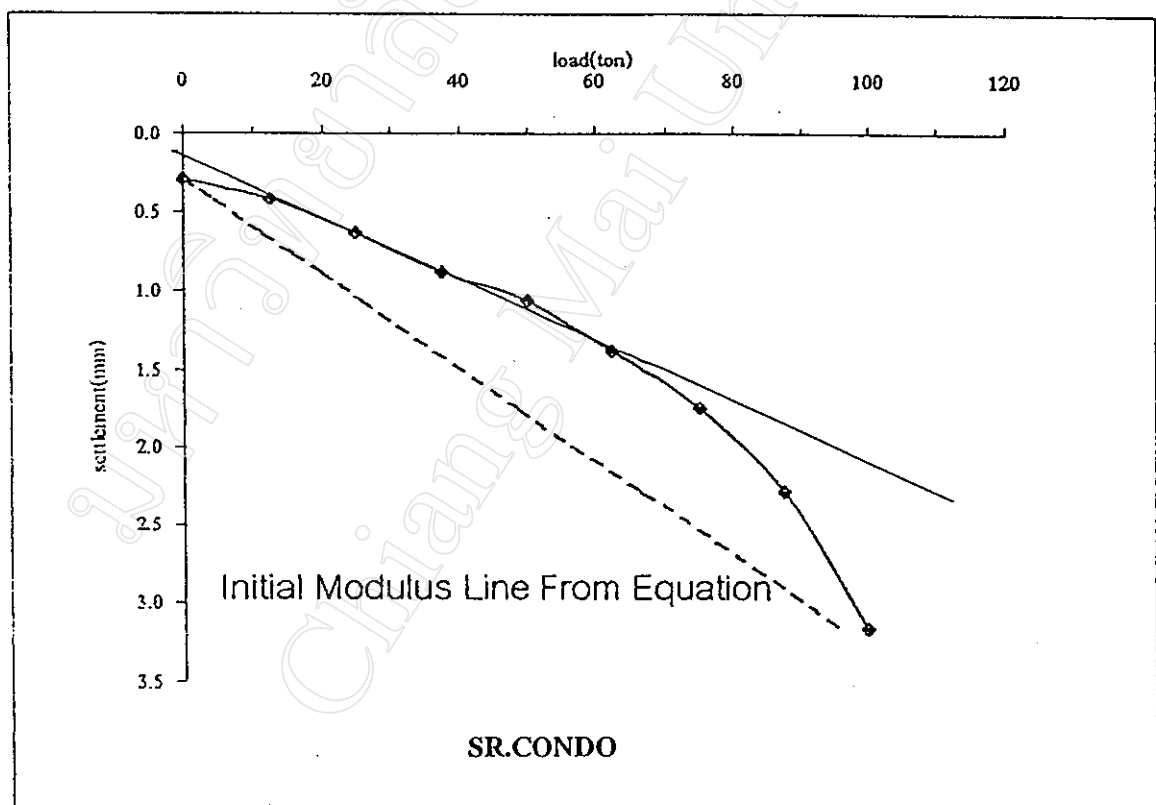
เมื่อนำวิธี Davisson มาหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มในเชิงใหม่พบว่าโดยส่วนใหญ่จะไม่สามารถที่จะหาค่าน้ำหนักพิบัติได้ก็จะมีเพียง 7 ข้อมูลตัวอย่างที่ใช้วิธีการนี้หาค่าน้ำหนักพิบัติได้ ทั้งนี้เนื่องจากค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้นจากการทดสอบเสาเข็มที่ทำกันในเชิงใหม่มีค่าการทรุดตัวที่น้อยโดยส่วนใหญ่จะมีค่าไม่เกิน 1 เซนติเมตรเพราะเสาเข็มตอกในเชิงใหม่ส่วนใหญ่ ปลายเสาเข็มจะวางอยู่ในชั้นทรายแน่นทำให้ค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้นมีค่าน้อย จากเหตุผลดังกล่าวเมื่อนำวิธีการนี้มาหาค่าไม่สามารถที่จะหาจุดตัดบนกราฟความสัมพันธ์ได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวที่ไม่สามารถทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติโดยวิธีการของ Davisson ได้

จากรูปที่ 3.6 เป็นข้อมูลการทดสอบเสาเข็มที่แสดงลักษณะการพิบัติด้วยและลักษณะของเส้นอีลาสติคที่สร้างจากคุณสมบัติของเสาเข็มก็สอดคล้องกับช่วงอีลาสติคของพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยเช่นกัน แต่เมื่อทำการลากเส้นตามวิธีการเพื่อหาค่าน้ำหนักพิบัติพบว่าเส้นกราฟไม่ตัดกัน เพราะการทรุดตัวที่เกิดขึ้นจากการทดสอบมีค่าน้อยเกินไป

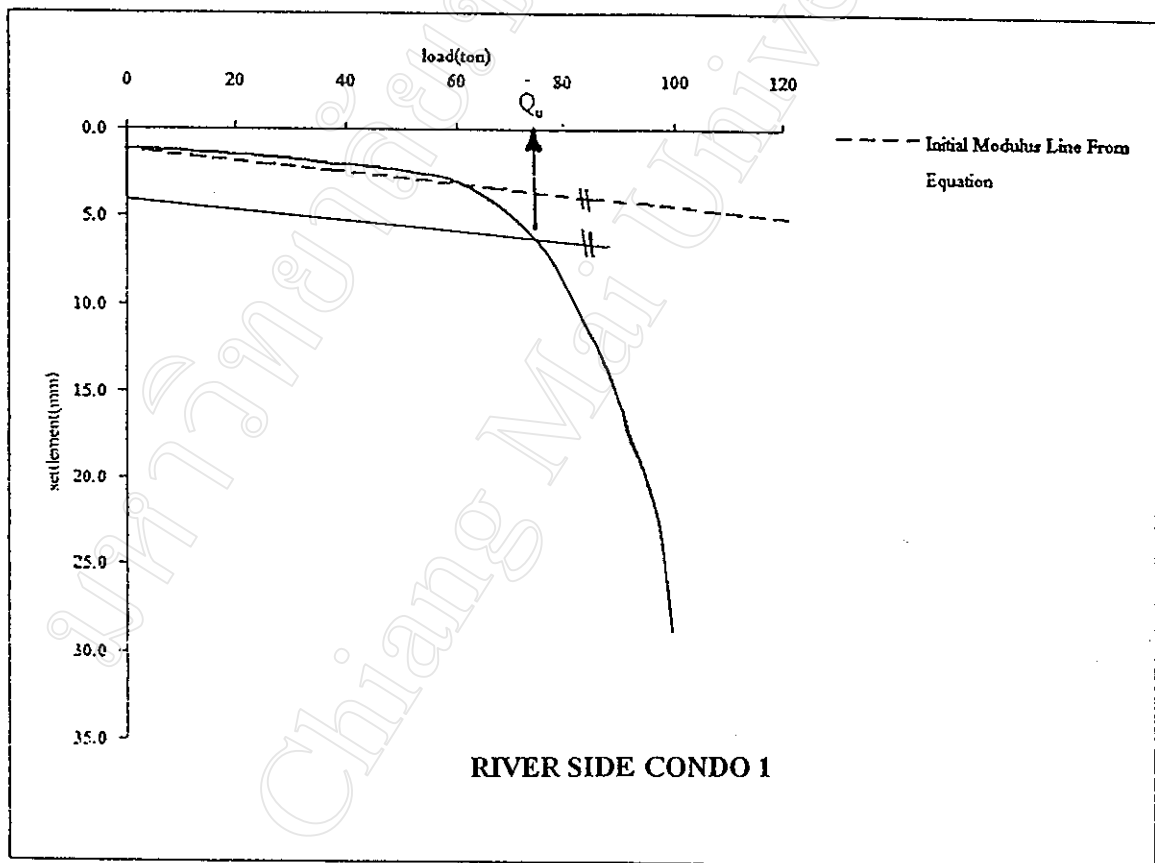
จากความสัมพันธ์ของเส้นอีลาสติคที่ได้จากคุณสมบัติของเสาเข็มกับกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวตามวิธีการของ Davisson นี้โดยส่วนใหญ่ความชันของเส้นอีลาสติคที่สร้างขึ้นจะมีความชันที่น้อยกว่ากราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวในช่วงแรก และถ้าความสัมพันธ์ดังกล่าวมานี้เป็นข้อมูลการทดสอบเสาเข็มที่ยังไม่แสดงลักษณะการพิบัติที่มีการทรุดตัวน้อย ทำให้ไม่สามารถที่จะให้วิธีการนี้ในการหาค่าน้ำหนักพิบัติได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวจากข้อมูลที่ไม่แสดงลักษณะการพิบัติและไม่สามารถทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติโดยวิธีการของ Davisson ได้

แต่ก็ยังมีข้อมูลอยู่ส่วนหนึ่งที่สามารถหาค่าน้ำหนักพิบัติโดยวิธีการนี้ได้แต่ก็เป็นส่วนน้อย เช่น โครงการ ริเวอร์ไซด์คอนโด จะเป็นข้อมูลที่มีการทรุดตัวของเสาเข็มมากอยู่ที่ประมาณ 2-3 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.8

จากวิธีการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการของ Davisson แม้ว่าจะผู้แนะนำให้ใช้วิธีการนี้ในการหาค่าน้ำหนักพิบัติว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสม แต่สำหรับดินเชิงใหม่ที่เสาเข็มมีการทรุดตัวที่ไม่มาก วิธีการนี้ก็ไม่น่าจะเหมาะสมนักถ้าจะใช้ในการหาค่าน้ำหนักพิบัติสำหรับเชิงใหม่



รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวที่ทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติจากวิธีการของ Davisson ได้

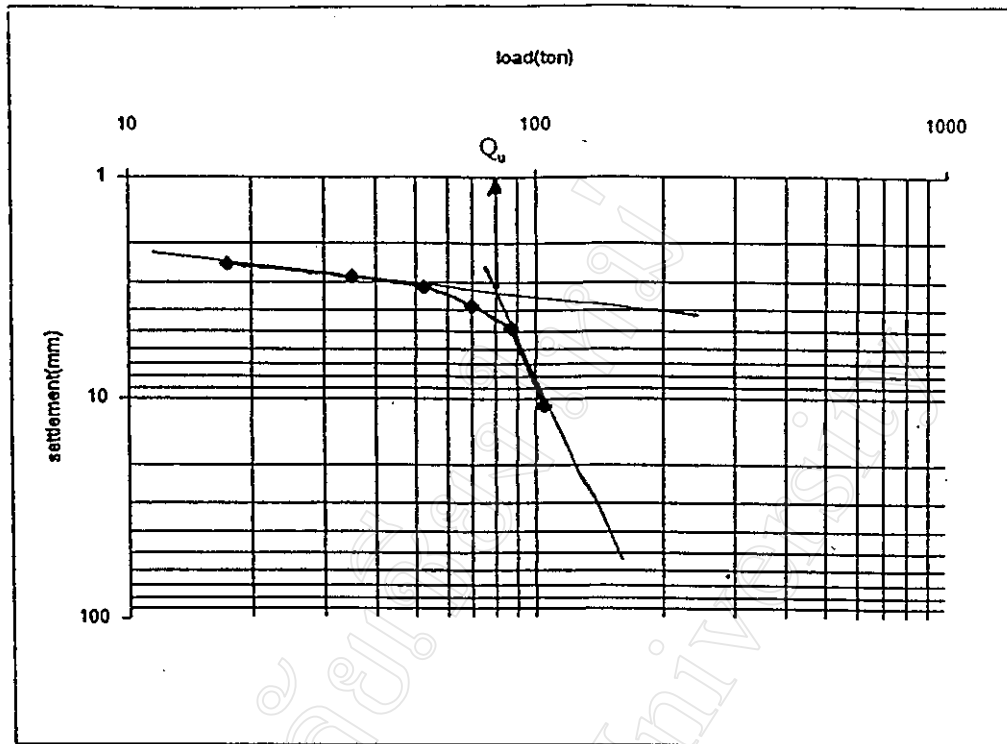
3.3.3 วิธีการของ De Beer

วิธีการหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มตามวิธีการของ De Beer นี้ เป็นการหาค่าจากจุดตัดของพฤติกรรมของเสาเข็มในช่วงอีลาสติคกับช่วงพลาสติก ซึ่งจะนำค่าของน้ำหนักที่กระทำกับเสาเข็มกับค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้นจากการทดสอบมาลงจุดความสัมพันธ์บนล๊อคสเกลทั้ง 2 แกน เพื่อให้เห็นพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มในช่วงอีลาสติคและพลาสติกได้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในการลากเส้นตรงซึ่งเป็นตัวแทนของพฤติกรรมในทั้งสองช่วงนี้จะต้องใช้ความชำนาญของผู้ทำการหาค่าในการเลือกเส้นตัวแทนและเมื่อหาจุดตัดของเส้นตัวแทนพฤติกรรมทั้งสองได้แล้วต้องไปอ่านค่าน้ำหนักพิบัติที่หาได้บนแกนของน้ำหนักที่ลงจุดบนแกนล๊อคสเกล ซึ่งในกรณีที่จุดตัดกันมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยจากการแปลผลการทดสอบค่าน้ำหนักพิบัติที่อ่านได้บนแกนล๊อคสเกลมีค่าที่แตกต่างกันมากและจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้การหาค่าโดยวิธีการนี้มีความคลาดเคลื่อนได้ง่าย แต่สิ่งหนึ่งที่เป็นข้อดีของวิธีการนี้ก็คือจากวิธีการหาค่าโดยวิธีการนี้ไม่ต้องทำการทดสอบเสาเข็มจนถึงพิบัติเพียงแต่ทำการทดสอบให้เลขพฤติกรรมช่วงอีลาสติคก็สามารถที่จะให้วิธีการนี้หาค่าน้ำหนักพิบัติได้แต่ถ้ามีการทดสอบจนเสาเข็มแสดงลักษณะการพิบัติค่าน้ำหนักพิบัติที่หาได้โดยวิธีการนี้ก็จะได้ค่าที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

