บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของบทที่ 2 นี้กล่าวถึง บทความ ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือต่างๆ ในงานก่อสร้าง และในบทที่ 2 นี้กล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการศึกษางาน (Work Study) ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวมรวมข้อมูลจากหน้างาน เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไป และนอกจากนี้ยังกล่าวถึงรายละเอียดของแผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Diagram) เพื่อใช้ในการหาสาเหตุและวิธีการในการพัฒนาการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้น

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2524) ให้คำนิยามของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จขนาดสั้นไว้ว่า รูปร่างหน้าตัดของเสาเข็มเป็นลักษณะใดก็ได้แต่ต้องให้จุดศูนย์ถ่วงของภาคตัดขวางทับจุดศูนย์กลางของเสาเข็ม

- ต้องมีคอนกรีตหุ้มไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร
- ความยาวของเสาเข็มนั้นต้องไม่เกินกว่า 8 เมตร
- ส่วนที่บางที่สุดของภาคตัดขวางของเสาเข็มต้องไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร หรือ 2 เท่าของคอนกรีตหุ้มบวกด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความหนาของเหล็กเสริม โดยใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์
- เนื้อคอนกรีตต้องมีค่าความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้น

การพัฒนาวิธีการตอกเสาเข็มสั้นนั้น ต้องพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ ดังนี้ ปัจจัยด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือ ปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ปัจจัยด้านเทคโนโลยี และปัจจัยด้านแรงงาน ซึ่งปัจจัยต่างๆ ข้างต้นนั้นใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมในการพัฒนาวิธีการตอกเสาเข็มสั้นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยในที่นี้ใช้ วิธีการศึกษางาน (Work Study) ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน้างาน และ แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Diagram) ใน

การวิเคราะห์หาวิธีการพัฒนาวิธีการตอกเสาเข็มสั้นที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้การพิจารณาปัจจัยต่างๆ ข้างต้น

2.1.1 วิธีการศึกษางาน (Work Study)

วิธีการศึกษางานเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการเพิ่มอัตราผลผลิตที่มีอยู่โดยที่มีการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ความหมายของคำว่า "การวัดอัตราผลผลิต" นั้นอาจเรียกว่า อัตราผลิตภาพ (วิสูตร จิระดำเกิง, 2546) และสามารถหาได้จากสมการ

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ผลิตผล (Physical Output)}}{\text{ปัจจัยการผลิต (Physical Input)}} \quad \ldots (2.1)$$

โดยผลิตผล (Physical Output) คือผลที่ได้จากการผลิตโดยอาจวัดเป็น

1) หน่วยการใช้งาน (Functional Units) เช่น พื้นที่ใช้สอยในอาคาร

2) หน่วยของผลงาน เช่น ปริมาณคอนกรีตที่เทได้เป็นลูกบาศก์เมตร

3) หน่วยเป็นค่าเงิน เช่น บาท

และปัจจัยการผลิต (Physical Input) คือทรัพยากรต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิต เช่น แรงงาน วัสดุ เครื่องจักรเครื่องมือ เงิน และการจัดการ (วิสูตร จิระดำเกิง, 2546)

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล (2539) ได้ให้ความหมายของ "การเพิ่มผลผลิต (Productivity)" คือ อัตราส่วนของการผลิตต่อปัจจัยการผลิต และ วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ (2545) ได้ให้ความหมายของคำว่า การเพิ่มผลผลิตไว้ว่า การเพิ่มผลผลิตคือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณหน่วยที่ผลิตได้ต่อหน่วยของทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตนั้นๆ โดยทรัพยากรที่ใช้ รวมถึง ที่ดิน สิ่งปลูกสร้าง วัตถุดิบ เครื่องจักร และแรงงานด้วย

Arditi และ Mochtar (2000) แบ่งชนิดของอัตราผลิตภาพออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ โดยมีหน่วยในการวัดอัตราผลิตภาพ และรายละเอียดดังนี้

