บทที่ 4

การวิเคราะห์และการปรับปรุง

จากการศึกษาการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นของผู้ประกอบการในบทที่ 3 นั้น พบว่าการตอกเสาเข็มสั้นด้วยวิธีในปัจจุบันนั้นยังขาดมาตรฐานและหลักปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมในหลายส่วน ซึ่งจะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ถูกต้อง และมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้น ดังจะกล่าวถึงต่อไป

4.1 วิเคราะห์ด้วยตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

จุดประสงค์ของตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพนั้นคือใช้ในการบันทึกข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่ได้ทำการศึกษาด้วยวิธีศึกษางาน จากนั้นจึงนำข้อมูลจากแผนภูมิกระบวนการผลิต เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และสามารถใช้ตารางเปรียบเทียบให้คะแนน โดยสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยงานต่างๆ ในหัวข้อที่พิจารณา ซึ่งจำแนกหัวข้อที่พิจารณาออกเป็นหัวข้อต่างๆ นอกจากนี้คะแนนที่กำหนดในตารางเปรียบเทียบที่สร้างขึ้นนั้นจะกล่าวในรายละเอียดดังนี้

4.1.1 เกณฑ์ในการให้คะแนนในตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

เกณฑ์การให้คะแนนจะแบ่งเป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 – 5 โดยที่คะแนนแต่ละคะแนนมีรายละเอียดดังนี้

1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง หรือ ไม่มีการปฏิบัติ
2 คะแนน หมายถึง น้อย หรือ มีการปฏิบัติแต่ไม่ถูกต้อง
3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง หรือ มีการปฏิบัติแต่ขาดการควบคุมที่ดี
4 คะแนน หมายถึง ดี หรือ มีการปฏิบัติอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม
5 คะแนน หมายถึง ดีมาก หรือ มีการปฏิบัติและกระทำอย่างเคร่งครัด

โดยคะแนนที่ให้แต่ละหน่วยงานนั้นจะมีคะแนนรวมทั้งสิ้น 65 คะแนน จาก 13 หัวข้อที่พิจารณา

4.1.2 การแบ่งหัวข้อที่ทำการพิจารณา

ในส่วนของหัวข้อที่ทำการพิจารณานั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของเวลา ส่วนของค่าใช้จ่ายและส่วนของคุณภาพ โดยหัวข้อที่ทำการพิจารณานั้นสามารถจำแนกได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 การจำแนกหัวข้อที่พิจารณาในส่วนของเวลา ค่าใช้จ่าย และคุณภาพ

เวลา	ค่าใช้จ่าย	คุณภาพ
1.การเคลื่อนย้ายเสาเข็มจากแหล่งกองเก็บ 2. ระยะเวลาในการเตรียมเข้าหน้างาน 3. ระยะเวลาในการตอกเสาเข็ม (เฉลี่ยต่อหนึ่งต้น)	1. ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายเครื่องมือ 2. ค่าใช้จ่ายของเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 3. จำนวนแรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1. สภาพหลุมหลังการตอก 2. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน 3. ลักษณะของเสาเข็มคอนกรีตหลังตอก 4. มลภาวะจากการปฏิบัติงาน 5. การประยุกต์ใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง 6. การใช้อุปกรณ์เปิดหลุมเพื่อนำส่งเสาเข็ม 7. การตรวจสอบระนาบราบและระนาบดิ่ง 8. การเคลื่อนย้ายเสาเข็มจากแหล่งกองเก็บ

ในส่วนของตารางที่ 4.2 นั้นแสดงรายชื่อหน่วยงานต่างๆสัมพันธ์กับวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นที่ผู้ประกอบการเลือกใช้ โดยเรียงลำดับอักษรตั้งแต่ A ถึง P จากนั้นในตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนของหน่วยงานต่างๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยที่ค่าที่ได้ในตารางนั้นเป็นค่าที่แปลมาจากแผนภูมิกระบวนการผลิตในภาคผนวก ข ประกอบกับข้อมูลที่เก็บจากหน้างานไม่ว่าจะเป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน ข้อมูลจากภาพนิ่ง และข้อมูลจากภาพเคลื่อนไหว โดยที่ข้อมูลที่ได้จากตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพนั้นจะนำไปวิเคราะห์ต่อในขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ

ตารางที่ 4.2 โครงการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นของผู้ประกอบการจำนวน 16 ราย

ประเภทของสิ่งก่อสร้าง/สถานที่	วิธีที่ใช้ตอกเสาเข็ม	หน่วยงาน
โครงสร้างรั้ว / เขตกระทุ่มแบน สมุทรสาคร	วิธีที่ 1	A
โครงสร้างรั้ว / เขตบางใหญ่ นนทบุรี	วิธีที่ 1	B
โครงสร้างอาคาร 1 ชั้น / เขตคันนายาว กทม.	วิธีที่ 1	C
โครงสร้างอาคาร 1 ชั้น / เขตลาดพร้าว กทม.	วิธีที่ 1	D
โครงสร้างอาคาร 1 ชั้น / อำเภอลำลูกกา ปทุมธานี	วิธีที่ 1	E
โครงสร้างรั้ว / เขตบางพลี สมุทรปราการ	วิธีที่ 1	F
โครงสร้างลานคอนกรีต / เขตราชเทวี กทม.	วิธีที่ 2	G
โครงสร้างอาคาร 1 ชั้น / เขตบางเขน กทม.	วิธีที่ 2	H
โครงสร้างรั้ว / เขตทุ่งครุ กทม.	วิธีที่ 2	I
โครงสร้างรั้ว / เขตบางใหญ่ นนทบุรี	วิธีที่ 2	J
โครงสร้างลานจอดรถ / เขตลาดพร้าว กทม.	วิธีที่ 2	K
โครงสร้างอาคาร 1 ชั้น / เขตบางเขน กทม.	วิธีที่ 3	L
โครงสร้างรั้ว / อำเภอลัดหลวง สมุทรปราการ	วิธีที่ 3	M
โครงสร้างรั้ว / เขตคลองตัน กทม.	วิธีที่ 3	N
โครงสร้างรั้ว / เขตบางเขน กทม.	วิธีที่ 3	O
โครงสร้างอาคาร 1 ชั้น / เขตบางพลี สมุทรปราการ	วิธีที่ 3	P

