

บทที่ 5

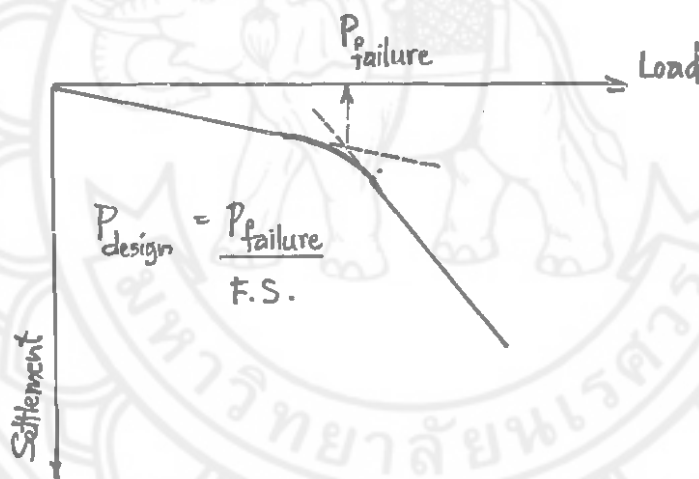
ผลการคำนวณเสาเข็มเจาะ

5.1 บทนำ

การหาน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็มจากข้อมูลการทดสอบเสาเข็ม ในอดีตอาจใช้ค่าน้ำหนักบรรทุกที่ทำให้เสาเข็มเกิดการทรุดตัวอย่างรวดเร็ว ภายใต้น้ำหนักคงที่ หรือค่าน้ำหนักบรรทุกที่ทำให้หัวเสาเข็มทรุดตัวไม่มากกว่า 10 % ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็ม รวมกับค่า elastic shortening ของเสาเข็ม

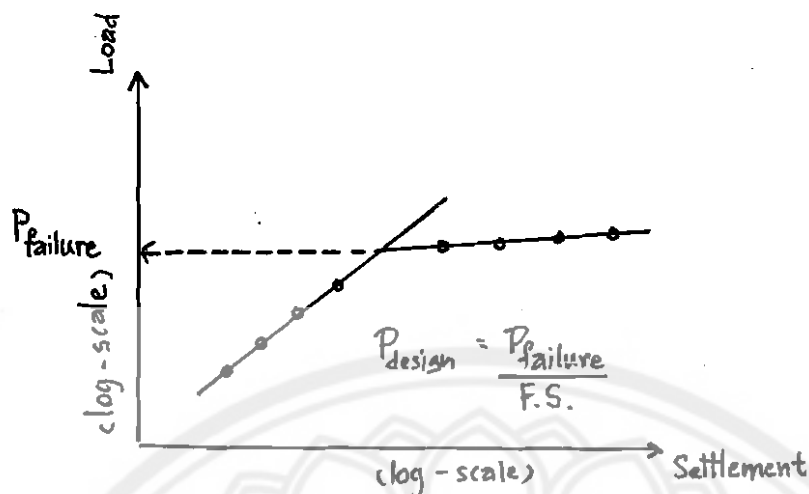
สำหรับเสาเข็มที่ทดสอบจนวิบัติ เสนอวิธีที่นิยมใช้คือ

ก. วิธีหาน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็มที่กำหนด โดย Fuller , F.M. และ Hoy , H.E. (1970) ใช้หาน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็มที่ทดสอบแบบ Quick Load Test โดยกำหนดว่า ค่าน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็ม หาได้จากการลากเส้นสัมผัส กับส่วนของกราฟที่เป็นเส้นตรงไปพบกัน



รูป 5.1(ก) การหาน้ำหนักบรรทุกประลัยที่กำหนด โดย Fuller , F.M และ Hoy , H.E.(1970)

ข. วิธีหาน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็ม ตามวิธีของ De Beer , E.E. (1975) ใช้หาน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็ม ที่ถูกทดสอบโดยวิธี Slow Maintain Load Test โดยอาศัยดูจากลักษณะกราฟ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงทดสอบเสาเข็มกับระยะทรุดตัวของเสาเข็ม De Beer , E.E. พบว่า กราฟที่เขียนด้วย log-scale ทั้งสองแกน จะสามารถลากเป็นเส้นตรงได้สองเส้น และถือว่าแรงทดสอบเสาเข็มที่จุดตัดนี้ เป็นน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็ม