1) Total Factor Productivity คือ สัดส่วนของผลผลิต (Output) ต่อมูลค่าทรัพยากรที่ใช้ (Input) โดยที่หน่วยของค่าทั้งสองนั้นคือ มูลค่าทางการเงิน ซึ่งมูลค่าทรัพยากรที่ใช้ แรงงาน วัสดุ เครื่องมือ พลังงาน และเงินทุน
2) Total Productivity คือ สัดส่วนของผลผลิตในหน่วยทางกายภาพ (Physical Output) ต่อมูลค่าทรัพยากรที่ใช้ในหน่วยของมูลค่าทางการเงิน ซึ่งมูลค่าทรัพยากรที่ใช้ แรงงาน วัสดุ เครื่องมือ และการบริหาร
3) Partial Productivity คือสัดส่วนของผลผลิตในหน่วยทางกายภาพ ต่อมูลค่าทรัพยากร ในหน่วยจำนวนทรัพยากรต่อเวลา

โดยที่อัตราผลิตภาพแบบบางส่วน (Partial Productivity) เป็นวิธีที่มีผู้นิยมใช้มาก เพราะเป็นวิธีวัดอัตราผลิตภาพที่สะดวกกว่าการวัดผลิตภาพแบบ Total Factor Productivity ซึ่งทำได้ยากเพราะต้องเก็บข้อมูลจากปัจจัยทุกๆ ปัจจัย

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล (2539) ให้ความหมายของ การศึกษางานว่าเป็นศัพท์ร่วมของการรวบรวมเทคนิควิธีต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดงาน (Work Measurement) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาการทำงานของมนุษย์ เพื่อนำไปสู่การสืบสวนปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพและเศรษฐภาวะของการทำงานอย่างเป็นระบบเพื่อปรับปรุงการทำงานนั้นให้ดีขึ้น โดยที่การศึกษางานนั้นรู้จักกันในนามของ การศึกษาเวลาและการเคลื่อนที่ (Time and Motion Study) แต่ในที่นี้กล่าวถึงเฉพาะการศึกษาวิธีเท่านั้น เพราะการวัดงานนั้น เป็นการศึกษาเวลามาตรฐาน (Standard Time) เพื่อใช้ในการกำหนดมาตรฐานของการทำงานและ เป็นข้อมูลในการจ่ายค่าแรงจูงใจ

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ (2545) ให้ความหมายของ การศึกษาวิธี (Method Study) ไว้ดังนี้

"การศึกษาวิธีเป็นการเก็บบันทึกอย่างมีขั้นตอน และการตรวจตราอย่างถี่ถ้วนของแนวทางการทำงานที่มีอยู่แล้วและที่จะเสนอแนะขึ้นมาใหม่ การศึกษาวิธีการนี้จะนำไปสู่การพัฒนาและการประยุกต์วิธีการที่ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้"

โดยที่คำว่าการศึกษาวิธีนี้มีคำที่มีความหมายตรงกันหลากหลายคำดังนี้ (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2539)

- การศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study)
- การปรับปรุงงาน (Job Improvement or Job Simplification)
- วิธีการทำงาน (Job Method)

ส่วนเทคนิคที่นำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นใช้แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart) ทั้งสามประเภทคือ แรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร โดยอาศัยแผนภูมิการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) เพื่อให้เข้าใจในภาพรวมและรายละเอียดของหน้างานนั้นๆ อย่างแท้จริง

Symbol	Name	Result
●	Operation	Produces, changes
→	Transporation	Moves
■	Inspection	Verifies, checks
D	Delay	Temporary storage, interference
▼	Storage	Keeps

รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์และคำอธิบายของแผนภูมิการผลิตแบบต่อเนื่อง (Parker และ Oglesby, 1972)

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ (2545) ให้ความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

○ คือ สัญลักษณ์แทนการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในวิธีการทำงาน

□ คือ สัญลักษณ์แทนการตรวจสอบงาน อาจเป็นด้านคุณภาพหรือปริมาณก็ได้

⇨ คือ สัญลักษณ์แทนการขนถ่าย หรือการเคลื่อนไหวของคน วัสดุ หรือเครื่องจักรจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

D คือ สัญลักษณ์แทนที่การเก็บพักชั่วคราวหรือการรอ บ่งบอกถึงการรอที่เกิดขึ้นในวิธีการ

▽ คือ สัญลักษณ์แทนที่การเก็บพักถาวรที่สามารถควบคุมได้ วัสดุถูกส่งมาเก็บแล้วส่งออกไปโดยมีการควบคุมอย่างเป็นทางการ ทั้งนี้ก็ใช้เพื่อการอ้างอิงเท่านั้น

