บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาผลงานวิจัยในอดีต ตำราเรียน บทความทางวิชาการ ในบทที่ 2 นี้จะสรุปความหมายของอัตราผลิตภาพ (Productivity) เพื่อที่จะนำไปใช้ในการวัดอัตราผลิตภาพของเครื่องมือที่จะทำการออกแบบและพัฒนา พร้อมทั้งศึกษาแนวคิดการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือก่อสร้าง และวิเคราะห์แนวทางในการวัดอัตราผลิตภาพของเครื่องมือก่อสร้าง จากงานวิจัยของต่างประเทศที่เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือเพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพงานก่อสร้าง และทำการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการทำลายคอนกรีตที่มีในปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไป

2.1 ทฤษฎีและความรู้เกี่ยวกับอัตราผลิตภาพ (Productivity)

ในต่างประเทศนั้นได้มีผู้ให้นิยามของอัตราผลิตภาพ และชนิดของอัตราผลิตภาพไว้แตกต่างกันดังต่อไปนี้

Kendrick (1980) ได้ให้นิยามของคำว่าอัตราผลิตภาพ (Productivity) ไว้ว่า อัตราผลิตภาพนั้นคือความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (Output) ของสินค้าหรือบริการ และทรัพยากร (Input) ทั้งที่เป็นแรงงานของมนุษย์และไม่ใช่แรงงานมนุษย์ที่ถูกใช้ในกระบวนการผลิต ทั้งผลผลิต (Output) และทรัพยากรที่ใช้ (Input) นั้นจะถูกวัดโดยปริมาณทางกายภาพ เพราะจะไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านราคา ซึ่งจะแบ่ง อัตราผลิตภาพออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. Total Factor Productivity
2. Partial Productivity

โดยที่ทรัพยากรที่ใช้ (Input) นั้นประกอบด้วย 3 ชนิดหลักคือ แรงงาน ที่ดิน และทุน โดยในระยะหลังได้มีการแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือทรัพยากรแรงงานมนุษย์ (human) และทรัพยากรที่ไม่ใช่แรงงานมนุษย์ (non-human) ในการวัดของแรงงานมนุษย์ (human) นั้น วิธีการวัดจะทำในรูปแบบของชั่วโมงที่ทำงาน (Hours worked) และสำหรับทรัพยากรที่ไม่ใช่แรงงานมนุษย์ (non-human) นั้นจะรวมไปถึงที่ดิน ทรัพยากรธรรมชาติ และทุนที่

มนุษย์สร้างขึ้นอื่นๆ เช่น สิ่งก่อสร้าง เครื่องมือ เป็นต้น โดยการวัดนั้นจะวัดในหน่วยของชั่วโมงทำงานของเครื่องจักร (Machine-hours) เป็นต้น เมื่อหาสัดส่วนของผลผลิต (Output) ทั้งหมด ต่อทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต (Input) ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ก็จะสามารถวัด Total Factor Productivity ได้ ในส่วนของการวัด Partial Productivity นั้น สัดส่วนของผลผลิตต่อชั่วโมงเป็นที่นิยมที่สุด

Stoner (1982) ได้กล่าวว่า อัตราผลิตภาพ (Productivity) คืออัตราส่วนของสินค้าและบริการ (Output) กับทรัพยากรที่ใช้ (Input) ซึ่งอาจจะเป็นทรัพยากรที่เป็นมนุษย์ (human) หรือ ทรัพยากรที่ไม่ใช่มนุษย์ (non-human) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต แบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้คือ

1. Partial Productivity คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิต (output) กับกลุ่มย่อยกลุ่มหนึ่งของทรัพยากร (input) มีสูตรดังนี้

   Partial Productivity = Total Output/ Partial Input .....(2.1)

2. Total Productivity คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิต (output) กับผลรวมของทรัพยากรที่ใส่เข้าไปทั้งหมด (input)

   Total Productivity = Total Output/ Total Input .....(2.2)

   ดังนั้น Total Productivity จึงสะท้อนค่าของอัตราผลิตภาพที่แท้จริงมากกว่า Partial Productivity

Sumanth (1982) กล่าวว่า ความหมายของคำว่าอัตราผลิตภาพ (Productivity) กับคำว่าการผลิต (Production) คนส่วนมากมักจะสับสนในความหมายของทั้งสองคำ ดังนั้นเราควรจะต้องทำความเข้าใจความหมายของคำศัพท์ที่มักทำให้เกิดการสับสนได้ ซึ่งอธิบายไว้พอสังเขป ดังนี้

1. Production (การผลิต) คือ การที่กิจกรรมทำการผลิตสินค้า และ/หรือ บริการ ซึ่งจะมีหน่วยเป็นปริมาณการผลิต
2. Productivity (อัตราผลิตภาพ) คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้ (Output) ต่อการใช้งานทรัพยากร (Input) ที่ใช้ไป

3. Efficiency (ประสิทธิภาพ) คือ อัตราส่วนระหว่าง ผลลัพธ์ที่แท้จริง (Actual output) ที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์มาตรฐานที่คาดการ (Standard output) เช่น นาย ก สามารถผลิตปากกาได้ 120 อัน/ชั่วโมง ในขณะที่อัตราการผลิตมาตราฐานคือ 180 อัน/ชั่วโมง ดังนั้นประสิทธิภาพของนาย ก คือ 120/180 = 0.6667 หรือ 67.67 เปอร์เซ็นต์
4. Effectiveness (ประสิทธิผล) คือ ระดับของความสำเร็จที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

และ Sumanth (1982) ได้กล่าวสรุปไว้อีกว่าระดับสำเร็จที่ได้จะสะท้อนถึงประสิทธิผล (Effectiveness) แต่การที่ทรัพยากรถูกใช้ในการทำงานให้สำเร็จสะท้อนถึงประสิทธิภาพ (Efficiency) ส่วนอัตราผลิตภาพ (Productivity) เป็นการผสมผสานกันทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล

Arditi และ Mochtar (2000) ได้แบ่งชนิดของอัตราผลิตภาพ (Productivity) เสมือนกับเป็นการผสมผสานการแบ่งชนิดของอัตราผลิตภาพของ Kendrick (1980) และ Stoner (1982) แต่ได้ระบุหน่วยของการวัดอัตราผลิตภาพแต่ละแบบไว้อย่างชัดเจน โดยมีความหมายและหน่วยที่ใช้วัดของอัตราผลิตภาพแต่ละแบบดังนี้

1. Total Factor Productivity คือ สัดส่วนของผลผลิต (Output) แสดงในหน่วยมูลค่าทางการเงิน ต่อ มูลค่าทรัพยากรที่ใช้ (Input) แสดงในหน่วยมูลค่าทางการเงิน ซึ่ง Input นี้รวมทั้ง แรงงาน วัสดุ เครื่องมือ พลังงาน และทุน
2. Total Productivity คือ สัดส่วนของผลผลิตแสดงในหน่วยทางกายภาพต่อมูลค่าทรัพยากรที่ใช้ แสดงในหน่วยมูลค่าทางการเงิน ซึ่งรวมทั้ง แรงงาน วัสดุ เครื่องมือ และการบริหาร
3. Partial Productivity i.e. Labor Productivity คือ สัดส่วนของผลผลิตแสดงในหน่วยทางกายภาพ ต่อมูลค่าทรัพยากรที่ใช้แสดงในหน่วย man-hours

ในประเทศไทยนั้นได้มีผู้ให้นิยามและแบ่งชนิดของอัตราผลิตภาพ (Productivity) ไว้ดังนี้

