



บทที่ 3

งานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

การศึกษาเพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่นี้ ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตเสาเข็มเจาะระบบ WET PROCESS ขนาดใหญ่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 เมตร ความยาว 55 เมตร ของโครงการที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร (เพื่อควบคุมปัจจัยด้านความแตกต่างของสภาพดิน) และศึกษาเฉพาะกิจกรรมของการทำเสาเข็มเจาะในหน่วยงานก่อสร้างเท่านั้น ไม่รวมการเคลื่อนย้ายวัสดุออกหน่วยงาน (เพื่อควบคุมปัจจัยด้านการจราจร) ดังจะกล่าวถึงรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. กระบวนการผลิตเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

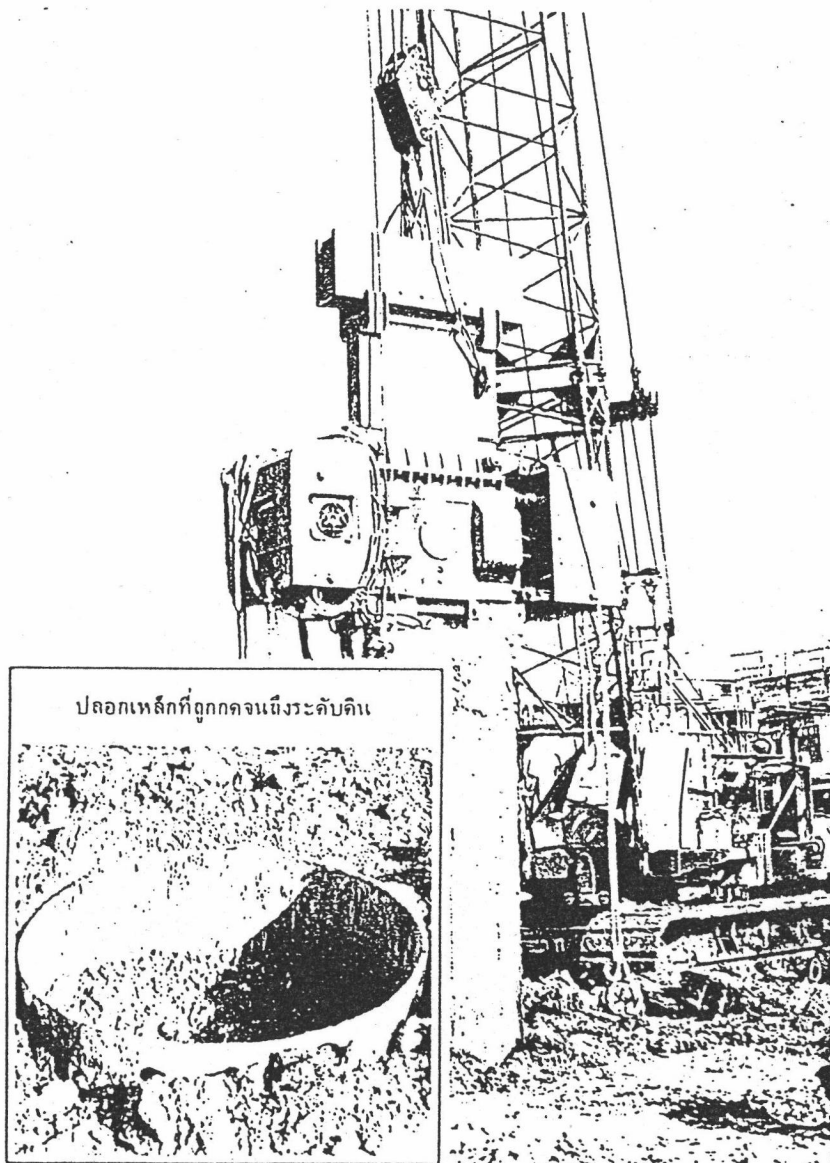
1.1 การกดปลอกเหล็ก (Push casing)

ขั้นตอนนี้เริ่มด้วย Service crane หิ้วปลอกเหล็กซึ่งโดยที่ทั่วไปสำหรับสภาพดินทั่วไปในกรุงเทพฯ จะใช้ความยาว 15 เมตร แล้วกดปลอกเหล็กให้ตรงตำแหน่ง จากนั้น Crane ก็จะไปหิ้ว Vibro hammer มาจับที่ปลายบนสุดของปลอกเหล็กที่ปักรอไว้ที่ตำแหน่ง แล้วทำการกดปลอกเหล็กด้วย Vibro hammer ระหว่างการกดปลอกเหล็ก จะมีการตรวจสอบความคืบของกดปลอกเหล็กโดยใช้ระดับน้ำตรวจสอบ ซึ่งถ้าพบว่าการผิดพลาดมากเกินไปกำหนดก็จะมีการคืบขึ้นมา แล้วปักลงไปใหม่