□ คือ สัญลักษณ์แทนการรวมงานเข้าด้วยกัน คือมีการทำงานต่างๆ ในเวลาเดียวกัน บนสถานที่แห่งเดียวกัน โดยที่รูปวงกลมซ้อนกับสี่เหลี่ยมหมายถึงการรวมงานปฏิบัติงานและงานตรวจสอบเข้าด้วยกัน

Parker และ Oglesby (1972) เสนอเทคนิคที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 วิธีคือวิธี Stopwatch Study และ Time-Lapse Motion Picture โดยที่วิธี Stopwatch Study นั้นเป็นวิธีที่มีความสะดวกรวดเร็ว อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่า และเครื่องมือที่ใช้มีจำนวนน้อยกว่า โดยผู้เก็บข้อมูลนั้นใช้อุปกรณ์เพียงแค่ กระดานจดบันทึก กระดาษ และดินสอ โดยใช้จดบันทึกเวลาของแต่ละกิจกรรมที่ต่างๆ กันทั้งในส่วนของแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ถึงแม้ว่าวิธี Stopwatch Study มีข้อดีหลายประการแต่วิธีนั้นมีข้อจำกัดที่ผู้สังเกตสามารถบันทึกข้อมูลได้เพียงครั้งละ 1 กิจกรรมเท่านั้น อีกทั้งผู้สังเกตยังเสียโอกาสในการบันทึกกิจกรรมหนึ่งที่กำลังเริ่มในขณะที่กำลังบันทึกข้อมูลในอีกกิจกรรมอยู่ และในกิจกรรมที่มีระยะเวลาหนึ่งรอบสั้นอาจเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นในขณะที่นาฬิกาหยุดเดินเมื่อครบรอบของกิจกรรมนั้นๆ

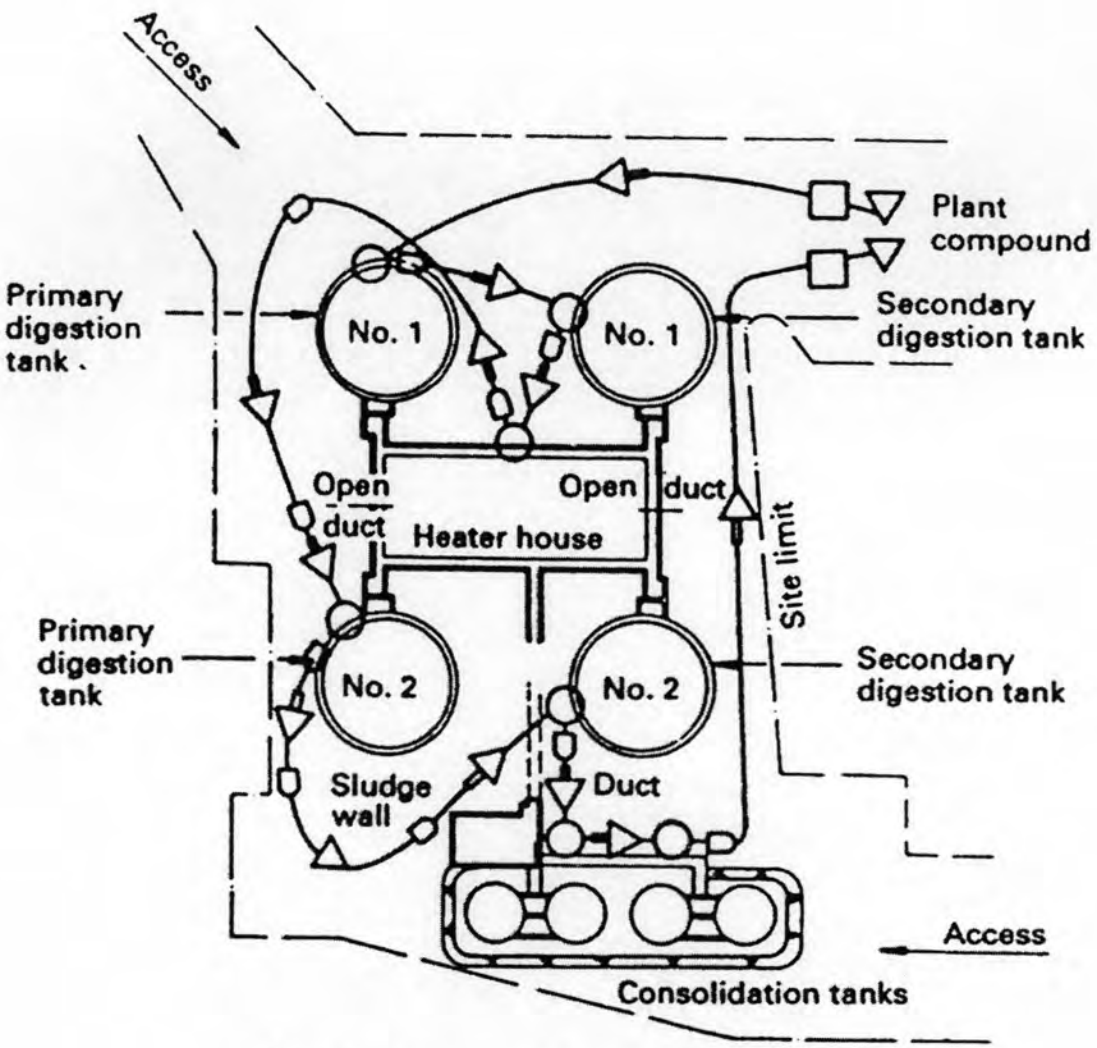
ส่วนวิธี Time-Lapse Motion Picture นั้นคือการบันทึกภาพนิ่งโดยเว้นระยะห่างในการบันทึกภาพคงที่ เช่นทุกๆ 3 วินาที แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดที่ไม่เหมาะบันทึกกิจกรรมที่มีช่วงระยะเวลาหนึ่งรอบเพียงสั้นๆ หรือมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างช่วงว่างของการบันทึกภาพ ซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาดได้ อีกทั้งวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าวิธี Stopwatch Study มาก แต่วิธี Time-Lapse Motion Picture นั้นช่วยให้ผู้สังเกตสามารถมองเห็นภาพรวมของกิจกรรมทั้งหมดได้โดยง่าย