รูป 5.1(ข) การหาน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็ม ตามวิธีของ De Beer, E.E.(1975)

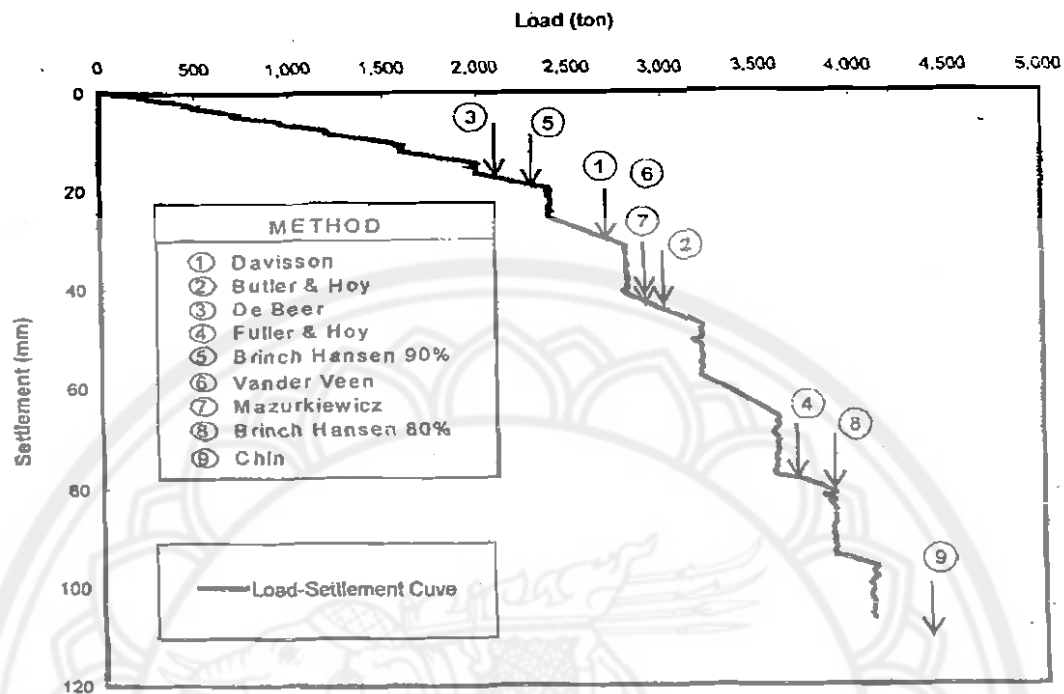
สำหรับเสาเข็มที่ไม่ได้ถูกทดสอบจนพิบัติ

CHIN (1970) ได้เสนอวิธีหาน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็มแบบนี้ขึ้น แม้ว่าการทดสอบเสาเข็มจะไม่ได้ทดสอบจนพิบัติก็ตาม จากการทดสอบการนำน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม พบว่าการทดสอบเสาเข็มนั้น คำนวณน้ำหนักทดสอบเสาเข็มกับระยะทรุดตัว จะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเป็นรูปไฮเพอร์โบลา และถ้านำเอาอัตราส่วนระหว่าง ระยะทรุดตัวกับน้ำหนักทดสอบเสาเข็ม (Δ/ϕ) และระยะทรุดตัว (s) มาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์กัน โดยให้ Δ/ϕ เป็นแกนตั้ง และ s เป็นแกนนอน จะได้เส้นตรงมีสมการดังนี้

$$\Delta/\phi = m \cdot \Delta + c \quad (5.1)$$

เมื่อ Δ = ระยะทรุดตัวของเสาเข็ม
 Q = น้ำหนักบรรทุกที่ทดสอบเสาเข็ม
 m = slope ของเส้นตรง
 c = จุดตัดของเส้นตรงบนแกนตั้ง