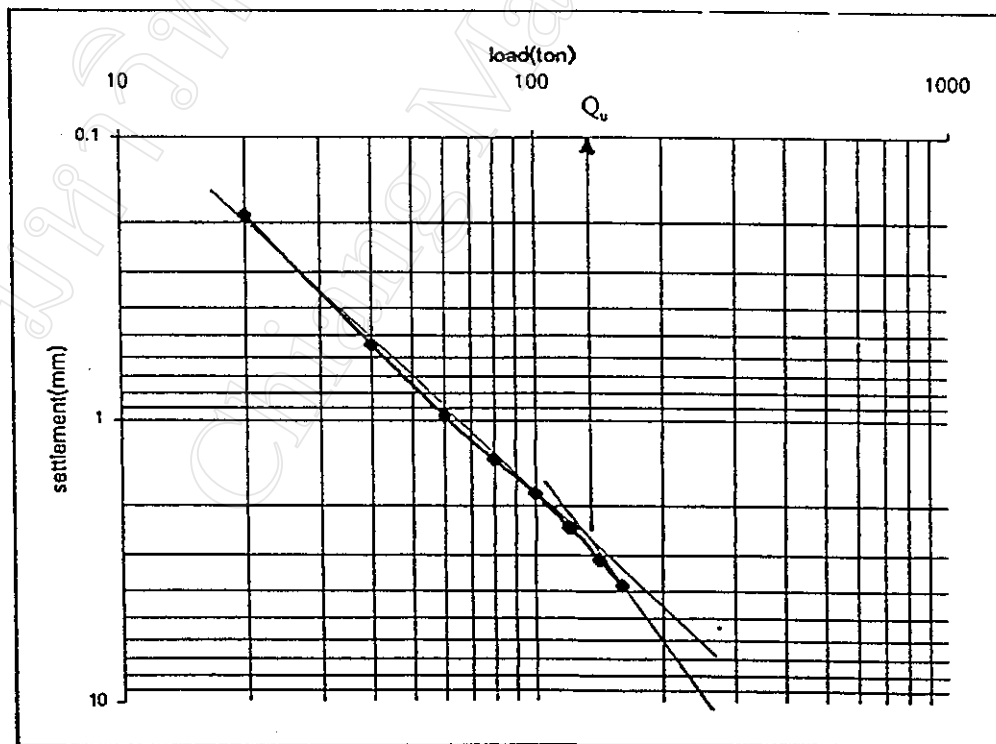
เมื่อนำวิธีการของ De Beer มาทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มในเชิงใหม่จะสามารถที่จะแยกการพิจารณาตามลักษณะของข้อมูลการทดสอบเสาเข็มที่เกิดขึ้น

สำหรับข้อมูลที่แสดงลักษณะการพิบัติคงได้เสนอไปแล้วว่าลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของดินเชิงใหม่เป็นการพิบัติที่เป็นแบบการพิบัติแบบทันทีทันใด ซึ่งจากกราฟดังกล่าวก็พอที่จะเห็นพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มว่าช่วงใดเป็นพฤติกรรมแบบอีลาสติคและพลาสติกเมื่อนำมาลงจุดความสัมพันธ์แบบล๊อคก็ยิ่งจะทำให้เห็นพฤติกรรมดังกล่าวได้ชัดเจนขึ้น จึงเป็นการง่ายที่จะใช้วิธีการของ De Beer มาหาค่าน้ำหนักพิบัติจากลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.9

สำหรับข้อมูลที่ยังไม่แสดงลักษณะการพิบัติ ต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของแต่ละข้อมูลว่าแสดงพฤติกรรมในช่วงของพลาสติกมากน้อยเพียงใด ถ้าลักษณะของความสัมพันธ์ดังกล่าวยังไม่แสดงพฤติกรรมในช่วงพลาสติกก็เป็นการยากที่จะทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติโดยวิธีการนี้ ถึงแม้ว่าจะหาค่าได้ค่าที่ได้ก็ไม่แน่นอนจะต้องนักเพราะเส้นตรงที่ลากเพื่อเป็นตัวแทนของช่วงพลาสติกลากผ่านจุดไม่มาก ซึ่งทำให้ไม่แน่ใจว่าเส้นตรงดังกล่าวจะแทนพฤติกรรมในช่วงนี้จริง ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างการหาค่าน้ำหนักตามวิธีการของ De Beer กับลักษณะกราฟความสั้มพันธ์ของน้ำหนัและการทรุดตัวในลักษณะที่แสดงการพิบัติ



รูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่างการหาค่าน้ำหนักตามวิธีการของ De Beer กับลักษณะกราฟความสั้มพันธ์ของน้ำหนัและการทรุดตัวในลักษณะที่ไม่แสดงการพิบัติ

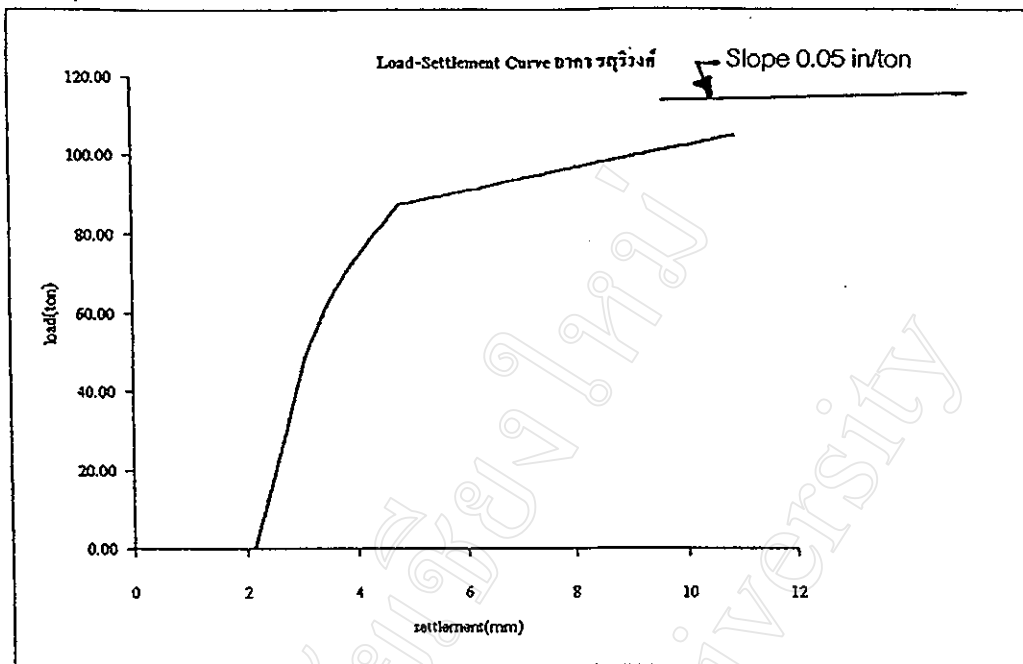
ถึงอย่างไรก็ตามการใช้วิธีการของ De Beer ก็สามารถที่จะหาค่าน้ำหนักพิบัติได้จากข้อมูลส่วนใหญ่ของเชิงใหม่ แต่ค่าน้ำหนักพิบัติที่หาค่าได้จะมีค่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักพิบัติที่หาจากวิธีอื่นๆ สอดคล้องกับบทความที่เสนอว่าค่าที่ได้จากวิธีการนี้เป็นค่าที่ค่อนข้างจะให้ค่าที่ปลอดภัย (Fellinius, 1975)

3.3.3 วิธีการของ Fuller, Butler และ Hoy

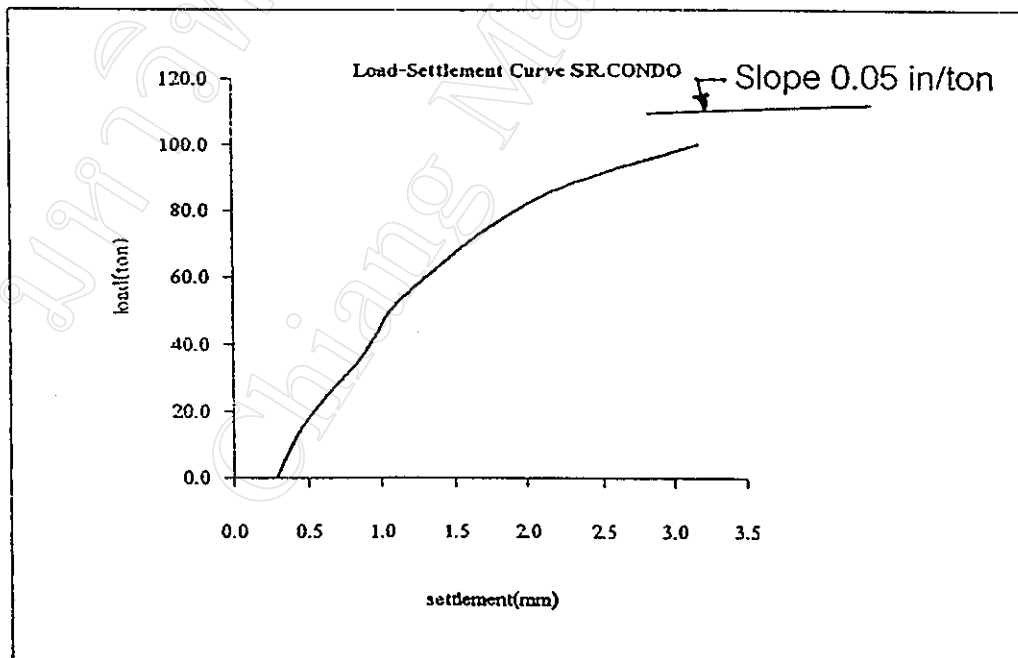
สำหรับวิธีการหาค่าน้ำหนักพิบัติจากวิธีการของ Fuller, Butler และ Hoy นี้จะเป็นวิธีการที่กำหนดค่าน้ำหนักพิบัติจากลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวอีกวิธีหนึ่ง โดยจะกำหนดเส้นที่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มช่วงพลาสติก ให้เป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ 0.05 นิ้วต่อตัน ส่วนเส้นที่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมช่วงอีลาสติคยังจะต้องลากจากกราฟความสัมพันธ์ ซึ่งถ้าลักษณะของกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวในช่วงแรกไม่ได้แสดงลักษณะที่เป็นเส้นตรงอย่างชัดเจนต้องใช้ดุลยพินิจของผู้ทำการหาค่าในการเลือกเส้นตรงนี้และอาจจะทำให้การหาค่าเกิดความแปรปรวนขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้ทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติแต่ละคนและค่าน้ำหนักพิบัติที่หาค่าได้จากวิธีการทั้งสองค่าที่หาได้จากวิธีการของ Butler และ Hoy จะให้ค่าที่น้อยกว่าวิธีการของ Fuller และ Hoy ซึ่งค่าน้ำหนักที่หาได้จากวิธีการของ Butler และ Hoy น่าจะเป็นค่าน้ำหนักที่จุดคราก (Yield Point) ของพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มมากกว่า

