

บทที่ 4

รายงานการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผล

ความนำ

การรายงานและวิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่จะแสดงเป็นตัวอย่างการวิเคราะห์การออกแบบโครงสร้างพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง จำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อเป็นการตรวจสอบผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามหลักการวิเคราะห์ที่เสนอมาว่าสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมที่ได้รับความนิยมที่ผ่านมา รวมถึงแสดงถึงความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ในลักษณะอย่างอื่น

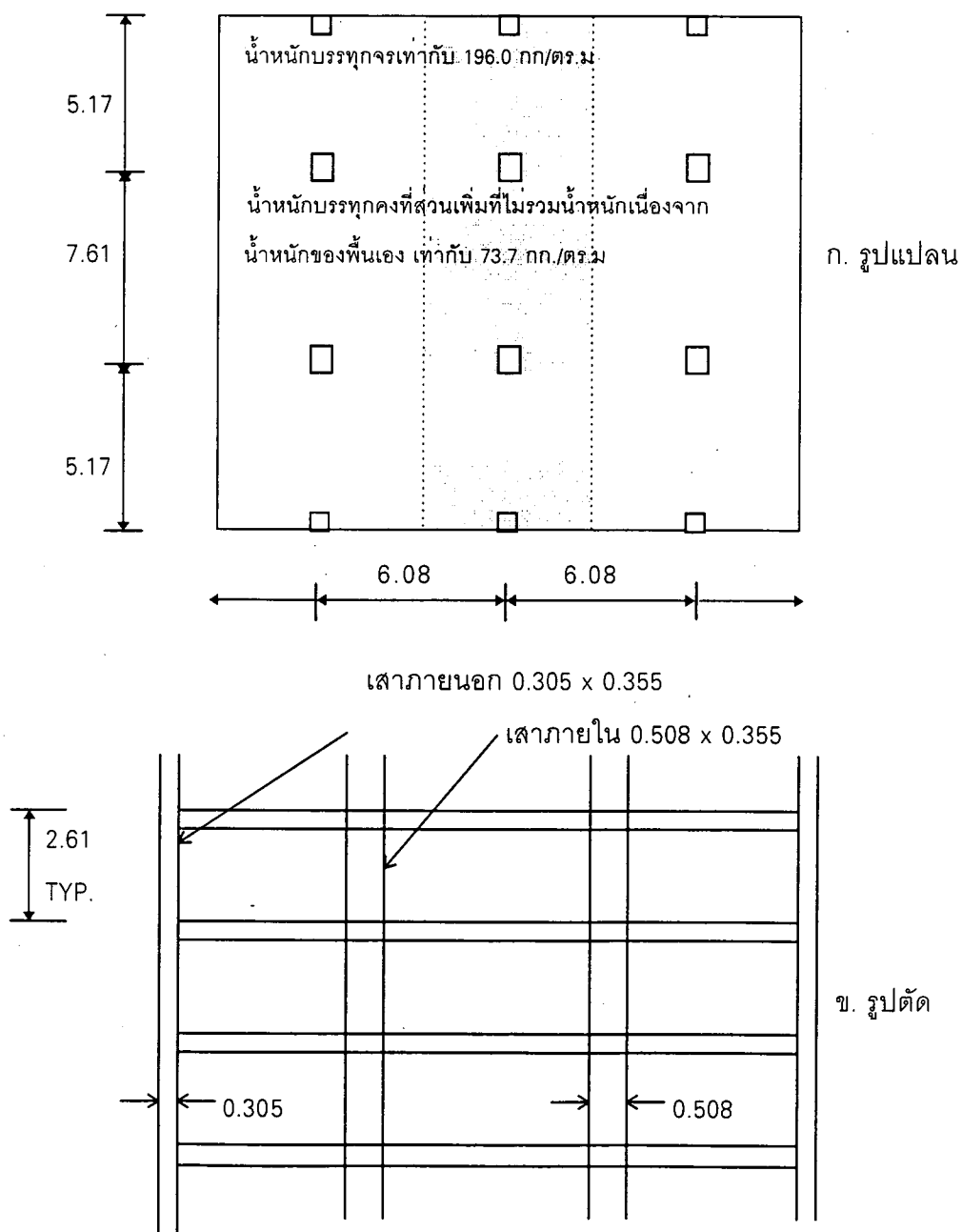
ตัวอย่างที่ 1 เป็นการออกแบบโครงสร้างพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง แบบไร้แรงยึดเหนี่ยว ซึ่งไม่รวมการออกแบบที่เหมาะสม (Optimum Design) เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ADAPT และตัวอย่างใน PTI เป็นการยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ตามขั้นตอนปกติสอดคล้องกับตัวอย่างที่ได้รับความนิยมเชื่อถือ

ตัวอย่างที่ 2 เป็นการออกแบบโครงสร้างพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง แบบไร้แรงยึดเหนี่ยว และพิจารณาถึงการออกแบบที่เหมาะสม (Optimum Design) เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงจากลวดอัดแรงกับราคาของโครงสร้างที่วิเคราะห์จากโปรแกรมที่วิจัยที่ไม่รวมการออกแบบที่เหมาะสมโดยการวิเคราะห์ซ้ำโดยการทำทุกๆ ข้อมูลที่อยู่ในขอบเขตคำตอบสมการในความน่าจะเป็น เป็นการยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ตามขั้นตอนปกติสอดคล้องกับตัวอย่างที่ได้รับความนิยมเชื่อถือ

ตัวอย่างที่ 3 เป็นการออกแบบโครงสร้างพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง โดยโครงสร้างแบบเดียวกับตัวอย่างที่ 2 แต่ระบบพื้นเป็นแบบมีแรงยึดเหนี่ยว ซึ่งรวมการออกแบบที่เหมาะสม (Optimum Design)

รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 1

การออกแบบโครงสร้างในตัวอย่างที่ 1 เป็นการออกแบบโครงสร้างพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง แบบไร้แรงยึดเหนี่ยว ในจำนวนช่วงเสา 3 เสา แบบรายละเอียดของโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุกแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงรูปแปลนและรูปตัดของพื้นคอนกรีตอัดแรงไร้คาน

ตารางที่ 4.1 ก เปรียบเทียบผลของโมเมนต์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างในตัวอย่าง 1