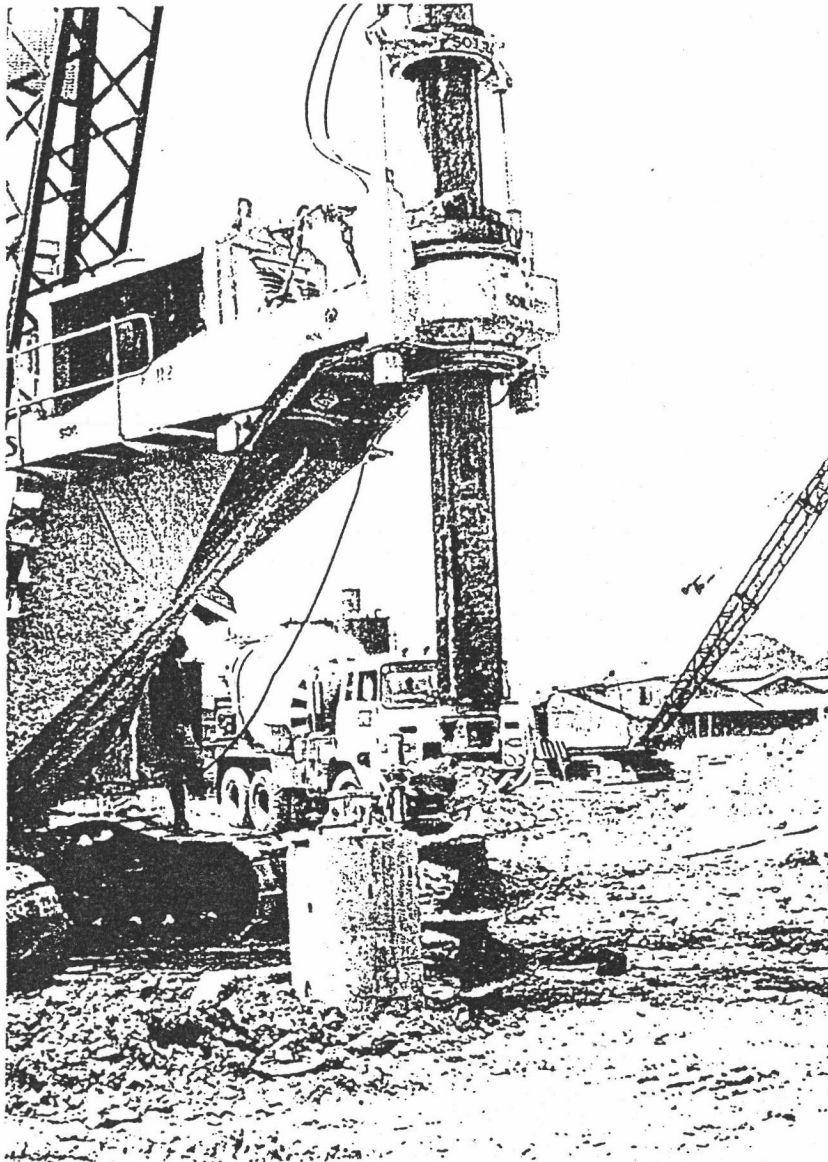
1.2 ขั้นตอนการเจาะด้วยหัวเจาะแบบ Auger

หลังจากที่ Service crane ได้ทำการกดปลอกเหล็กเสร็จแล้วนั้น ปั่นจันที่ใช้ในการเจาะดิน Rig crane ก็จะเคลื่อนเข้ามาทำการเจาะดินในหลุม เครื่องจักรจะทำการหย่อนหัวสว่านลงในหลุม หมุนและตักดินเหนียวติดขึ้นมาที่ใบสว่าน จากนั้นก็ดึงหัวสว่านที่ติดดินขึ้นมา แล้วมาคลายดินออกที่ข้างหลุมด้านบน ทำอย่างนี้สลับกันไปจนถึงระดับชั้นทรายซึ่งในขั้นตอนนี้ดินข้างหลุมที่ได้จากการขุดจะต้องได้รับการขนย้าย

ออกไปให้พ้นหลุม โดยทั่วไปจะใช้เครื่องตักดินและรถบรรทุกดินตักดินแล้วนำออกไป
ทิ้งนอกหน่วยงานเพื่อไม่ให้เป็นการอุปสรรคการทำงาน



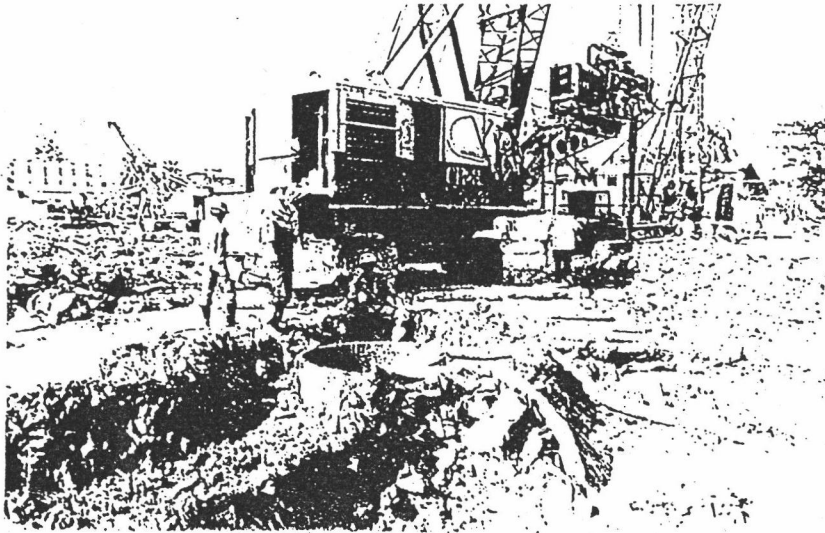
รูปที่ 3.1 การกดปลอกเหล็ก



รูปที่ 3.2 การเจาะด้วยหัวเจาะแบบ Auger

1.3 ขั้นตอนการเติมเบนโทไนท์

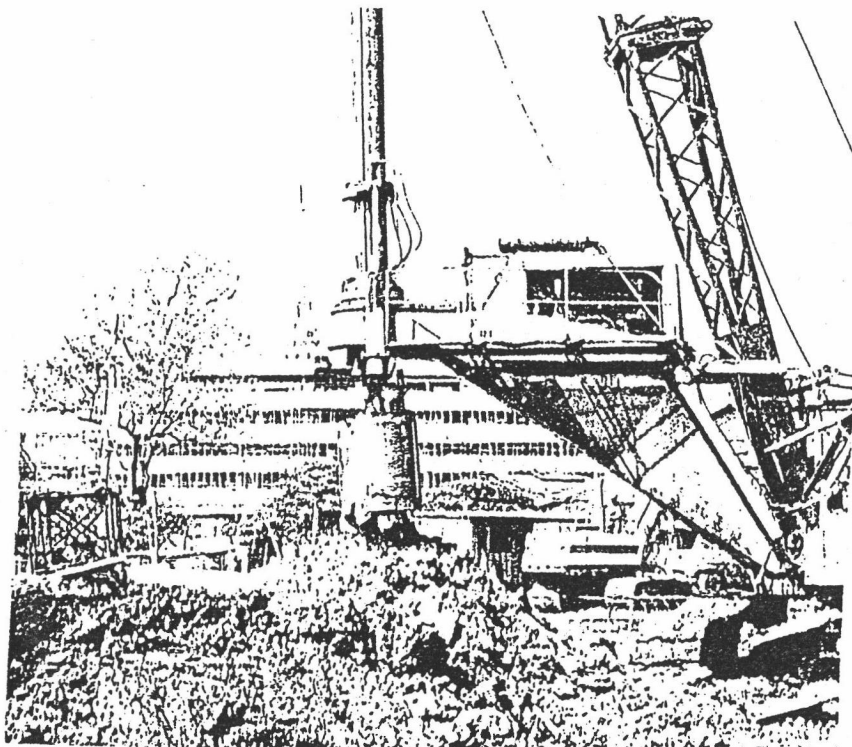
หลังจากที่ Rig crane ทำการเจาะดินด้วยหัวสว่านจนถึงระดับชั้นทรายแล้ว Service crane ก็จะหัวอุปกรณ์ท่อเติมสารละลายเบนโทไนท์และปั๊มมาที่หลุมเจาะ จากนั้นก็ทำการเติมสารละลายลงไปหลุมเจาะซึ่งจะทำการเติมเบนโทไนท์จนเต็มหลุมเจาะ