เมื่อนำวิธีการทั้งสองวิธีนี้มาหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มจากลักษณะของกราฟความสัมพันธ์น้ำหนักและการทรุดตัวของดินเชิงใหม่จะพบว่าสามารถที่จะทำการหาค่าได้เพียง 3 ข้อมูลตัวอย่างจากข้อมูลทั้งหมด 50 ข้อมูลซึ่งถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ทั้งนี้เนื่องจากเส้นที่กำหนดเป็นพฤติกรรมช่วงพลาสติกของเสาเข็มที่ให้มีความชันเป็น 0.05 นิ้วต่อตันนั้น ไม่สามารถที่จะลากให้สัมผัสกับกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวของเชิงใหม่ได้แม้ว่าจะจะเป็นลักษณะข้อมูลที่แสดงลักษณะพิบัติแล้วก็ตามและถึงแม้ว่าจะมีลักษณะการพิบัติแต่กราฟในช่วงปลายของลักษณะนี้ยังมีความชันที่เพิ่มขึ้นอยู่และยังมากกว่าความชันของเส้นตรงที่กำหนดให้เท่ากับ 0.05 นิ้วต่อตัน ดังแสดงในรูปที่ 3.11

สำหรับข้อมูลที่ยังไม่แสดงลักษณะการพิบัตินั้น ซึ่งลักษณะส่วนใหญ่ที่จะแสดงพฤติกรรมช่วงพลาสติกเพียงเล็กน้อยจากกราฟน้ำหนักและการทรุดตัว จึงเป็นการยากที่จะลากเส้นตรงที่มีความชัน 0.05 นิ้วต่อตันให้สัมผัสกับกราฟความสัมพันธ์ได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการของ Fuller, Butler และ Hoy กับลักษณะกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวที่แสดงลักษณะพิบัติ



รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่างการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการของ Fuller, Butler และ Hoy กับลักษณะกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวที่ไม่แสดงลักษณะพิบัติ ที่ไม่สามารถหาค่าน้ำหนักพิบัติได้

จากที่กล่าวไปแล้วไม่สามารถที่จะลากเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ 0.05 นี้วัดต้นให้สัมผัสกับกราฟความสัมพันธ์ทั้งสองลักษณะได้ วิธีการหาค่าตามวิธีการของ Butler และ Hoy ก็ไม่สามารถที่จะหาค่าได้ จากการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการนี้หาค่าได้ไม่กว้างขวางเมื่อนำมาหาค่ากับลักษณะของดินเชิงใหม่ วิธีการนี้ก็ไม่น่าจะเหมาะสมสำหรับเชิงใหม่

3.3.5 วิธีการของ Brinch Hansen 90% Criterion

วิธีการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการของ Brinch Hansen 90% Criterion นี้ได้กำหนดให้น้ำหนักพิบัติมีค่าเท่ากับค่าน้ำหนักที่มีค่าการทรุดตัวที่ใกล้เคียงเปอร์เซ็นต์ของค่าน้ำหนักมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่าการทรุดตัวที่ค่าน้ำหนักนั้น จากข้อกำหนดนี้ Brinch Hansen ได้กำหนดจากสมมติฐานที่มาจากลักษณะความสัมพันธ์ของ ความเค้นและความเครียดที่เป็นสูตร Empirical ดังนั้นถ้าจะใช้วิธีการนี้ในการหาค่าน้ำหนักพิบัติ ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มจะต้องมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับสมมติฐานในเบื้องต้นของวิธีการนี้ คือต้องทำการทดสอบเสาเข็มจนถึงการพิบัติที่มีค่าการทรุดตัวมากในขณะที่ไม่มีการเพิ่มน้ำหนักขึ้นเลยหรือถ้ามีการเพิ่มก็เพิ่มน้อยมากจึงจะหาค่าน้ำหนักพิบัติจากวิธีการนี้ได้ และในการหาค่าน้ำหนักพิบัตินี้จะต้องทำการสังเกตและทดลองค่าน้ำหนักต่างๆจนกว่าจะได้ตามข้อกำหนดของวิธีการนี้ แต่เมื่อหาค่าได้ตามข้อกำหนดแล้วสามารถที่จะอ่านค่าน้ำหนักพิบัติที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์น้ำหนักและการทรุดตัวได้โดยตรงไม่ต้องสร้างกราฟความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่เหมือนวิธีการอื่นๆ

เมื่อนำวิธีการนี้มาหาค่าน้ำหนักพิบัติกับลักษณะของกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวของเชิงใหม่พบว่าวิธีการนี้เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่หาค่าได้จากข้อมูลตัวอย่างได้เพียง 3 ตัวอย่างจากทั้งหมดซึ่งถือว่าน้อย ทั้งนี้เพราะลักษณะของกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวของเชิงใหม่ไม่เป็นไปตามสมมติฐานเดิมของวิธีการนี้ และจากข้อกำหนดการจะหาค่าได้ต้องทำการทดสอบเสาเข็มจนมีค่าการทรุดตัวมากๆ แต่สำหรับการทดสอบเสาเข็มในเชิงใหม่ส่วนใหญ่ค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้นไม่มาก จึงเป็นการยากที่จะใช้วิธีการนี้มาหาค่าน้ำหนักพิบัติสำหรับเชิงใหม่

3.3.6 วิธีการของ Brinch Hansen 80% Criterion

สำหรับวิธีการ Brinch Hansen 80% Criterion ได้ทำการพัฒนาต่อมาจากวิธีการของ Brinch Hansen 90% Criterion โดยอาศัยสูตร Empirical ที่คิดและทำการพัฒนาขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของดินเหนียว ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์แบบไฮเปอร์โบลา ซึ่งจะไม่แสดงลักษณะการพิบัติที่ชัดเจนจากกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวจึง

ตั้งข้อกำหนดสำหรับน้ำหนักพิบัติในวิธีการนี้ว่าคือค่าน้ำหนักที่มีค่าการทรุดตัวที่เบดดิบเปอร์เซนต์ของค่าน้ำหนักมีค่าเป็นหนึ่งในสี่ของค่าการทรุดตัวที่ค่าน้ำหนักนั้น ซึ่งลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของวิธีการนี้ก็คือสามารถที่ประมาณหาค่าน้ำหนักพิบัติโดยไม่ต้องทำการทดสอบเสาเข็มจนแสดงลักษณะพิบัติโดยขั้นตอนในการหาค่าน้ำหนักพิบัติสำหรับวิธีการนี้จะมีวิธีการที่ชัดเจนคือต้องสร้างกราฟความสัมพันธ์ตามแบบของ Brinch Hansen 80% Criterion ขึ้นมา เพื่อหาค่าน้ำหนักพิบัติตามสมการและขั้นตอนที่กำหนดขึ้น แต่ในการลากเส้นกราฟที่เป็นช่วงตัวแทนการพิบัติของเสาเข็มนั้นถ้าจุดความสัมพันธ์ในช่วงนี้มีการกระจายไม่แสดงลักษณะที่เป็นเส้นตรงอย่างชัดเจน จะต้องเลือกเส้นตรงที่เป็นตัวแทนของจุดความสัมพันธ์ส่วนใหญ่ได้ค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มที่หาค่าได้จึงจะให้ค่าที่แม่นยำขึ้น

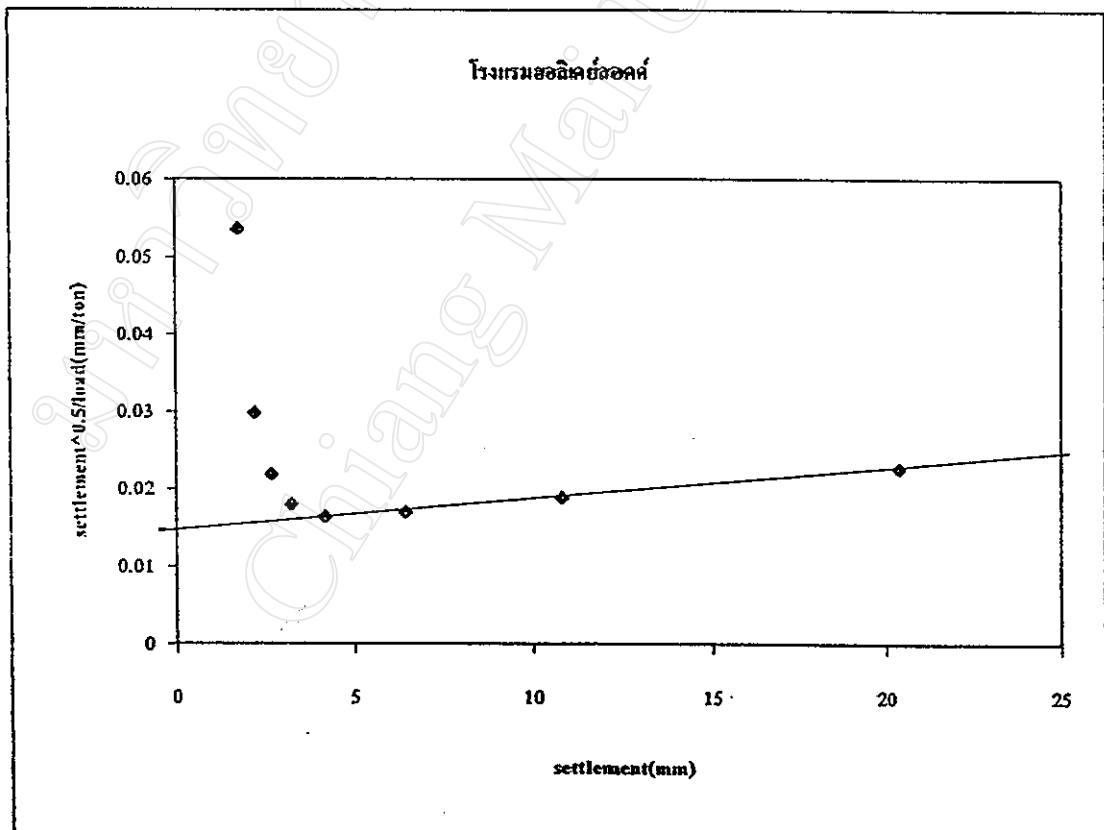
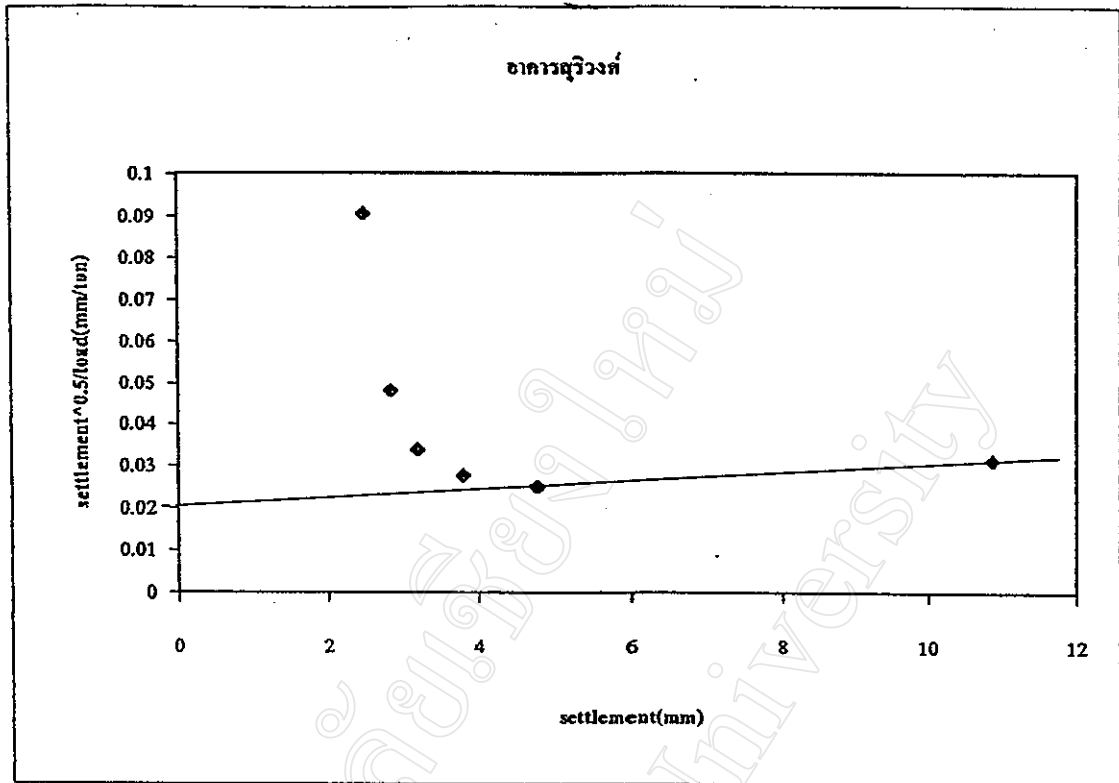
เมื่อนำวิธีการ Brinch Hansen 80% Criterion มาหาค่าน้ำหนักพิบัติจากข้อมูลการทดสอบเสาเข็มที่ทำการทดสอบในจังหวัดเชียงใหม่พบว่า สามารถที่จะประเมินค่าน้ำหนักพิบัติได้ 26 ข้อมูลตัวอย่างจากข้อมูลทั้งหมด ซึ่งเพิ่มขึ้นจากวิธีการของ Brinch Hansen 90% Criterion มากแต่ก็ยังถือว่าเป็นวิธีที่ยังไม่สามารถที่หาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มได้กว้างขวางสำหรับเชียงใหม่ เพราะขึ้นอยู่กับว่าลักษณะของกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวจะแสดงลักษณะในช่วงพิบัติมากน้อยเพียงใด