Load – Settlement Curve ที่ได้จากการทดสอบบรรทุกน้ำหนักบนหัวเสาเข็ม สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาในการออกแบบฐานรากเสาเข็ม ซึ่งสามารถทำให้หาค่าประเมินน้ำหนักบรรทุกสูงสุด (Ultimate Pile Load) เพื่อใช้คำนวณหาตัวที่ปลอดภัย (Factor of Safety) ซึ่งจาก 9 วิธีการหาน้ำหนักบรรทุกประลัย (รูปที่ 5.2) Fellenius ซึ่งว่าเป็นวิธีที่ให้ค่าใกล้เคียงที่สุดคือวิธีการของ Chin (1970) และวิธีการของ Brinch Hansen (1963) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้หลักคณิตศาสตร์คำนวณ ในที่นี้จะเปรียบเทียบ 3 วิธีในการหาน้ำหนักบรรทุกประลัย



รูปที่ 5.2 คำนวณหาค่าส่วนที่ปลอดภัย (Factor of Safety) จาก 9 วิธี (ภาคผนวก ก)

การเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้จากหลักเกณฑ์ทั้ง 9 วิธี และวิธีของ Manoon (2002) พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันในช่วง 22% จากค่าสูงที่สุดกับค่าต่ำสุด ดังภาคผนวก ข.

สำหรับโครงการนี้จะทำการคำนวณค่าน้ำหนักบรรทุกทุกเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.50 ม. ถึง 1.0 ม. จำนวน 54 ต้น ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ดังแสดงรายละเอียดของโครงการก่อสร้างในภาคผนวก ค. ลักษณะน้ำหนักบรรทุกทดสอบกับค่าการทรุดตัวของเสาเข็มทดสอบโดยวิธี CRP ดังแสดงในภาคผนวก ง. และสภาพชั้นดินสำหรับการออกแบบเสาเข็มในเบื้องต้น ในภาคผนวก จ.

5.2 การคำนวณกำลังรับน้ำหนักเสาเข็มโดยวิธี static method

ตารางที่ 5.1 ผลการคำนวณกำลังรับน้ำหนักเสาเข็มเจาะ (น้ำหนักบรรทุกทุกเป็น ตัน)

เสาเข็มเจาะ	สมการ A	สมการ B	สมการ C
B1	46.79	44.83	103.08
B2	15.41	13.64	50.51
B3	36.09	33.20	103.08
B4	47.01	46.52	103.08
B5	39.33	37.30	103.08
B6	43.29	41.30	103.08
B7	86.76	86.47	148.44
B8	45.96	44.79	103.08
B9	59.65	60.74	103.08
B10	47.63	46.79	103.08
B11	54.84	55.91	103.08
B12	40.82	37.67	103.08
B13	36.65	34.09	103.08
B14	44.58	43.46	103.08
B15	82.09	81.55	148.44
B16	38.35	33.53	103.08
B17	61.69	63.42	103.08
B18	72.07	69.86	148.44
B19	-	-	-
B20	36.08	32.46	103.08
B21	50.76	50.55	103.08
B22	62.60	58.15	148.44
B23	47.26	43.28	103.08

B24	41.08	39.40	103.08
B25	24.57	21.36	91.08
B26	46.75	45.27	103.08
B27	30.56	29.49	65.97
B28	59.96	61.11	103.08
B29	45.56	40.42	148.44
B30	39.50	37.50	103.08
B31	50.23	48.96	103.08
B32	61.67	58.40	148.44
B33	63.96	60.47	148.44
B34	35.63	32.63	103.08
B35	37.93	34.91	103.08
B36	49.21	49.16	103.08
B37	53.15	48.17	148.44
B38	43.37	42.15	103.08
B39	39.14	37.07	103.08
B40	38.48	37.22	103.08
B41	63.67	59.40	148.44
B42	49.00	48.44	103.08
B43	99.72	102.70	148.44
B44	78.46	75.16	148.44
B45	-	-	-
B46	-	-	-
B47	64.79	66.91	103.08
B48	-	-	-
B49	59.92	60.59	103.08
B50	50.12	49.78	103.08