รูปที่ 3.3 การเติมเบนโทไนท์

1.4 ขั้นตอนการเจาะด้วยหัวเจาะแบบ Bucket

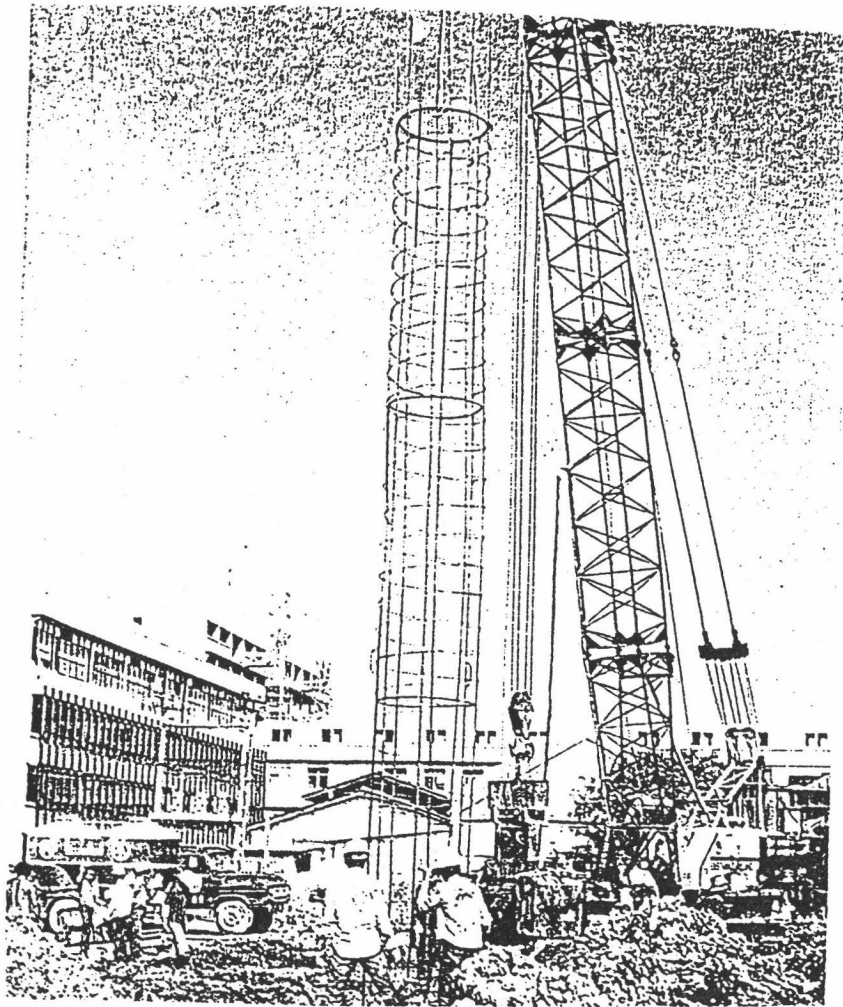
ระหว่างที่มีการเติมสารละลายเบนโทไนท์ในหลุมเจาะ Rig crane ก็จะทำให้การเปลี่ยนหัวเจาะจากหัว Auger เป็นหัว Bucket เมื่อเติมเบนโทไนท์จนเต็มหลุม Rig crane ที่เปลี่ยนหัวเจาะก็จะเริ่มทำการเจาะต่อโดยหย่อนหัวเจาะลงในหลุม เครื่องจักรก็จะทำการหมุนหัวเจาะก็ตักเอาดินในหลุมเข้าไปในหัวเจาะที่มีลักษณะเหมือนถัง จากนั้นเครื่องก็จะดึงหัวเจาะที่มีดินอยู่เต็มถัง ขึ้นมาเปิดคลายออกที่ปากหลุม จากนั้นก็จะหย่อนหัวเจาะลงในหลุมเพื่อทำการเจาะอีก ระหว่างขั้นตอนนี้จะมีการเติมสารละลายเบนโทไนท์ตลอดเวลาเพื่อรักษาระดับ Bentonite ในหลุมเจาะ โดยทำอย่างนี้สลับไปมาจนประมาณว่าใกล้ที่จะได้ระยะปลายเข็ม ก็จะทำการการวัดความลึกในหลุมเจาะ แล้วทำการเจาะสลับการวัดจนให้ได้ระดับความลึกที่ต้องการ ในทำนองเดียวกันขั้นตอนเจาะด้วย Auger จะมีการขนย้ายดินโดยเครื่องตักดินให้พื้นที่บริเวณที่ทำงาน



รูปที่ 3.4 การเจาะด้วยหัวเจาะแบบ Bucket

1.5 ขั้นตอนการใส่เหล็ก

หลังจากที่ Rig crane ได้ทำการเจาะดินจนได้ระดับที่ต้องการแล้ว Service crane ก็จะหิ้วกรงเหล็กที่ได้ผูกเตรียมไว้ ค่อย ๆ หย่อนลงไปในหลุมเจาะซึ่งจะต้องระมัดระวังไม่ให้กรงเหล็กไปกระทบผนังข้างหลุม เพราะจะทำให้ดินทรายที่ผนังข้างหลุมทลายลงไปกั้นหลุม การหย่อนกรงเหล็กจะค่อย ๆ หย่อนลงไปทีละท่อน โดยทั่วไปกรงเหล็กจะถูกมัดไว้เป็นท่อนยาวประมาณ 12 เมตร กรงเหล็กท่อนแรกไว้ที่ปากหลุมกับปลอกเหล็ก จากนั้นก็เอากรงเหล็กท่อนต่อไปมาผูกติดและเชื่อมติด แล้วค่อยหย่อนกรงเหล็กลงไปทีละท่อนจนครบตามจำนวน จึงเชื่อมกรงเหล็กเส้นเข้ากับเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม.แล้วเชื่อมติดที่ปลอกเหล็กเพื่อหิ้วเหล็กไว้