รศ.ดร. วันชัย ริจิรวนิช (2543) ให้ความหมายและอธิบายความแตกต่างของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency), ประสิทธิผล (Effectiveness) และอัตราผลิตภาพ (Productivity) ไว้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ อัตราส่วนระหว่าง Output ต่อ Input โดยที่ประสิทธิภาพนั้นจะใช้กับพลังงาน (Energy) หรืองาน (Work) ในการออกแบบทางวิศวกรรมที่ดีจึงเป็นการออกแบบที่ Input ต้องใกล้เคียงกับ Output ให้มากที่สุดคือให้ Loss หรือ ความสูญเสียในระบบน้อย ที่สุด และค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพจะมีค่าต่ำกว่า 100 เปอร์เซ็นต์หรือมีค่าน้อยกว่าหนึ่งเสมอ "ประสิทธิภาพ" ในทางวิศวกรรมอธิบายด้วยสูตรดังนี้

$$\text{Efficiency} = \text{Output/Input} \qquad \text{.....(2.3)}$$

2. ประสิทธิผล (Effectiveness) คือ องศาของความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมาย (Degree of Accomplishment of Objective) การดำเนินงานเพื่อให้เกิดประสิทธิผลคือ การดำเนินงานที่เน้นความสำเร็จตามเป้าหมาย โดยอาจจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรใส่เข้าไปเป็นจำนวนมากเพื่อให้ได้ความสำเร็จนั้น ดังนั้นประสิทธิภาพและประสิทธิผลจึงไม่จำเป็นต้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ผลงานที่มีประสิทธิผลสูงอาจมีประสิทธิภาพที่ต่ำก็ได้ เนื่องจากทรัพยากรจำนวนมากที่ป้อนเข้าไป
3. อัตราผลิตภาพ (Productivity) คือ เป็นคำที่มีความหมายตามสูตรที่ใช้เช่นเดียวกับคำว่า "ประสิทธิภาพ" คืออัตราผลิตภาพเป็นดัชนีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในการก่อเกิดผลผลิตนั้น โดยมีสูตรที่ใช้ในการหาคือ

$$\text{Productivity} = \text{Output/Input} \qquad \text{.....(2.4)}$$

โดยสูตรที่ใช้ในการหาอัตราผลิตภาพนี้เป็นสูตรเดียวกับการหาค่าของประสิทธิภาพ แต่ความหมายของอัตราผลิตภาพมีความสัมพันธ์ของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ต่างกัน โดยมีการคำนวณค่าเชิงเศรษฐกิจทั้งผลผลิตและทรัพยากรที่ใช้ แต่ไม่ได้วัดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์เหมือนกับประสิทธิภาพ แต่อัตราผลิตภาพจะวัดออกมาเป็นตัวเลข โดยไม่จำเป็นต้องน้อยกว่าหนึ่ง และเราสามารถแบ่งประเภทของอัตราผลิตภาพเป็น 3 ประเภทดังนี้

3.1 อัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละชนิด เช่น อัตราผลิตภาพวัตถุดิบ (Material Productivity) อัตราผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity) อัตราผลิตภาพค่าใช้จ่าย (Expense Productivity) เป็นต้น

3.2 อัตราผลิตภาพองค์ประกอบรวม (Total Factor Productivity) คือ อัตราส่วนผลผลิตสุทธิต่อผลรวมของทรัพยากรด้านเงินทุนและแรงงาน

3.3 อัตราผลิตภาพรวม (Total Productivity) คือ อัตราส่วนของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ทั้งสิ้น

ในการเปรียบเทียบความหมายของประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และอัตราผลิตภาพหรืออัตราผลิตภาพนั้นสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ แสดงถึงการใช้ทรัพยากรดีระดับใดเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ต้องการ ขณะที่ประสิทธิผลแสดงผลผลิตระดับที่ต้องการได้อย่างไรจากทรัพยากรที่ใช้ และอัตราผลิตภาพหรืออัตราผลิตภาพ เป็นความหมายร่วมของประสิทธิภาพและประสิทธิผล นั่นคือเป็นความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่ต้องการกับทรัพยากรที่ใช้

วิสูตร จิรดำเกิง (2544) ให้ความหมายของอัตราผลิตภาพว่า หมายถึงผลงานที่ทำได้ต่อหนึ่งหน่วยของเวลา โดยทีมงานที่กำหนด หรืออาจให้ความหมายถึงเวลาที่ใช้ต่อการทำงานหนึ่งหน่วย โดยทีมงานนั้นก็ได้ ดังนั้นการบันทึกค่าอัตราผลิตภาพจึงทำได้หลายรูปแบบ เช่น ผลงานที่ทำได้เฉลี่ยต่อคนหนึ่งทำงานหนึ่งวัน (8 ชั่วโมง) สำหรับการบันทึกในรูปแบบของเวลาที่ใช้ต่องานหนึ่งหน่วย โดยทีมช่างที่กำหนด มักจะบันทึกใน

รูปแบบจำนวน คน-ชั่วโมง ที่ใช้ในการทำงานแล้วเสร็จจำนวน 1 หน่วย นอกจากการบันทึกลักษณะนี้แล้ว บางครั้งข้อมูลจะมีการบันทึก ในรูปแบบที่ประกอบด้วยรายละเอียดของทีมงานที่ใช้ (Crew) ทั้งแรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักร และผลงานที่ทำได้ต่อวัน

จากตำราเรียนและเอกสารที่ได้ทำการศึกษาการให้ความหมายของอัตราผลิตภาพ (Productivity) ของทั้งต่างประเทศและของประเทศไทยที่ผ่านมานั้น พอที่จะสรุปความหมายของอัตราผลิตภาพ เพื่อที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยนี้คือ อัตราผลิตภาพ (Productivity) นั้น คืออัตราส่วนระหว่าง ผลผลิต (Output) และ ทรัพยากรที่ใช้ (Input) ซึ่ง Kendrick (1980) เสนอว่าทั้งผลผลิต (Output) และทรัพยากรที่ใช้ (Input) นั้นจะถูกวัดโดยปริมาณทางกายภาพ เพราะจะไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านราคา ซึ่งจากสูตรการหาอัตราผลิตภาพและสูตรการหาประสิทธิภาพนั้นเป็นสูตรเดียวกัน แต่แตกต่างกันคือประสิทธิภาพนั้นจะใช้กับพลังงาน (Energy) หรืองาน (Work) โดยที่ Input และ Output จะอยู่ในรูปของพลังงาน และค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพจะมีค่าต่ำกว่า 100 เปอร์เซ็นต์หรือมีค่าน้อยกว่าหนึ่งเสมอ ซึ่งแตกต่างจากอัตราผลิตภาพคือเป็นความสัมพันธ์ของผลผลิต (Output) และทรัพยากรที่ใช้ (Input) โดยอัตราผลิตภาพจะถูกวัดโดยปริมาณทางกายภาพ ซึ่งไม่ได้วัดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์เหมือนกับประสิทธิภาพ แต่อัตราผลิตภาพจะวัดออกมาเป็นตัวเลข โดยไม่จำเป็นต้องน้อยกว่าหนึ่ง และจากการแบ่งประเภทของอัตราผลิตภาพของตำราเรียนและเอกสารที่ได้ทำการศึกษามาข้างต้น โดยรวมแล้วสามารถแบ่งอัตราผลิตภาพเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. อัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละชนิดหรือเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งทรัพยากรกลุ่มย่อย เช่น แรงงาน เครื่องมือ เป็นต้น ซึ่งคล้ายกับความหมายของอัตราผลิตภาพที่ วิสูตร จิรดำเกิง (2544) ได้ให้ไว้คือ ผลงานที่ทำได้ต่อหนึ่งหน่วยของเวลา โดยทีมงานที่กำหนด โดย Partial Productivity นั้น สัดส่วนของผลผลิตต่อชั่วโมงเป็นที่นิยมที่สุด (Kendrick,1980)
2. อัตราผลิตภาพรวม (Total Productivity) คือ อัตราส่วนของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ทั้งสิ้น ซึ่งรวมทั้ง แรงงาน, วัสดุ, เครื่องมือ และการบริหาร (Arditi และ Mochtar, 2000)