ลักษณะของข้อมูลที่แสดงลักษณะการพิบัติเมื่อนำวิธีการนี้มาทำการหาค่าพบว่าสามารถที่จะเลือกเส้นตรงที่แทนช่วงการพิบัติบนกราฟความสัมพันธ์แบบ Brinch Hansen 80% Criterion ได้ง่ายแต่จำนวนของจุดความสัมพันธ์ในช่วงนี้จะมีน้อยจุดเพียงแค่ 2-3 จุดดังแสดงในรูปที่ 3.13

สำหรับข้อมูลการทดสอบที่ยังไม่แสดงการพิบัตินั้นเมื่อนำวิธีการนี้มาหาค่าจะหาได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวที่จะนำมาหาค่า ถ้ากราฟมีลักษณะที่เป็นเส้นตรงเมื่อนำมาลงจุดบนกราฟความสัมพันธ์ของ Brinch Hansen 80% Criterion ก็อาจจะไม่สามารถลากเส้นตรงที่เป็นตัวแทนของช่วงการพิบัติได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.13

3.3.7 วิธีการของ Van der Veen

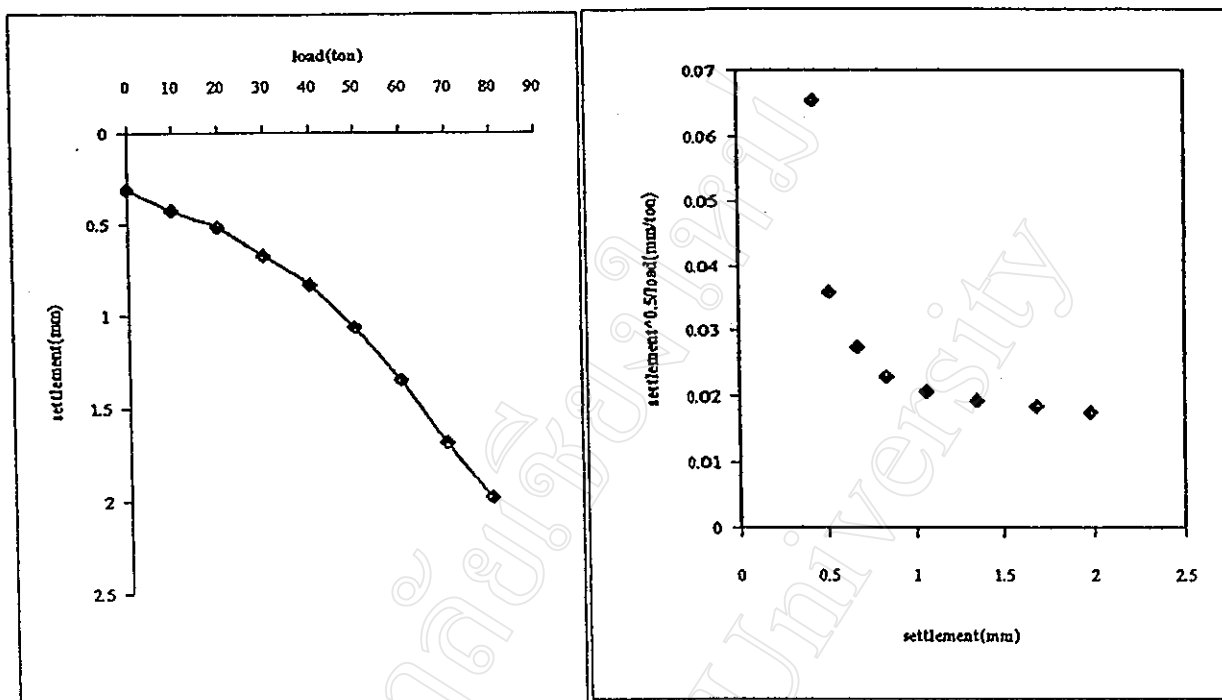
จากการหาค่าน้ำหนักบรรทุกพิบัติโดยวิธีการนี้ มีสมมติฐานเบื้องต้นในการหาค่าที่แตกต่างจากวิธีการอื่นๆ คือให้ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวมีลักษณะที่เหมือนกับกราฟความสัมพันธ์ทางชีววิทยาระหว่างการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตกับเวลา



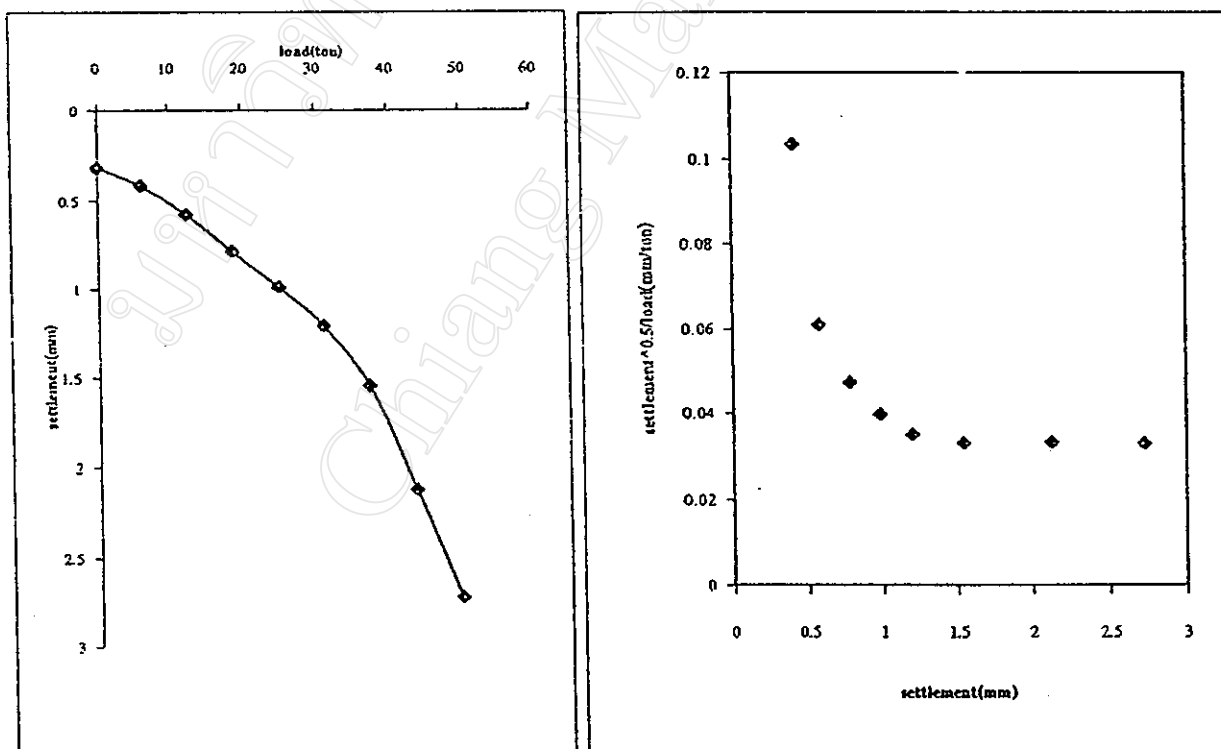
รูปที่ 3.13 แสดงตัวอย่างการหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มตามวิธีการของ Brinch Hansen 80%

Criterion กับลักษณะของข้อมูลที่แสดงการพิบัติ

HILL PARK CONDO 2



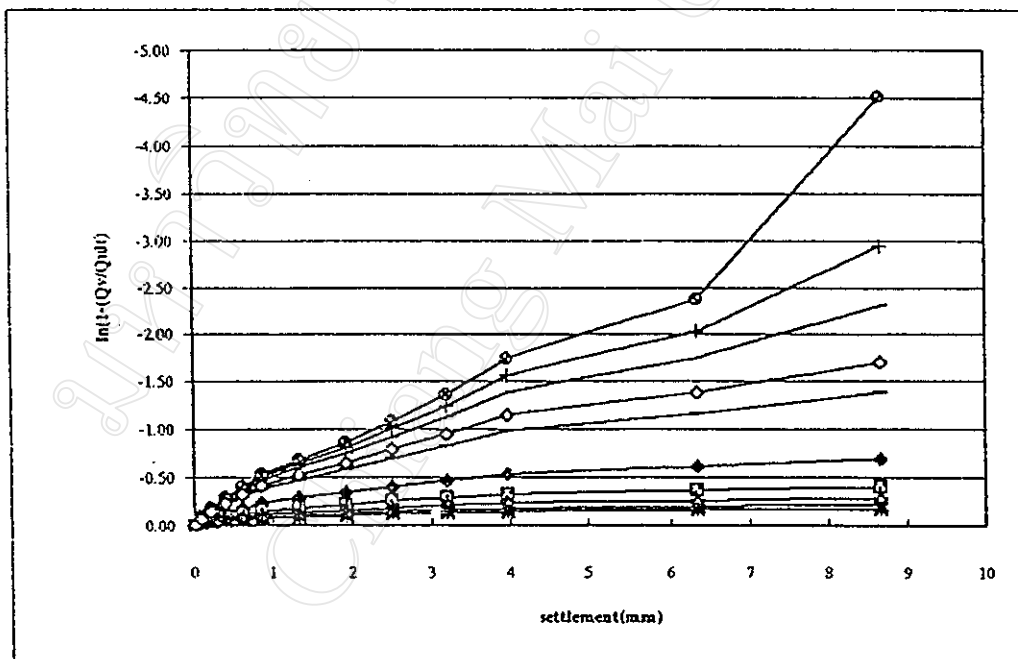
แฟลตตำรวจ.เมือง



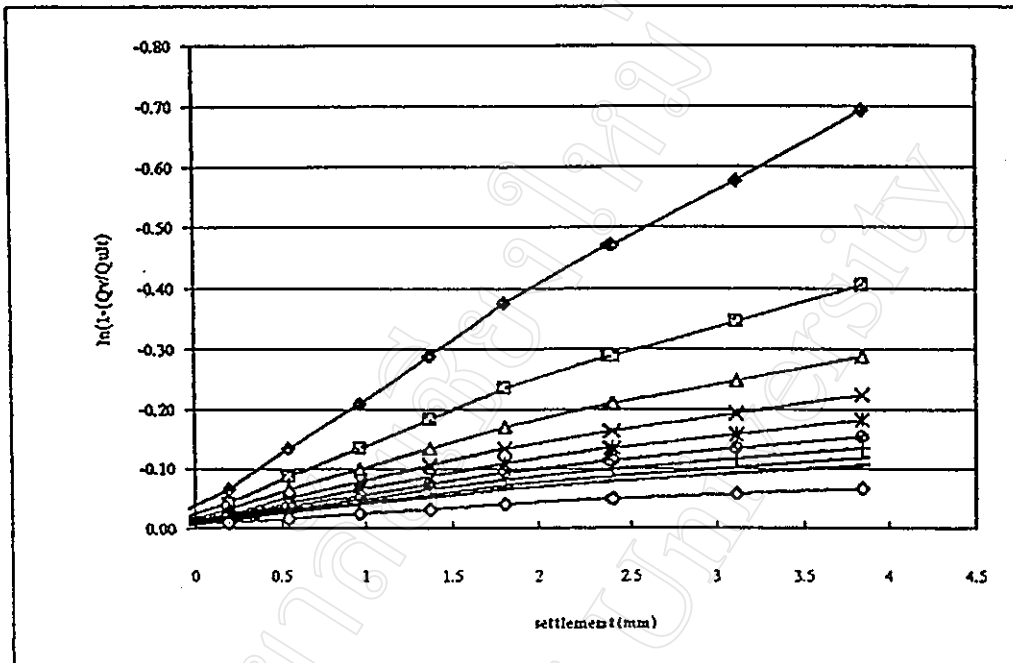
รูปที่ 3.14 แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวและกราฟความสัมพันธ์ Brinch Hansen 80% Criterion ที่ไม่สามารถหาค่าน้ำหนักพิกัดได้