รูปที่ 3.5 การใส่เหล็ก

1.6 ขั้นตอนการใส่ท่อ Tremie Pipe

ระหว่างที่มีการใส่กรงเหล็กลงในหลุมเจาะ ก็จะมีการเตรียมท่อ Tremie โดยต่อท่อ Tremie ไว้เป็นท่อน ๆ หลังจากที่ใส่กรงเหล็กเสร็จ Service crane จะหิ้วท่อ Tremie pipe มาใส่ลงในหลุมเจาะที่ระดับของท่อที่ได้เตรียมต่อไว้เป็นท่อนยาว ๆ แล้ว จากนั้นก็ติดตั้งฐานซึ่งใช้เป็นแท่นสำหรับทำงานเทคอนกรีตที่ปากหลุม

1.7 ขั้นตอนการทำ Air lift

Service crane จะหิ้วอุปกรณ์ท่อลม, บั้มลม เพื่อมาติดตั้งกับท่อ Tremie ที่หลุมเจาะ เดินสายลมต่อท่อส่งเบนโทไนท์ที่เป็นตะกอนทรายไปยังถังแยกตะกอนทราย เปิดเครื่องลมเริ่มทำการ Air lift ตรวจสอบคุณสมบัติเบนโทไนท์ที่สูบกลับขึ้นมาว่าจนมีสภาพที่ดีเหมือนกับเบนโทไนท์ที่ใส่เข้าไปใหม่ พร้อมทั้งตรวจสอบความลึกของหลุมเจาะให้มีความลึกได้ตามที่กำหนดซึ่งนั่นหมายถึงได้ทำความสะอาดกันหลุมให้ปราศจากตะกอนทรายแล้ว (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.)

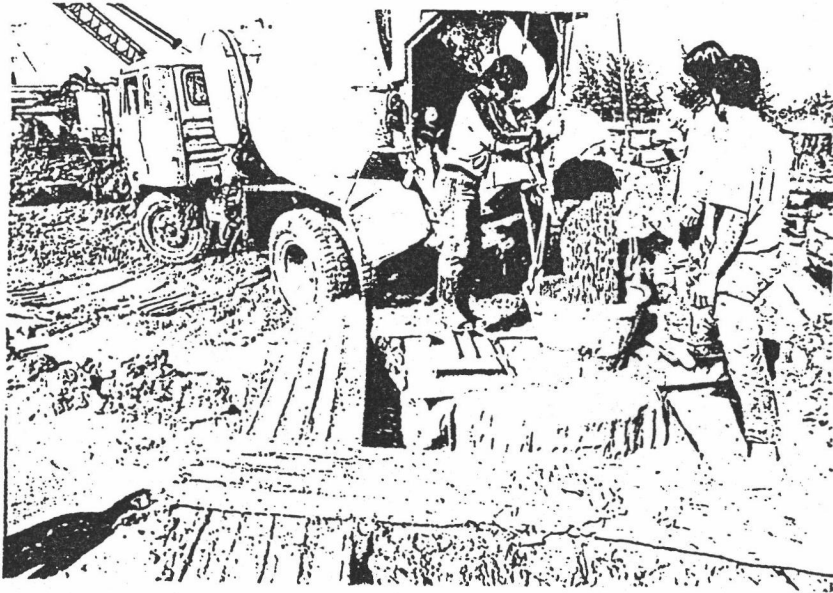


1.8 ขั้นตอนการเทคอนกรีต

หลังจากทำ Air lift จนตะกอนก้นหลุมสะอาดดีแล้ว จนได้ความลึกของหลุมตามที่กำหนด ก็จะเริ่มเทคอนกรีตในหลุม โดย Service crane จะหิ้วกรวยที่ติดไว้กับท่อ Tremie และมีการจัดการพื้นที่เข้าออกให้รถปูนถอยเข้าออกได้สะดวก ก่อนเทคอนกรีตจะมีการใส่โฟมลงในท่อ Tremie pipe ก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตผสมกับเบนโทไนท์ขณะที่เทคอนกรีตส่วนแรกลงไปหลุม ซึ่งคอนกรีตนี้จะไปดันโฟมให้ไปตามท่อและจะเข้าไปแทนที่เบนโทไนท์และโฟมลอยขึ้นมาข้างปากหลุม

ระหว่างการเทคอนกรีตจะมีการตัดท่อ Tremie pipe เมื่อรู้สึกว่ามีอัตราการไหลของคอนกรีตช้าลง โดยจะควบคุมให้ท่อ Tremie pipe ฝังอยู่ในคอนกรีตตลอดเวลา ซึ่งจะต้องเพื่อให้ลึกพอกับการทำงาน เพราะบางครั้งจะมีการยกกรวยให้สูงขึ้นและกระแทกท่อให้คอนกรีตไหลลงไปได้

ในช่วงที่มีการตัดท่อคอนกรีต ท่อคอนกรีตพร้อมกรวยจะถูกพักที่ปากหลุม ท่อ Tremie จะถูกตัดจากท่อนบนสุดไล่ลงไป เสาเข็มต้นหนึ่งมีการหยุดพักตัดท่อคอนกรีตประมาณ 3 - 4 ครั้ง