สังเกตได้ว่าอัตราผลิตภาพรวม (Total Productivity) จะเป็นการยากที่จะทำการวัดได้เนื่องจากทรัพยากรที่ใช้มีหลายปัจจัยที่จะพิจารณาให้ครบทุกปัจจัยได้ ดังนั้นในการ

พิจารณาอัตราผลิตภาพของเครื่องมือหรือเครื่องจักรในงานวิจัยนี้จะพิจารณาในลักษณะอัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) ซึ่งจะเป็นการเหมาะสมกว่าจะพิจารณาอัตราการผลิตในลักษณะอัตราผลิตภาพรวม โดย Kendrick (1980) ได้เสนอหน่วยในการวัด Partial Productivity คือ ผลผลิตต่อเวลาของทรัพยากรที่ใช้ ซึ่งเป็นที่นิยมที่สุด

2.2 เทคนิคที่นำมาใช้ในการพัฒนาอัตราผลิตภาพ (Productivity) ในงานก่อสร้าง

Harris และ McCaffer, 2001 ได้กล่าวว่าเทคนิคในการเพิ่มอัตราผลิตภาพ (Productivity) ในงานก่อสร้างนั้นมีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันมากได้แก่เทคนิคการศึกษางาน (Work Study) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีการวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำเอาเทคนิคการศึกษาวิธีการทำงานมาเพื่อปรับปรุงอัตราผลิตภาพของกิจกรรมในงานก่อสร้าง

การศึกษางาน (Work Study) คือ การวัดการบริการซึ่งขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีที่จะแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลเพื่อที่จะปรับปรุงทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยการศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดงาน (Work Measurement) ดังแสดงในรูปที่ 2.2

การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) คือ ระบบการบันทึกและทดสอบปัจจัยและทรัพยากรในสภาพความเป็นจริงและเสนอแนวทางการทำงานวิธีใหม่ เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

การวัดงาน (Work Measurement) หรือบางครั้งเรียกว่าการศึกษาเวลา (Time Study) ซึ่งเป็นการวัดเวลามาตราฐานที่ต้องใช้ในการทำงาน หรือเป็นการกำหนดเวลามาตรฐานของเวลาการทำงานของคนงานหรือเครื่องจักร

โดย Harris และ McCaffer (2001) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการศึกษาวิธีการทำงาน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดงานหรือปัญหาที่เกิดขึ้นที่ต้องการจะปรับปรุง
2. บันทึกสภาพความเป็นจริงที่เป็นอยู่ ซึ่งหากเป็นงานที่ง่ายๆ ก็อาจเพียงเขียนกระบวนการที่เกิดขึ้นก็เพียงพอแล้ว แต่หากเป็นงานที่ซับซ้อนก็ควรจะทำการบันทึกในแต่ละขั้นตอน
3. วิเคราะห์ข้อมูลและทำการปรับปรุงวิธีใหม่โดยอาศัยข้อมูลที่เก็บมาจากขั้นตอนการบันทึกงาน

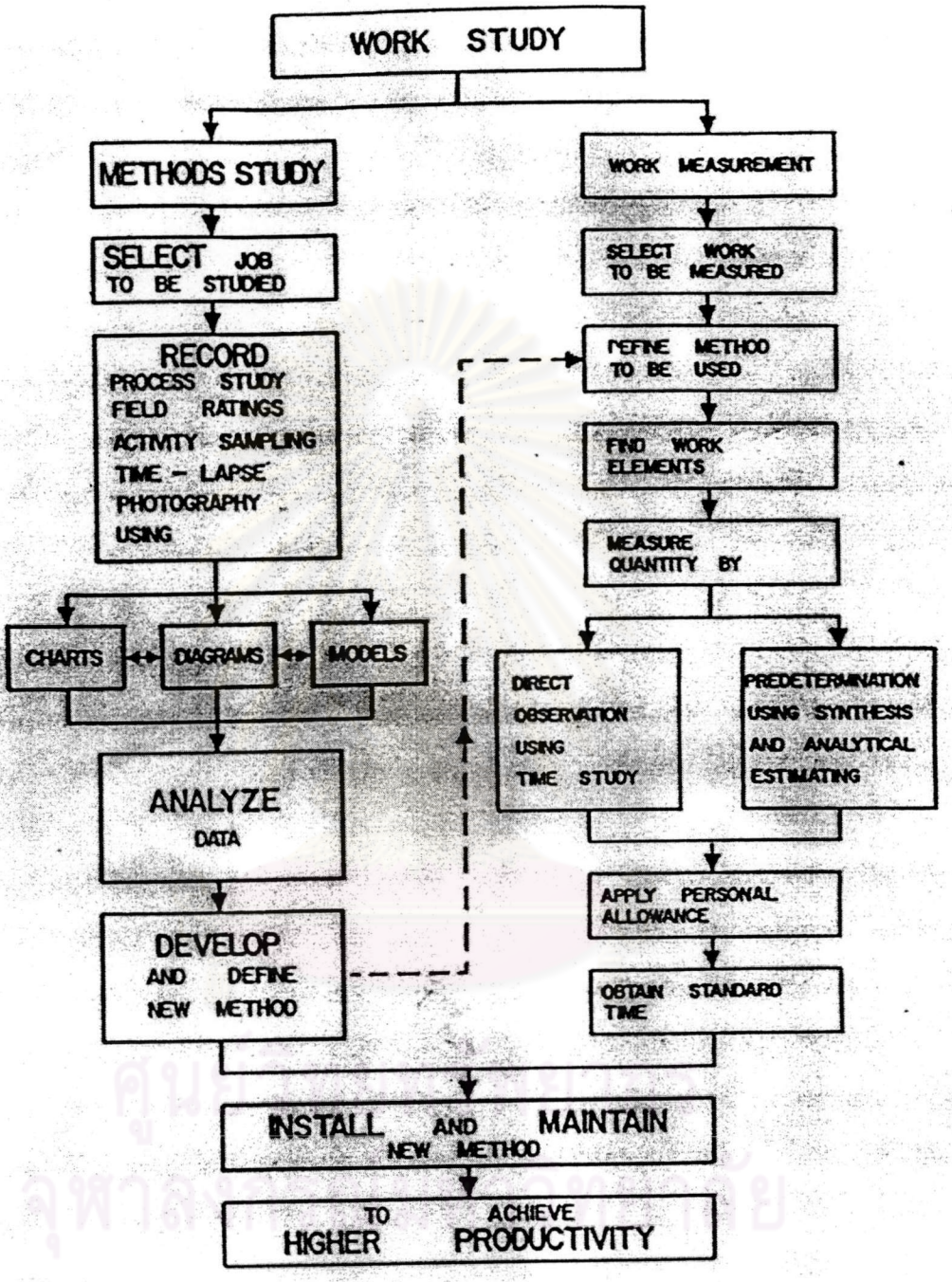
4. ทำการติดตั้งและรักษาคือ หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงการทำงานงานจนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพแล้ว จะต้องมีการนำไปใช้และต้องควบคุมและดูแลให้เป็นไปตามวิธีที่ได้ทำการปรับปรุงมาแล้ว

Harris และ McCaffer (2001) ได้เสนอเทคนิคในการบันทึกการทำงาน (ในขั้นตอนที่ 2 ในการศึกษาวิธีการทำงาน) หลายเทคนิคด้วยกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการสังเกตงานทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งมีวิธีการขั้นตอนการทำงานไม่ซับซ้อนมาก ดังนั้นเทคนิคในการบันทึกการทำงานที่สะดวกและง่ายต่อการนำไปใช้และง่ายต่อการเข้าใจคือแผนภาพการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) คือ เป็นการเก็บบันทึกการไหลเวียนของงานที่มีความไม่ซับซ้อนมาก โดยจะใช้สัญลักษณ์ American Society of Mechanical Engineerings Symbols (ASCE Symbol) แทนกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอนและแต่ละกิจกรรมดังแสดงในรูปที่ 2.1

Symbol	Activity
○	Operation
□	Inspection
⇨	Transport
▽	Storage
D	Delay

รูปที่ 2.1 ASME Symbols (Harris และ McCaffer, 2001)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.2 แสดง Work Study Flow Chart (Drewind, 1982)

Eldin และ Egger (1990) ได้นำเสนอเทคนิคในการพัฒนาอัตราผลิตภาพ (Productivity) ของงานก่อสร้างซึ่งจะใช้เทคนิคที่เรียกว่า Camcorders หรือ Video Camera Recorders (VCR) โดยใช้กล้องวีดีโอบันทึกกิจกรรมที่ต้องการเพิ่มอัตราผลิตภาพ เพื่อหาจุดบกพร่องที่จะแก้ไขในกิจกรรมในงานก่อสร้างที่ต้องการเพิ่มอัตราผลิตภาพ

โดยประโยชน์ของการใช้ Camcorders Technique มีดังนี้

1. ทำให้มีการสื่อสารกันได้สะดวกชัดเจนและทราบถึงระดับความสามารถของคนงานเพราะการได้เห็นภาพและเสียง ทำให้เข้าใจการดำเนินงานได้ชัดเจน
2. ได้รับการตอบรับหรือตอบสนองอยากรวดเร็ว คือสามารถที่จะให้ข้อเสนอแนะได้ทันทีทันใดในขณะเจอจุดบกพร่องของงานในวีดีโอ
3. เพิ่มประสิทธิผลในการบริหารเวลา คือไม่ต้องใช้ความเอาใจใส่มากนักในการเก็บข้อมูล
4. สร้างทัศนคติที่ดีของคนในโครงการ เป็นเรื่องจริงที่ว่าคนงานที่อยู่ในวิดีโอนั้นจะถูกกล่าวถึงหน้าที่ของคนงานเสมือนว่าเป็นการเอาใจใส่กันและกัน ทำให้เกิดรับผิดชอบร่วมกัน
5. พัฒนาการดำเนินงานและแก้ไขวิธีการปฏิบัติ คือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้างและใช้แรงงานอย่างมีประสิทธิผล

สรุปได้ว่าเทคนิค Camcorders เป็นอีกหนึ่งแนวคิดในการที่จะบันทึกภาพกิจกรรมที่เป็นอยู่จริง และสามารถนำไปใช้ในการบันทึกการทำงานเพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพงานก่อสร้างเพื่อให้ทราบถึงปัญหา ซึ่งหากนำเทคนิคการศึกษาวิธีการทำงานโดยการใช้แผนภาพการเคลื่อนที่ร่วมกับการบันทึกกิจกรรมด้วยกล้องวีดีโอ หรือ Camcorders Technique มาใช้ในการการบันทึกขั้นตอนการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กจะมีความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากแผนภาพการเคลื่อนที่เหมาะสมที่จะทำการบันทึกกิจกรรมที่มีขั้นตอนไม่ซับซ้อนมาก และสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพการเคลื่อนที่มีความง่ายต่อการเข้าใจ ส่วน Camcorders Technique เป็นประโยชน์ในด้านที่สามารถบันทึกขั้นตอนการดำเนินงานจริง ทำให้สามารถมองเห็นสภาพความเป็นจริงของกิจกรรมที่ต้องการพัฒนา

ในส่วนของ Camcorders Technique จะต้องใช้ต้นทุนสูงในการใช้เทคนิคนี้ในการบันทึกกิจกรรมที่เป็นอยู่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคการถ่ายภาพนิ่งในแต่ละขั้นตอนแทนการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กแทนการใช้ Camcorders Technique ซึ่งจะประหยัดค่าใช้จ่ายและให้ผลการบันทึกกิจกรรมที่เป็นอยู่ไม่แตกต่างจากการใช้

Camcorders Technique มากนัก เนื่องจากการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในลักษณะเป็นช่องแคบจะใช้เวลาไม่นานมากนักต่อการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กหนึ่งจุดเพราะข้อจำกัดในด้านการจราจร

Allmon และคนอื่นๆ (2000) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราผลิตภาพของคนงาน (Labor Productivity) โดยรวมแล้วปัจจัยทางด้านเทคโนโลยี (Technology) มีผลเป็นอย่างมากต่อทุกอัตราผลิตภาพ (Productivity) ในงานก่อสร้าง การที่มีเครื่องมือและเครื่องจักรที่ดีมีประสิทธิภาพจะส่งผลให้มีอัตราผลิตภาพในงานก่อสร้างที่ดีขึ้น

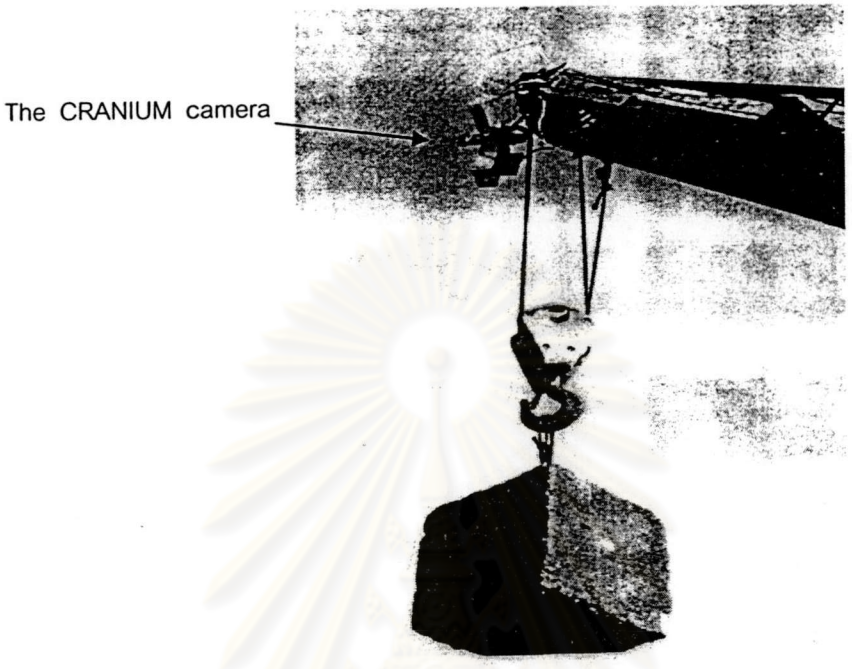
จากคำกล่าวของ Allmon และคนอื่นๆ ในปี ค.ศ. 2000 ดังนั้นในการที่จะพัฒนาอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กควรจะต้องมีการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กให้มีประสิทธิภาพให้มากขึ้นกว่าเครื่องมือชนิดเดิม

นอกจากการพัฒนาเครื่องมือก่อสร้างเพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพในงานก่อสร้าง ความปลอดภัยของผู้ใช้เครื่องมือก่อสร้างเป็นเรื่องสำคัญที่ควรคำนึงถึงด้วย เมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บขึ้นกับคนงานก่อสร้างแล้วจะส่งผลให้เกิดผลเสียต่องานก่อสร้างหลายด้านทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบทางตรง เช่น ต้องเสียค่ารักษาพยาบาล ค่าชดเชยตอบแทนแก่คนงาน และขาดพนักงานในการทำงานไป อาจจะเป็นการชั่วคราวหรือเป็นการถาวร เป็นต้น ส่วนผลกระทบทางอ้อม ได้แก่ การต้องที่เสียเวลาในการฝึกคนงานใหม่ที่มาแทนคนงานคนเดิม (Bernold, Lorenc, และ Davis, 2001)

2.2.1 ตัวอย่างการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือเพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพงานก่อสร้างและความปลอดภัยในการทำงาน