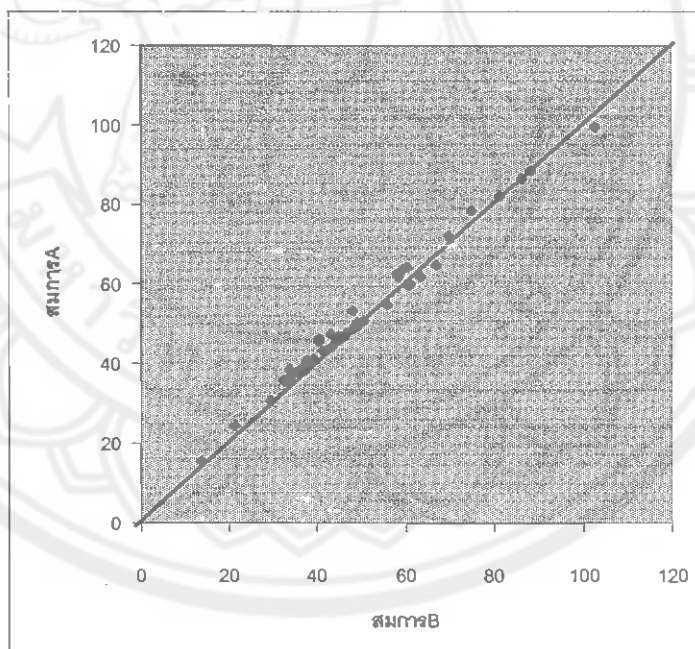
B51	46.21	40.52	148.44
B52	38.06	35.77	103.08
B53	-	-	-
B54	88.51	88.23	148.44

หมายเหตุ : สมการ A ; $Q_a = \frac{Q_s + Q_b}{3}$

$$\text{สมการ B ; } Q_a = \frac{Q_s + Q_b}{2.5} - W_p$$

$$\text{สมการ C ; } Q_a = 0.25 f'_c A \quad ; f'_c = 210 \text{ ksc}$$

5.2.1 เปรียบเทียบ สมการ A กับ สมการ B

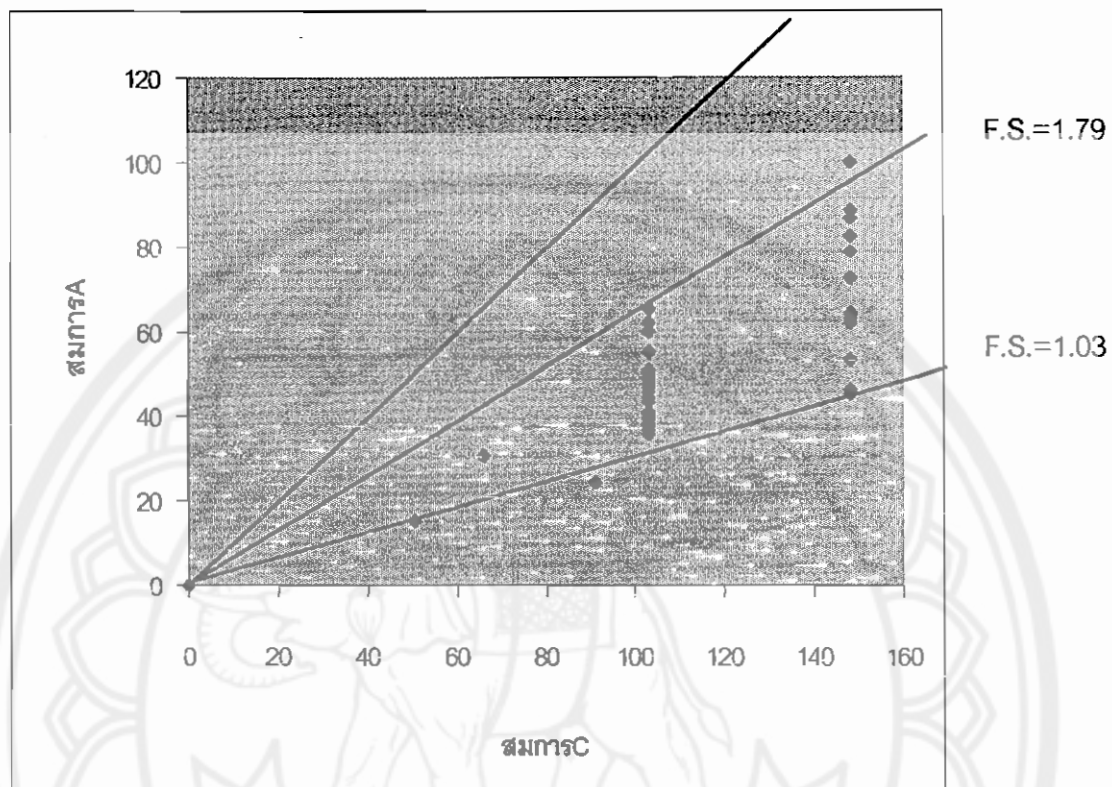


$$r = 0.988$$

รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคำนวณจากสมการ A กับ สมการ B

5.2.2 เปรียบเทียบ สมการ A กับ สมการ C

F.S.=3



รูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคำนวณจากสมการ A กับ สมการ C

5.3 การเปรียบเทียบผลการคาดคะเนกำลังเสาชื้อมเจาะจากผลการทดสอบ

ตารางที่ 5.2 ผลการคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักเสาชื้อมเจาะ (น้ำหนักบรรทุกทุกเป็น ต้น)

เสาชื้อมเจาะ	วิธีของ Chin	วิธีของ Brinch Hansen	วิธี Settlement – Logarithmic ratio method
B1	162.9	143.5	150.6#
B2	81.2	75.0	78.2#
B3	155.5	137.8	133.5
B4	172.1	165.9	141.9
B5	134.4	90.0**	107.0
B6	143.7	127.2	139.5#
B7	307.1	267.4	275.8#
B8	164.8	150.3	140.5
B9	202.8	178.5	176.7
B10	174.8	152.3	165.9#
B11	209.7	191.6	168.9
B12	129.0	120.1	125.3#
B13	134.4	90.0**	107.0
B14	162.2	140.8	143.7#
B15	296.1	100.0**	230.7
B16	150.1	130.2	136.5#
B17	194.5	169.5	182.4#
B18	227.0	200.3	217.5#
B19	192.3	175.1	170.4
B20	164.96	149.28	160.82
B21	197.6	130.0**	151.9
B22	194.2	183.6	153.3
B23	226.2	196.9	213.9#