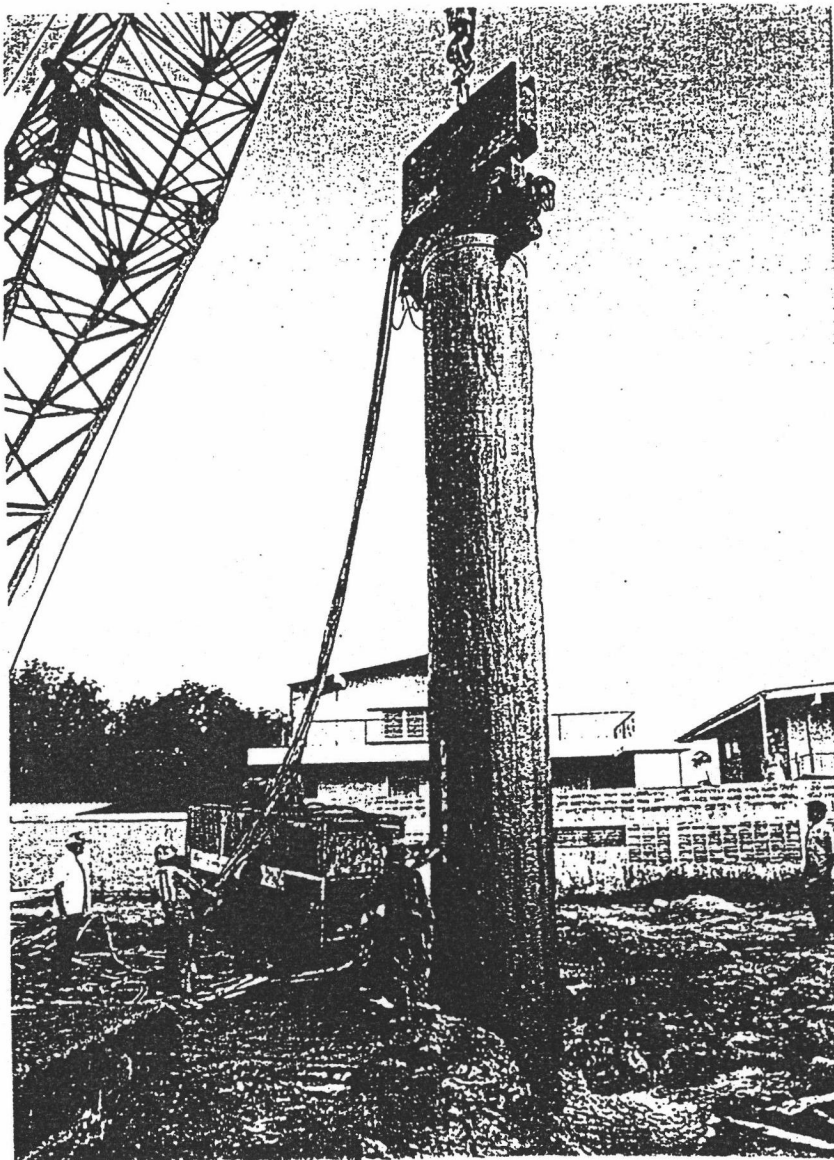


รูปที่ 3.6 การเทคอนกรีต

1.9 ขั้นตอนการถอนปลอกเหล็ก

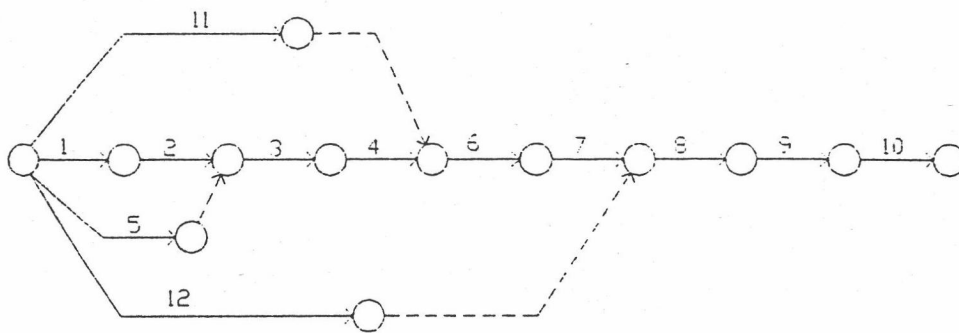
หลังจากเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว Service crane ก็จะเปลี่ยนไปหิ้ว Vibro hammer มาถอนปลอกเหล็กขึ้นมา ซึ่งจะต้องถอนปลอกเหล็กก่อนที่คอนกรีตจะเริ่มก่อตัว จากนั้นก็จะนำปลอกเหล็กที่ถอนออกมาไปปักที่ตำแหน่งใหม่

จากรายละเอียดในขั้นตอนหลักต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น การทำงานเสาเข็มเจาะยังคงมีงานย่อยอื่น ๆ อีก ได้แก่ การเตรียมเบนโทไนท์, งานตัดเตรียมเหล็กและผูกเหล็กเส้น ซึ่งสามารถเขียนเป็นโครงการงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 การถอนปลอกเหล็ก

BORED PILING WORK PROCESS



ACTIVITY

- | | |
|--|---|
| 1. กัดปลอกเหล็กให้พ้นชั้นดินอ่อน | 9. เทคอนกรีตลงในหลุมเจาะผ่านท่อ TREMIE PIPE และตั้งท่อ ปรับความยาว TREMIE PIPE |
| 2. เจาะชั้นดินเหนียวอ่อนด้วย Drilling Auger | 10. ถอนปลอกเหล็กขึ้นหลังจากเทคอนกรีตจนถึงระดับหัวเข็มที่ต้องการ ก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัว |
| 3. เติมน้ำมันโทโนท | 11. ตัดเตรียมเหล็กและผูกเหล็กเส้น |
| 4. เจาะชั้นดินแข็งและดินทรายด้วย Drilling Bucket | 12. เตรียมท่อ, ทำความสะอาด TREMIE PIPE |
| 5. เตรียมเบนโทโนท | |
| 6. ยกเหล็กเสริมติดตั้งในหลุมเจาะ | |
| 7. ใส่ท่อ TREMIE PIPE ลงในหลุมเจาะ | |
| 8. ทำความสะอาดก้นหลุม | |

รูปที่ 3.8 โครงข่ายงานของเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

2. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่องานก่อสร้างเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ เพื่อนำมาปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงาน

เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ (รูปที่ 3.1) และรายละเอียดของวิธีการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ นำมาพิจารณาหาปัจจัยที่มีผลกระทบกับงานก่อสร้างเสาเข็ม เพื่อนำมาปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานนั้นได้แบ่งผลกระทบของปัจจัยออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยที่มีผลกระทบด้านเวลาการก่อสร้างของการผลิตเสาเข็ม 1 ต้น และ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบด้านเวลาการก่อสร้างของการผลิต 1 ต้น

1 ขั้นตอนการกดปลอกเหล็ก (Push casing)

- ลักษณะของชั้นดิน ดินที่แข็งกว่าจะใช้เวลามากกว่า
- ประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ใช้ในการกด
- ความสามารถของ Operator ในการ Mark ตำแหน่ง
- สภาพความพร้อมของพื้นที่ในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเข้าทำงาน