แผนภูมิกระบวนการผลิต(Process Chart)			กิจกรรม	ปัจจุบัน	เสนอใหม่	ประหยัด		
หมายเลข....c/312/45			○	2			ผู้บันทึก	
เรื่อง...concrete placing			⇨	4			(โสภณ หวังรวยทรัพย์)	
กิจกรรมที่ศึกษา.....ผสมคอนกรีตด้วยเ.			□					
และขนไปเทฐานรากเ...ด้วยดัมเปอร์			⇨	2			วันที่	
สถานที่ ..โครงการน้ำมันดี			▽				ผู้ตรวจสอบ	
			ระยะทาง	60.00			(วิโรจน์ แสนดี)	
			เวลา	9.85			วันที่	
กระบวนการ ☑ ปัจจุบัน ☐ เสนอใหม่			ต้นทุน					

รายการ	เวลา (นาที)	ระยะ (ม.)	○	⇨	□	⇨	▽	หมายเหตุ
ผสมคอนกรีตด้วยโม่	3.25	-	●	●	●	●	●	
ขนส่งไปถึงริมอาคารโดยDP1	2.20	20.00	●	●	●	●	●	
รอคอย	0.80	-	●	●	●	●	●	
ขนส่งไปF1(A-1)โดยDP1	0.60	10.00	●	●	●	●	●	
เทคอนกรีตลง F1 (1-A)	0.50	-	●	●	●	●	●	
DP1 วิ่งกลับถึงริมอาคาร	0.50	10.00	●	●	●	●	●	
รอคอย	0.25		●	●	●	●	●	
DP1 วิ่งกลับไปที่โม่	1.75	20.00	●	●	●	●	●	
			●	●	●	●	●	
			●	●	●	●	●	
			●	●	●	●	●	
			●	●	●	●	●	
			●	●	●	●	●	
			●	●	●	●	●	
รวม	9.85	60.00	2	4	4			

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของแผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

(วิสูตร จิระดำเกิง, 2546)



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของแผนภูมิการเคลื่อนที่ (Flow Diagram)

(Harris และ McCaffer, 2001)

2.1.2 แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Diagram)