ลำดับที่	ผลการวิเคราะห์โมเมนต์ที่เกิดขึ้นบริเวณพื้น	ค่าที่ได้ จาก PTI (t-m)	ค่าที่ได้ จาก ADAPT (t-m)	ค่าที่ได้ จาก วิจัยนี้ (t-m)
1	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ ที่กึ่งกลางเสาดันที่ 1	-1.58	-1.55	-1.77
2	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ ที่เสาดันที่ 2 ด้านซ้าย	-10.55	-10.68	-11.03
3	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ ที่เสาดันที่ 2 ด้านขวา	-12.99	-13.09	-12.89
4	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร ที่กึ่งกลางเสาดันที่ 1	-0.65	-0.65	-0.74
5	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร ที่กึ่งกลางเสาดันที่ 2 ด้านซ้าย	-4.39	-4.45	-4.60
6	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร ที่กึ่งกลางเสาดันที่ 2 ด้านขวา	-5.41	-5.47	-5.37
7	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ ที่หน้าเสาดันที่ 1	-0.83	-0.73	-0.95
8	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ หน้าเสาดันที่ 2 ด้านซ้าย	-9.29	-8.44	-8.79
9	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ หน้าเสาดันที่ 2 ด้านขวา	-11.15	-10.42	-10.22
10	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร ที่หน้าเสาดันที่ 1	-0.34	-0.30	-0.40
11	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร ที่หน้าเสาดันที่ 2 ด้านซ้าย	-3.87	-3.52	-3.66
12	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร ที่หน้าเสาดันที่ 2 ด้านขวา	-4.64	-4.34	-4.26
13	เนื่องจากน้ำหนักสมดุล ที่กึ่งกลางเสาดันที่ 1	1.48	0.83	1.00
14	เนื่องจากน้ำหนักสมดุล ที่กึ่งกลางเสาดันที่ 2 ด้านซ้าย	7.96	7.54	6.43
15	เนื่องจากน้ำหนักสมดุล ที่กึ่งกลางเสาดันที่ 2 ด้านขวา	8.89	8.19	7.18
16	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกที่สภาวะประลัย ที่หน้าเสาดันที่ 1	-0.20	-0.16	-0.99
17	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกที่สภาวะประลัย ที่หน้าเสาดันที่ 2 ด้านซ้าย	-19.00	-17.21	-17.97
18	เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกที่สภาวะประลัย ที่หน้าเสาดันที่ 2 ด้านขวา	-21.80	-20.73	-21.35

ลำดับที่ 1-15 คัดที่สภาวะใช้งาน

ลำดับที่ 16-18 คัดที่สภาวะประลัย

ตารางที่ 4.1 ข เปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างในตัวอย่าง 1

ลำดับที่	ผลการวิเคราะห์	ค่าที่ได้ จาก PTI	ค่าที่ได้ จาก ADAPT	ค่าที่ได้ จาก วิจัยนี้
1	หน่วยแรงดึงในพื้นที่หน้าเสาดันที่ 2 ติดกับช่วงเสาใน	17.60	15.00	14.79
2	หน่วยแรงดึงในพื้นที่กึ่งกลางระหว่างช่วงเสาใน	9.30	6.14	10.29
3	พื้นที่เหล็กเสริมบนที่เสาดันที่ 1	-	3.21	11.60
4	พื้นที่เหล็กเสริมบนที่เสาดันที่ 2	7.93	9.28	10.11
5	พื้นที่เหล็กเสริมล่างที่เสากึ่งกลางช่วงเสาที่ 1	-	0	1.90
6	พื้นที่เหล็กเสริมล่างที่เสากึ่งกลางช่วงเสาที่ 2	4.77	1.29	5.66
7	หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ในพื้นที่เสาช่วงนอก	15.11	15.35	15.35
8	หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ในพื้นที่เสาช่วงใน	16.30	16.50	16.49
9	หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในพื้นที่เสาช่วงนอก	-	8.18	7.78
10	หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในพื้นที่เสาช่วงใน	17.22	17.39	15.34
11	การแอ่นตัวของพื้นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่ช่วงเสา 1	-	0.10	0.11
12	การแอ่นตัวของพื้นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่ช่วงเสา 2	-	0.70	0.69
13	การแอ่นตัวของพื้นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่ช่วงเสา 3	-	0.10	0.11

ลำดับที่ 1-2 และ 11-13 คิดที่สภาวะใช้งาน ลำดับที่ 3-10 คิดที่สภาวะประลัย

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์โครงสร้างที่ได้จากการวิจัยกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เชื่อถือได้ สำหรับตัวอย่างที่ 1 จะเห็นว่า

1. ค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่กึ่งกลางเสา เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยเสาดันที่ 1 ค่าโมเมนต์ลบที่ได้จากการวิจัยมีค่ามากกว่าโปรแกรม ADAPT และตัวอย่างใน PTI ประมาณโดยเฉลี่ย 8.7 % ส่วนเสาดันที่ 2 โปรแกรมที่วิจัยมีค่ามากกว่าโปรแกรม ADAPT 3.3 % และตัวอย่างใน PTI 4.4 %

ค่าโมเมนต์ลบที่ได้จาก PTI หาได้มาจากการใช้วิธีการกระจายโมเมนต์ (Moment Distribution) 2 รอบ และค่าโมเมนต์ลบที่ได้จากโปรแกรมวิจัยและ ADAPT ได้มาจากการวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีการรวมสติเฟนส์โดยตรง (Direct Stiffness Method)

2. ค่าโมเมนต์ลบที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่หน้าเสา เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกคงที่หรือน้ำหนักบรรทุกจร พบว่าผลของโปรแกรมวิจัยมีค่าใกล้เคียงกับโปรแกรม ADAPT โดยเสาดันที่ 2 โปรแกรมที่วิจัยมีค่ามากกว่าโปรแกรม ADAPT 3.2 % และตัวอย่างใน PTI 4.6 %

3. ค่าโมเมนต์เนื่องจากน้ำหนักสมดุลง พบว่าผลของโปรแกรมวิจัยมีค่าใกล้เคียงกับโปรแกรม ADAPT มากกว่าตัวอย่างใน PTI ทั้งนี้เพราะค่าที่ได้จากโปรแกรมวิจัยและ ADAPT ได้มาจากการวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีเดียวกันคือวิธีการสติเฟเนสโดยตรง

4. ค่าหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นในพื้นที่หน้าเสาจากโปรแกรมที่วิจัยมีค่าใกล้เคียงกับโปรแกรม ADAPT มากกว่าตัวอย่างใน PTI ส่วนค่าหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นในพื้นที่กึ่งกลางช่วงเสาในจะมีค่าใกล้เคียงกัน

5. ค่าพื้นที่เหล็กเสริมที่ต้องการ เนื่องจากค่าโมเมนต์ที่มีค่าไม่เท่ากันทำให้ปริมาณเหล็กเสริมที่หาได้มีค่าไม่เท่ากันด้วย

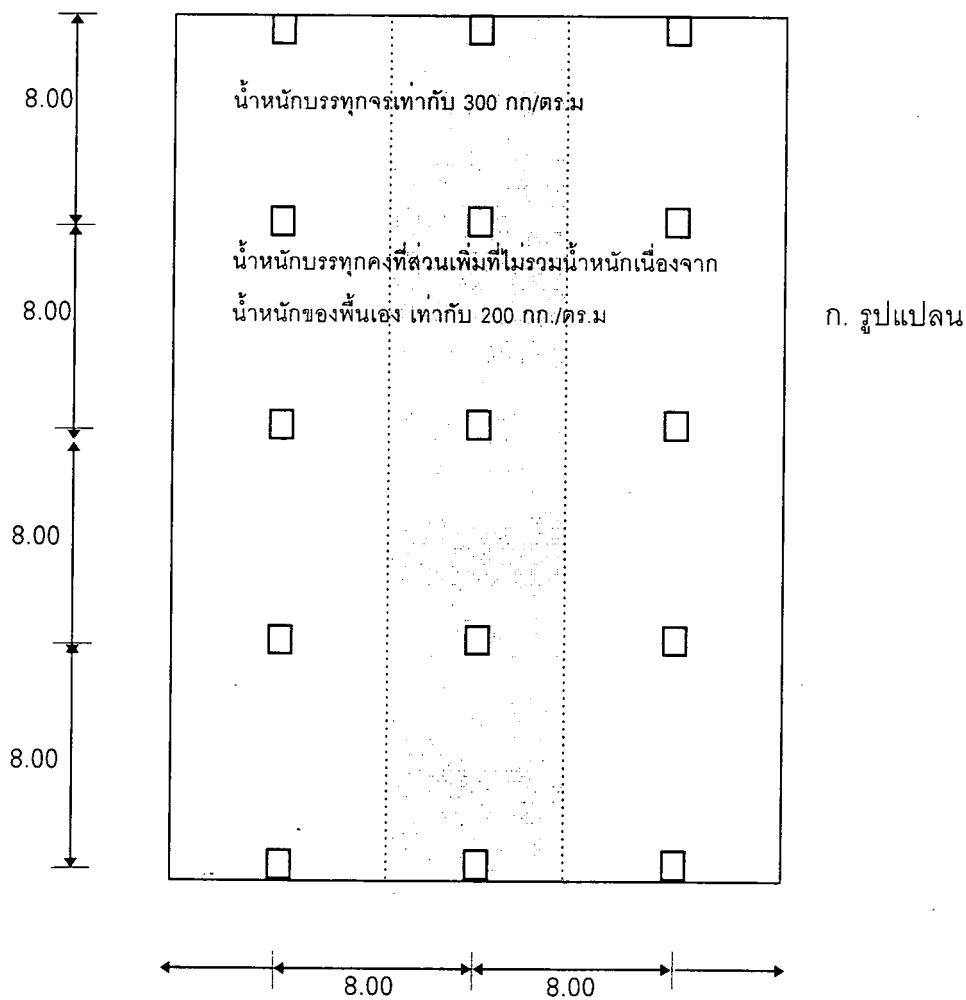
6. ค่าหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นและหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ จากโปรแกรมที่วิจัยกับโปรแกรม ADAPT จะมีค่าใกล้เคียงกัน

7. ค่าการแอ่นตัวของโปรแกรมที่วิจัยมีค่าใกล้เคียงกับ โปรแกรม ADAPT

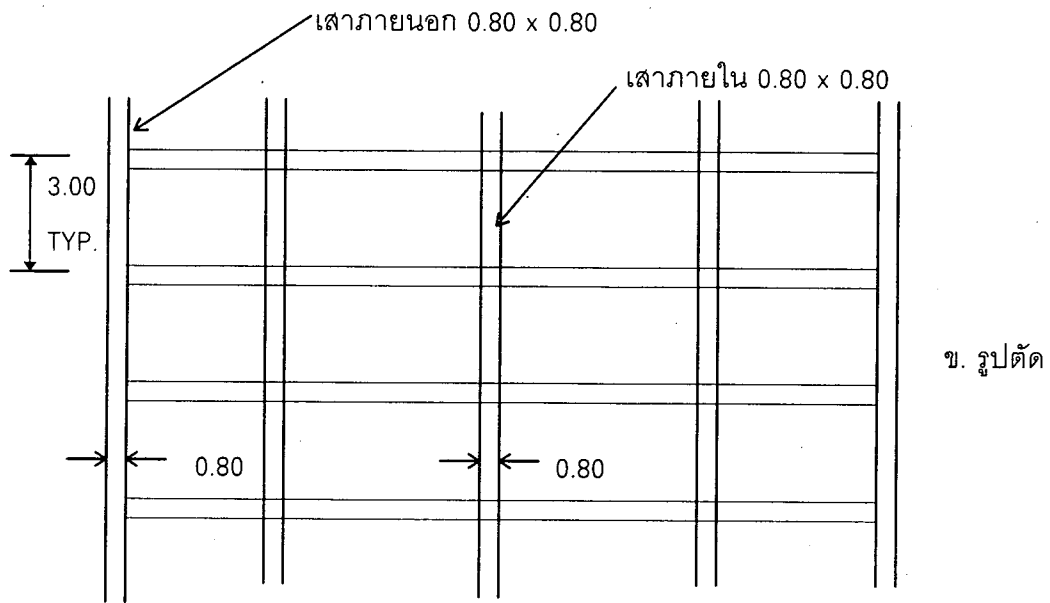
ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถสรุปความน่าเชื่อถือของโปรแกรมที่วิจัยได้ว่าสามารถเชื่อถือได้ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาโปรแกรมต่อไป ซึ่งจะนำผลของการคำนึงการออกแบบที่เหมาะสมไว้ด้วย ซึ่งจะแสดงผลการวิเคราะห์ได้ในตัวอย่างที่ 2

รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 2

การออกแบบโครงสร้างในตัวอย่างที่ 2 เป็นการออกแบบโครงสร้างพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง แบบโรแรงยึดเหนี่ยว รวมการคำนึงถึงการออกแบบอย่างเหมาะสมตามการวิจัยแบบรายละเอียดของโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุกทุกแสดงในรูปที่ 4.2 ก ถึง รูปที่ 4.2 ข โดยการแสดงผลที่ได้ดูจากรูปที่ 4.2 ค ถึง รูปที่ 4.2 ฉ