2 ขั้นตอนการเจาะด้วยหัวเจาะแบบ Auger

- ประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะ
- ความสามารถของ Operator ในการเจาะ
- สภาพความพร้อมของพื้นที่ในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเข้าทำงาน
- ตำแหน่งที่กองดินที่ขุดออกมา กองดินที่ขุดขึ้นมาจะต้องถูกย้ายออกนอกบริเวณเพื่อไม่ให้กีดขวางการทำงาน

3 ขั้นตอนการเติมเบนโทไนท์

- การเตรียมท่อจากถังผสมมายังหลุม ถ้ามีการเตรียมงานดีจะทำให้ใช้เวลาน้อยลง

4 ขั้นตอนการเจาะด้วยหัวเจาะแบบ Bucket

- ประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะ
- ความสามารถของ Operator ในการเจาะ
- สภาพความพร้อมของพื้นที่ในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเข้าทำงาน

- ตำแหน่งที่กองดินที่ขุดออกมา(การขนย้ายดินออกรอบบริเวณหลุมเจาะเพื่อให้สามารถกองดินที่ขุดขึ้นมาใหม่)

5 ขั้นตอนการใส่เหล็ก

- การขนย้ายเหล็กจากบริเวณประกอบเหล็กมายังหลุมที่เจาะ
- เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อเหล็ก

6 ขั้นตอนการใส่ Tremie pipe

- การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์เข้ามายังหลุมเจาะ
- การเตรียมพร้อมอุปกรณ์ข้อต่อของ Tremie pipe

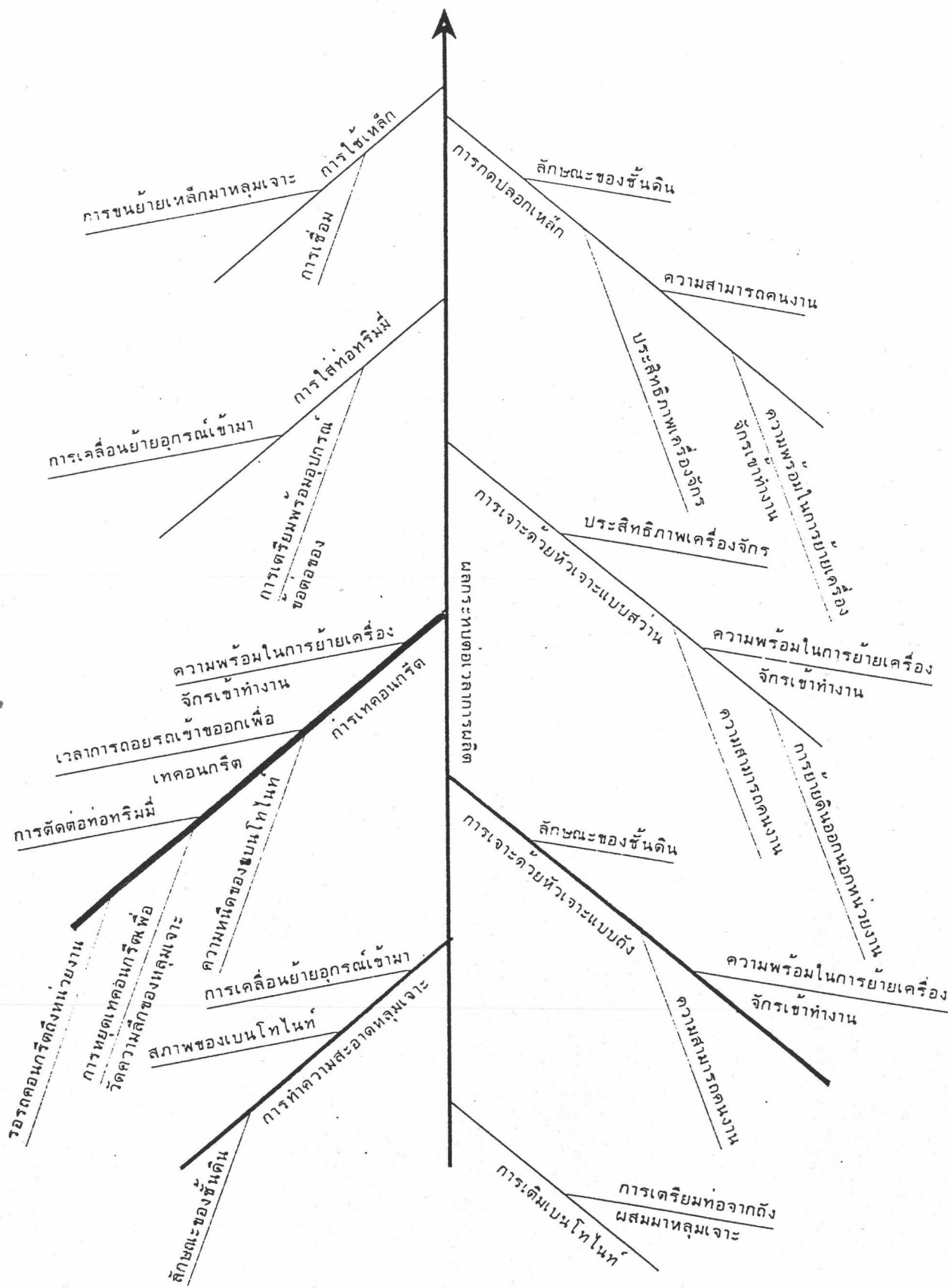
7 ขั้นตอนการทำความสะอาดกันหลุมเจาะโดยการเป่าอากาศ (Airlift)

- การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์เข้ามายังหลุมเจาะ
- ลักษณะของชั้นดินที่เป็นดินทรายจะใช้เวลาทำความสะอาดนาน
- สภาพของ Bentonite

8 ขั้นตอนการเทคอนกรีต

- สภาพความพร้อมของพื้นที่ในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเข้าทำงาน
- เวลาการถอยรถเข้าออกเพื่อเทคอนกรีต
- สภาพความหนืดของ Bentonite ถ้า Bentonite มีความหนืดสูง การไหลเทของคอนกรีตจะช้า
- เวลาที่ใช้ในการตัดต่อท่อ Tremie pipe
- เวลาที่หยุดวัดความลึกของหลุมเพื่อตรวจสอบปริมาณ
- จำนวนครั้งที่หยุดวัดความลึกของหลุม
- เวลารอรถคอนกรีตถึงหน่วยงาน

จากรายละเอียดข้างต้นนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแกงปลาได้ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แผนภูมิค้างปลาของผลกระทบต่อเวลาการผลิต