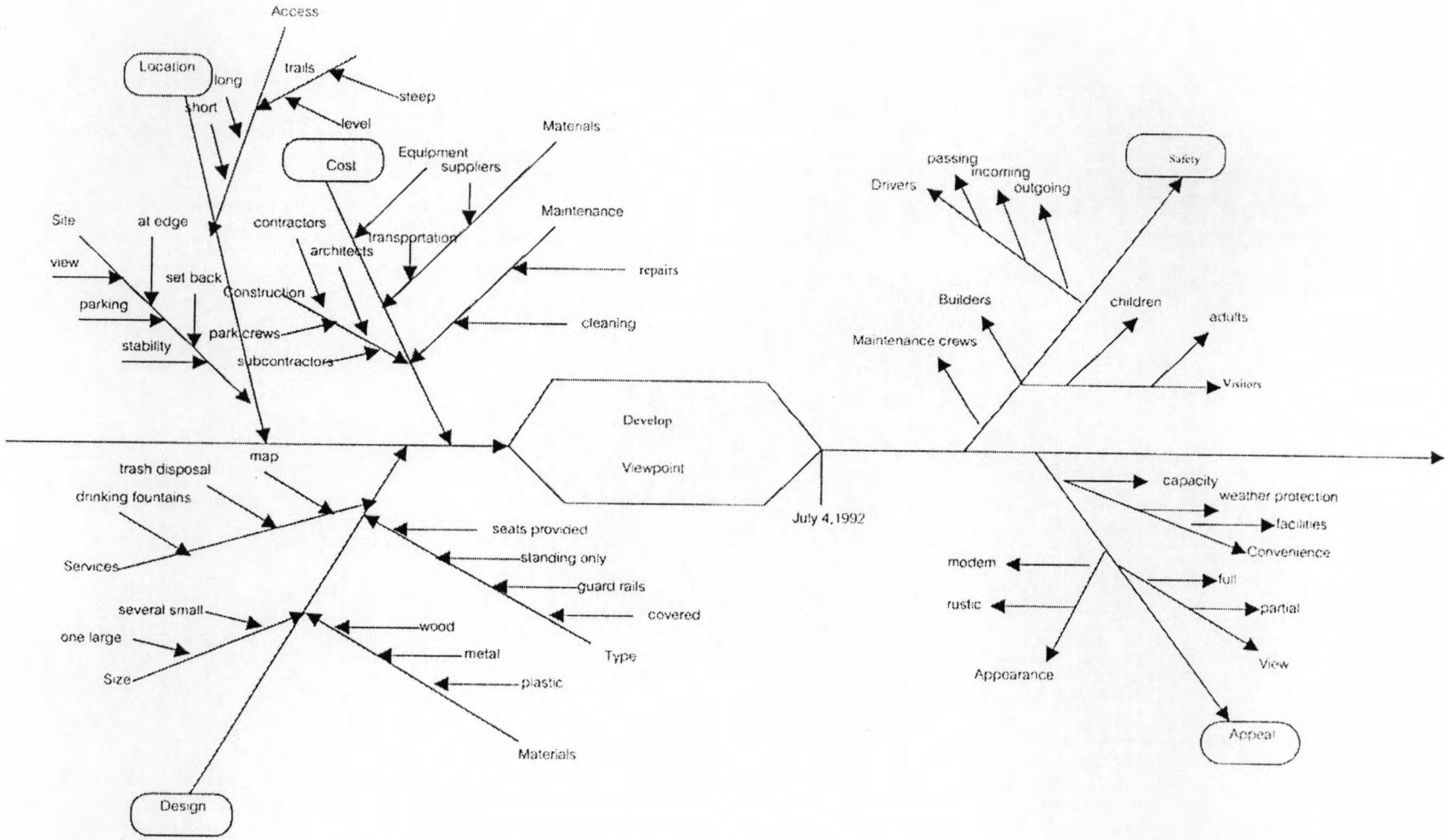
แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบนั้นเป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อแสดงถึงรายละเอียดและที่มาต่างๆของสาเหตุ และแสดงรายละเอียดของผลกระทบที่เกิดขึ้นตามมาจากสาเหตุนั้นๆ โดยที่มีการจำแนกต้นเหตุและผลกระทบต่างๆออกเป็นหมวดหมู่เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและการวิเคราะห์หาทางแก้ไขต่อไป