หมายเหตุ วิธีที่ 1 คือ วิธีตอกเสาเข็มสั้นโดยใช้เครื่องจักรขุดดิน

วิธีที่ 2 คือ วิธีตอกเสาเข็มสั้นโดยใช้กำลังคน

วิธีที่ 3 คือ วิธีตอกเสาเข็มสั้นโดยใช้ปั้นจั่น

ตารางที่ 4.3 คะแนนผลการปฏิบัติงานของหน่วยงานต่างๆ

หน่วยงาน / หัวข้อที่ใช้วัดผลการปฏิบัติงาน	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
การเคลื่อนย้ายเสาเข็มจากแหล่งกองเก็บ	3	2	4	2	1	1	4	3	3	3	3	1	1	1	2	1
การใช้อุปกรณ์เปิดหลุมเพื่อนำส่งเสาเข็ม	3	3	4	5	3	3	1	1	1	1	1	4	5	5	4	4
การตรวจสอบระนาบราบและระนาบดิ่ง	2	2	4	4	3	1	1	2	2	2	1	5	4	4	4	3
ระยะเวลาในการเตรียมเข้าหน้างาน	4	4	4	4	3	4	5	5	5	5	5	1	1	1	2	1
ลักษณะของเสาเข็มคอนกรีตหลังตอก	4	3	1	4	2	4	2	3	3	3	2	5	4	5	5	5
สภาพหลุมหลังการตอก	2	3	3	5	3	3	1	1	1	1	1	5	4	5	3	5
มลภาวะจากการปฏิบัติงาน	2	2	3	3	2	2	5	5	5	5	5	1	3	2	3	2
การประยุกต์ใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	5	5	5	5	5
จำนวนแรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4	2	4	3	4	4	1	1	1	1	1	4	3	4	3	3
ระยะเวลาในการตอกเสาเข็ม (เฉลี่ยต่อหนึ่งต้น)	4	3	2	4	3	4	3	3	4	3	3	2	1	1	1	2
ค่าใช้จ่ายของเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	2	2	2	2	3	2	5	5	5	5	5	3	2	2	3	3
ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายเครื่องมือ	3	2	2	2	3	3	5	5	5	5	5	3	2	2	2	2
ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	1	1	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	4	2	3
รวมคะแนน	36	31	36	43	34	36	39	40	41	40	36	42	37	41	39	39

4.2 สรุปข้อดี ข้อเสียของวิธีที่ใช้ในการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นแต่ละวิธี

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงข้อดี ข้อเสียของวิธีที่ใช้การตอกเสาเข็มสั้นแต่ละวิธีดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 โดยการนำข้อมูลที่ได้จากหน้างานทั้ง 16 โครงการมาทำการสรุปลงในตาราง พร้อมทั้งวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละวิธีและนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.2 มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีแผนภูมิเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

ตารางที่ 4.4 ข้อดี ข้อเสียของวิธีการตอกเสาเข็มสั้นโดยใช้เครื่องจักรขุดดิน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีความสะดวกคล่องตัวในการปฏิบัติงานสูง 2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อหน่วยต่ำเมื่อใช้ตอกในปริมาณมาก 3. ต้องการแรงงานในการปฏิบัติงานน้อย (3 – 5 คน) 4. สามารถตอกเสาเข็มสั้นได้ปริมาณมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่น	1. เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่ผิดวัตถุประสงค์ 2. เครื่องจักรสึกหรอเร็ว 3. มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูง 4. อัตราการเสียหายของเสาเข็มมีมาก 5. การควบคุมระนาบดิ่งทำได้ยาก 6. การตอกไม่เป็นไปตามหลักวิชาการ 7. ต้องการผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญสูง 8. การเคลื่อนย้ายรถขุดดินไปยังหน่วยงานอื่นทำได้ยาก

ตารางที่ 4.5 ข้อดี ข้อเสียของวิธีการตอกเสาเข็มสั้นโดยใช้กำลังคน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีต้นทุนในการลงทุนต่ำ 2. สามารถเคลื่อนย้ายง่ายเพราะใช้เพียงรถกระบะหนึ่งคัน ในการเดินทาง 3. ไม่มีมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม 4. สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย	1. ต้องการแรงงานในการปฏิบัติงานจำนวนมาก 2. แรงงานต้องมีความชำนาญ และมีความสามัคคีสูง 3. การควบคุมระนาบดิ่งทำได้ยาก 4. มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุ 5. การตอกไม่เป็นไปตามหลักวิชาการ

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงข้อดี ข้อเสียของวิธีการตอกเสาเข็มสั้นโดยใช้ปั้นจั่น

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ควบคุมแนวดิ่งทำได้ง่ายเมื่อเทียบกับวิธีอื่น 2. สามารถตอกเสาเข็มบนพื้นที่ๆ มีความแข็งของสภาพดินมากๆ ได้ 3. มีปริมาณเสาเข็มที่เสียหายน้อย	1. ใช้เวลาในการติดตั้งและถอดประกอบมาก 2. เคลื่อนย้ายอุปกรณ์ลำบาก 3. ต้องการผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญสูง 4. มีมลพิษมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่น

4.3 การเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องมือตอกเสาเข็มสั้นในปัจจุบันกับหลักวิศวกรรม

จากข้อมูลการสำรวจหน้างาน พบว่าในการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นในปัจจุบันนั้นสามารถจำแนกวิธีการส่งเสาเข็มให้ได้ระดับตามต้องการโดยใช้อุปกรณ์ในการตอกจำแนกประเภทสามารถจำแนกได้ดังนี้

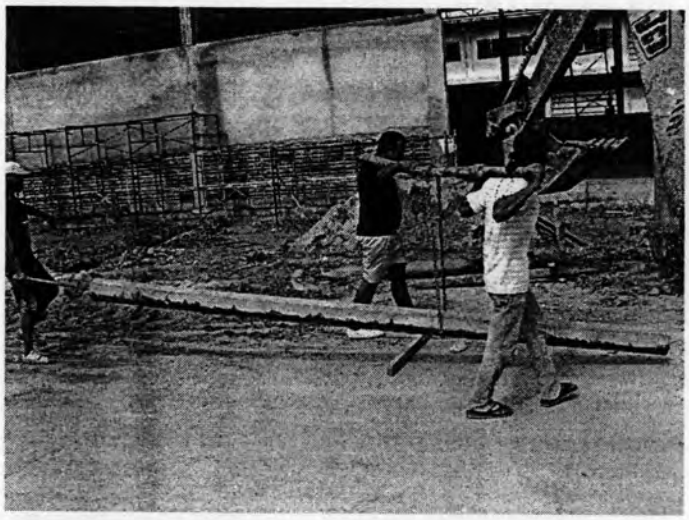
- วิธีที่ 1 การส่งเสาเข็มให้ได้ระดับโดยใช้แขนของรถขุดดิน
- วิธีที่ 2 การส่งเสาเข็มให้ได้ระดับโดยใช้กำลังคน
- วิธีที่ 3 การส่งเสาเข็มให้ได้ระดับโดยใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก

ซึ่งแต่ละวิธีนั้นจะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน โดยในส่วนนี้จะกล่าวเปรียบเทียบแยกเป็นส่วนๆ โดยจำแนกตามขั้นตอนการส่งเสาเข็มให้ได้ระดับตามต้องการ ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 ส่วน คือ ขั้นตอนการเคลื่อนย้ายเสาเข็ม ขั้นตอนการจัดวางระนาบและการตรวจสอบแนวดิ่งของเสาเข็ม ส่วนของข้อเปรียบเทียบอื่นๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้จะจัดไว้ในหัวข้อ ข้อเปรียบเทียบอื่นๆ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละหัวข้อมีดังนี้

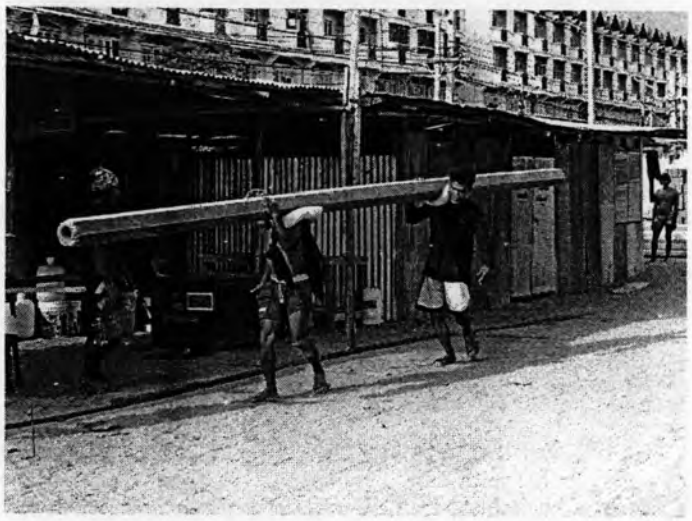
4.3.1. การเคลื่อนย้ายเสาเข็ม

ในส่วนของขั้นตอนการเคลื่อนย้ายเสาเข็มจากแหล่งกองเก็บไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การเคลื่อนย้ายโดยใช้กำลังคน และการเคลื่อนย้ายโดยใช้เครื่องจักร

4.3.1.1 การเคลื่อนย้ายเสาเข็มโดยใช้กำลังคน



รูปที่ 4.1 การเคลื่นย้ายเสาเข็มโดยใช้กำลังคนจำนวน 3 คน



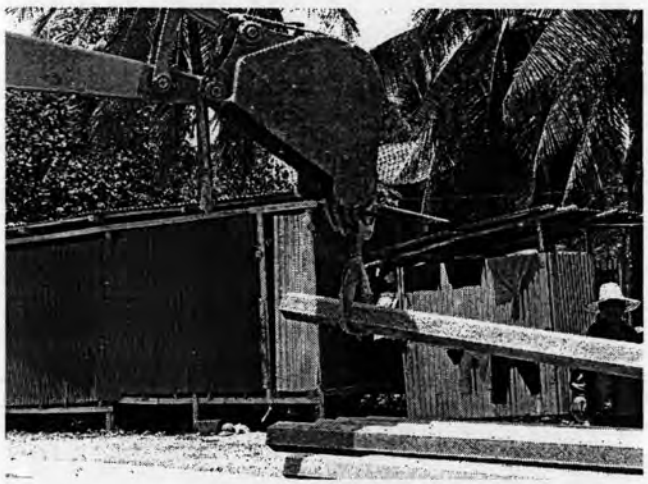
รูปที่ 4.2 การใช้กำลังคนจำนวน 2 คนในการเคลื่อนย้ายเสาเข็ม

จากภาพข้างต้นจะพบว่าในส่วนของขั้นตอนการเคลื่อนย้ายนั้นยังขาดการควบคุมที่ถูกต้องตามหลักวิชาการกล่าวคือ จะต้องยกเสาเข็มคอนกรีต ณ ตำแหน่งที่ผู้ผลิตได้จัดทำไว้ให้ (ตะขอเหล็กที่ใช้สำหรับการหิ้ว) แต่ที่หน้างานนั้น ดังรูปที่ 4.1 จะเห็นว่ามีการประยุกต์ใช้ท่อเหล็กกลมสอดเข้าไปในช่องกลวง และใช้ไม้ยางพาราคล้องโซ่เพื่อยกในอีกตำแหน่งหนึ่ง ซึ่งการประยุกต์ใช้ไม้ยางพารานั้นถูกต้องตามหลักวิชาการหากผู้ปฏิบัติงานนั้นคล้องโซ่ ณ ตำแหน่งที่

ผู้ผลิตได้กำหนดไว้ แต่การใช้ท่อเหล็กกลมสอดนั้นผิดหลักวิชาการ เพราะไม่ได้ยกเสาเข็มตามตำแหน่งที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้ ส่วนในรูปที่ 4.2 นั้นใช้กำลังคนในการเคลื่อนย้ายเพียง 2 คน ซึ่งถ้าหากมีการควบคุมที่ดีแล้วก็สามารถกระทำให้ถูกต้องตามหลักวิชาการได้ แต่ในรูปที่ 4.2 นี้ขั้นตอนก่อนการเคลื่อนย้ายนั้นจะอาศัยแรงงาน 2 คน เพื่อยกเสาเข็มคอนกรีตขึ้นมายังบ่าของแรงงานอีก 2 คนที่เห็นในภาพ ซึ่งจากการสังเกตพบว่าในขั้นตอนยกขึ้นมาจากแหล่งกองเก็บนั้น เป็นการยกที่ผิดหลักวิชาการกล่าวคือ แรงงานทั้ง 2 คนนั้นจับเสาเข็มที่บริเวณหัวท้าย ซึ่งไม่ใช่จุดที่ผู้ผลิตได้ทำตะขอเหล็ก

4.3.1.2 การเคลื่อนย้ายเสาเข็มโดยใช้เครื่องจักร

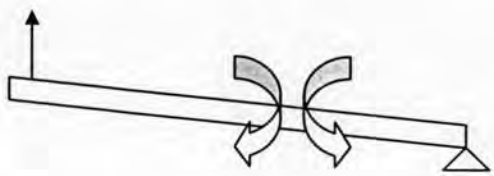
วิธีการเคลื่อนย้ายเสาเข็มสั้นจากแหล่งกองเก็บมายังตำแหน่งที่กำหนดไว้โดยใช้เครื่องจักร ซึ่งวิธีนี้จำเป็นจะต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญมิฉะนั้นจะส่งผลให้เสาเข็มหักระหว่างการเคลื่อนย้ายได้ ดังรูปที่ 4.3 เพราะตำแหน่งที่ยกนั้นจะทำให้ปลายของเสาเข็มค้ำกับพื้นทำให้เกิดโมเมนต์บิดที่มีค่ามากเกินกว่าที่เสาเข็มจะต้านทานได้



รูปที่ 4.3 การเคลื่อนย้ายเสาเข็มโดยใช้เครื่องจักรขุดดิน

โดยที่การเคลื่อนย้ายเสาเข็มโดยวิธีนี้นั้นหากผู้ปฏิบัติงานมีความชำนาญ และความระมัดระวังมากพอ เสาเข็มจะไม่เกิดความเสียหาย ตัวอย่างของความเสียหายที่เกิดขึ้นได้แก่ เสาเข็มร้าว เสาเข็มหักจนไม่สามารถรับแรงตามที่ออกแบบได้ โดยที่สาเหตุของความเสียหาย

เหล่านี้มาจากโมเมนต์ดัดภายในที่มีค่ามากเกินกว่าที่คอนกรีตและเหล็กเสริมของเสาเข็มจะสามารถต้านทานได้



รูปที่ 4.4 โมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นภายในเสาเข็มขณะยก

ต่อตระกูล ยมนาค (2524) กล่าวว่า การยกเสาเข็มเพื่อจะนำเสาเข็มขึ้นปั้นจั่นหรือเพื่อจะครอบด้วยกระบะของเครื่องจักรขุดดินนั้นตามหลักวิศวกรรม สามารถจำแนกได้ 2 วิธี คือ

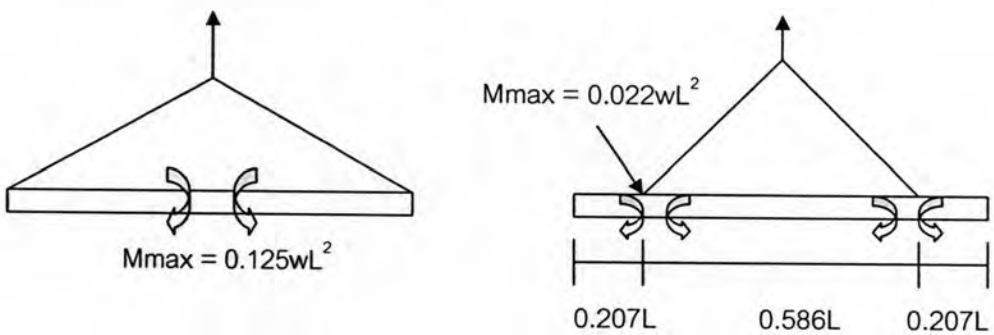
1) การยกโดยใช้ลวดสลิงเส้นเดียว การยกแบบนี้โดยทั่วไปจะใช้กับเสาเข็มที่มีขนาดเล็ก คือจับยึดลวดสลิงไว้กับเสาเข็ม โดยตำแหน่งที่จะจับยึดคือตำแหน่ง 0.29 เท่าของความยาวเสาเข็ม เพราะเป็นตำแหน่งที่ปลอดภัยที่สุด เนื่องจากค่าโมเมนต์ดัดน้อยที่สุดคือ 0.042 เท่าของน้ำหนักเสาเข็มคูณด้วยกำลังสองของความยาวเสาเข็ม ซึ่งถ้าหากต้องการพันลวดสลิงที่ปลายแล้วยกจะเกิดโมเมนต์เท่ากับ 0.125 เท่าของน้ำหนักเสาเข็มคูณด้วยกำลังสองของความยาวเสาเข็ม ซึ่งจะเห็นว่าค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากกว่าตำแหน่งยกที่ 0.29 เท่าของความยาวเสาเข็ม

ต่อจากนั้นก็ทำการดึงลวดสลิงขึ้นเรื่อยๆ เสาเข็มจะค่อยๆ ยกตัวขึ้นและเอียงตัวขึ้น คือมุมที่เสาเข็มทำกับแนวดิ่งจะน้อยลงๆ เมื่อเกือบจะได้แนวดิ่งดี คนงานจะช่วยกันผลักให้เสาเข็มอยู่ในแนวรางเหล็ก หรือกระบะของเครื่องจักรขุดดิน พร้อมทั้งจัดให้ตำแหน่งของเสาเข็มอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการด้วย ต่อจากนั้นจะทำการตรวจสอบระนาบดิ่งต่อไป

2) การยกโดยใช้ลวดสลิงสองเส้น การยกแบบนี้ตำแหน่งที่จะทำให้เกิดโมเมนต์ดัดน้อยที่สุดคือตำแหน่ง 0.207 เท่าของความยาวเสาเข็มโดยที่ตำแหน่งนี้คือตำแหน่งเดียวกับ

ตำแหน่งที่โรงเข็มทำจุดยกมาให้นั่นเอง โดยที่จะเกิดโมเมนต์ดัดมากที่สุดเท่ากับ 0.022 เท่าของน้ำหนักเสาเข็มคูณด้วยกำลังสองของความยาวเสาเข็ม ณ ตำแหน่งยกทั้งสอง ส่วนการยกเสาเข็มโดยใช้สลิงสองเส้นเกี่ยวที่ปลายทั้งสองของเสาเข็มนั้นจะเกิดโมเมนต์ดัดเท่ากับ 0.125 เท่าของน้ำหนักเสาเข็มคูณด้วยกำลังสองของความยาวเสาเข็ม ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของเสาเข็ม ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่ามากกว่าการยกที่ตำแหน่ง 0.207 เท่าของความยาวเสาเข็มหลายเท่า

การยกจะดึงลวดสลิงที่พันไว้ทางด้านที่ต้องการจะให้กระทบกับลูกตุ้ม หรือบุ้งกี๋ของรถขุดดิน ขึ้น ในขณะเดียวกันก็ยกด้านหัวขึ้นเหมือนกันแต่การดึงจะน้อยกว่าเพื่อที่จะทำให้เข็มเอียงขึ้น และไม่ให้ทางด้านปลายติดพื้นด้วย การดึงจะดึงขึ้นเรื่อยๆ จนเข็มอยู่ในแนวดิ่ง และอยู่ติดกับลูกตุ้มเหล็ก หรือบุ้งกี๋ของรถขุดดิน ต่อจากนั้นนำลวดสลิงที่ด้านปลาย (ด้านที่จะนำลงดินก่อน) ออกแล้วนำไปผูกกับลูกตุ้มและยกตุ้มขึ้น จากนั้นให้คนงานช่วยผลักเสาเข็มให้เข้าตำแหน่ง และตรวจสอบแนวดิ่งของเสาเข็มต่อไป



รูปที่ 4.5 ขนาดและตำแหน่งของโมเมนต์ดัดที่มีค่ามากที่สุด จากการยกเสาเข็มโดยใช้สลิงสองเส้น

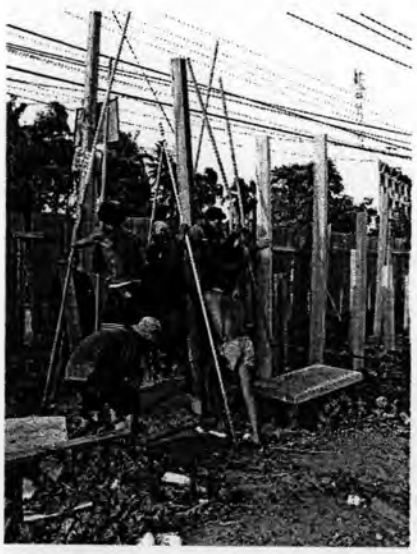
4.3.2 การจัดวางระนาบ และการตรวจสอบแนวดิ่งของเสาเข็ม

ในส่วนของการจัดวางระนาบราบ (การจัดเสาเข็มให้เข้าตำแหน่งที่ต้องการ) และการตรวจสอบระนาบดิ่งของเสาเข็ม จะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ วิธีที่ปฏิบัติจริงที่หน้างาน และวิธีและหลักการที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.2.1 วิธีที่ปฏิบัติจริงที่หน้างาน

ในส่วนของวิธีที่ปฏิบัติจริงที่หน้างานนี้จะชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องของแต่ละวิธี (การตอกเสาเข็มโดยใช้แขนของรถขุดดิน กำลังคน และปั้นจั่นขนาดเล็ก) แต่โดยรวมแล้วทุกวิธีที่กล่าวมาข้างต้นนั้นผู้รับเหมาส่วนมากมักจะละเลยที่จะตรวจสอบระนาบดิ่ง แต่ใช้วิธีการคาดคะเนแทน

ซึ่งในส่วนวิธีใช้กำลังคนในการส่งเสาเข็มให้ได้ระดับตามต้องการนั้น จากการสำรวจหน้างานพบว่าการตรวจสอบดิ่งของเสาเข็มก่อนดำเนินการตอกนั้นใช้สายตาในการกะประมาณ ซึ่งพบว่าขาดมาตรฐานเพราะไม่มีการนำเครื่องมือใดๆมาใช้ในการตรวจสอบระนาบดิ่ง โดยในระหว่างตอกเสาเข็มนั้นจะมีคนงานหนึ่งถึงสองคนมาตรวจสอบดิ่ง ซึ่งจากการสังเกตการณ์พบว่าในวิธีการส่งเสาเข็มให้ได้ระดับโดยใช้กำลังคนนั้นการปรับแต่งเสาเข็มให้ได้ระนาบดิ่งในขณะตอกนั้นทำได้ยาก เพราะที่ปลายของเสาเข็ม (ด้านที่ไม่สัมผัสดิน) จะมีคนจำนวนมากประมาณ 7 ถึง 10 คน หรือมากกว่านี้ ทั้งนี้จำนวนคนนั้นขึ้นกับสภาพดินและความยาวของเสาเข็ม ซึ่งจำนวนคนมากเมื่อเทียบกับจำนวนคนคอยปรับแต่งระนาบดิ่งเพียงไม่กี่คนจึงเป็นการยากที่จะปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การปรับแต่งแนวดิ่งของเสาเข็มของวิธีการส่งเสาเข็มโดยกำลังคน

วิธีที่สองที่ใช้ในการส่งเสาเข็มให้ได้ระดับคือ วิธีใช้แขนของรถขุดดิน วิธีนี้ใช้คนงานในการปฏิบัติงานน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีแรก คือใช้เพียง 3 ถึง 4 คนเท่านั้น (นับรวมคนขับเครื่องจักรขุดดิน) โดยที่ คนงานที่เหลือนั้นใช้ในการประคองเสาเข็มให้ได้ตำแหน่งตามต้องการ และใช้ในการตรวจสอบและปรับแต่งระนาบดิ่งของเสาเข็ม โดยที่การปฏิบัติงานในวิธีนี้จะมีความสะดวกมากกว่าวิธีแรก เพราะมีการใช้กำลังของเครื่องจักร แต่ถึงกระนั้นก็ตามจากการออกสำรวจหน่วยงานต่างๆ พบว่ามีผู้รับเหมาจำนวนน้อยมากที่มีการตรวจสอบระนาบดิ่งของเสาเข็มที่ถูกต้องและเป็นไปตามหลักวิศวกรรม กล่าวคือผู้ประกอบการส่วนใหญ่ละเลยการตรวจสอบระนาบดิ่งด้วยวิธีที่ถูกต้อง ใช้แต่เพียงสายตาในการตรวจสอบระนาบดิ่งโดยใช้ต้นไม้หรือแนวอาคารเป็นจุดอ้างอิง อีกทั้งในบางหน่วยงานใช้คนงานเพียงหนึ่งคน (คนขับเครื่องจักรขุดดิน)ในการตรวจสอบระนาบดิ่ง ซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 การตรวจสอบระนาบดิ่ง ของวิธีการส่งเสาเข็มให้ได้ระดับโดยใช้เครื่องจักรขุดดิน