ข้อกำหนดในการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการของ Van der Veen นี้ไม่มีหลักการและกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการหาค่า เพียงแต่ทำการทดลองใช้ค่าน้ำหนักที่คิดว่าจะเป็นน้ำหนักพิบัติไปเขียนบนกราฟความสัมพันธ์แบบ Van der Veen แล้วดูว่ามีลักษณะที่เป็นเส้นตรงหรือยัง ซึ่งจากการสังเกตนี้ต้องใช้สายตาและการตัดสินใจของผู้ทำการหาค่าเป็นสำคัญ

เมื่อนำวิธีการนี้มาหาค่าน้ำหนักพิบัติกับลักษณะของข้อมูลตัวอย่างในจังหวัดเชียงใหม่พบว่าทั้งลักษณะของข้อมูลทั้งที่แสดงการพิบัติและยังไม่แสดงการพิบัติ ลักษณะของกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวไม่ได้มีลักษณะที่เหมือนกันกราฟสมมติฐานเดิม และค่าน้ำหนักพิบัติที่ทำการหาค่าได้ก็มีค่าที่มากบ้าง น้อยบ้างตามการตัดสินใจของผู้ทำการหาค่า เนื่องจากกราฟความสัมพันธ์ตามแบบของ Van der Veen นี้เมื่อใช้กับข้อมูลของเชียงใหม่ จะไม่แสดงลักษณะที่เป็นเส้นตรงตามสมมติฐาน ถึงแม้ว่าจะมีบางข้อมูลที่กราฟเป็นเส้นตรงแต่ก็ยากในการตัดสินใจเลือกเส้นตัวแทนของน้ำหนักพิบัติเพราะมีลักษณะที่เป็นเส้นตรงใกล้เคียงกันมาก จากลักษณะทั้งสองอย่างดังกล่าวจะแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15a แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของ Van der Veen ที่ยากต่อการตัดสินใจในการเลือกเส้นตรงที่เป็นตัวแทนของน้ำหนักพิบัติของโครงการประปาแม่กวดคันที่ 8



รูปที่ 3.15b แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ของ Van der Veen ที่ยากต่อการตัดสินใจในการเลือกเส้นตรงที่เป็นตัวแทนของน้ำหนักพิบัติของโครงการแกรนด์ริมปีง

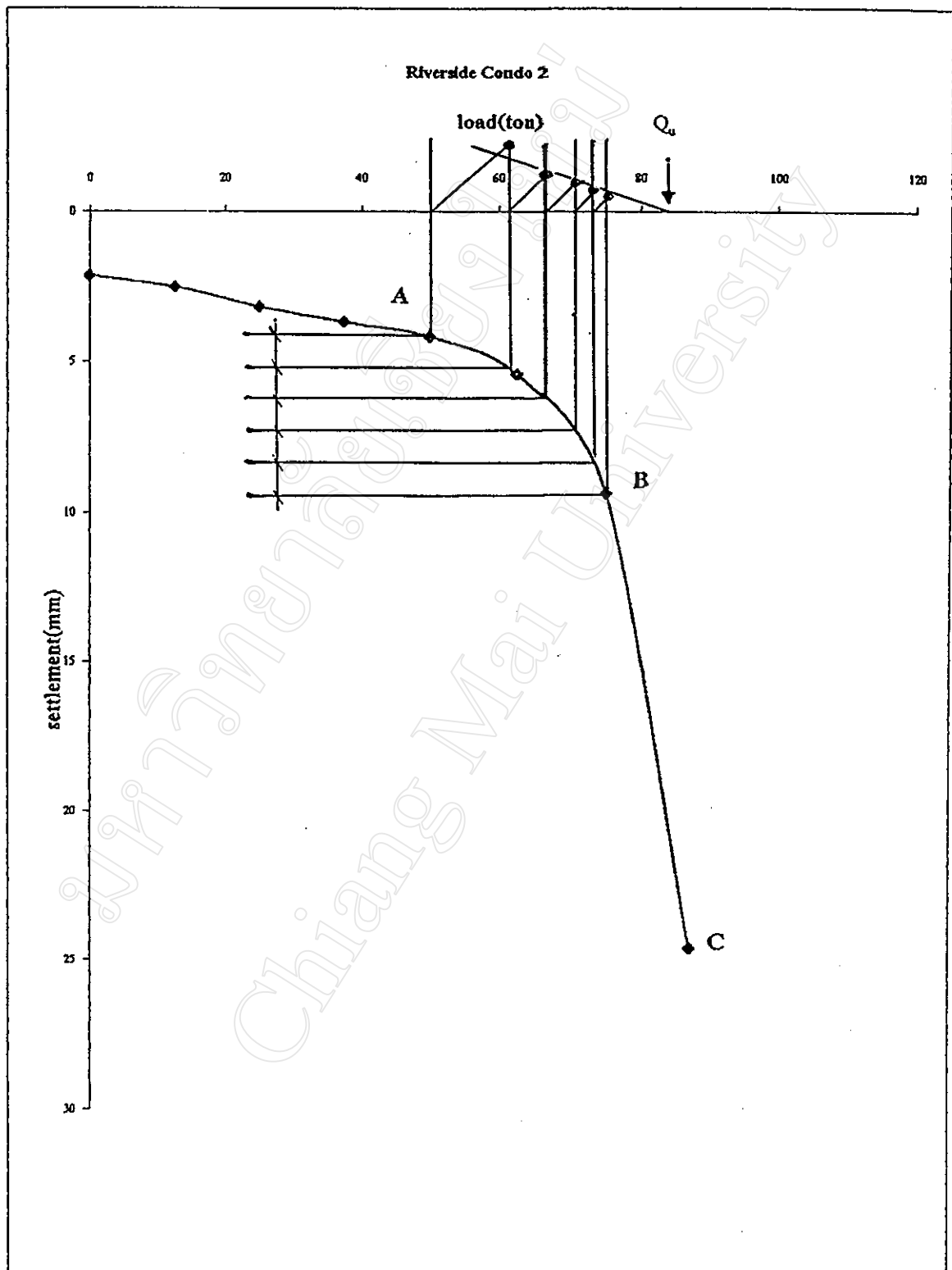
3.3.8 วิธีการของ Mazurkiewicz

สำหรับวิธีการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการของ Mazurkiewicz นี้จากวิธีการเดิมจะใช้วิธีการนี้ในการหาค่าน้ำหนักพิบัติจากลักษณะของกราฟความสัมพันธ์น้ำหนักและการทรุดตัวที่ไม่แสดงจุดที่เกิดการพิบัติของเสาเข็มชัดเจนที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบพาราโบลา(Parabola)แล้วทำการแบ่งแกนที่เป็นค่าการทรุดตัวเป็นช่วงเท่าๆกันในส่วนปลายของกราฟความสัมพันธ์แล้วก็ทำการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการของ Mazurkiewicz ได้เสนอไว้ในกรณีที่กราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มไม่แสดงลักษณะการพิบัติอย่างชัดเจน ซึ่งจากลักษณะดังกล่าว วิธีการหาค่าวิธีนี้สามารถที่จะหาค่าน้ำหนักพิบัติได้โดยไม่ต้องทำการทดสอบเสาเข็มจนถึงจุดพิบัติเพียงแต่ทำการทดสอบเสาเข็มให้ลักษณะของกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวแสดงลักษณะที่เป็นส่วนโค้งก็จะสามารถ

ใช้กราฟในช่วงนี้หาค่าน้ำหนักพิบัติได้ และการสร้างเส้นความสัมพันธ์ต่างๆตามวิธีการนี้ก็ทำบนกราฟน้ำหนักและการทรุดตัว และค่าน้ำหนักพิบัติที่หาได้ก็อ่านได้จากแกนของค่าน้ำหนักได้โดยตรง

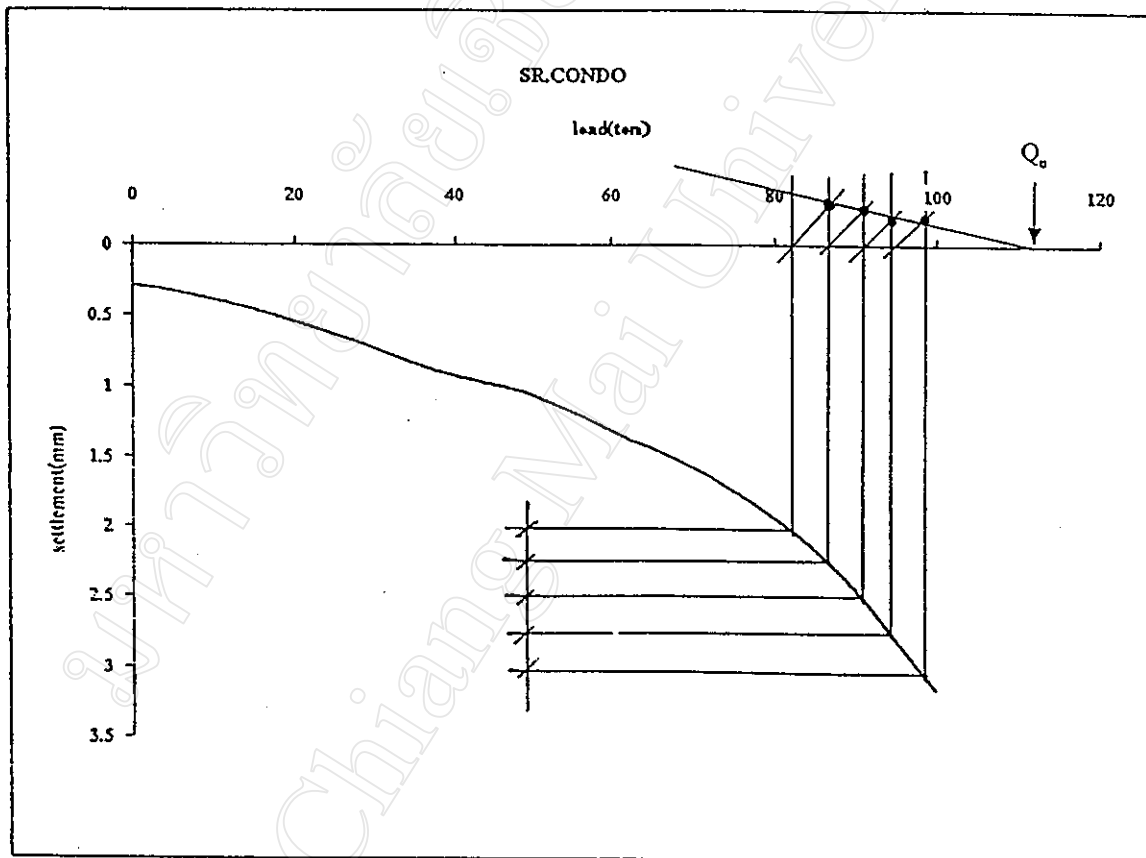
เมื่อนำวิธีการหาค่าน้ำหนักพิบัติวิธีการนี้มาหาค่ากับดินเชิงใหม่พบว่าสามารถที่จะทำการหาค่าได้เป็นส่วนใหญ่ของข้อมูลตัวอย่างทั้งที่แสดงลักษณะการพิบัติและไม่แสดงลักษณะการพิบัติ