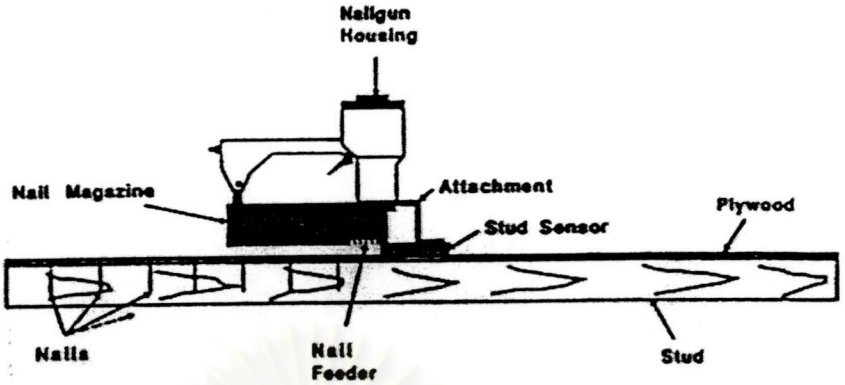
2.2.1.1 Everett และ Slocum (1993) ได้เสนอเครื่องมือที่มีชื่อเรียกว่า " CRANIUM " ซึ่งเป็นการพัฒนาเครื่องมือด้วยการนำระบบกล้องวีดีโอวงจรปิดที่แสดงภาพแบบ Real Time (แสดงภาพทางจอมอนิเตอร์ทันทีหลังจากการจับภาพจากกล้อง) ติดที่ยอด Boom ของเครนทำให้คนขับเครนสามารถทำงานได้สะดวก ส่งผลให้อัตราในการยกสิ่งของเพิ่มขึ้นจากเดิมคือใช้เวลาในการยกสิ่งของในแต่ละรอบการยกน้อยลงและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้เครน โดยเฉพาะงานที่ต้องการ

ความแม่นยำสูง พร้อมทั้งเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งการติดตั้งของ CRANIUM Camera (Everett และ Slocum, 1993)

2.2.1.2 Miller และ Bernold (1991) ได้เสนอการนำเอาเซนเซอร์ผูกติดกับเครื่องยิงตะปูเพื่อลดเวลาในการยึดแผ่นไม้อัด (plywood) เข้ากับแกนไม้ (stud) ในแต่ละรอบของ การทำงาน และความเพิ่มความแม่นยำในการใช้เครื่องยิงตะปู ในการยึดแผ่นไม้อัดเข้ากับแกนไม้หากผู้ทำการยิงตะปูไม่สามารถมองเห็นแกนไม้ที่อยู่ด้านหลังแผ่นไม้อัดก็จะเป็นการยากในการยิงตะปูและทำให้ทำงานล่าช้าด้วย ดังนั้น Miller และ Bernold (1991) ก็ได้ทำการพัฒนาอุปกรณ์เสริมที่ช่วยในการยิงตะปูให้ได้เร็วขึ้นและมีความแม่นยำขึ้นชื่อว่า Sensor-Integrated Nailer ซึ่งประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดง Sensor-Integrated Nailer (Miller และ Bernold, 1991)

2.2.1.3 Bernold และ Guler (1993) ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการบาดเจ็บที่หลังของคนงานก่อสร้าง ซึ่งพบว่าอาการบาดเจ็บที่หลังเกิดขึ้นมากในงานก่อสร้างที่พักอาศัย และเกิดจากสาเหตุหลักคือ คนงานมีสภาพร่างกายไม่สมบูรณ์ พร้อมกับการยกหรือใช้เครื่องมือก่อสร้างที่หนักเกินไป และในตอนท้าย Bernold และ Guler (1993) ได้เสนอการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาแก้ปัญหา ดังจะกล่าวต่อไปในตัวอย่างต่อจากนี้

Bernold, Lorenc, และ Davis (2001) ก็ได้ทำการการดัดแปลงเครื่องยิงตะปู (Nailing Gun) เพื่อลดความเสี่ยงในการได้รับบาดเจ็บที่หลัง และลดเวลาในแต่ละขั้นตอนของการยิงลูกตะปูในหนึ่งรอบการทำงาน โดยอาศัยงานวิจัยสาเหตุได้รับการบาดเจ็บที่หลังในงานก่อสร้างที่ Bernold และ Guler ได้วิเคราะห์ไว้ในปี ค.ศ. 1993 เมื่อทราบสาเหตุของการบาดเจ็บแล้วก็ได้ทำการพัฒนาเครื่องยิงตะปูซึ่งเรียกว่า Ergonomic Nailing System (ENS) โดยมีแนวคิดดังนี้

1. ใช้โครงสร้างที่เป็นอลูมิเนียมเพราะมีน้ำหนักเบา
2. สามารปรับมุมและความสูงได้
3. ใช้งานในระดับเอว
4. สามารถเคลื่อนที่ได้หลายทิศทางโดยมีลูกล้อ
5. มีความปลอดภัยในการทำงาน ด้วยตัวกลไกของ Nailing Gun เอง
6. ง่ายในการถอดและติดปืนยิงตะปู

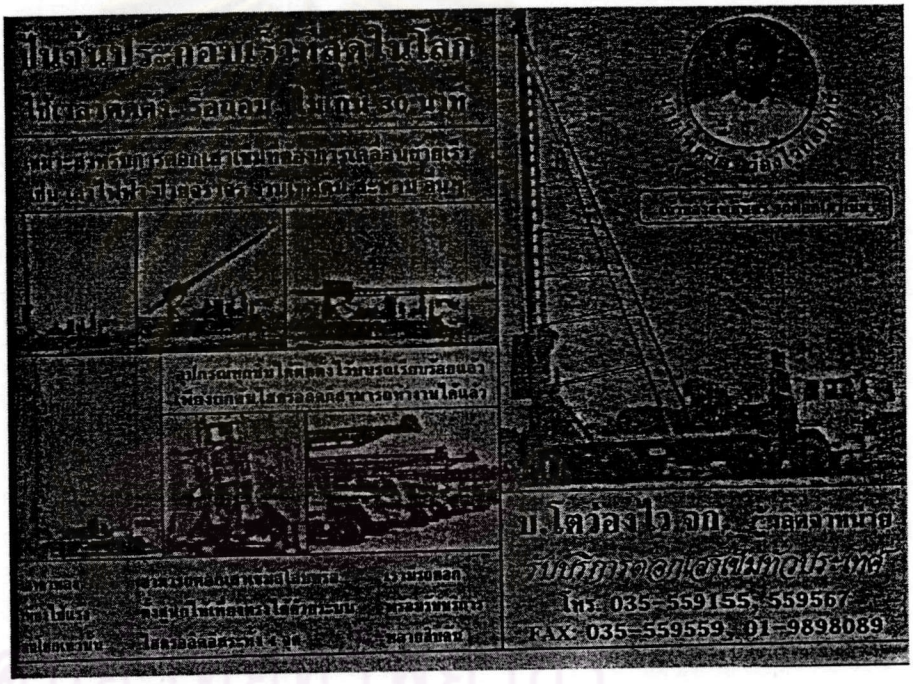
และต่อมาก็ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือตามจุดประสงค์ที่ได้กล่าวมา เรียกว่า ENS Prototype และได้มีการปรับปรุงและดัดแปลงเพื่อให้เป็นมาตรฐานเพื่อใช้ในงานอื่นได้ด้วย ซึ่งเรียกว่า ENS Prototype 2 (รูปที่ 2.5) จากการทดสอบสรุปได้ว่าการใช้ ENS Prototype 2 ในการยิงตะปู ลดโอกาสในการได้รับบาดเจ็บที่หลังเพราะไม่ต้องก้มลงขณะทำงาน และไม่ทำให้เวลาในการยิงลูกตะปูในแต่ละขั้นตอนเพิ่มขึ้นจากเดิมในหนึ่งรอบการทำงาน คือเวลาในการยิงลูกตะปูในแต่ละขั้นตอนต่อหนึ่งรอบการทำงาน ของ ENS Prototype 2 มีค่าใกล้เคียงกับการใช้เครื่องยิงตะปูชนิดเดิม

รูปที่ 2.5 แสดงการใช้งานของ ENS Prototype 2 (Bernold, Lorenc, และ Davis, 2001)