ในส่วนของการวิเคราะห์หาวิธีการพัฒนาการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นนั้นประยุกต์การใช้แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Diagram) ในการวิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการตอกเสาเข็ม โดยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามลักษณะวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นของผู้ประกอบการในปัจจุบัน ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 วิธี ดังนี้ วิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตสั้นโดยใช้เครื่องจักรขุดดิน วิธีการตอกเสาเข็มอคนกรีตสั้นโดยใช้กำลังคน และวิธีการตอกเสาเข็มอคนกรีตสั้นโดยใช้ปั้นจั่น

โดยการนำข้อมูลที่รวบรวมมาจากการศึกษาวิธีการ (Method Study) มาพิจารณาในปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปัจจัยด้านความถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ปัจจัยด้านแรงงาน ปัจจัยด้านเครื่องจักรเครื่องมือ ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย ปัจจัยด้านคุณภาพ และปัจจัยด้านข้อจำกัดของเทคโนโลยี เป็นต้น

โดยขั้นตอนการสร้าง แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Diagram) มีรายละเอียดดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของแผนภูมิ
2) เขียนรายชื่อของต้นเหตุ และผลกระทบทั้งหมด
3) จัดแบ่งรายชื่อทั้งของต้นเหตุและผลกระทบ ให้เป็นหมวดหมู่
4) เขียนแผนภูมิโดยให้วัตถุประสงค์อยู่ในรูปเรขาคณิตหกเหลี่ยม และใส่ชื่อหมวดหมู่ลงในรูปเรขาคณิตวงรี ในส่วนของต้นเหตุนั้นให้ใส่ไว้ที่ปลายของลูกศรตามหมวดหมู่ที่ได้แบ่งไว้ ในทางตรงกันข้ามผลกระทบใส่ไว้ที่หัวลูกศรตามหมวดหมู่ที่ได้แบ่งไว้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างของแผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบ

(Cause and Effect Diagram) (วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร, สไลด์)

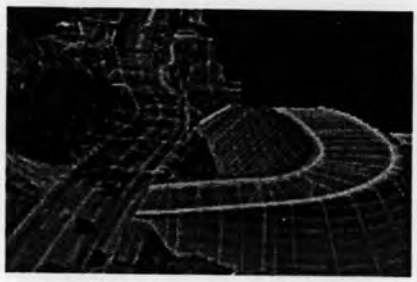
2.2 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรในงานก่อสร้าง

2.2.1 Bernold (2004) ได้ตระหนักถึงความปลอดภัยของผู้ควบคุมเครื่องจักรขุดดิน เพราะเห็นว่าเป็นงานที่มีอัตราเสี่ยงสูงที่จะเกิดอันตรายเมื่อทำการขุดดินไปพบกับท่อที่ฝังอยู่ใต้ดิน จึงได้ทำการประดิษฐ์เครื่องมือตรวจสอบท่อโลหะที่ฝังอยู่ใต้ดิน ซึ่งติดตั้งไว้ที่แขนของเครื่องจักรขุดดินโดยมีหลักการทำงานคือ ตัวตรวจสอบโลหะทำการปล่อยสนามแม่เหล็กออกมา จากนั้นดำเนินการส่งสัญญาณอะนาล็อคไปยังเครื่องแปลงสัญญาณ จากนั้นเครื่องแปลงสัญญาณทำการส่งข้อมูลดิจิตอลไปยังคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งไว้บนห้องควบคุมเครื่องจักร โดยทำการแสดงสัญญาณแม่เหล็กที่ได้รับมาในรูปของ แผนภูมิ เสียง อีกทั้งได้เก็บข้อมูลสัญญาณไว้เพื่อทำการวิเคราะห์ผลในอนาคต แต่อุปกรณ์ตรวจจับโลหะนี้ยังมีข้อด้อยอยู่ที่ไม่สามารถตรวจจับท่อที่ทำจากพลาสติก และท่อที่ไม่ใช่โลหะ อีกทั้งข้อจำกัดทางด้านค่าใช้จ่ายในการผลิตที่สูง

รูปที่ 2.5 ภาพของอุปกรณ์ตรวจจับท่อโลหะ
(แหล่งที่มา: http://www.construction-institute.org)

2.2.2 Patton (2004) ได้ทำการพัฒนาอุปกรณ์ประเภทเครื่องจักรปรับหน้าดิน (Motor Grader) โดยทำการติดตั้งระบบ BladePro โดยที่ระบบนี้ประกอบไปด้วย Digital Terrain Model (DTM) ซึ่งเป็น Software ในการจำลองภาพสามมิติของงานปรับหน้าดิน Geodimeter Robotic Total Stations เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่าง Motor Grader กับสถานีอ้างอิง และอุปกรณ์ควบคุมใบมีดของ Motor Grader แบบอัตโนมัติ ซึ่งตัวอุปกรณ์นี้ทำหน้าที่ในการคำนวณงานปรับหน้าดินจริง และที่ได้วางแผนไว้จากนั้นอุปกรณ์ทำหน้าที่คำนวณการควบคุมใบมีดของ Motor Grader แบบ Real Time ทำให้การทำงานปรับหน้าดินด้วยอุปกรณ์นี้ลดขั้นตอนของการสำรวจลง อีกทั้งยังเพิ่มอัตราผลิตภาพ

ขึ้นร้อยละ 50 และลดจำนวนรอบของ Motor Grader ที่ต้องทำงานลง แต่อุปกรณ์นี้มีข้อจำกัดอยู่ที่ระยะห่างระหว่าง Robotic Total Station และเครื่องจักร



รูปที่ 2.6 การทำงานของ Digital Terrain Model

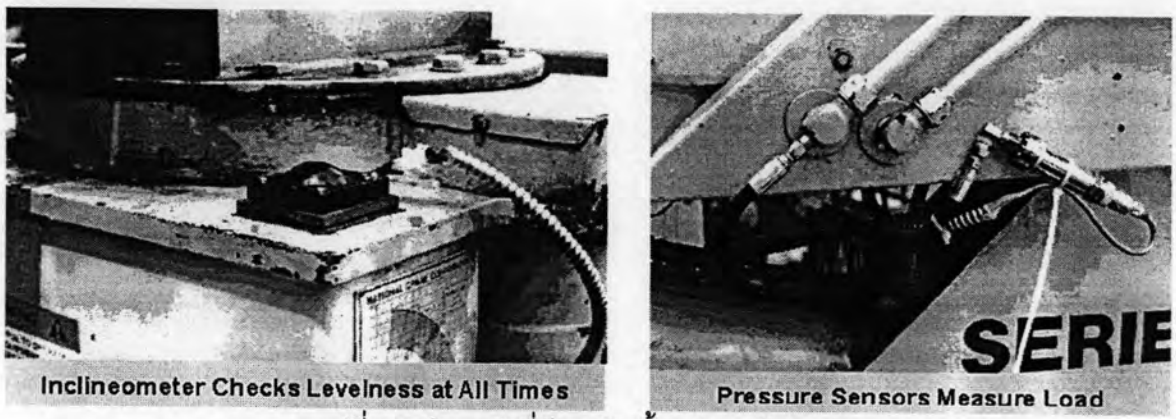
(แหล่งที่มา : http://www.construction-institute.org)

รูปที่ 2.7 การใช้งานระบบ BladePro

(แหล่งที่มา: http://www.construction-institute.org)

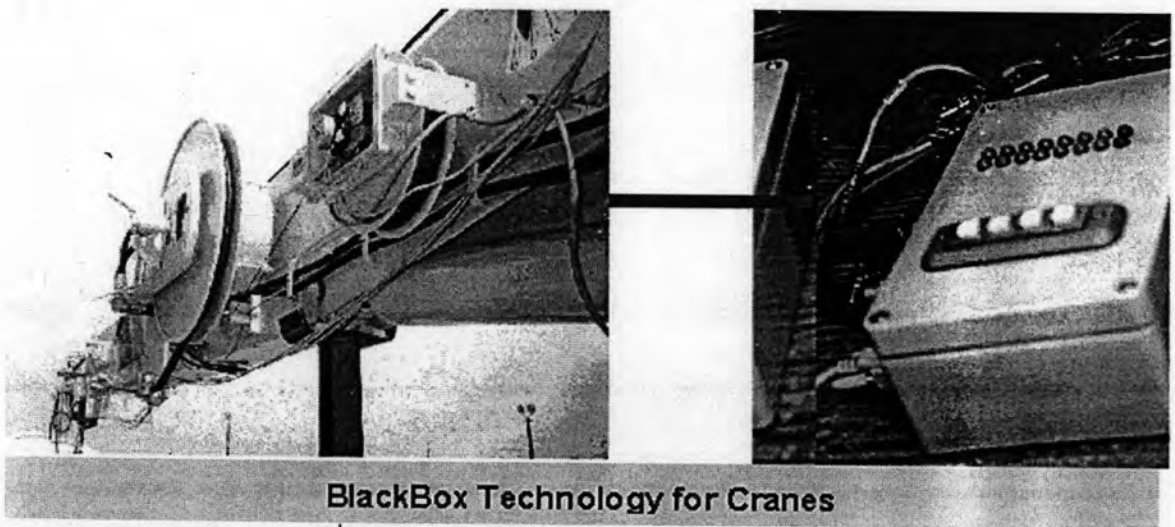
2.2.3 Construction Automation & Robotics Laboratory (2004) ได้ทำการคิดค้นระบบ BlackBox Technology ขึ้นโดยระบบนี้ทำการประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรยกของ โดยที่มีแนวคิดคล้ายกับระบบกล่องดำของเครื่องบิน ซึ่งระบบนี้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน โดยข้อมูลจากเครื่องมือตรวจวัดที่ติดตั้งไว้ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรจะถูกส่งไปยังกล่องดำ จากนั้นผู้ควบคุมงานสามารถตรวจสอบรายงานการปฏิบัติงานได้จากกล่องดำนี้ ซึ่งตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดมีดังนี้ แขนของรถยก อุปกรณ์ไฮดรอริกเพื่อวัดน้ำหนักยก ฐานของรถยกเพื่อวัดความลาดเอียงของตัวรถ ทั้งนี้สามารถสรุปประโยชน์ของระบบนี้ได้ดังนี้ เตือนผู้ปฏิบัติงานเมื่อการปฏิบัติการนั้นอยู่ในความเสี่ยง ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุลง และง่ายต่อการบำรุงรักษาเครื่องจักร

เพราะสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากกล่องดำไปวิเคราะห์ทำแผนงานบำรุงรักษาแบบป้องกันได้ (Preventive Maintenance)



รูปที่ 2.8 ตำแหน่งที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด

(แหล่งที่มา: http://www2.ncsu.edu/ncsu/CIL/CARL)



รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ของระบบ BlackBox Technology

(แหล่งที่มา: http://www2.ncsu.edu/ncsu/CIL/CARL)

2.3 สรุป

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมได้ให้คำจำกัดความของเสาเข็มคอนกรีตสั้นไว้สามารถสรุปได้ว่าเป็นเสาเข็มที่มีรูปร่างหน้าตัดลักษณะใดก็ได้แต่ต้องให้จุดศูนย์ถ่วงของภาคตัดขวางทับจุดศูนย์กลางของเสาเข็ม มีความยาวไม่เกิน 8 เมตร และเนื้อคอนกรีตต้องมีค่าความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การศึกษาเก็บข้อมูลจากหน้างานอย่างเป็นระบบนั้นสามารถช่วยให้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลในภายหลังเป็นไปอย่างสมบูรณ์ การนำระบบการศึกษางานที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้นั้นทำให้การเก็บข้อมูลมีระเบียบแบบแผน อีกทั้งยังง่ายต่อการทำความเข้าใจ และในส่วนของไดอะแกรมต้นเหตุและผลกระทบนั้นนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ เพื่อหาสาเหตุปัจจัยต่างๆ จากเรื่องที่สนใจ โดยการประยุกต์ใช้แผนภูมิต้นเหตุและผลกระทบนั้นสามารถชี้ให้เห็นถึงปัจจัย และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ

ในส่วนของการพัฒนาวิธีการทำงานซึ่งเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างนั้นเห็นว่าจุดประสงค์หลักของการพัฒนาเครื่องมือเหล่านั้นมุ่งเน้นปัจจัยทางด้านคุณภาพ ได้แก่ การพัฒนาปัจจัยทางด้านคุณภาพความปลอดภัยของเครื่องจักรขุดดิน การพัฒนาด้านระบบการควบคุมของเครนเคลื่อนที่เพื่อให้เกิดความปลอดภัย อีกทั้งยังพัฒนาด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และในบางตัวอย่างนั้นเน้นที่อัตราการทำงานของเครื่องจักร เช่น การพัฒนามาตรฐานของการทำงานในระบบปรับระดับดินด้วยระบบ BladePro