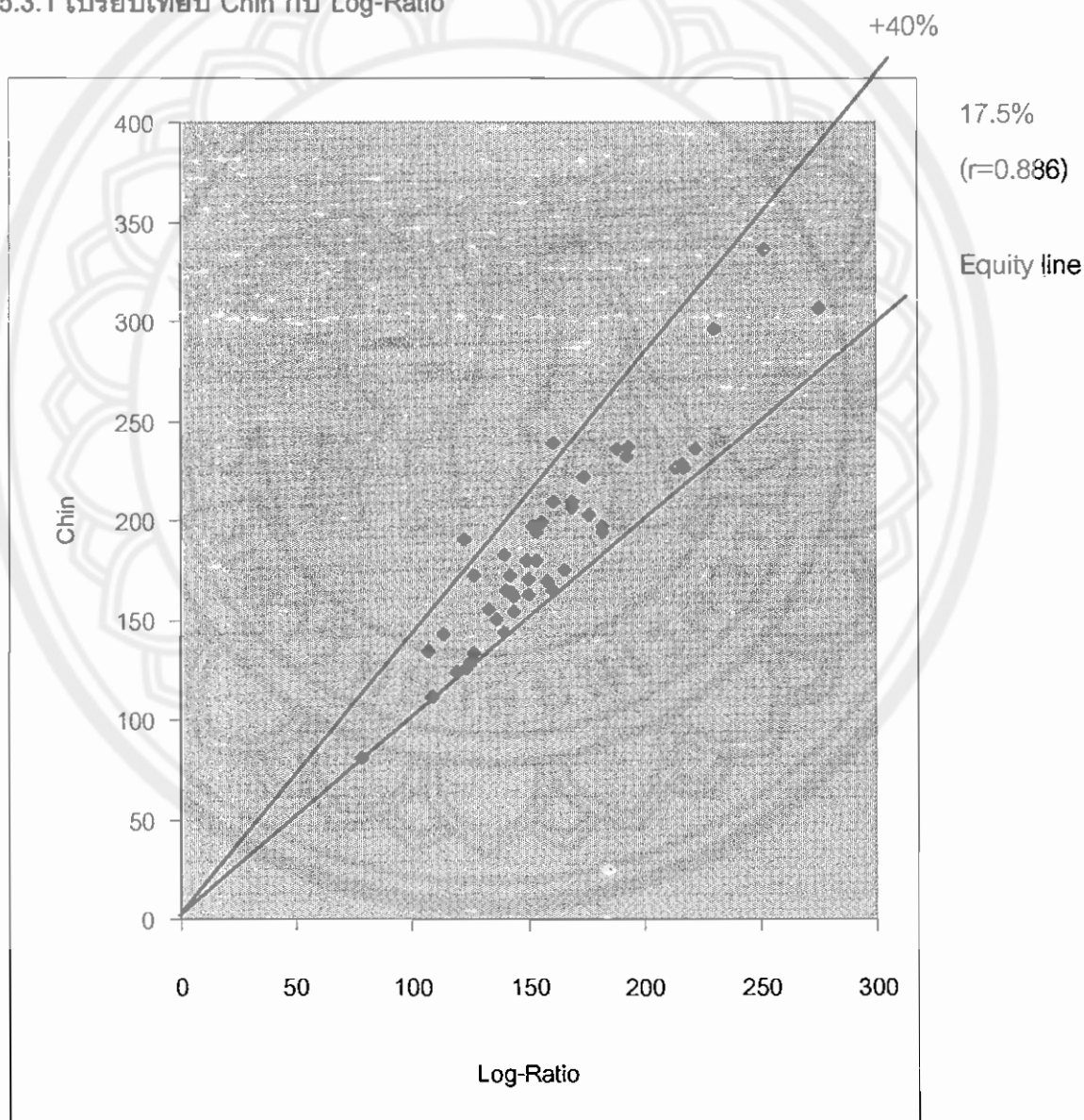
B24	180.1	159.1	153.5
B25	111.5	105.8	109.0#
B26	182.7	120.0**	139.8
B27	123.8	112.6	119.4#
B28	180.0	120.0**	149.6
B29	206.8	190.8	169.1
B30	169.4	151.4	158.7#
B31	172.1	110.0**	126.6
B32	196.7	170.9	181.9#
B33	228.2	203.2	216.4
B34	154.6	134.5	144.1#
B35	164.0	110.0**	143.0
B36	196.9	189.3	152.9
B37	235.8	226.7	189.1
B38	170.5	162.3	150.1
B39	125.8	113.5	123.1#
B40	133.1	117.8	127.0#
B41	236.2	208.1	222.4
B42	199.1	194.4	156.1
B43	232.1	209.3	193.0
B44	416.4	220.0**	332.6#
B45	154.3	148.1	139.3
B46	206.7	120.0**	161.3
B47	190.5	100.0**	122.9
B48	143.0	85.0**	113.9
B49	238.6	130.0**	161.2
B50	209.6	130.0**	161.2

B51	335.8	288.0	251.5
B52	222.3	194.8	174.0
B53	209.8	184.2	191.5#
B54	237.5	140.0**	194.0

หมายเหตุ : ** ค่าสูงสุดของน้ำหนักบรรทุกทดสอบจริง

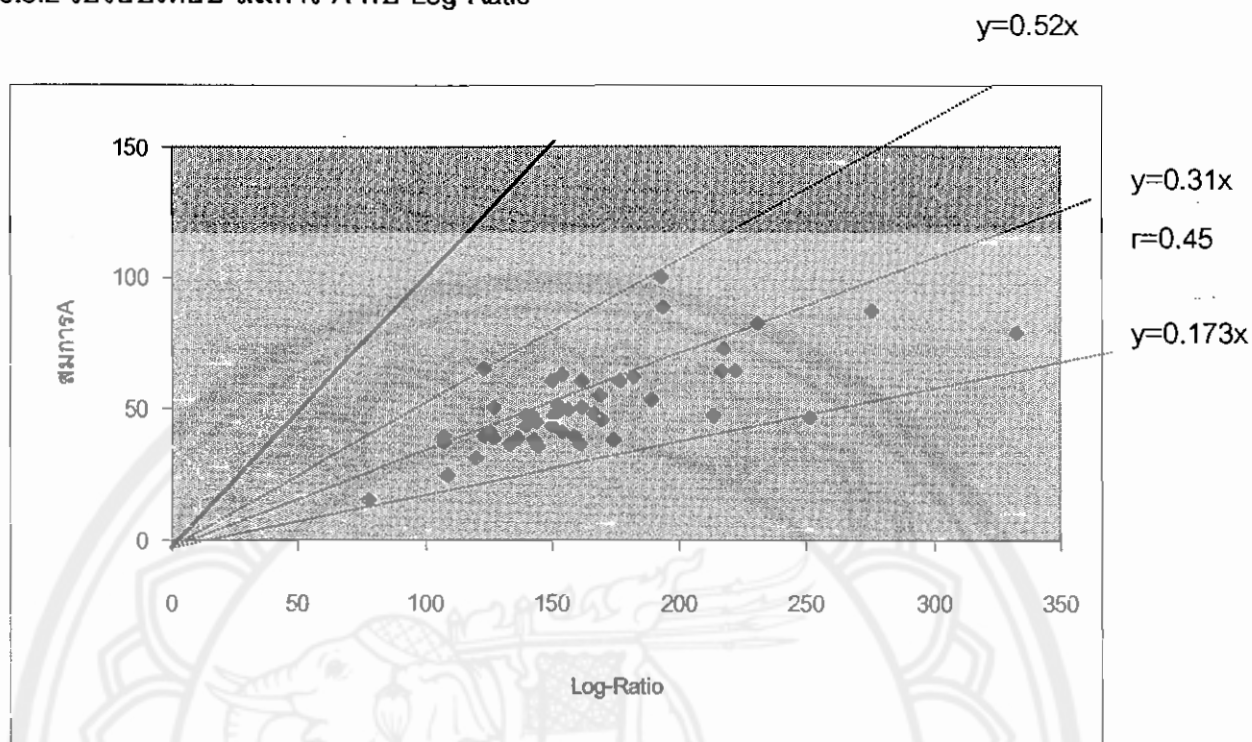
ค่าคลาดเคลื่อนเนื่องจากข้อมูล

5.3.1 เปรียบเทียบ Chin กับ Log-Ratio



รูปที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคำนวณจากวิธีของ Chin กับวิธีของ Manoon

5.3.2 เปรียบเทียบ สมการ A กับ Log-Ratio



รูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคำนวณจากสมการ A กับวิธีของ Manoon

5.4 สรุปผลการคำนวณ

1. กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยจากสมการ A และ จากสมการ B มีสายสัมพันธ์กันด้วยสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (r) = 0.988
2. การคำนวณกำลังรับน้ำหนักปลอดภัยจากสมการ A โดยเฉลี่ยได้ค่าสูงกว่าสมการ B เล็กน้อย
3. ค่ากำลังรับน้ำหนักออกแบบสำหรับเสาเข็ม Ø 0.5 ถึง Ø 1.0 ม. มีค่าความปลอดภัยเมื่อเทียบกับกำลังประลัยของวัสดุเสาเข็มจากสมการ C อยู่ในช่วง F.S.=1.03 ถึง F.S.=1.79 ทั้งนี้ไม่รวมข้อมูลจากเสาเข็มขนาด 0.35 – 0.40 ม.
4. วิธีของ Chin , วิธีของ Brinch – Hansen และวิธี Settlement – Log ratio ใช้หลักการคณิตศาสตร์ในการคำนวณหากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มทดสอบ
5. ค่ากำลังรับน้ำหนักประลัย คำนวณจากวิธีของ Chin สูงกว่าค่าที่ได้จาก Settlement – Log ratio โดยเฉลี่ย 17.5%
6. กำลังรับน้ำหนักออกแบบ คำนวณจากสมการ A มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 17.3% – 52% ของกำลังรับน้ำหนักประลัยที่คำนวณจาก Settlement – Log ratio