สำหรับข้อมูลที่แสดงลักษณะการพิบัติ จากลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการทรุดตัวของข้อมูลที่แสดงลักษณะการพิบัติจะมีลักษณะที่แสดงการพิบัติแบบทันทีทันใด ดังนั้นการเลือกช่วงกราฟที่จะหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการของ Marzurkiewicz จะต้องทำการพิจารณาอย่างระมัดระวังเนื่องจากถ้าเลือกช่วงกราฟที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ค่าน้ำหนักพิบัติที่หาได้เป็นค่าที่ไม่น่าเชื่อถือ ซึ่งเมื่อนำวิธีการนี้มาหาค่าน้ำหนักพิบัติจะเลือกส่วนของกราฟน้ำหนักและการทรุดตัวที่เริ่มแสดงการพิบัติคือเป็นช่วงกราฟที่เริ่มแสดงความโค้งพัฒนาเข้าสู่ช่วงพลาสติก โดยจะไม่ใช้กราฟในช่วงปลายมาทำการพิจารณาเนื่องจากกราฟในช่วงปลายโดยส่วนใหญ่จะเป็นช่วงของข้อมูลการทดสอบที่เป็นการให้น้ำหนักกับเสาเข็มให้ทันกับอัตราการทรุดตัวของเสาเข็มที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งช่วงกราฟในช่วงปลายดังกล่าวจะมีจุดความสัมพันธ์เพียง 2-3 จุดเท่านั้นและสำหรับจุดสุดท้ายของจุดความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการทรุดตัวจากกราฟที่แสดงลักษณะพิบัติเป็นจุดความสัมพันธ์ที่ไม่แน่นอนเนื่องจากจุดดังกล่าวอาจจะเป็นค่าซึ่งทำการจดบันทึกในขณะที่มีการให้น้ำหนักอย่างรวดเร็วให้ทันกับอัตราการทรุดตัวโดยจุดความสัมพันธ์นี้อาจจะมีค่าที่แตกต่างกันในกรณีี่เวลาในการอ่านค่าแตกต่างกัน ซึ่งถ้าเลือกใช้ช่วงกราฟนี้มาทำการหาค่าจึงไม่น่าจะเหมาะสม จากเหตุผลดังกล่าวเมื่อพิจารณารูปที่ 3.16 จะเลือกช่วงกราฟที่จะนำมาหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มในช่วง AB ซึ่งลักษณะของกราฟจะเริ่มแสดงความโค้งมีลักษณะการเป็นความสัมพันธ์แบบพาราโบลาตามหลักการเดิมของ Marzurkiewicz ส่วนกราฟในช่วง BC จะเป็นช่วงกราฟที่ไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากเป็นช่วงที่เสาเข็มมีอัตราการทรุดตัวอย่างรวดเร็วและมีจุดความสัมพันธ์ของข้อมูลเพียง 2 จุดโดยจุด C ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายเป็นจุดซึ่งไม่มีความแน่นอนอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ในกรณีที่เวลาในการอ่านค่าแตกต่างกันเพราะอยู่ในช่วงที่ต้องทำการให้น้ำหนักกับเสาเข็มให้ทันกับอัตราการทรุดตัวที่รวดเร็ว ซึ่งการอ่านและจดบันทึกค่าในช่วงนี้ไม่สามารถที่จะอ่านค่าที่เวลา 60 นาทีเหมือนจุดความสัมพันธ์อื่นบนกราฟได้และช่วง BC ยังไม่เป็นไปตามหลักการเดิมของ Marzurkiewicz จึงไม่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของกราฟความสัมพันธ์ได้



รูปที่ 3.16 แสดงตัวอย่างการหาค่าน้ำหนักพิบัติโดยวิธีการของ Mazurkiewicz กับข้อมูลที่แสดงลักษณะการพิบัติ

สำหรับข้อมูลที่ยังไม่แสดงการพิบัติ คำนำนักพิบัติที่จะทำการหาค่าขึ้นอยู่กับลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวและการเลือกช่วงจากกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวไปหาคำนำนักพิบัติ สำหรับข้อมูลในลักษณะนี้กราฟความสัมพันธ์ในช่วงปลายการทดสอบส่วนใหญ่จะเริ่มมีลักษณะที่เริ่มโค้ง จะเลือกเอาส่วนของกราฟในส่วนนี้มาพิจารณาในการหาคำนำนักพิบัติ ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงตัวอย่างการหาคำนำนักพิบัติโดยวิธีการของ Mazurkiewicz กับข้อมูลที่ยังไม่แสดงลักษณะการพิบัติ

3.4 พิจารณาและสรุปการเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการประเมินค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็ม ต่อกจากการทดสอบเสาเข็มในสนามสำหรับเชียงใหม่

ในอดีตที่ผ่านมาการกำหนดค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มจะใช้ค่าการทรุดตัวของเสาเข็มจากการทดสอบเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาน้ำหนักพิบัติคือจะใช้ค่าน้ำหนักที่ทำให้เกิดการทรุดตัวเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มเป็นค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็ม ซึ่งการพิจารณาในวิธีนี้จะไม่ได้พิจารณาในส่วนของ Elastic deformation ของเสาเข็มซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีของเสาเข็มยาว ส่วนเสาเข็มสั้นจะเกิดขึ้นน้อยมาก แต่ในความจริงแล้วค่าของการทรุดตัวนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดที่ยอมให้ของการทรุดตัวของโครงสร้างหลักที่รองรับ โดยฐานรากเสาเข็มเท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเสาเข็ม ในบางครั้งการพิจารณาหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มจะถูกกำหนดให้เป็นค่าที่ได้จากการตัดกันของเส้นตรง 2 เส้นที่ได้จากเส้นตัวแทนของพฤติกรรมยืดหยุ่น (Elastic Line) กับเส้นที่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมพลาสติก (Plastic Line) ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็ม ซึ่งจากวิธีการดังกล่าวในการพิจารณาเลือกเส้นตรงตัวแทนทั้งสองเส้นต้องใช้การตัดสินใจของผู้แปลค่าที่อาจจะแตกต่างกันไปได้ และที่สำคัญการหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มในกรณีนี้ ขนาดของแกนบนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักและการทรุดตัวมีผลต่อค่ากำลังรับน้ำหนักที่ประเมินได้คือถ้าขนาดของแกนเปลี่ยนค่าน้ำหนักที่ได้ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ก็มีพยายามที่จะลดความแปรปรวนจากผู้ทำการแปลค่าที่แตกต่างกันและขนาดของกราฟความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์มาหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม หรือบางทีในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มนี้จะใช้การพิจารณาลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มด้วย จากเหตุผลและวิธีการดังกล่าวในข้างต้นการกำหนดค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มจากการทดสอบเสาเข็มยังไม่มีวิธีการใดที่เหมาะสมและครอบคลุมการหาค่าที่ถูกต้องได้หมด แต่อย่างไรก็ตามการหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับพฤติกรรมของเสาเข็มจริงๆก็มีความสำคัญเพราะจะเป็นค่าที่แน่นอนในการพิจารณาถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มต่อไป

สำหรับจังหวัดเชียงใหม่การทดสอบเสาเข็มในสนามจะเป็นการทดสอบแบบพิสูจน์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการทดสอบโดยวิธีนี้เป็นการทดสอบเสาเข็มเพื่อเป็นการยืนยันสภาพการรับน้ำหนักของเสาเข็มเท่านั้นไม่ได้มีจุดประสงค์ในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติ ดังนั้นวิธีการประเมินหาวิธีการในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มต้องทำการพิจารณาจากเหตุผล ข้อดี ข้อเสียและปัจจัยต่างๆของวิธีการประเมินค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม ซึ่งจะพิจารณาในหัวข้อต่อไปดังนี้

3.4.1 การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการประเมินค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มตอกจากการทดสอบเสาเข็มในสนามสำหรับเชิงใหม่ จากข้อมูลที่แสดงการพิบัติ

จากการประเมินค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มทั้ง 56 ตัวอย่างโดยแต่ละตัวอย่างได้ทำการวิเคราะห์ตามวิธีการต่างๆทั้ง 9 วิธี พบว่าลักษณะโดยส่วนใหญ่ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่กระทำกับหัวเสาเข็มกับค่าการทรุดเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการประเมินค่าในแต่ละวิธีการ แต่อย่างไรก็ตามค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มที่ประเมินได้จากวิธีการต่าง ๆ นั้น ในการพิจารณาความเหมาะสมจะพิจารณาค่าที่ประเมินได้ว่ามีความใกล้เคียงกับค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มจริงเป็นหลัก และจะพิจารณาในองค์ประกอบอื่นๆในการหาค่าในแต่ละวิธีการเป็นส่วนประกอบ

จากข้อมูลตัวอย่างทั้ง 56 ตัวอย่างที่รวบรวมมาได้จะมี เพียง 6 ข้อมูลตัวอย่างที่แสดงลักษณะการพิบัติ ซึ่งการพิบัติในที่นี้คือไม่สามารถที่จะให้น้ำหนักกับเสาเข็มได้ทันกับการทรุดตัวของเสาเข็มที่เกิดขึ้น หลังจากได้ทำการประเมินหาค่าน้ำหนักจากวิธีการต่างๆทั้ง 6 ข้อมูลตัวอย่างดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนบนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการทรุดตัวจะแสดงไว้ในรูปที่ 3.18 จากรูปที่ 3.18 พบว่าลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มในกรณีที่แสดงการพิบัตินี้จะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

ก. ลักษณะคล้ายกับกราฟความสัมพันธ์ที่เป็นแบบพาราโบลา

จากการพิจารณารูปที่ 3.18 จาก 2 กราฟในกรณีดังกล่าวพบว่าจากลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ที่มีลักษณะคล้ายกับกราฟพาราโบลา จะสามารถหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติจากวิธีการต่างๆได้เกือบทุกวิธี แต่วิธีการที่ให้ค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติได้ใกล้เคียงกับค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติจริงของเสาเข็มจากทั้ง 2 โครงการคือวิธีการของ Marzurkiewicz ส่วนวิธีการของ Chin และ Van der Veen จะมีแนวโน้มในการประมาณค่าที่สูงและจากวิธีการของ De Beer จะมีแนวโน้มในการประมาณค่าที่ต่ำ ส่วนวิธีการของ Davisson, Brinch Hansen 90% และ Brinch Hansen 80% จะให้ค่าที่มากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป สำหรับวิธีการของ Fuller, Butler & Hoy จะไม่สามารถหาค่าได้ในกรณีนี้

ข. ลักษณะคล้ายกับเส้นตรง 2 เส้นตัดกัน

จากการพิจารณารูปที่ 3.18 ในกรณีนี้ วิธีการของ Marzurkiewicz จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติจริงของเสาเข็มอยู่ ส่วนวิธีการของ De Beer จะการประมาณค่าได้ต่ำ และวิธีการของ Chin จะมีแนวโน้มในการประมาณค่าที่สูง ส่วนวิธีการของ Brinch Hansen 90%, Van der Veen และ Brinch Hansen 80% จะให้ค่าที่มากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป ส่วนวิธีการของ Davisson, Fuller, Butler & Hoy จะหาค่าได้เพียง โครงการเดียว และให้ค่าในการประเมินที่ไม่สูงมาก

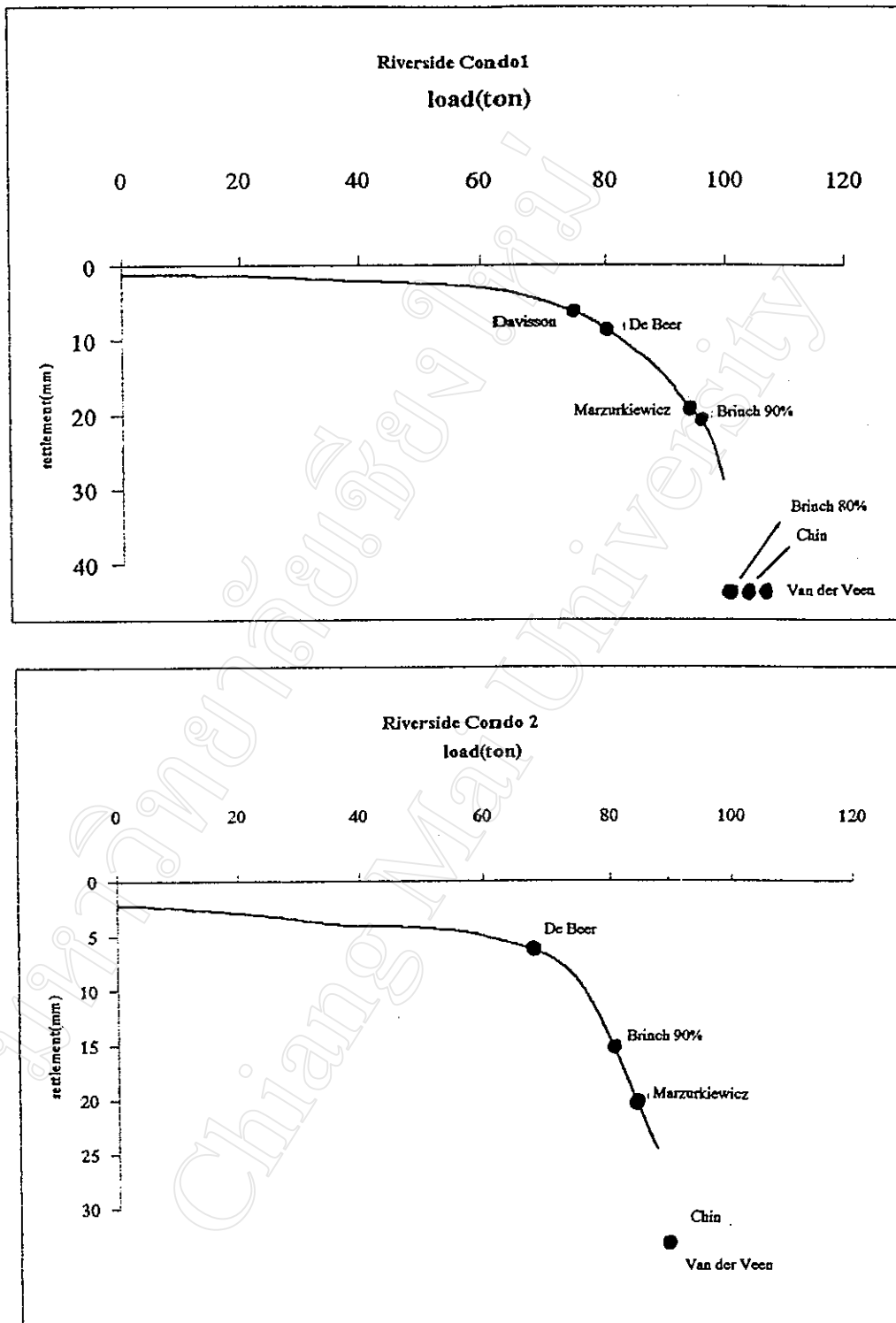
จากการพิจารณาตามลักษณะของกราฟตามข้อ ก และข้อ ข กับค่าที่ประเมินได้ในแต่ละวิธี พบว่าในกรณีที่เสาเข็มแสดงการพิบัตินี้วิธีการของ Davisson, Brinch Hansen 90% และวิธีการของ Fuller, Butler & Hoy ไม่สามารถที่จะหาค่าทุกโครงการตัวอย่างทั้ง 6 โครงการโดยหาได้เพียง 3, 2 และ

1 โครงการตามลำดับเท่านั้น จึงได้ให้เหตุผลในการหาค่าไม่ได้ในหัวข้อที่ 3.3 แล้ว เมื่อพิจารณาในข้อนี้ วิธีการประเมินหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มจากการทดสอบเสาเข็มในสนามทั้ง 4 วิธีข้างต้น จึงไม่น่าจะมีความเหมาะสมสำหรับการหาค่าในจังหวัดเชียงใหม่ จึงมีเพียงวิธีการของ Chin, De Beer, Brinch Hansen 80%, Marzurkiewicz และ Van der Veen เท่านั้นที่สามารถที่จะประเมินหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มจากข้อมูลที่แสดงการพิบัติได้ และจะใช้ 5 วิธีการดังกล่าวมาพิจารณาหาวิธีการที่เหมาะสมในการหาค่าสำหรับเชียงใหม่

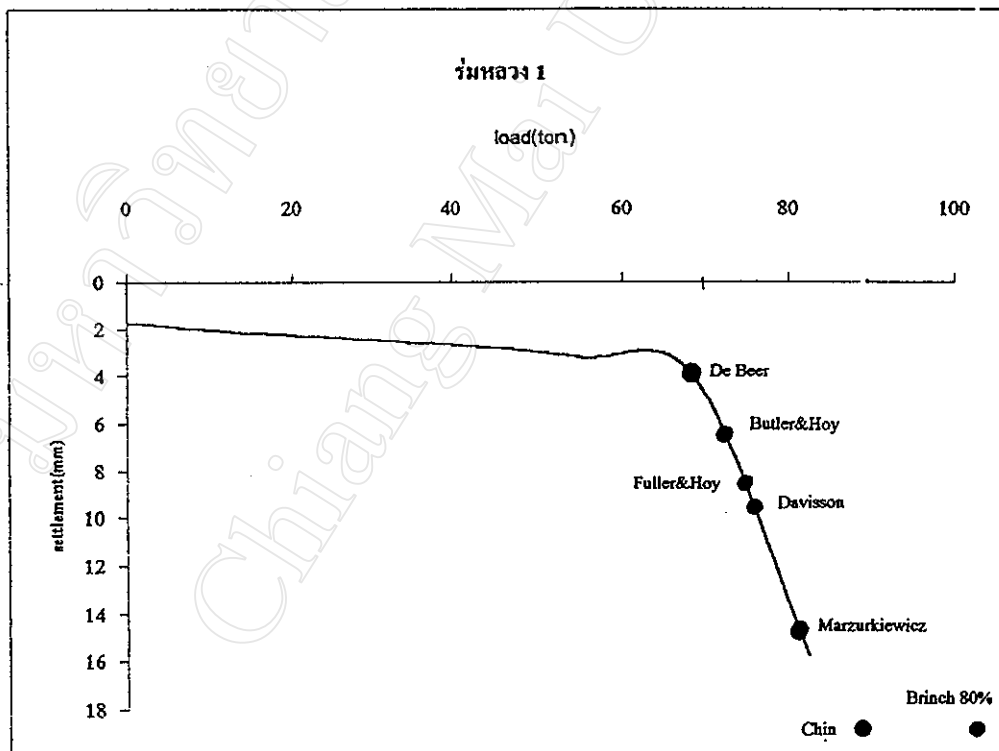
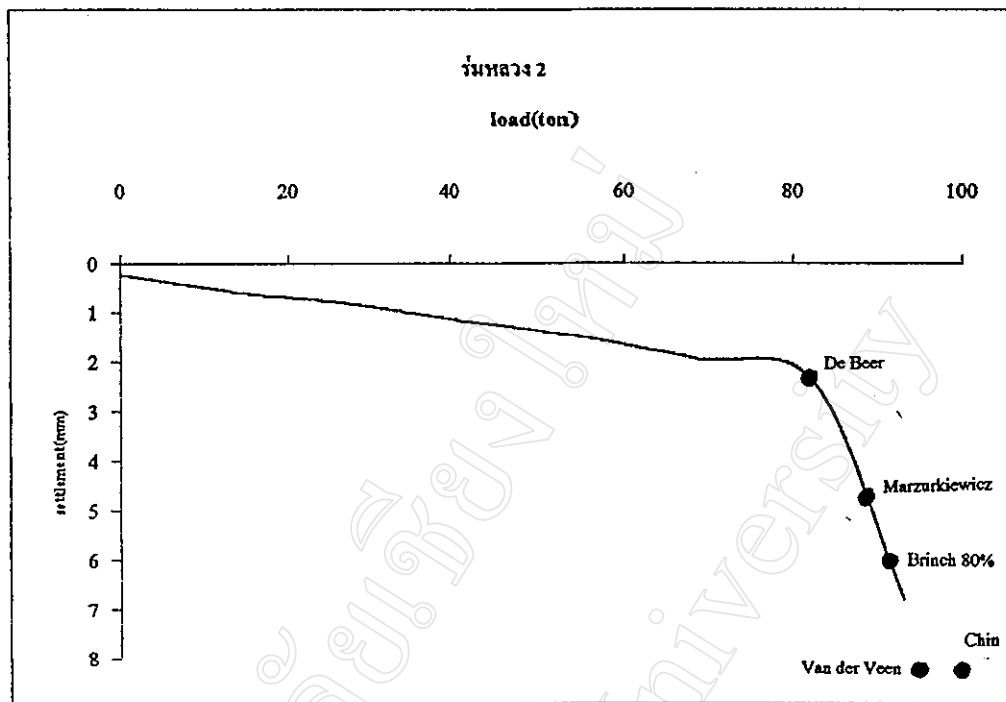
วิธีการของ Chin ในการแปลผลต้องมีการสร้างกราฟความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่ตามวิธีการแล้วทำการแปลผลจากกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวและค่าที่ประเมินได้ก็มีค่าที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการประเมินวิธีอื่นและจะให้ค่าน้ำหนักพิบัติที่ประเมินได้มีความสูงกว่าน้ำหนักสูงสุดของการทดสอบ ดังจะดูได้จากรูปที่ 3.18 ฉะนั้นวิธีการของ Chin จึงไม่น่าจะมีความเหมาะสมสำหรับการหาค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็ม

วิธีการของ De Beer ในการแปลผล ต้องมีการสร้างกราฟความสัมพันธ์ตามวิธีการของ De Beer ซึ่งต้องลงจุดความสัมพันธ์ลงในแกนล็อกทั้งสองแกนโดยจะต้องมีการลากเส้นความสัมพันธ์คั่นเพื่อหาค่าน้ำหนักพิบัติ โดยในขั้นตอนนี้จะต้องใช้ทักษะและความเข้าใจของผู้ทำการแปลค่าอยู่บ้างพอสมควร และอาจจะเกิดความแปรปรวนในการแปลผลในขั้นตอนนี้เพราะจะต้องอ่านค่าจากแกนล็อกซึ่งค่าจะมีแตกต่างกันมาก ในการหาค่าน้ำหนักพิบัติตามวิธีการนี้ต้องมีการสร้างกราฟขึ้นมาอีกซึ่งจะต้องเสียเวลาเพิ่มขึ้นในส่วนนี้ และค่าน้ำหนักพิบัติที่ประเมินได้จากวิธีการของ De Beer จะให้ค่าที่ต่ำกว่าค่าน้ำหนักพิบัติที่ประเมินได้จากวิธีการอื่นๆ ซึ่งค่าดังกล่าวน่าจะเป็นค่าที่จุดคราก (Yield Point) ในการรับน้ำหนักของเสาเข็มเท่านั้น ไม่น่าจะเป็นค่าที่เป็นตัวแทนของน้ำหนักพิบัติได้ดังแสดงในรูปที่ 3.18 จากเหตุผลดังกล่าวในข้างต้นวิธีการประเมินหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มจากการทดสอบเสาเข็มในสนามตามวิธีการของ De Beer จึงไม่น่าจะมีความเหมาะสมสำหรับเชียงใหม่

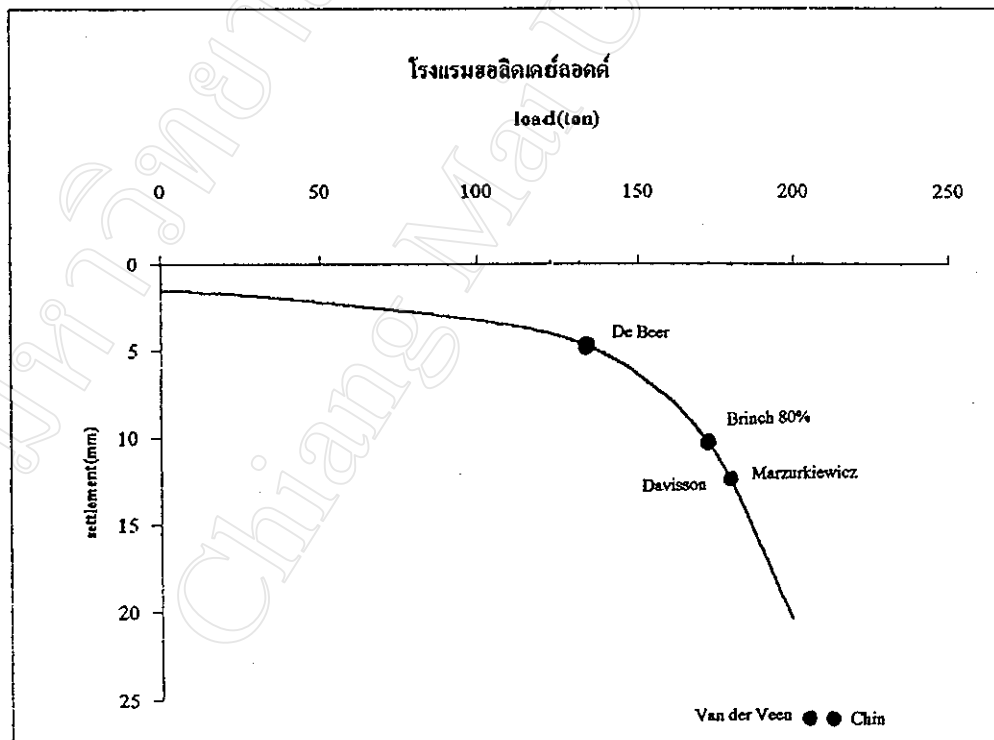
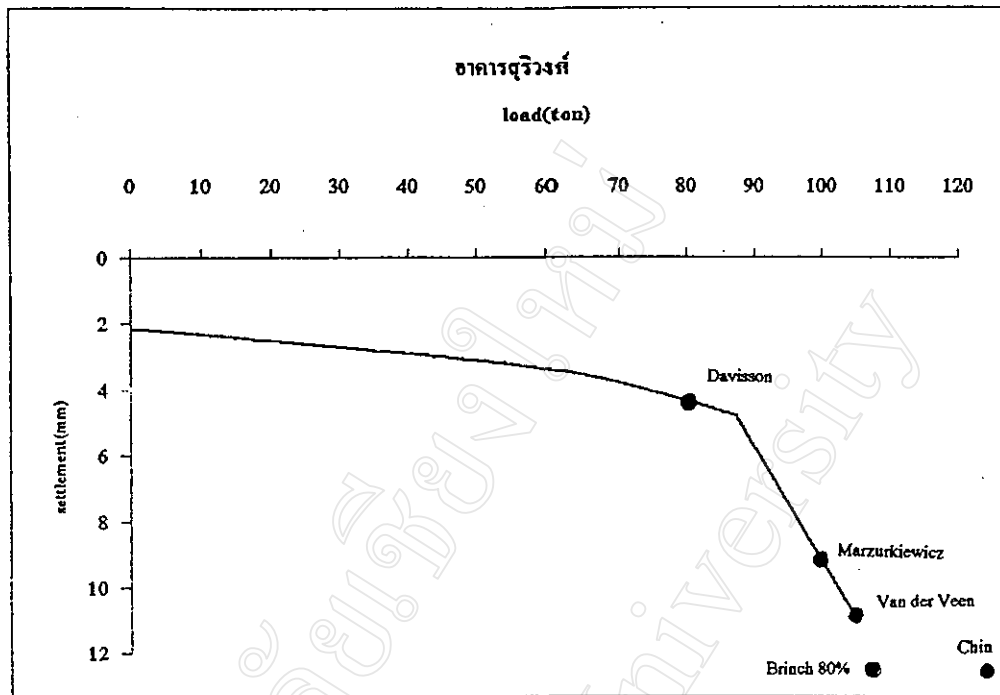
วิธีการของ Brinch Hansen 80%, Marzurkiewicz และ Van der Veen ค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติที่ประเมินได้จากทั้ง 3 วิธีการดังกล่าว จะให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนักดังพิจารณาได้ในรูปที่ 3.18 แต่ค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติที่ประเมินได้จากวิธีการของ Brinch Hansen 80% และ Van der Veen จะให้ค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากวิธีการของ Marzurkiewicz และถ้าพิจารณาถึงขั้นตอนในการหาค่าน้ำหนักพิบัติ วิธีการของ Brinch Hansen 80% และ Van der Veen ต้องมีการสร้างกราฟความสัมพันธ์ตามหลักเกณฑ์ของแต่ละวิธีเพื่อหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติ โดย Brinch Hansen 80% จะต้องมีการลากเส้นความสัมพันธ์เพื่อหาค่าที่ได้มาแทนค่าในสมการ ซึ่งเป็นขั้นตอนในการหาค่าที่ยุ่งยากซับซ้อนมากเมื่อขั้นตอนในการแปลค่าเพิ่มมากขึ้นย่อมจะทำให้การแปลผลอาจเกิดความผิดพลาดได้มากตามไปด้วย ในกรณีวิธีการของ Van der Veen การพิจารณาเลือกค่าน้ำหนักพิบัติไม่หลักเกณฑ์ที่แน่นอนใช้เพียงสายตาของผู้ทำการแปลค่าแต่ละคนเท่านั้นซึ่งในการหาค่าน้ำหนักพิบัติโดยวิธีการนี้ทำให้มีความแปรปรวนสูงมาก แต่สำหรับ



รูปที่ 3.18a แสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักพิบัติจากวิธีการต่าง ๆ บนกราฟของ
น้ำหนักและการทรุดตัวในกรณีที่เราเพิ่มพิบัติ (ไม่พิจารณาการทรุดตัว)



รูปที่ 3.18b แสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักพิกัดจากวิธีการต่างบนกราฟของ
น้ำหนักและการทรุดตัวในกรณีที่เสาเข็มพิกัด(ไม่พิจารณาการทรุดตัว)



รูปที่ 3.18c แสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักพืติจากวิธีการต่างๆบนกราฟของ
น้ำหนักและการทรุดตัวในกรณีที่เสาเข็มพืติ(ไม่พิจารณาการทรุดตัว)

รูปที่ 3.18 แสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักพืติจากวิธีการต่างๆบนกราฟของ
น้ำหนักและการทรุดตัวในกรณีที่เสาเข็มพืติทั้งหมด(ไม่พิจารณาการทรุดตัว)

วิธีการของ Marzurkiewicz การหาค่าสามารถที่จะหาได้จากกราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักรับและการทรุดตัวที่ได้จากการทดสอบเสาเข็ม และการอ่านค่าน้ำหนักพิบัติที่ประเมินได้ก็สามารถที่จะอ่านบนแกนน้ำหนักได้เลย ซึ่งสามารถที่จะศึกษาถึงพฤติกรรมในการรับน้ำหนักของเสาเข็มได้ด้วยในขณะที่ทำการแปลผล และที่สำคัญที่สุดในกรณีนี้ก็คือค่าน้ำหนักพิบัติที่ทำการประเมินได้ก็มีความสมเหตุสมผลคือค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติที่ประเมินได้จากวิธีการของ Marzurkiewicz จะมีค่าที่ไม่เกินน้ำหนักสูงสุด ในสนามโดยจะมีค่าอยู่ในช่วงพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มที่อยู่ในช่วงพลาสติกดัดพิจารณาตามรูปที่ 3.18 จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นวิธีการ Marzurkiewicz จึงน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มจากการทดสอบเสาเข็มในสนามกรณีที่เสาเข็มแสดงการพิบัติ

3.4.2 การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการประเมินหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มออกจาก การทดสอบเสาเข็มในสนามสำหรับเชิงใหม่ จากข้อมูลที่ยังไม่แสดงการพิบัติ

การทดสอบเสาเข็มที่ยังไม่ถึงจุดพิบัตินี้ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการทดสอบแบบพิชุนซึ่งจะไม่กระทำจนถึงจุดพิบัติ ฉะนั้นวิธีการประเมินค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มในเชิงใหม่นี้ควรจะเป็นวิธีการที่สามารถที่จะหาค่าน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มได้โดยไม่ต้องทำการทดสอบจนถึงจุดพิบัติ และทั้งนี้ต้องเป็นวิธีการที่สามารถหาค่าได้อย่างกว้างขวางและมีข้อจำกัดน้อย จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นในการพิจารณาจะให้น้ำหนักมากกว่าเหตุผลในข้ออื่นๆสำหรับการพิจารณาวิธีการประเมินสำหรับเชิงใหม่

จากหลักเกณฑ์ในการพิจารณาข้างต้นจะได้ว่าวิธีการที่สามารถหาค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มได้ทั้ง 56 ตัวอย่าง คือ วิธีการของ Marzurkiewicz, Van der Veen และ Chin ส่วนวิธีการอื่นๆไม่สามารถที่จะหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มตัวอย่างได้ทุกต้นเหมือนสองวิธีดังกล่าว ฉะนั้นในที่นี้สำหรับเชิงใหม่แล้วจะเหลือวิธีการที่เหมาะสมในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มจากการทดสอบเสาเข็มในสนามเพียง 3 วิธีจาก 9 วิธี

วิธีการของ Marzurkiewicz เป็นวิธีการหาค่าที่สามารถหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มได้โดยไม่ต้องทำการทดสอบถึงจุดพิบัติ และสามารถที่จะอ่านค่าน้ำหนักพิบัติได้บนแกนของน้ำหนัก โดยไม่ต้องใช้ทักษะในการอ่านค่าเลย ในการแปลผลจะกระทำบนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการทรุดตัวซึ่งสามารถจะศึกษาถึงพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มได้จากกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าว ทั้งนี้วิธีการนี้ยังมีขั้นตอนการแปลผลที่ไม่ยุ่งยากมากนัก แต่อาจจะต้องอาศัยทักษะของผู้ทำการแปลผลอยู่บ้างก็ตาม และอาจจะมีความแปรปรวนในการหาค่าจากการลากเส้นตรงผ่านจุดตัดของเส้นความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น แต่ก็ไม่น่ามากนักเพราะในการอ่านค่าจะทำการอ่านจากแกนสเกลธรรมดา สำหรับความถูกต้องของค่ากำลังรับน้ำหนักที่ประเมินได้ในกรณีที่ข้อมูลยังไม่แสดงการพิบัติเปรียบเทียบกับในกรณีที่ข้อมูลแสดงการพิบัติ ตามวิธีการของ Marzurkiewicz นี้จะมีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากทั้งสองกรณี

จะเลือกช่วงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการทรุดตัวที่จะนำไปหาค่าเป็นช่วงเดียวกันคือช่วงที่เสาเข็มเริ่มแสดงพฤติกรรมการรับน้ำหนักเข้าสู่ช่วงพลาสติกโดยกราฟความสัมพันธ์จะเริ่มแสดงความ เป็นเส้นโค้ง ดังนั้นค่าที่ได้สำหรับทั้งสองกรณีจึงเป็นค่าที่ไม่แตกต่างกัน

วิธีการของChin เป็นวิธีการหาค่าที่สามารถหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มได้โดยไม่ต้องทำ การทดสอบถึงจุดพิบัติเช่นกัน แต่ในการแปลผลต้องมีการสร้างกราฟความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่ตามวิธี การแล้วทำการแปลผลจากกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวซึ่งยุ่งยากและมีขั้นตอนในการทำตามวิธีการก่อน ข้างมาก ทั้งนี้ค่าน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มที่ได้จากวิธีการนี้ยังต้องอาศัยผู้ที่มาทำการแปลผลที่มีความรู้ และทักษะอยู่มากพอสมควรจึงจะให้ค่าน้ำหนักพิบัติที่ถูกต้องแม่นยำ และอาจจะมี ความแปรปรวนใน การแปลผลจากการพิจารณาในการลากเส้นตรงตัวแทนของช่วงที่แสดงการพิบัติจากกราฟความสัมพันธ์ ของ Chin ในกรณีที่กราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่ได้แสดงลักษณะที่เป็นเส้นตรงชัดเจน ซึ่งจากกราฟ ความสัมพันธ์ของน้ำหนักและการทรุดตัวในกรณีนี้เมื่อนำมาทำเป็นกราฟความสัมพันธ์ของ Chin บาง กรณีช่วงที่แสดงลักษณะของการเป็นเส้นตรงจะประกอบด้วยจุดความสัมพันธ์เพียง 2 จุดซึ่งอาจจะใช้ เป็นตัวแทนได้ไม่นักและจากงานวิจัยต่างๆได้ให้ความเห็นเป็นไปทำนองเดียวกันว่า ค่ากำลังรับ น้ำหนักของเสาเข็มที่ประเมินได้จากวิธีการของ Chin นี้จะให้ค่าที่สูงกว่าความเป็นจริงและจากค่าที่ ประเมินได้จากทั้ง 50 ตัวอย่างวิธีการของ Chin จะให้ค่าที่สูงกว่าค่าที่ประเมินได้จากวิธีการอื่นๆ

วิธีการของ Van der Veen วิธีการนี้แม้ว่าจะหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็มได้โดยส่วน ใหญ่เหมือนวิธีการของ Chin และ Marzurkiewicz แต่มีความไม่แน่นอนในการหาค่าสูงเมื่อนำมาใช้ สำหรับเชิงใหม่ เพราะยากในการตัดสินใจเลือกเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนของน้ำหนักพิบัติตามวิธีการ ของ Van der Veen ดังกล่าวไปแล้วในหัวข้อ 3.3

จากเหตุผลในการพิจารณาดังกล่าวข้างต้นสามารถที่จะสรุปได้ว่าวิธีการประเมินค่ากำลังรับ น้ำหนักพิบัติของเสาเข็มจากข้อมูลการทดสอบเสาเข็ม ในสนามสำหรับเชิงใหม่นั้นวิธีการของ Marzurkiewicz น่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับลักษณะกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก และการทรุดตัวของเสาเข็มที่ได้ในจังหวัดเชิงใหม่ที่การทดสอบยังไม่ถึงจุดพิบัติ

3.4.3 สรุป

จากเหตุผลในการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักพิบัติของเสาเข็ม จากการทดสอบเสาเข็มในสนาม ในหัวข้อที่ 3.4.1 และ 3.4.2 พบว่าวิธีการประเมินหาค่ากำลังรับน้ำหนัก ของเสาเข็มจากการทดสอบเสาเข็มในสนาม วิธีการของ Marzurkiewicz มีความเหมาะสมสำหรับการหา ค่าในจังหวัดเชิงใหม่ ทั้งกรณีที่การทดสอบเสาเข็มจะทำการทดสอบถึงจุดพิบัติหรือไม่ก็ตาม