วิธีสุดท้ายในการส่งเสาเข็มให้ได้ระดับตามต้องการคือ วิธีการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก โดยที่ปั้นจั่นชนิดนี้จะมีลักษณะเหมือนกับปั้นจั่นขนาดใหญ่ทุกประการ ต่างเพียงแค่มีนาดเล็กกว่า โดยที่ความสูงของโครงถักนั้นเพียงแค่ 8 ถึง 10 เมตรเท่านั้น ในส่วนของการตรวจสอบแนวดิ่งของเสาเข็มและการจัดเสาเข็มให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการนั้น วิธีนี้จะมีความสะดวกใกล้เคียงกับวิธีที่ 2 กล่าวคือมีการนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยเหมือนกัน จากการสังเกตการณ์ที่หน้า

งานพบว่ามีการตรวจสอบแนวดิ่ง แต่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ กล่าวคือ คนงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบแนวดิ่งนั้นยืนใกล้เสาเข็มมากเกินไป อีกทั้งไม่มีการนำลูกดิ่ง หรือกล้อง Theodolite มาช่วยในการตรวจสอบแนวดิ่ง ใช้เพียงแค่สายตาในการกะประมาณเท่านั้น

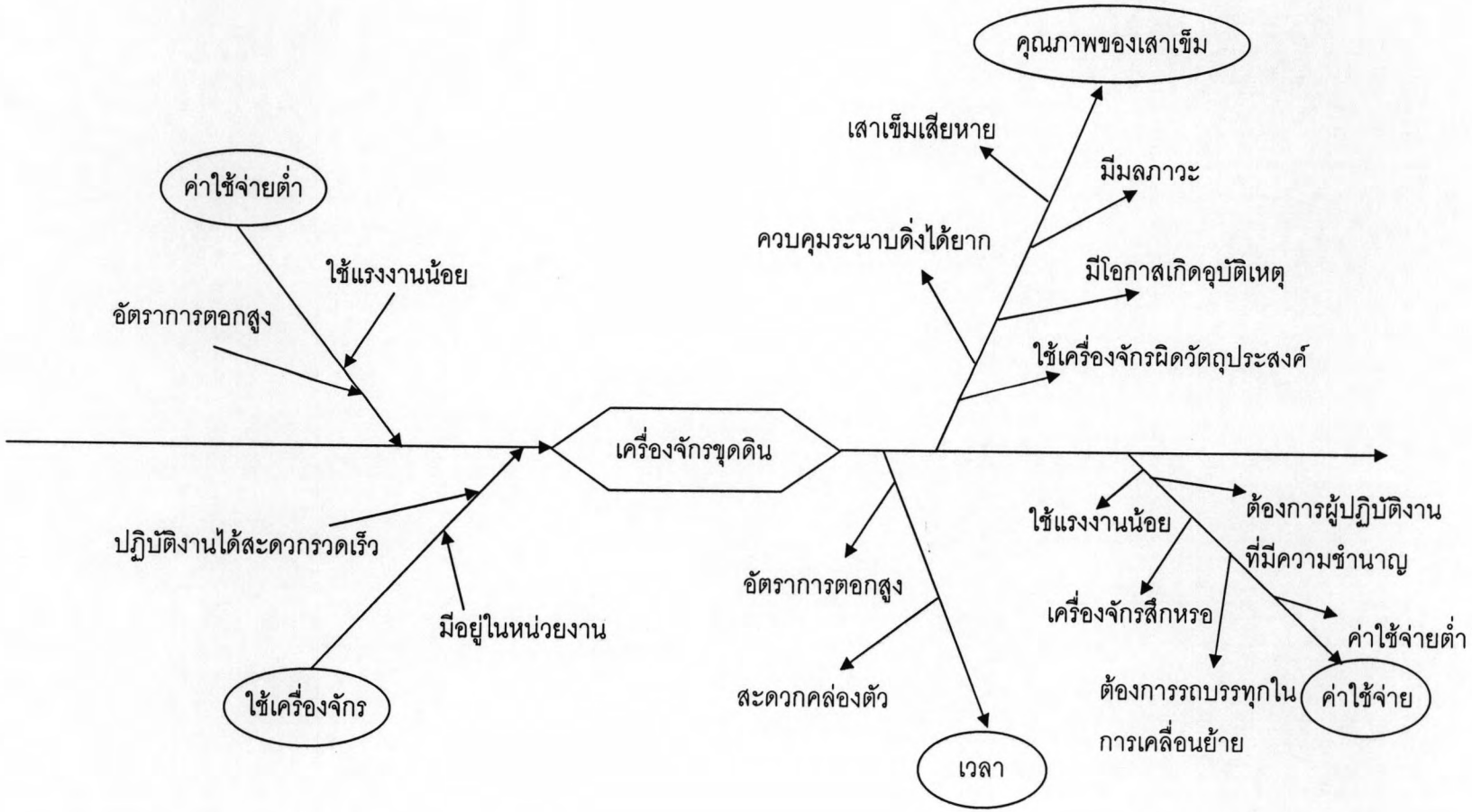
4.3.2.2 วิธีและหลักการที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

การตั้งเสาเข็มและการตรวจสอบแนวดิ่ง ที่ตำแหน่งที่ต้องการจะตอกเสาเข็มที่ได้กำหนดโดยช่างสำรวจแล้วนั้นควรมีรางเหล็กเป็นแนวบังคับเสาเข็ม เพื่อให้เสาเข็มสามารถปักลงได้ถูกต้องตามตำแหน่ง เมื่อตั้งลงแล้วก็ตรวจสอบตำแหน่งจากหมุดที่ Offset ไว้แล้ว และควรตรวจสอบแนวดิ่งของเสาเข็มด้วย โดยเล็งเทียบกับเชือกที่แขวนไว้กับลูกดิ่งสองทิศทางตั้งฉากกัน โดยที่ตำแหน่งเชือกที่แขวนลูกดิ่งทั้งสองควรอยู่ห่างจากปั้นจั่นพอสมควร หรือในงานที่ต้องการความถูกต้องสูงอาจใช้กล้อง Theodolite ซึ่งในงานเสาเข็มสั้นนั้นไม่มีความจำเป็น นอกจากนี้ยังมีอีกวิธีหนึ่งคือ การตรวจสอบการตั้งระนาบดิ่งด้วยระดับน้ำ เป็นการนำเอาอุปกรณ์ตรวจสอบระนาบด้วยระดับน้ำไปติดตั้งที่เสาเข็ม จากนั้นจึงตรวจสอบดูว่าได้ระนาบดิ่งหรือไม่ แต่วิธีนี้ไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก เพราะวิธีนี้จะเกิดความผิดพลาดได้ง่ายคือ ถ้าตรวจสอบระนาบดิ่งบริเวณที่ไม่เรียบหรือมีการแอ่นตัว จะทำให้การตรวจสอบผิดพลาดไป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วค่าความคลาดเคลื่อนในแนวดิ่งขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ออกแบบ เช่น 1:100, 1:80, 1:70 เป็นต้น

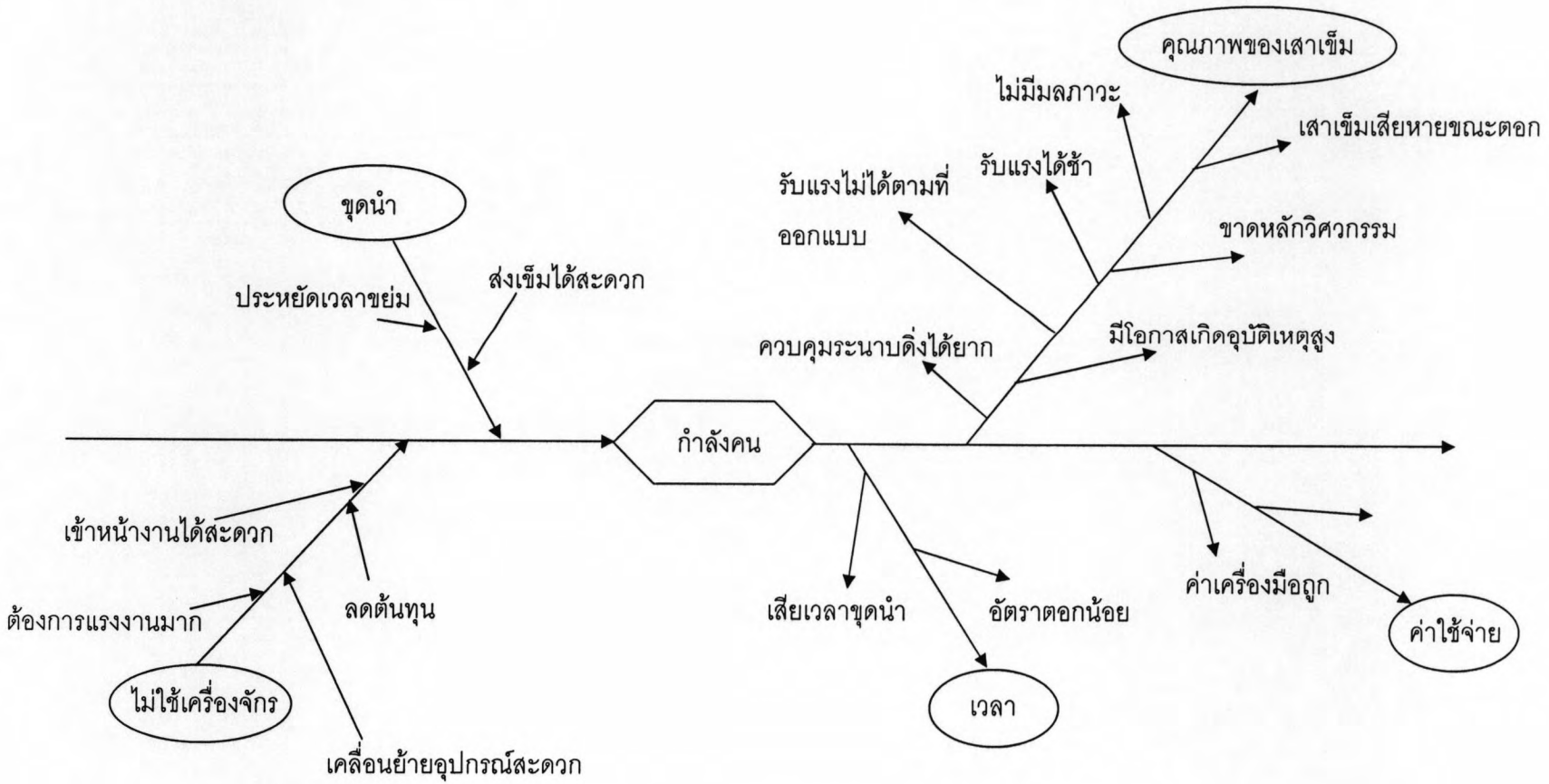
4.4 วิเคราะห์ด้วยแผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ

ในส่วนนี้จะนำเสนอการวิเคราะห์ด้วยวิธีการใช้แผนภูมิเหตุและผล โดยนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.3 ประกอบกับข้อมูลข้อดี ข้อเสียของวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นแต่ละวิธีจากหัวข้อ 4.2 และการเปรียบเทียบวิธีการปฏิบัติจากหน้างานกับทฤษฎีในหัวข้อที่ 4.3 มาทำการแจกแจงและวิเคราะห์ลงในรายละเอียดของแต่ละหน่วยงาน เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นที่เหมาะสม