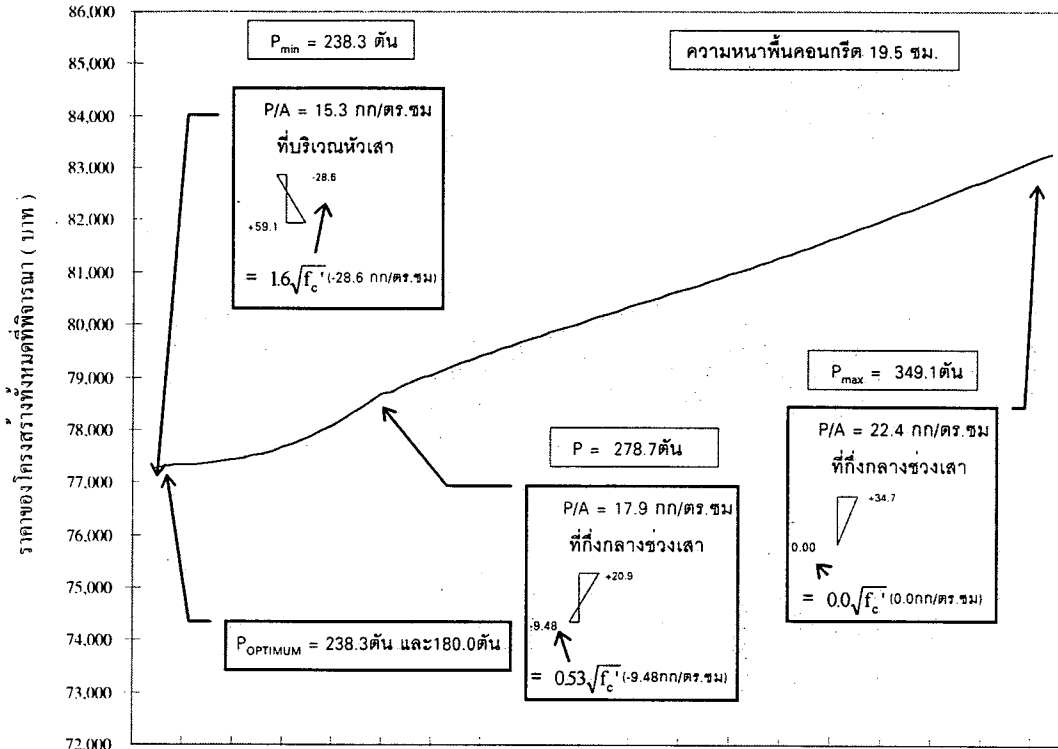


รูปที่ 4.2ก แสดงรูปแปลนของพื้นคอนกรีตอัดแรงไร้คานตัวอย่างที่ 2



รูปที่ 4.2 ข แสดงรูปตัดของพื้นคอนกรีตอัดแรงไร้คานตัวอย่างที่ 2

พิจารณาให้แรงประสิทธิผลไม่เท่ากันทุกช่วงของความยาวเสา



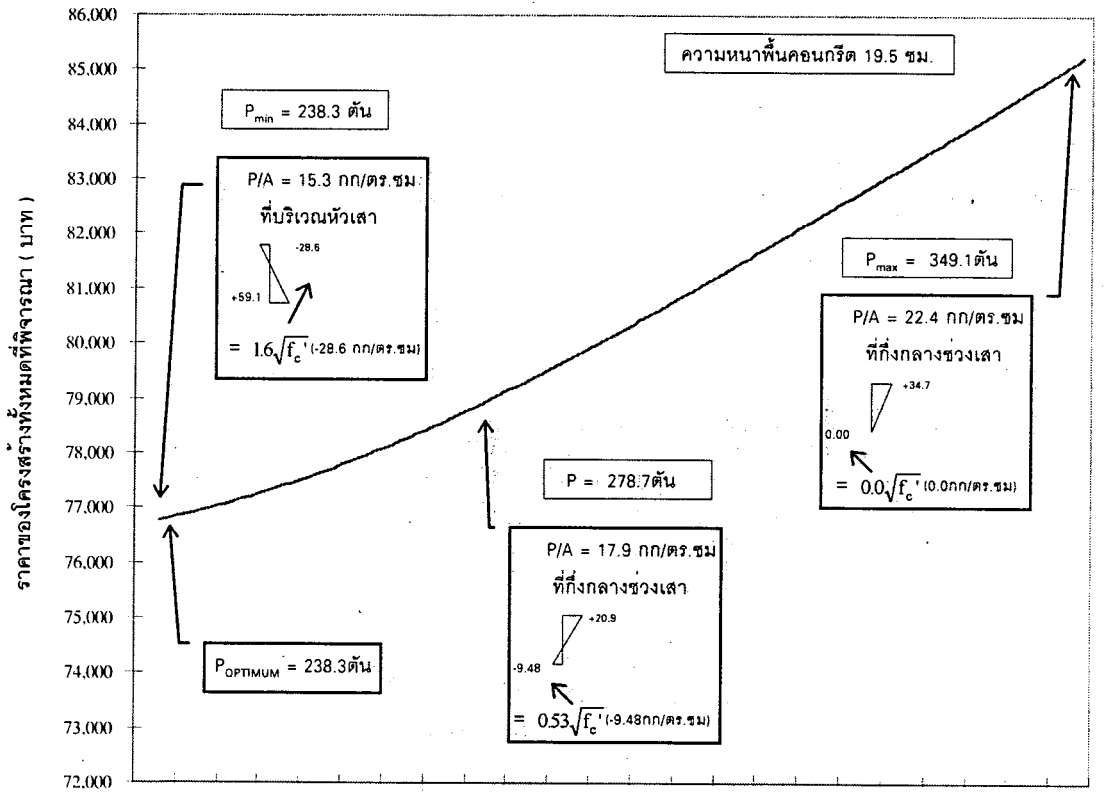
แรงช่วงเสาที่ 1.4	236	242	251	259	267	275	282	287	293	298	303	309	314	319	325	330	336	341	346
แรงช่วงเสาที่ 2.3	180	183	188	193	198	203	208	213	218	223	228	233	238	243	248	253	258	263	268

แรงประสิทธิผลของลวดอัดแรง (ตัน)

แรงประสิทธิผล คือ แรงอัดในคอนกรีตหลังจากหักการสูญเสียแรงอัดเริ่มแรกและแรงอัดตามกาลเวลาแล้ว

รูปที่ 4.2ค แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างราคาของโครงสร้างที่พิจารณากับแรงประสิทธิผลของลวดอัดแรง (พิจารณาให้แรงประสิทธิผลไม่เท่ากันทุกช่วงความยาวของเสา)

พิจารณาให้แรงประสิทธิผลเท่ากันทุกช่วงของความยาวเสา

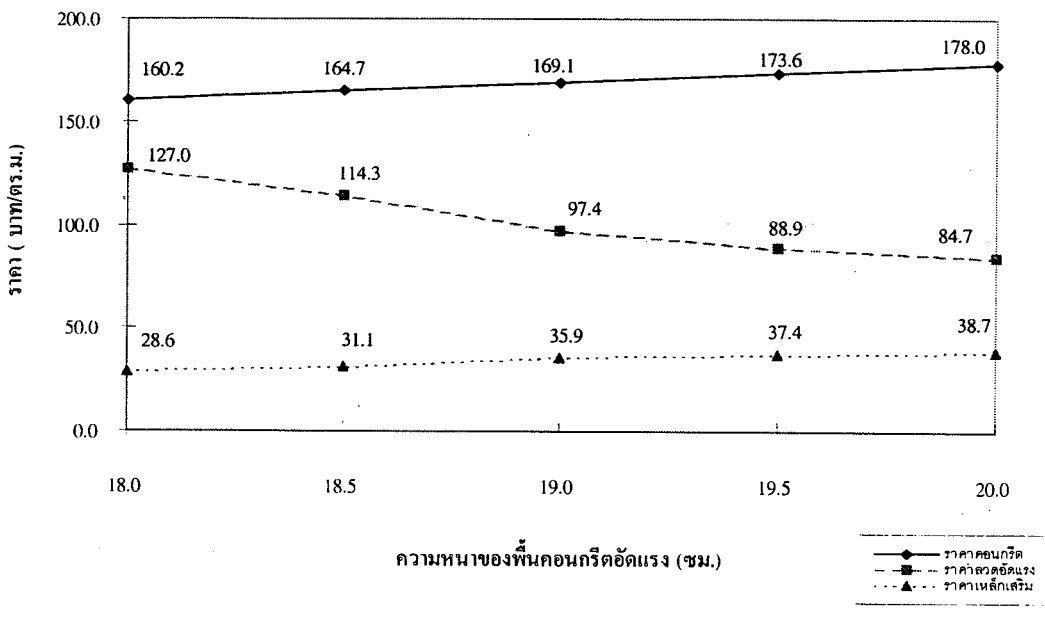


แรงช่วงเสาที่ 1.4	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350
แรงช่วงเสาที่ 2.3	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350

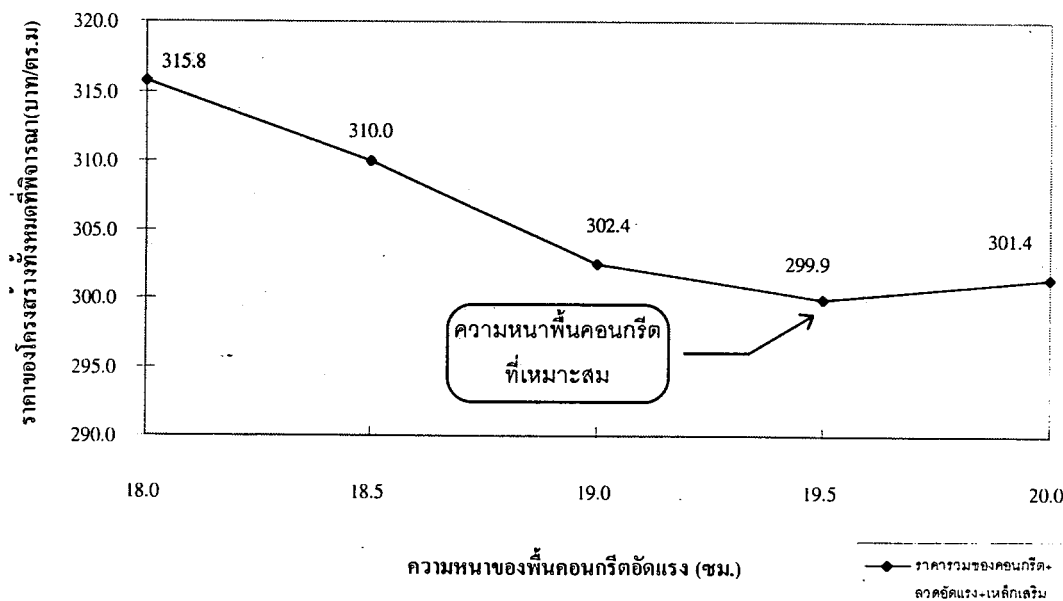
แรงประสิทธิผลของลวดอัดแรง (ตัน)

แรงประสิทธิผล คือ แรงอัดในคอนกรีตหลังจากหักค่าการสูญเสียแรงอัดเริ่มแรกและแรงอัดตามกาลเวลาแล้ว

รูปที่ 4.2ง แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างราคาของโครงสร้างที่พิจารณากับแรงประสิทธิผลของลวดอัดแรง (พิจารณาให้แรงประสิทธิผลเท่ากันทุกช่วงความยาวของเสา)



รูปที่ 4.2จ แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างราคาต่อหน่วยพื้นที่ของแต่ละวัสดุกับความหนาของพื้นคอนกรีตอัดแรงในทิศทางของโครงสร้างที่พิจารณา



รูปที่ 4.2ข แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างราคารวมต่อหน่วยพื้นที่ของโครงสร้างทั้งหมดกับความหนาของพื้นคอนกรีตอัดแรงในทิศทางของโครงสร้างที่พิจารณา

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์โครงสร้างที่วิจัย สำหรับ ตัวอย่างที่ 2 จะเห็นว่า

1. ในรูปที่ 4.2ค เป็นการพิจารณาให้แรงประสิทธิผลในแต่ละช่วงเสาขึ้นอยู่กับแรงดัดที่เกิดขึ้น พบว่าในเส้นสมการช่วงแรกสามารถที่จะสร้างเส้นกราฟสมการโพลีโนเมียลกำลังสองเชื่อมระหว่างข้อมูลโดยใช้ 3 ข้อมูล โดยจุดแรกจะเป็นแรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดคือ ช่วงเสาที่ 1 และ 4 แรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดคือ 238.3 ตัน และช่วงเสาที่ 2 และ 3 แรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดคือ 180.0 ตัน ที่จะทำให้เกิดหน่วยแรงดัดที่บริเวณหัวเสาที่รับโมเมนต์ลบ เท่ากับ $1.6\sqrt{f_c}$ (28.6 กก./ตร.ซม) และแรงประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นถึงจุดที่สองโดยช่วงเสาที่ 1 และ 4 แรงประสิทธิผลคือ 278.7 ตัน และช่วงเสาที่ 2 และ 3 แรงประสิทธิผลคือ 205.0 ตัน ที่ทำให้เกิดหน่วยแรงดัดที่บริเวณช่วงกลางระหว่างเสาที่รับโมเมนต์บวก มีค่าเท่ากับ $0.53\sqrt{f_c}$ (9.4 กก./ตร.ซม) และเพิ่มข้อมูลแรงประสิทธิผลระหว่างค่าแรงประสิทธิผลทั้งสองอีก 1ค่า ก็สามารถที่จะสร้างสมการโพลีโนเมียลกำลังสองที่เชื่อมระหว่างข้อมูลของทั้งสามจุด

และในเส้นสมการช่วงหลังสามารถที่จะสร้างเส้นกราฟสมการโพลีโนเมียลกำลังสี่เชื่อมระหว่างข้อมูลโดยใช้ 5 ข้อมูล โดยพิจารณาจากแรงประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นจากจุดที่สอง จนถึงค่าแรงประสิทธิผลที่มากที่สุด คือช่วงเสาที่ 1 และ 4 แรงประสิทธิผลมากที่สุดคือ 349.1 ตัน และช่วงเสาที่ 2 และ 3 แรงประสิทธิผลมากที่สุดคือ 270.9 ตัน ที่หน่วยแรงอัดเฉลี่ยไม่เกิน 35 กก./ตร.ซม. หรือจุดที่เพิ่มแรงประสิทธิผลต่อไปแล้วก็ไม่ทำให้เหล็กเสริมในพื้นที่คอนกรีตไว้คานอัดแรงภายหลังลดลง และเพิ่มข้อมูลแรงประสิทธิผลระหว่างค่าแรงประสิทธิผลทั้งสองอีก 3 ค่า ก็สามารถที่จะสร้างสมการโพลีโนเมียลกำลังสี่ที่เชื่อมระหว่างข้อมูลของทั้งห้าจุด จะพบว่าในช่วงของความน่าจะเป็นที่ทำให้ค่าราคาของโครงสร้างที่พิจารณามีค่าต่ำที่สุดใกล้เคียงกับค่าที่เป็นจริง

2. ในรูปที่ 4.2ง เป็นการพิจารณาให้แรงประสิทธิผลในแต่ละช่วงเสาเท่ากันหมด พบว่าในเส้นสมการช่วงแรกสามารถที่จะสร้างเส้นกราฟสมการโพลีโนเมียลกำลังสองเชื่อมระหว่างข้อมูลโดยใช้ 3 ข้อมูล โดยจุดแรกจะเป็นแรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดคือ 238.3 ตัน ที่จะทำให้เกิดหน่วยแรงดัดที่บริเวณหัวเสาที่รับโมเมนต์ลบ เท่ากับ $1.6\sqrt{f_c}$ (28.6 กก./ตร.ซม) และแรงประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นถึงจุดที่สอง แรงประสิทธิผลคือ 278.7 ตัน ที่ทำให้เกิดหน่วยแรงดัดที่บริเวณช่วงกลางระหว่างเสาที่รับโมเมนต์บวก มีค่าเท่ากับ $0.53\sqrt{f_c}$ (9.4 กก./ตร.ซม) และเพิ่มข้อมูลแรงประสิทธิผลระหว่างค่าแรงประสิทธิผลทั้งสองอีก 1ค่า ก็สามารถที่จะสร้างสมการโพลีโนเมียลกำลังสองที่เชื่อมระหว่างข้อมูลของทั้งสามจุด

และในเส้นสมการช่วงหลังสามารถที่จะสร้างเส้นกราฟสมการโพลีโนเมียลกำลังสี่เชื่อมระหว่างข้อมูลโดยใช้ 5 ข้อมูล โดยพิจารณาจากแรงประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นจากจุดที่สอง จนถึงค่าแรงประสิทธิผลที่มากที่สุด คือ 349.1 ตัน ที่หน่วยแรงอัดเฉลี่ยไม่เกิน 35 กก./ตร.ซม. หรือจุดที่เพิ่มแรง

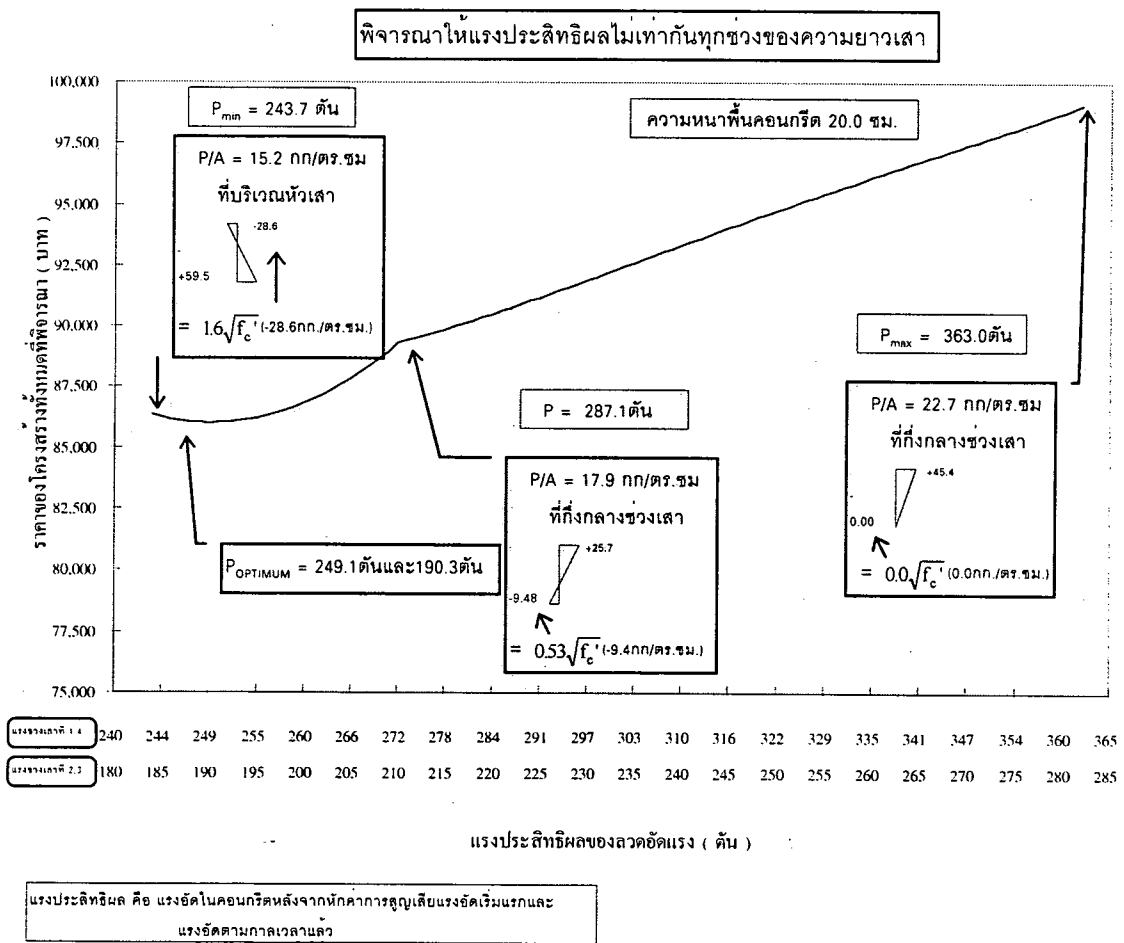
ประสิทธิภาพต่อไปแล้วก็ไม่ทำให้เหล็กเสริมในพื้นที่คอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลังลดลง และเพิ่มข้อมูลแรงประสิทธิภาพระหว่างค่าแรงประสิทธิภาพทั้งสองอีก 3 ค่า สามารถที่จะสร้างสมการโพลีโนเมียลกำลังสี่ที่เชื่อมระหว่างข้อมูลของทั้งห้าจุด จะพบว่าในช่วงของความเป็นไปได้ที่ทำให้ค่าราคาของโครงสร้างที่พิจารณามีค่าต่ำที่สุดใกล้เคียงกับค่าที่เป็นจริง

3. จากการพิจารณาราคาทั้งหมดของโครงสร้างพื้นที่พิจารณาพบว่ากรณีการให้แรงประสิทธิภาพเท่ากันทุกช่วงความยาวเสาจะให้ราคาต่ำกว่ากรณีให้แรงประสิทธิภาพในแต่ละช่วงเสาเพียงพอสำหรับรับแรงดัด ทั้งนี้เนื่องจากกรณีของตัวอย่างดังกล่าวพบว่าราคาของอุปกรณ์ลิมิตมอดิ่งและลิมิตมอดิ่งปลายที่เพิ่มขึ้น มากกว่าราคาของลวดอัดแรงที่ลดน้อยลงไป

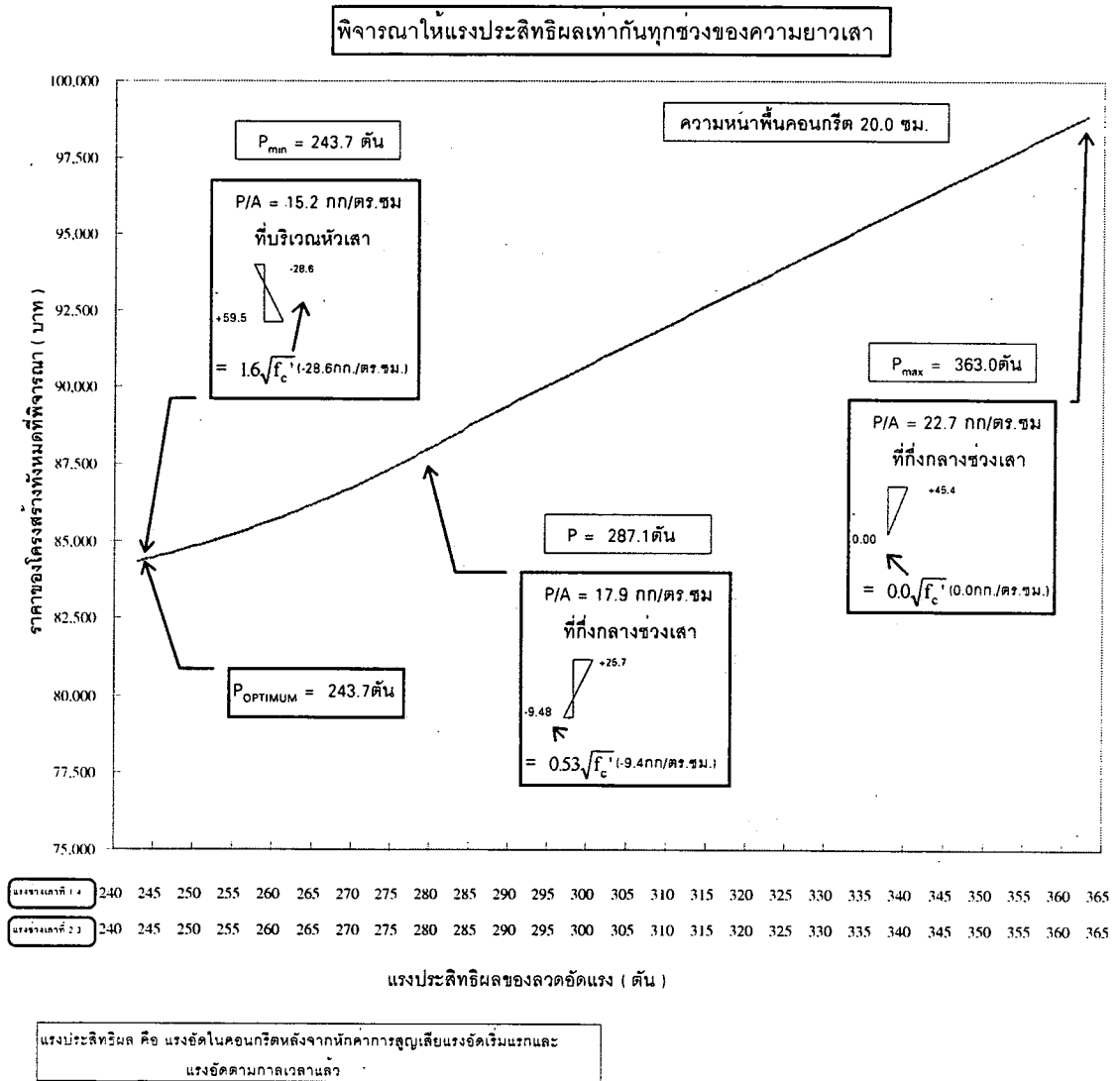
4. ในรูปที่ 4.2จ และ รูปที่ 4.2ข เป็นส่วนแสดงผลของความหนาของพื้นที่คอนกรีตที่เพิ่มขึ้น โดยเริ่มจากความหนาที่สามารถรับแรงเฉือนได้ คือ ความหนาคอนกรีต 18.0 ซม. พบว่าราคาของโครงสร้างพื้นที่ทั้งหมดจะลดลง จนถึงความหนาพื้นที่คอนกรีต 19.5 ซม. พบว่าถ้าเพิ่มความหนาพื้นที่คอนกรีตต่อไป ราคา ก็จะเพิ่มขึ้น

รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 3

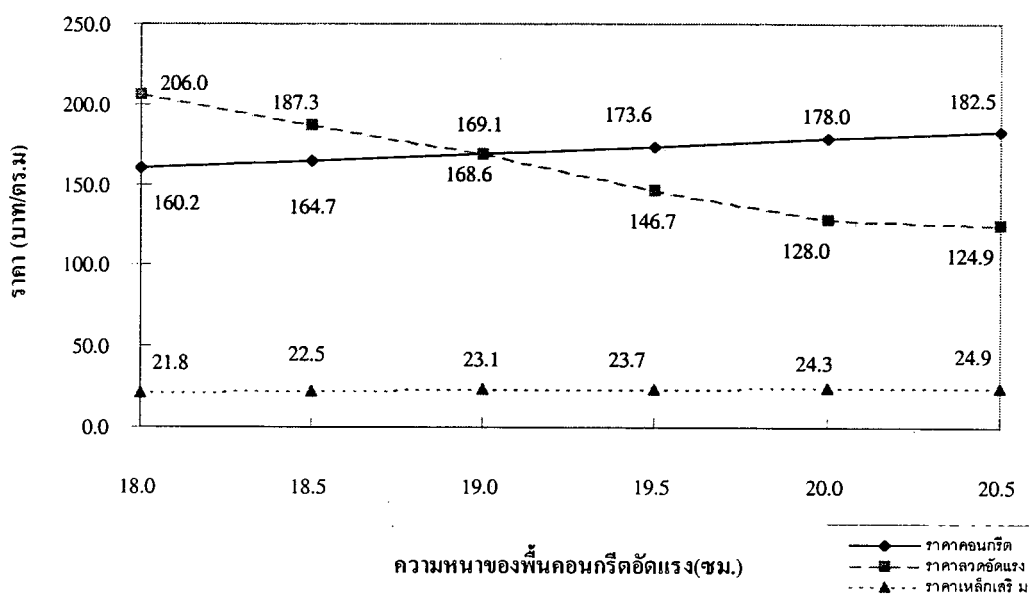
การออกแบบโครงสร้างในตัวอย่างที่ 3 เป็นการออกแบบโครงสร้างพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง โดยโครงสร้างเดียวกับตัวอย่างที่ 2 แต่ระบบพื้นเป็นแบบมีแรงยึดเหนี่ยว รวมการคำนึงถึงการออกแบบอย่างเหมาะสมตามการวิจัย แบบรายละเอียดของโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุกดูได้จากรูปในตัวอย่างที่ 2 แสดงในรูปที่ 4.2 ก และรูปที่ 4.2 ข โดยผลที่ได้จากรูปที่ 4.3 ก ถึง รูปที่ 4.3 ง



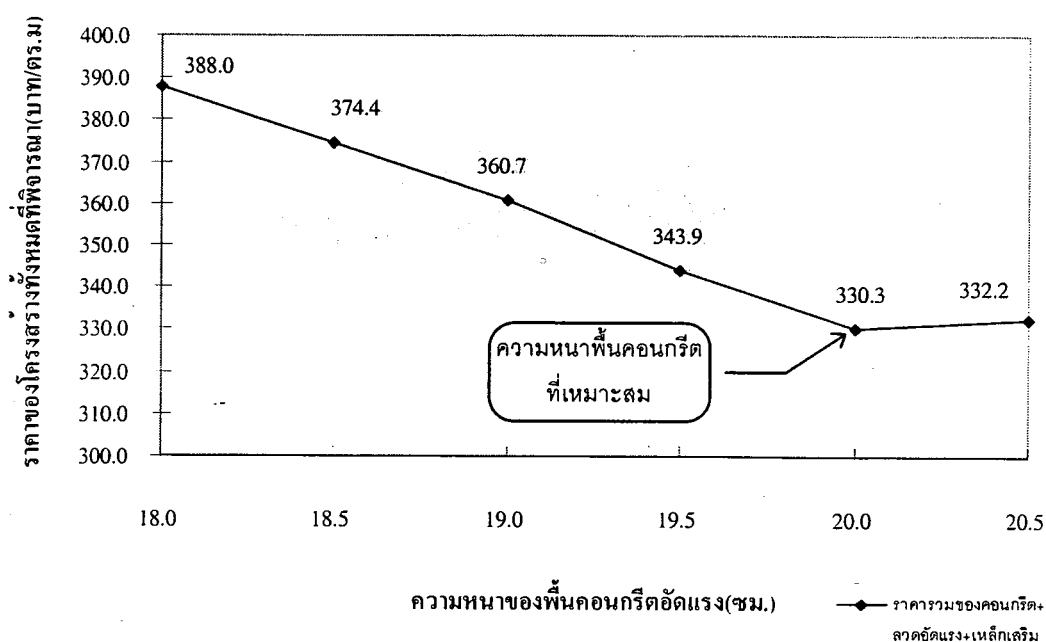
รูปที่ 4.3ก แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างราคาของโครงสร้างที่พิจารณากับแรงประสิทธิผลของลวดอัดแรง (พิจารณาให้แรงประสิทธิผลไม่เท่ากันทุกช่วงความยาวของเสา)



รูปที่ 4.3 ข แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างราคาของโครงสร้างที่พิจารณา กับแรงประสิทธิผลของลวดอัดแรง (พิจารณาให้แรงประสิทธิผลเท่ากันทุกช่วงความยาวของเสา)



รูปที่ 4.3ค แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างราคาต่อหน่วยพื้นที่ของแต่ละวัสดุกับความหนาของพื้นคอนกรีตอัดแรงในทิศทางของโครงสร้างที่พิจารณา