งานวิจัยของ Bernold และคณะ ในปี ค.ศ. 1993 และ 2001 นับว่าเป็นตัวอย่างที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการออกแบบเครื่องมือก่อสร้าง เพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาเครื่องมือก่อสร้างชนิดอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.1.4 ไพศาล ว่องไวกลยุทธ์ (เจ้าของสิทธิบัตร รถตอกเสาเข็ม) ได้ทำการออกแบบและพัฒนาปั้นจั่นที่ประกอบเร็วที่สุดในโลก หรือรถตอกเสาเข็ม (รูปที่ 2.6) ซึ่งเป็นการพัฒนาปั่นจั่นให้สามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างรวดเร็ว คือใช้เวลาติดตั้งและรื้อถอนไม่เกิน 30 นาที เหมาะสำหรับการตอกเสาเข็มที่ต้องการเคลื่อนย้ายเร็ว เช่น เสาไฟฟ้า ป้ายจราจร งานทดสอบดิน สะพาน และอื่นๆ โดยที่อุปกรณ์ทุกชิ้นในการประกอบปั้นจั่นได้ติดตั้งไว้บนรถเรียบร้อยแล้ว เพียงดันคันโยกไฮดรอลิกก็สามารถทำงานได้แล้ว ความสามารถพิเศษคือสามารถตอกเสาเข็มเอียงได้โดยการปรับระบบไฮดรอลิกอิสระทั้ง 4 จุด (" ปั้นจั่นประกอบเร็วที่สุดในโลก." หนังสือพิมพ์ศูนย์ข่าวธุรกิจ, 2 ก.ค. 2545 : A35)



รูปที่ 2.6 แสดงรูปรถตอกเสาเข็ม (หนังสือพิมพ์ ศูนย์รวมข่าวธุรกิจ, 2 ก.ค. 2545 : A35)

จากตัวอย่างการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างที่ได้นำเสนอมา สามารถนำแนวคิดและหลักการการวิเคราะห์ปัญหาไปทำการ แก้ไข ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือก่อสร้างให้มีคุณสมบัติได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งแนวคิดโดยรวมของผู้ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือก่อสร้างจะเน้นการสังเกตกิจกรรมที่สนใจต้องการปรับปรุงและ

แก้ปัญหาโดยละเอียด โดยในการสังเกตข้อบกพร่องของการทำงานของ คนงาน เครื่องจักร เครื่องมือและกระบวนการของงานนั้นๆ

2.2.2 การออกแบบการทดลองและการวัดอัตราผลิตภาพ (Productivity) ของเครื่องมือก่อสร้าง

การออกแบบการทดลองควรคำนึงถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นพื้นฐานสำคัญและจะต้องออกแบบการทดลองให้สามารถวัดความแตกต่างของคุณสมบัติ ระหว่างเครื่องมือชนิดเดิมและเครื่องมือชนิดใหม่ที่ได้ทำการพัฒนาให้สามารถวัดผลได้ชัดเจน

2.2.2.1 การออกแบบการทดลอง

Miller และ Bernold (1991) เสนอการทดสอบเครื่อง Sensor-Integrated Nailer โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกคือ การทดสอบในห้องทดลองมีประโยชน์คือการทดสอบเป็นการทดสอบความเป็นได้ของเครื่อง Sensor-Integrated Nailer ก่อนที่จะทำการทดสอบจริงๆ ในภาคสนาม และส่วนที่สองคือการทดลองภาคสนามซึ่งเป็นการทดสอบเครื่อง Sensor-Integrated Nailer เพื่อหาค่าอัตราผลิตภาพของเครื่องมือในสภาพงานจริงๆ และการประเมินค่าเวลาที่ใช้ในการยิงลูกตะปูต่อหนึ่งรอบการทำงานเพื่อที่จะใช้ในการเปรียบเทียบของทั้งเครื่องมือชนิดเดิมและเครื่องมือชนิดใหม่นั้นจะขจัดเวลาที่ไม่เกี่ยวกับการศึกษาออกก่อนที่จะนำเวลาที่ใช้ในการยิงลูกตะปูต่อหนึ่งรอบการทำงานไปทำการเปรียบเทียบกัน

แนวทางหนึ่งที่เป็นประโยชน์ของ Miller และ Bernold (1991) ในการออกแบบการทดลองต่องานวิจัยชิ้นนี้คือ ควรมีการออกแบบการทดลองเครื่องมือเป็น 2 การทดลองคือ การทดสอบในห้องทดลองมีประโยชน์คือ เป็นการทดสอบความเป็นได้ของเครื่องมือก่อนที่จะทำการทดสอบจริงในภาคสนาม และส่วนที่สองคือการทดลองภาคสนามซึ่งเป็นการทดสอบเครื่องมือเพื่อหาค่าอัตราผลิตภาพของเครื่องมือในสภาพงานจริง

2.2.2.2 การวัดอัตราผลิตภาพ (Productivity) ของเครื่องมือก่อสร้าง

Shouqing (2000) ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการเพิ่มอัตราผลิตภาพงานก่อสร้างของประเทศสิงคโปร์ โดยการวัดประสิทธิภาพและทำการ Benchmarking ในงานก่อสร้าง และได้ยกตัวอย่างกรณีศึกษาคืองานเทคอนกรีตด้วยคอนกรีตผสมเสร็จ Shouqing (2000) กล่าวว่าในการวัดอัตราผลิตภาพนั้นสิ่งสำคัญก็คือการกำหนดขอบเขตของทรัพยากรที่ใช้ (Input) และผลผลิต (Output) ที่จะทำการวัดอัตราผลิตภาพเพราะทรัพยากรที่ใช้ นั้นมีหลายอย่างเช่น แรงงาน เครื่องมือ วัสดุ เงินทุน และการออกแบบ ดังนั้นการวัดอัตราผลิตภาพมักจะใช้ในลักษณะทรัพยากรที่ใช้ตัวเดียวและผลผลิตตัวเดียว นั่นคืออยู่บนสมมติฐานที่ว่า การวัดจะทำในระบบปิดโดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะคงที่ ยกเว้นเฉพาะทรัพยากรที่ใช้ และผลผลิตที่ได้ที่รู้และทำการศึกษาเท่านั้น

แนวทางหนึ่งที่เป็นประโยชน์ของ Shouqing (2000) ต่องานวิจัยชิ้นนี้ คือ การวัดอัตราผลิตภาพนั้นควรจะอยู่บนสมมติฐานที่ว่า การวัดอัตราผลิตภาพจะกระทำในระบบปิด โดยปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะคงที่ ยกเว้นเฉพาะทรัพยากรและผลผลิตที่จะทำการศึกษาเท่านั้น

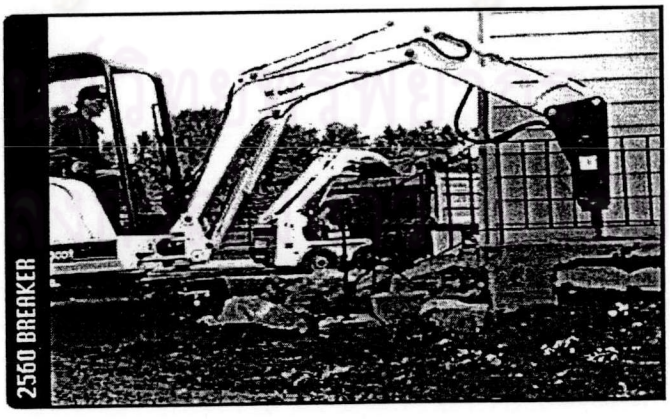
จากการสังเกตหน่วยของค่าอัตราผลิตภาพของเครื่องมือก่อสร้าง จากตัวอย่างงานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือก่อสร้างของต่างประเทศ 3 งานวิจัย ประกอบกับ งานวิจัยของ Shouqing (2000) ที่กล่าวว่า การวัดอัตราผลิตภาพมักจะใช้ในลักษณะทรัพยากรที่ใช้ตัวเดียวและผลผลิตตัวเดียว นั่นคืออยู่บนสมมติฐานที่ว่า การวัดจะทำในระบบปิดโดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะคงที่ ยกเว้นเฉพาะทรัพยากรที่ใช้ และผลผลิตที่ได้ที่รู้และทำการศึกษาเท่านั้น จึงได้สรุปหน่วยของการวัดอัตราผลิตภาพของเครื่องมือก่อสร้าง ซึ่งมีหน่วยคือ **ผลผลิตของเครื่องมือ (Output) / เวลาของเครื่องมือที่ใช้ไป (Input)** โดยแนวทางการวัดอัตราผลิตภาพ (Productivity) ของเครื่องมือที่จะทำการวัดคือกำหนดปริมาณงานที่จะทำคงที่ แล้วเก็บรายละเอียดของเวลาในแต่ละขั้นตอนของงานจนครบหนึ่งรอบการทำงาน (Miller และ Bernold,1991), (Everett และ Slocum, 1993), (Shouqing, 2000) และ (Bernold et al., 2001)

2.2.3 เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ทำลายคอนกรีตในปัจจุบัน

1. Hydraulic Breaker คือ เครื่องจักรเจาะคอนกรีตที่อาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดของน้ำมันไฮดรอลิค (รูปที่ 2.7) สามารถทำลาย สะพาน โครงสร้างอาคาร และคอนกรีตที่หนามากๆได้ สามารถทำลายคอนกรีตได้ทั้งแนวดิ่งและแนวราบ และ Hydraulic Breaker เหมาะสำหรับการเจาะทำลายผิวถนนคอนกรีตที่หนามากๆ (30 เซนติเมตรขึ้นไป) ในส่วนของราคาแยกเป็น 2 ส่วนดังนี้ ส่วนแรกคือหัวเจาะราคาอยู่ในช่วง 130,000 – 200,000 บาท ซึ่งขึ้นอยู่กับพลังงานและอัตราการกระแทก โดยที่พลังงานจะอยู่ในช่วง 100 – 20,000 ฟุต – ปอนด์ และอัตราการกระแทกอยู่ในช่วง 300 – 800 Blow/min. และส่วนที่สองคือตัวให้กำเนิดความดันซึ่งส่วนมากจะเป็นรถขุดชนิดต่างๆ โดยมีราคาตั้งแต่ 675,000 – 3,500,000 บาท

   1.1 **ข้อดี** คืออัตราการทำลายสูงโดยอัตราการทำลายเฉพาะคอนกรีตอย่างเดียวประมาณ 1,000 – 2,000 $Yard^3$ / Day และผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยเนื่องจากอยู่ห่างจากจุดกระแทก

   1.2 **ข้อเสีย** คือราคาสูง คือต้นทุนรวมประมาณ 800,000 – 4,000,000 บาท ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาทำลายถนนคอนกรีตที่มีความหนาประมาณ 15 – 20 เซนติเมตร และไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย



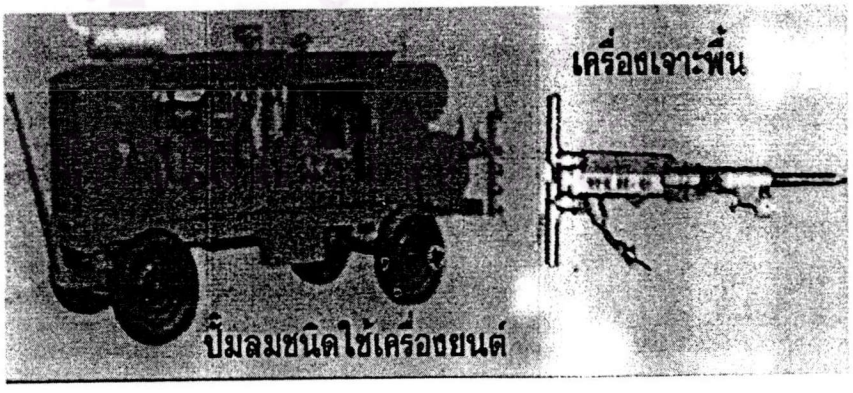
รูปที่ 2.7 แสดง Hydraulic Breaker

(แหล่งที่มา : http://www.concretenetwork.com/concrete/demolition/index.html)

2. Pneumatic Breaker คือ ชุดหัวเจาะกระแทกคอนกรีตและเครื่องให้กำเนิดแรงอัดอากาศ (แสดงในรูปที่ 2.8) ซึ่งจะใช้อากาศในการทำให้เกิดแรงกระแทกเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากในการเจาะทำลายคอนกรีตที่มีความหนาประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร เช่น ผิวถนนคอนกรีต ผนังอาคาร พื้นอาคาร ชุดหัวเจาะกระแทกคอนกรีตและเครื่องให้กำเนิดแรงอัดอากาศประกอบด้วยสองส่วนคือ ชุดหัวเจาะคอนกรีต (Breaker) และเครื่องอัดอากาศชนิดใช้เครื่องยนต์ (Portable Air Compressor) โดยราคาของชุดหัวเจาะคอนกรีตประมาณ 20,000 – 40,000 บาท และเครื่องอัดอากาศชนิดใช้เครื่องยนต์มีราคาขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องอัดอากาศ ซึ่งที่มีขายในประเทศไทยมีตั้งแต่ขนาด 80 – 175 CFM (Cubic Foot per Minute หรือ ลูกบาศก์ก์ฟุตต่อนาที) และมีความดันประมาณ 90 – 100 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)และส่วนมากที่มีขายในประเทศไทยจะเป็นเครื่องอัดอากาศที่ใช้แล้วราคาประมาณ 200,000 – 300,000 บาท

2.1 **ข้อดี** เคลื่อนย้ายสะดวก ราคาไม่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับ Hydraulic Breaker และสามารถทำลายคอนกรีตได้ทั้งแนวเอียงและแนวราบ

2.2 **ข้อเสีย** ก่อความรำคาญผู้คนที่อยู่รอบข้างเพราะมีเสียงดังมาก และเป็นอันตรายต่อมือและเท้าของผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งราคารวมของเครื่องมือยังถือว่าสูงคือราคารวมประมาณ 220,000 – 420,000 บาท

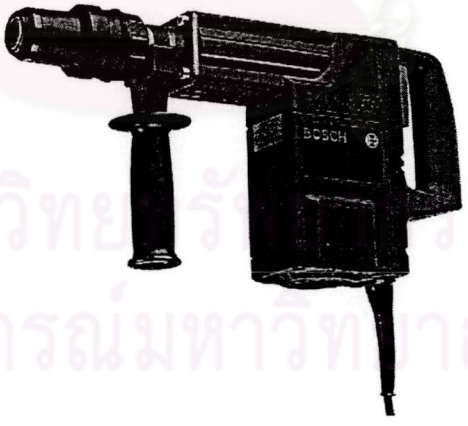


รูปที่ 2.8 แสดง Pneumatic Breaker (หนังสือพิมพ์ศูนย์รวมข่าวธุรกิจ, 2 ก. ค. 2545)

3. Demolition Hammer หรือ Rotary Hammer คือ เป็นเครื่องเจาะทำลายคอนกรีตขนาดเล็ก (รูปที่ 2.9) ซึ่ง Rotary Hammer มีความแตกต่างจาก Demolition Hammer คือสามารถทำการเจาะคอนกรีตให้เป็นรูได้ แต่ Demolition Hammer สามารถทุบทำลายคอนกรีตได้เท่านั้น ในส่วนคุณสมบัติและคุณลักษณะอื่นๆ นั้นมีความคล้ายกันกัน ใช้พลังงานจากไฟฟ้าโดยใช้กระแสไฟฟ้า 8.8 Amp. มีประสิทธิภาพการทำลายน้อยคือมีอัตราการกระแทกในช่วง 1,300 – 2,600 blow/min. และให้พลังงานอยู่ในช่วง 20 – 40 ฟุต - ปอนด์ ราคาประมาณ 20,000 บาท