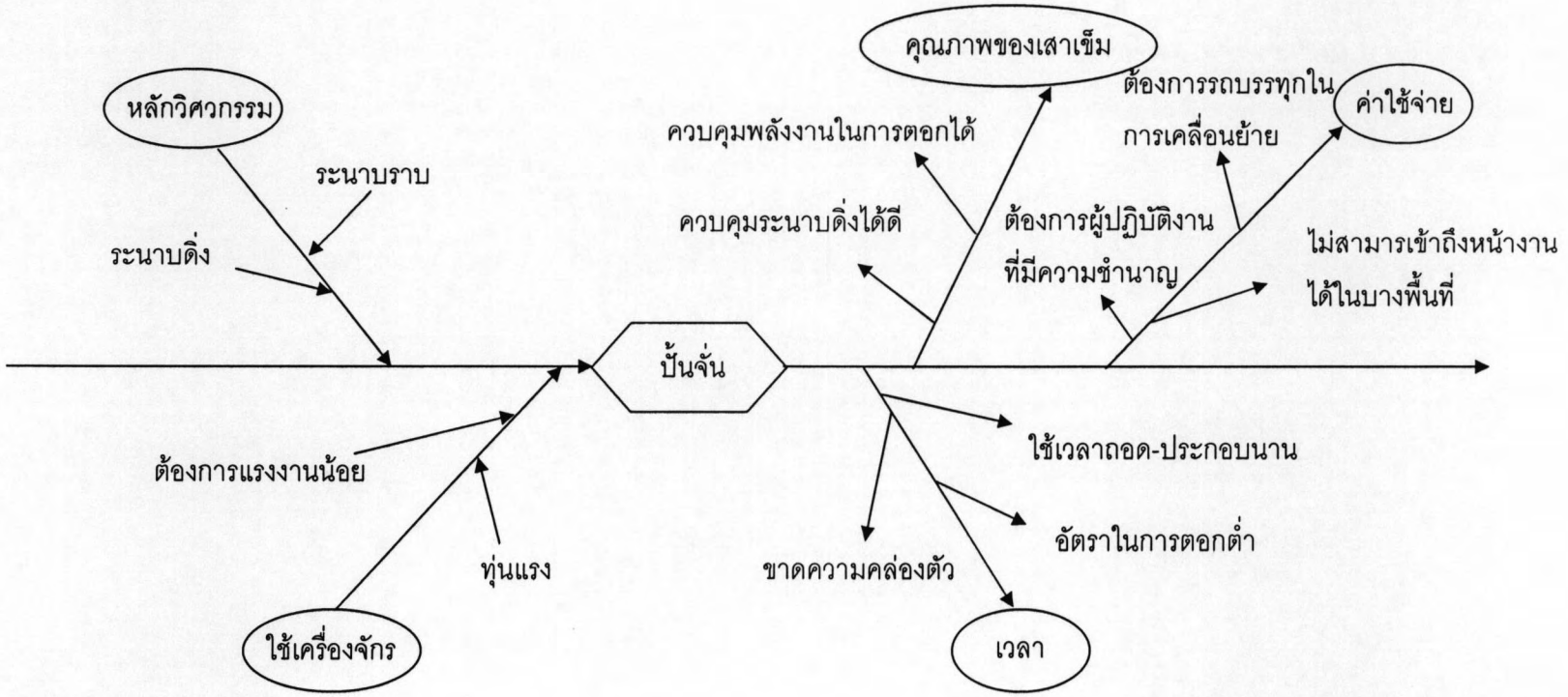
ซึ่งจากในแผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบนั้นเครื่องหมายลูกศรชี้ขึ้นหมายถึงข้อดี ส่วนเครื่องหมายลูกศรชี้ลงหมายถึงข้อเสีย โดยรูปที่ 4.8 และ 4.9 นั้นแสดงข้อมูลของวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นโดยใช้เครื่องจักรขุดดิน รูปที่ 4.10 นั้นแสดงข้อมูลของวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นโดยใช้กำลังคน และรูปที่ 4.11 นั้นแสดงข้อมูลของวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นโดยใช้ปั้นจั่น



รูปที่ 4.8 แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบของการตอกเสาเข็มโดยวิธีใช้เครื่องจักรขุดดิน



รูปที่ 4.9 แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบของการตอกเสาเข็มโดยวิธีใช้กำลังคน



รูปที่ 4.10 แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบของวิธีใช้ปั้นจั่นในการตอกเสาเข็ม

4.5 สรุป

ในส่วนของบทที่ 4 นี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของการบันทึกข้อมูลด้วยตารางเปรียบเทียบ ส่วนการวิเคราะห์วิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นโดยผู้ประกอบการ (Conventional Method) กับหลักวิศวกรรม และส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ

จากข้อมูลในตารางเปรียบเทียบการปฏิบัติงานของหน่วยงานต่างๆ ในตารางที่ 4.2 เป็นการแสดงให้เห็นถึงผลการปฏิบัติงานของหน่วยงานต่างๆ ที่ถูกเก็บข้อมูล โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนน เพื่อวัดผลหน่วยงานนั้นๆ ทั้งนี้เพราะจากจำนวนหน่วยงานทั้งสิ้น 16 หน่วยงานที่เก็บข้อมูลแต่ละหน่วยงานนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นวิธีที่ใช้ในการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้น เทคนิคในการปฏิบัติงาน เป็นต้น โดยที่ตารางเปรียบเทียบการปฏิบัติงานนั้นสามารถช่วยให้การทำความเข้าใจถึงข้อมูลทั้ง 16 หน่วยงานนั้นชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ในส่วนของการเปรียบเทียบวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นโดยผู้ประกอบการกับหลักวิศวกรรมนั้นพบว่าวิธีการตอกเสาเข็มโดยผู้ประกอบการส่วนใหญ่นั้นขาดการคำนึงถึงหลักวิศวกรรม ทั้งในเรื่องของการตรวจสอบระนาบราบและระนาบดิ่ง การเคลื่อนย้ายเสาเข็ม โดยที่ผู้ประกอบการจะให้ความสำคัญกับอัตราการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นเป็นหลัก ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของการจ้างเหมาที่คิดเป็นอัตราจำนวนต้นทำให้ปัจจัยในด้านของค่าใช้จ่ายและค่าตอบแทนมีบทบาทมากต่อการปฏิบัติงาน

ส่วนสุดท้ายของบทซึ่งกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ โดยที่แผนภูมิในแต่ละวิธีการตอกนั้นได้มาจากการสังเคราะห์ข้อมูลในตารางเปรียบเทียบการปฏิบัติงาน และหลักวิศวกรรม โดยที่แผนภูมินั้นจำแนกออกเป็นส่วนของข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี ซึ่งพบว่าในขั้นตอนการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นแต่ละวิธีนั้นมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน

โดยที่ข้อมูลในแต่ละส่วนที่ได้ทำการวิเคราะห์นั้นเพื่อนำไปปรับปรุงวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นโดยการพัฒนาเครื่องมือช่วยตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นในบทที่ 5 ต่อไป