จากการเข้าไปศึกษากระบวนการผลิต และสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าในแต่ละขั้นตอนการทำงานที่เป็นแบบ Flow process นั้นจะต้องมีการจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักร Service crane และเครื่องจักร Rig crane เพื่อนำเข้าทำงานในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งจากการพิจารณาจะพบว่าขั้นตอนการเจาะดิน และเทคอนกรีต เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่น และเมื่อเข้าไปศึกษารายละเอียดใน 2 ขั้นตอนนี้พบว่าปัจจัยร่วมที่มีผลกับเวลาผลิตได้แก่ ความสามารถของพนักงานควบคุมเครื่องเจาะ ประสิทธิภาพของเครื่องจักร ความพร้อมในการย้ายเครื่องจักรเข้า - ออก เพื่อทำงาน ปัจจัยอื่นๆได้แก่ เงื่อนไขทางวิศวกรรมโยธา ความสมดุทธ์ของจำนวนเครื่องจักร ลักษณะพื้นที่การทำงาน และความสามารถในการจัดส่งคอนกรีตให้หน่วยงานได้ทันเวลาที่ต้องการ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้

ดังนั้นจากเหตุผลที่กล่าวมา งานวิจัยนี้จึงจะไม่ศึกษาลดเวลาการทำงาน ของกระบวนการผลิต แต่จะนำเสนอข้อควรปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนที่ควรปฏิบัติ

2.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโครงสร้างราคาค่าต้นทุนเพื่อนำมาหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนของงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ เพื่อเลือกศึกษาหาวิธีลดต้นทุน เฉพาะต้นทุนหลัก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โครงสร้างราคาค่าต้นทุน

1 แรงงานทางตรง (Direct Labour; DL)

ก. การจ้างงานย่อย (Sub-contractor)

ข. ค่าแรงคนงาน (Wages)

2 วัสดุดิบทางตรง (Direct material)

ก. คอนกรีต

ข. เหล็กเสริม

3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Overhead cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่อาจจะ

คำนวณได้โดยตรงจากรายละเอียดแบบเสาเข็ม

ก. เบนโทไนท์

ข. ค่าวัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ (Site Condition)

- ค. ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าอะไหล่ซ่อมบำรุง และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
- ง. ค่าน้ำ และค่าไฟของโครงการ
- จ. ค่าขนส่งเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อสร้างเข้า-ออกหน่วยงาน
- ฉ. ค่าเงินเดือนพนักงาน
- ช. ค่าบ้านพักคนคน
- ซ. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในหน่วยงาน

จากโครงสร้างต้นทุนดังกล่าว นำมาพิจารณาหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนแต่ละชนิดได้ดังนี้

1 แรงงานทางตรง (Direct Labour; DL)

- ก. การจ้างงานย่อย (Sub-contractor)
- ข. ค่าแรงคนงาน (Wages)
 - จำนวนคนงานที่ใช้ในการก่อสร้าง
 - จำนวนชั่วโมงทำงานใน หนึ่งวัน ของคนงานและเครื่องจักร
 - ค่าแรงคนงาน

2 วัสดุดิบทางตรง (Direct material)

- ก. คอนกรีต คือ ปริมาณคอนกรีตทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตเสาเข็มเจาะ
 - ความผิดพลาดในควมลึกของการเจาะ (Overdrill)
 - ความขรุขระของผนังผิวดินใต้ปลอกเหล็กในหลุมเจาะ
 - ปริมาณคอนกรีตที่แทนที่ขนาดความหนาของปลอกเหล็กหลังจากถอนปลอกเหล็กขึ้นมา (Casing)
 - ปริมาณคอนกรีตเพื่อสำหรับส่วนคอนกรีตที่เสียเนื่องจากผสมกับ Bentonite ที่อยู่บริเวณส่วนบนสุดของเสาเข็ม
 - ปริมาณคอนกรีตส่วนสั่งเผื่อ ในปริมาณที่มากเกินไปจนความจำเป็น
 - ราคาต่อหน่วยของวัสดุดิบ
- ข. เหล็กเสริม ปริมาณเหล็กเสริมทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตเสาเข็มเจาะ
 - ส่วนสิ้นเปลืองจากการตัดประกอบ
 - เหล็กที่ใช้หิวเหล็กเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
 - ราคาต่อหน่วยของวัสดุดิบ

2.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Overhead cost)

ค่าใช้จ่ายที่ไม่อาจจะคำนวณได้โดยตรงจากรายละเอียดแบบเสาเข็ม ได้แก่

- ก. เบนโทไนท์
- ข. ค่าวัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ (Site Condition)
 - ค. ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าอะไหล่ซ่อมบำรุง และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
 - จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในหน่วยงาน
 - ชนิดของเครื่องจักรและประสิทธิภาพของเครื่องจักร
 - ราคาเช่าของเครื่องจักร
- ง. ค่าน้ำ และค่าไฟของโครงการ
- จ. ค่าขนส่งเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อสร้างเข้า-ออกหน่วยงาน
- ฉ. ค่าเงินเดือนพนักงาน
- ช. ค่าบ้านพักคนคน
- ซ. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในหน่วยงาน

จากรายละเอียดข้างต้นนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแก๊งปลาได้ดังรูปที่ 3.10