   3.1 **ข้อดี** ราคาถูก เคลื่อนย้ายสะดวก สามารทำลายคอนกรีตในแนวราบ แนวเอียงและแนวดิ่ง

   3.2 **ข้อเสีย** ไม่เหมาะในการเจาะทำลายถนนคอนกรีตในภาคสนาม เนื่องจากใช้กระแสไฟฟ้าและอัตราการทำลายต่ำ เนื่องจากให้พลังงานการทำลายต่ำ มีอันตรายต่อผู้ใช้งานในส่วนของการเสี่ยงต่อการถูกกระแสไฟฟ้าช็อต และมีอันตรายต่อมือของผู้ปฏิบัติงานเนื่องจากแรงกระแทกของเครื่องมือ



รูปที่ 2.9 แสดง Demolition Hammer

(แหล่งที่มา : http://www.toolup.com/CategorySearch.aspNode=4789)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. Concrete Cutting คือ เครื่องตัดคอนกรีตที่ทำลายคอนกรีตด้วยใบตัดคอนกรีต (Circular Saw) เป็นเครื่องมือไม่สามารถทำลายคอนกรีตในแนวดิ่งหรือในแนวที่ชันมากๆ (รูปที่ 2.10) และเหมาะสำหรับการตัดทำลายคอนกรีตที่ต้องการความประณีต เครื่องตัดคอนกรีตเป็นที่นิยมมากในการนำไปตัดถนนคอนกรีตที่ไม่หนามากนักโดยจะทำหน้าที่เป็นตัวเซาะร่องเพื่อกำหนดขอบเขตการทำลายก่อนจะใช้ Hydraulic Breaker หรือ Pneumatic Breaker ทำลายคอนกรีตต่อไป ราคาของเครื่องตัดคอนกรีตรวมใบตัดประมาณ 20,000 – 40,000 บาท และราคาเฉพาะใบตัดประมาณ 4,500 – 9,000 บาท ขนาดใบตัดจะมีตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 – 18 นิ้ว

   4.1 **ข้อดี** ราคาถูก เหมาะสำหรับการกำหนดแนวการทำลายผิวถนนคอนกรีต

   4.2 **ข้อเสีย** ไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องตัดคอนกรีตทำลายผิวถนนคอนกรีตทั้งหมดเพียงชนิดเดียวเนื่องจากจะเปลืองใบตัดคอนกรีตและมีอัตราการทำลายต่ำ

รูปที่ 2.10 แสดง Concrete Cutting

(แหล่งที่มา : http://www.rentaltool.com/concrete.html#stonesawdevil)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. **ใช้ค้อนทุบ** คือ การใช้ค้อนเหล็กขนาดน้ำหนักตั้งแต่ 4 - 8 ปอนด์ทุบคอนกรีตด้วยคนงาน โดยมีราคาตั้งแต่ 100 – 300 บาท

5.1 **ข้อดี** ประหยัดต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

5.2 **ข้อเสีย** พลังงานและอัตราการทำลายคอนกรีตต่ำ

เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในการทำลายคอนกรีตที่ได้ทำการศึกษามาทำให้ทราบถึงปัญหาในการเจาะทำลายคอนกรีตคือ เครื่องมือบางชนิดมีราคาสูง เช่น ชนิด Hydraulic Breaker และอีกทั้งบางชนิดมีประสิทธิภาพต่ำไม่เหมาะในการนำมาทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความหนา 15 – 20 เซนติเมตร เช่น Demolition Hammer หรือ Rotary Hammer เป็นต้น

จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากผู้รับเหมางานวางท่อประปาพบว่าการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในประเทศไทยจะใช้เครื่องมืออยู่ 3 ชนิด คือ Hydraulic Breaker, Pneumatic Breaker และ Concrete Cutting ซึ่งไม่มีการใช้ Demolition Hammer หรือ Rotary Hammer ในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเนื่องจากอัตราการทำลายต่ำและต้องใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งหากระแสไฟฟ้าได้ยากในภาคสนาม

จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการทำลายคอนกรีตที่ได้ทำการศึกษามานั้นทำให้คุ้นเคยกับลักษณะของเครื่องมือ และข้อดี-ข้อเสียของเครื่องมือที่ผู้รับเหมาใช้กันอยู่ในปัจจุบันในการทำลายคอนกรีต และทำให้สรุปได้ว่าเครื่องมือที่ผู้รับเหมาใช้ในการทำลายคอนกรีตยังมีข้อเสียอยู่ดังนี้คือราคาสูงเช่น Hydraulic Breaker และ Pneumatic Breaker ในส่วน Concrete Cutting และ Demolition Hammer หรือ Rotary Hammer มีราคาถูกแต่มีอัตราการทำลายต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องมือดังที่กล่าวมาไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความหนา 15 – 20 เซนติเมตร ดังนั้นจึงควรที่จะหาเครื่องมือทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดใหม่ที่มีความสมดุลกันระหว่างราคาของเครื่องมือและอัตราการทำลายคอนกรีตมากกว่าเครื่องมือ 4 ชนิดดังที่กล่าวมา เพื่อให้เหมาะสมกับการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความหนา 15 – 20 เซนติเมตร

2.3 สรุปผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรุปผลจากการศึกษาความหมายของอัตราผลิตภาพ (Productivity) ก็คือ อัตราส่วนระหว่าง ผลผลิต (Output) และ ทรัพยากรที่ใช้ (Input) ซึ่ง Kendrick (1980) เสนอว่าทั้งผลผลิต (Output) และทรัพยากรที่ใช้ (Input) นั้นจะถูกวัดโดยปริมาณทางกายภาพ เพราะจะไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านราคา ซึ่งอัตราผลิตภาพสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ อัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) และอัตราผลิตภาพรวม (Total Productivity) ซึ่งจากการวิเคราะห์และพิจารณาแล้ว อัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาในงานวิจัยนี้ เนื่องจากการหาอัตราผลิตภาพของเครื่องมือในงานก่อสร้างเป็นการหาอัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน คือจะมุ่งประเด็นไปที่เครื่องมือเท่านั้นไม่รวมถึงอัตราผลิตภาพของแรงงาน เนื่องจากหากพิจารณาอัตราผลิตภาพของแรงงานแล้วจะต้องพิจารณาเรื่องมาตรฐานของแรงงานด้วย ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานด้านแรงงานอย่างชัดเจน ดังนั้นการวัดอัตราผลิตภาพของเครื่องมือในงานวิจัยนี้จึงไม่รวมถึงอัตราผลิตภาพของแรงงาน

เทคนิคในการพัฒนาอัตราผลิตภาพในงานก่อสร้างจะใช้เทคนิคการศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) ซึ่งจะใช้แผนภาพการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) และ การถ่ายภาพนิ่งในการบันทึกกิจกรรมของงานที่เป็นอยู่

ในการออกแบบการทดลองและการวัดอัตราผลิตภาพของเครื่องมือก่อสร้างจะแบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลองคือ การทดสอบในห้องทดลอง และการทดสอบภาคสนาม ซึ่งหน่วยในการวัดอัตราผลิตภาพของเครื่องมือก่อสร้าง สามารถสรุปได้ว่ามีหน่วยคือ **ผลผลิตของเครื่องมือ (Output) / เวลาของเครื่องมือที่ใช้ไป (Input)**

และการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการทำลายคอนกรีตทำจะเป็นประโยชน์คือ ทำให้คุ้นเคยกับลักษณะของเครื่องมือ และข้อดี-ข้อเสียของเครื่องมือที่ผู้รับเหมาใช้กันอยู่ในปัจจุบันในการทำลายคอนกรีต

จากที่ข้อสรุปทั้งหมดนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยในบทที่ 3 ต่อไป