รูปที่ 4.3ง แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างราคาต่อหน่วยพื้นที่ของโครงสร้างทั้งหมดกับความหนาของพื้นคอนกรีตอัดแรงในทิศทางของโครงสร้างที่พิจารณา

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์โครงสร้างที่วิจัย สำหรับ ตัวอย่างที่ 3 จะเห็นว่า

1. ในรูปที่ 4.3ก เป็นการพิจารณาให้แรงประสิทธิผลในแต่ละช่วงเสาขึ้นอยู่กับแรงดัดที่เกิดขึ้น พบว่าในเส้นสมการช่วงแรกสามารถที่จะสร้างเส้นกราฟสมการโพลีโนเมียลกำลังสองเชื่อมระหว่างข้อมูลโดยใช้ 3 ข้อมูล โดยจุดแรกจะเป็นแรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดคือ ช่วงเสาที่ 1 และ 4 แรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดคือ 243.1 ตัน และช่วงเสาที่ 2 และ 3 แรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดคือ 183.7 ตัน ที่จะทำให้เกิดหน่วยแรงดัดที่บริเวณหัวเสาที่รับโมเมนต์ลบ เท่ากับ $1.6\sqrt{f_c'}$ (28.6 กก./ตร.ซม) และแรงประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นถึงจุดที่สองโดยช่วงเสาที่ 1 และ 4 แรงประสิทธิผลคือ 287.1 ตัน และช่วงเสาที่ 2 และ 3 แรงประสิทธิผลคือ 210.7 ตัน ที่ทำให้เกิดหน่วยแรงดัดที่บริเวณช่วงกลางระหว่างเสาที่รับโมเมนต์บวก มีค่าเท่ากับ $0.53\sqrt{f_c'}$ (9.4 กก./ตร.ซม) และเพิ่มข้อมูลแรงประสิทธิผลระหว่างค่าแรงประสิทธิผลทั้งสองอีก 1 ค่า ก็สามารถที่จะสร้างสมการโพลีโนเมียลกำลังสองที่เชื่อมระหว่างข้อมูลของทั้งสามจุด

และในเส้นสมการช่วงหลังสามารถที่จะสร้างเส้นกราฟสมการโพลีโนเมียลกำลังสี่เชื่อมระหว่างข้อมูลโดยใช้ 5 ข้อมูล โดยพิจารณาจากแรงประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นจากจุดที่สอง จนถึงค่าแรงประสิทธิผลที่มากที่สุด คือช่วงเสาที่ 1 และ 4 แรงประสิทธิผลมากที่สุดคือ 363.0 ตัน และช่วงเสาที่ 2 และ 3 แรงประสิทธิผลมากที่สุดคือ 282.1 ตัน ที่หน่วยแรงอัดเฉลี่ยไม่เกิน 35 กก./ตร.ซม. หรือจุดที่เพิ่มแรงประสิทธิผลต่อไปแล้วก็ไม่ทำให้เหล็กเสริมในพื้นที่คอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลังลดลง และเพิ่มข้อมูลแรงประสิทธิผลระหว่างค่าแรงประสิทธิผลทั้งสองอีก 3 ค่า ก็สามารถที่จะสร้างสมการโพลีโนเมียลกำลังสี่ที่เชื่อมระหว่างข้อมูลของทั้งห้าจุด จะพบว่าในช่วงของความน่าจะเป็นที่ทำให้ค่าราคาของโครงสร้างที่พิจารณามีค่าต่ำที่สุดใกล้เคียงกับค่าที่เป็นจริง

2. ในรูปที่ 4.3ข เป็นการพิจารณาให้แรงประสิทธิผลในแต่ละช่วงเสาเท่ากันหมด พบว่าในเส้นสมการช่วงแรกสามารถที่จะสร้างเส้นกราฟสมการโพลีโนเมียลกำลังสองเชื่อมระหว่างข้อมูลโดยใช้ 3 ข้อมูล โดยจุดแรกจะเป็นแรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดคือ 243.1 ตัน ที่จะทำให้เกิดหน่วยแรงดัดที่บริเวณหัวเสาที่รับโมเมนต์ลบ เท่ากับ $1.6\sqrt{f_c'}$ (28.6 กก./ตร.ซม) และแรงประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นถึงจุดที่สอง แรงประสิทธิผลคือ 287.1 ตัน ที่ทำให้เกิดหน่วยแรงดัดที่บริเวณช่วงกลางระหว่างเสาที่รับโมเมนต์บวก มีค่าเท่ากับ $0.53\sqrt{f_c'}$ (9.4 กก./ตร.ซม) และเพิ่มข้อมูลแรงประสิทธิผลระหว่างค่าแรงประสิทธิผลทั้งสองอีก 1 ค่า ก็สามารถที่จะสร้างสมการโพลีโนเมียลกำลังสองที่เชื่อมระหว่างข้อมูลของทั้งสามจุด

และในเส้นสมการช่วงหลังสามารถที่จะสร้างเส้นกราฟสมการโพลีโนเมียลกำลังสี่เชื่อมระหว่างข้อมูลโดยใช้ 5 ข้อมูล โดยพิจารณาจากแรงประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นจากจุดที่สอง จนถึงค่าแรงประสิทธิผลที่มากที่สุด คือ 363.0 ตัน ที่หน่วยแรงอัดเฉลี่ยไม่เกิน 35 กก./ตร.ซม. หรือจุดที่เพิ่มแรง

ประสิทธิภาพต่อไปแล้วก็ไม่ทำให้เหล็กเสริมในพื้นที่คอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลังลดลง และเพิ่มข้อมูลแรงประสิทธิภาพระหว่างค่าแรงประสิทธิภาพทั้งสองอีก 3 ค่า ก็สามารถที่จะสร้างสมการโพลีโนเมียลกำลังสี่ที่เชื่อมระหว่างข้อมูลของทั้งห้าจุด จะพบว่าในช่วงของความเป็นไปได้ที่ทำให้ค่าราคาของโครงสร้างที่พิจารณามีค่าต่ำที่สุดใกล้เคียงกับค่าที่เป็นจริง

3. จากการพิจารณาราคาทั้งหมดของโครงสร้างพื้นที่พิจารณาพบว่ากรณีการให้แรงประสิทธิภาพเท่ากันทุกช่วงความยาวเสาจะให้ราคาต่ำกว่ากรณีให้แรงประสิทธิภาพในแต่ละช่วงเสาเพียงพอสำหรับรับแรงดัด ทั้งนี้เนื่องจากกรณีของตัวอย่างดังกล่าวพบว่าราคาของอุปกรณ์ลิ่มสอดดึงและลิ่มสอดยึดปลายที่เพิ่มขึ้น มากกว่าราคาของลวดอัดแรงที่ลดน้อยลงไป

4. ในรูปที่ 4.3ค และ รูปที่ 4.3ง เป็นส่วนแสดงผลของความหนาของพื้นที่คอนกรีตที่เพิ่มขึ้น โดยเริ่มจากความหนาที่สามารถรับแรงเฉือนได้ คือ ความหนาคอนกรีต 18.0 ซม.พบว่าราคาของโครงสร้างพื้นที่ทั้งหมดจะลดลง จนถึงความหนาพื้นที่คอนกรีต 20.0 ซม.พบว่าถ้าเพิ่มความหนาพื้นที่คอนกรีตต่อไป ราคา ก็จะเพิ่มขึ้น