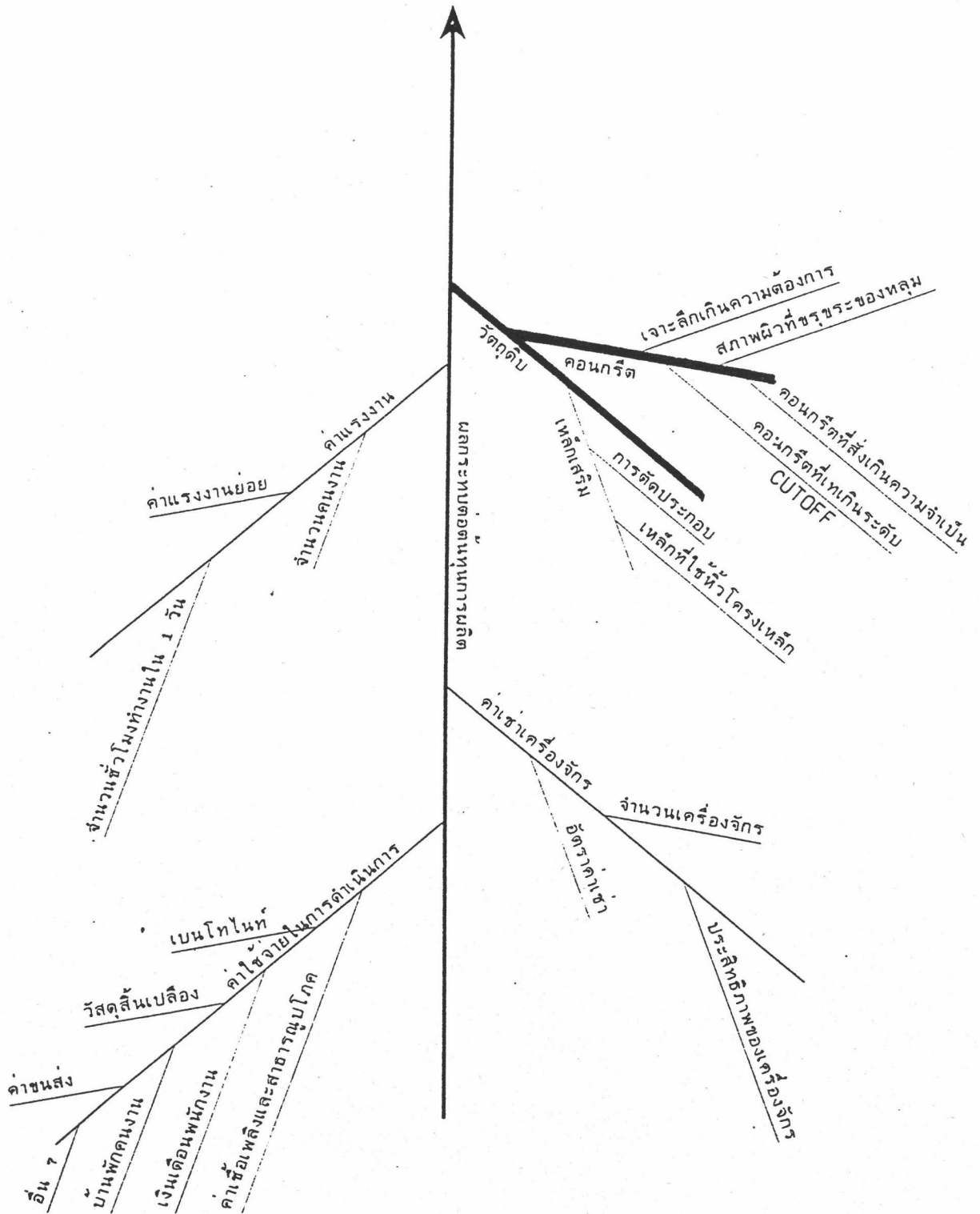
จากนั้นจึงมาพิจารณาข้อมูลต้นทุนของโครงการ 11 โครงการ ซึ่งเก็บตัวอย่างจากโครงการที่บริษัทได้เสนอราคาประมูลไป เมื่อปี พ.ศ. 2536 ถึง 2537 พบว่าต้นทุนคอนกรีตมีค่าเฉลี่ยเป็น 43.59% ซึ่งมีความสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนอื่นของงานเสาเข็มเจาะ รองลงมาเป็นหลักเสริม และค่าแรงงานในการก่อสร้าง ตามลำดับ จากนั้นจึงมาพิจารณาค่าต้นทุนหลักทั้ง 3 ดังนี้

ต้นทุนคอนกรีต ประกอบด้วยคอนกรีตซึ่งสามารถที่จะคำนวณได้โดยตรงจากแบบ และคอนกรีตส่วนเกินที่เผื่อไว้สำหรับการทำก่อสร้างเสาเข็มเจาะ จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นค่าคอนกรีตส่วนเกินนี้มีค่า 15-22% ของปริมาณคอนกรีตทั้งหมด

ต้นทุนหลักเสริม

ประกอบด้วยหลักเสริมซึ่งสามารถคำนวณได้โดยตรงจากแบบ และหลักเสริมส่วนสูญเสียเนื่องจากการตัดและตัดประกอบ จากการตรวจสอบ

จากข้อมูลการใช้วัสดุในอดีตประกอบกับการคำนวณหาหลักเสริมจะพบว่าส่วนสูญเสียมีค่าระหว่าง 1.5-6 % ซึ่งขึ้นอยู่กับความยาวของเสาเข็มที่ออกแบบไว้



รูปที่ 8.10 แผนภูมิกิ่งปลาของผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต

ซึ่งหลักส่วนนี้เกิดเนื่องจากการที่จะต้องตัดความยาวของขนาดเหล็กเสริมมาตรฐานที่ขายในท้องตลาด เพื่อประกอบเหล็กเสริมให้ได้ขนาดของเสาเข็มตามต้องการ ดังนั้นส่วนสูญเสียนี้จึงขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของเสาเข็ม ดังนั้นจึงไม่นำมาพิจารณาในการลดต้นทุนได้

ต้นทุนค่าแรงงาน

ต้นทุนนี้เป็นต้นทุนแปรผันขึ้นอยู่กับเวลาแล้วเสร็จของโครงการเช่นเดียวกับต้นทุนเครื่องจักรโดยที่ต้องพิจารณาควบคู่กับจำนวนชั่วโมงการทำงานใน 1 วันเพื่อให้เหมาะกับเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงจะพิจารณาเฉพาะการลดต้นทุนคอนกรีตซึ่งเป็นต้นทุนหลักที่มีค่าสูงที่สุด

8. วิธีการประเมินราคาโครงการอย่างมีหลักการ

งานวิจัยนี้ได้มาศึกษาหาวิธีการคำนวณต้นทุนหลักเช่น ปริมาณการใช้คอนกรีตอย่างมีหลักการ นอกจากนี้เพื่อที่จะหาจำนวนวันแล้วเสร็จของโครงการซึ่งจะนำมาคิดราคาต้นทุนค่าเช่าเครื่องจักร และค่าแรงงานได้ งานวิจัยนี้จึงได้สร้างแบบจำลองวิธีการปฏิบัติงานโดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ (Computer simulation model) จากข้อมูลเรื่องเวลาในการทำงานจริงแต่ละขั้นตอนเพื่อนำมาหาจำนวนวันแล้วเสร็จของโครงการที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดจึงทำให้สามารถประมาณราคาโครงการได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการประมาณราคาโครงการในอนาคต