บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวกับงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

อรุณ ชัยเสรี (5) ได้กล่าวถึงการทำเสาเข็มเจาะแบบระบบแห้ง (Dry Process) และระบบเปียก (Wet Process) ไว้ดังนี้

1. ระบบแห้ง คือ การทำเสาเข็มเจาะโดยไม่ได้ใช้สารละลายเบนโทไนท์ ไม่สามารถเจาะจนถึงชั้นทรายได้

2. ระบบเปียก คือ การทำเสาเข็มเจาะโดยมีการเติมสารละลายเบนโทไนท์เพื่อคงสภาพหลุมเจาะได้ สามารถเจาะได้ความลึกตามต้องการ

นอกจากนี้ยังอธิบายรายละเอียดทั้งในการทำ และควบคุมงานเป็นข้อๆ ตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. <u>การเตรียมอุปกรณ์</u>

อุปกรณ์ที่ใช้มีปั้นจั่น (Crane), ท่อเท (Tremie Pipe), ปลอกเหล็ก (Steel Casing), เครื่องกดและถอนปลอกเหล็ก, (Vibro Hammer), หัวสว่าน(Auger) และ หัวแบบถัง (Bucket) หรือหัวเจาะชนิดอื่นที่เหมาะสม สำหรับเจาะและนำดินออกจากรูเจาะ, อุปกรณ์วัดความลึกของรูเจาะ, Compressor สำหรับทำ Air Lift, เครื่องแยกทรายจาก Bentonite, อุปกรณ์สำหรับทดสอบค่าความเป็นกรด ด่าง (PH) ปริมาณทราย และ ความหนืด (Viscosity) ของสารละลายเบนโทไนท์ (Bentonite slury), กล้อง Theodolite, รถลำเลียงคอนกรีต, เทปวัดความลึก, เครื่องสูบน้ำ, เครื่องดูด Bentonite และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องมีคุณภาพ และขีดความสามารถพอเหมาะกับขนาดเสาเข็มที่จะทำ และปริมาณจะต้องพอเพียงที่จะทำเสาเข็มได้ทันตามกำหนดเวลา ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ คือ อุปกรณ์มีขนาดและขีดความสามารถไม่เหมาะสมกับขนาดเสาเข็ม เช่น ปั้นจั่นเล็กเกินไป หรือ Boom สั้นเกินไปไม่สามารถจะยกถอนหรือเคลื่อนย้ายปลอกเหล็กได้สะดวก เพราะปลอกเหล็กท่อนหนึ่ง ๆ มีน้ำหนักมาก เช่น ปลอกเหล็กขนาดเส้นผ่า

ศูนย์กลาง 1.50 เมตร ยาว 15 เมตร หนา 15 มิลลิเมตร จะมีน้ำหนักถึง 8 ตัน บางครั้งปั้นจั่น และ Rig มีขนาดพอดี แต่ลวดสลิงเล็กเกินไปหรือมีคุณภาพต่ำ หรือเครื่องใช้มานานจนสึกหรอทำให้ชำรุดง่าย เหล่านี้เป็นอุปสรรคอย่างมาก ทำให้เสียเวลาไปโดยใช่เหตุ ดังนั้นก่อนลงมือทำจะต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิดให้อยู่ในสภาพดีพร้อมที่จะใช้งานเสียก่อน

2. การเตรียมวัสดุ

วัสดุส่วนใหญ่ที่ใช้ก็มีคอนกรีต เหล็กเสริม และเบนโทไนท์ โดยเฉพาะคอนกรีตนับว่าสำคัญที่สุด เพราะเป็นวัสดุหลักและการควบคุมคอนกรีตให้มีคุณภาพสม่ำเสมอตลอดความยาวของเสาเข็มกระทำได้ยาก ต้องอาศัยความชำนาญ และความประณีตอย่างมาก ก่อนจะนำมาใช้จริงจะต้องทำการทดลองหาปฏิภาคส่วนผสมที่พอเหมาะเสียก่อน คอนกรีตที่เหมาะสมคือคอนกรีตที่สามารถเทลงใน Tremie Pipe ขนาดประมาณ 25 เซนติเมตรได้สะดวก และสามารถดันคอนกรีตที่เทลงไปก่อนให้ล้นขึ้นข้างบนได้โดยไม่ทันก่อตัวและไม่ขาดตอน และมีกำลังสูงเร็วพอควร ปกติเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร ลึก 32 เมตร จะใช้เวลาในการเทประมาณ 2-3 ชั่วโมง ฉะนั้นจะต้องใช้สารหน่วง (Retarder) ช่วย เพื่อยืดเวลาการก่อตัวเป็นประมาณ 6 ชั่วโมง และหากกำหนดให้กำลังของแท่งกระบอกตัวอย่างคอนกรีตที่อายุ 28 วัน มีค่าเท่ากับ 210 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ควรจะมีกำลังที่อายุ 3 วัน ไม่น้อยกว่า 170 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ค่ายุบตัว (Slump) ควรอยู่ระหว่าง 15-20 เซนติเมตร และปริมาณปูนซีเมนต์ไม่ควรน้อยกว่า 375 กิโลกรัมต่อคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร

เหล็กเสริม การควบคุมคุณภาพย่อมง่ายกว่าคอนกรีตมากสามารถตรวจสอบได้ทุกเวลา เพราะมักจะผูกกองเตรียมไว้เป็นจำนวนมากพอเสมอ สำคัญอยู่ที่การต่อเชื่อมกรงเหล็ก (Cage) แต่ละท่อนเท่านั้น นอกจากเหล็กยืนและเหล็กปลอกแล้วยังจะต้องมีเหล็กขึ้นรูป (Former) เชื่อมติดเหล็กยืนเป็นระยะ ๆ เพื่อบังคับให้กรงเหล็กคงสภาพอยู่อย่างเดิมตลอดไป เหล็ก Former ที่เหมาะควรเป็นแผ่นเหล็กหนา 12 มิลลิเมตร กว้าง 5 เซนติเมตร ทำโค้งตามรูปเหล็กเสริมแนวยืน แต่อาจใช้รูปอื่นก็ได้ ถ้าจะใช้เหล็กเส้นไม่ควรให้เส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 0.25 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างเหล็กFormer ขึ้นอยู่กับขนาดของเหล็กยืนและตัวเหล็กFormer เอง นอกจากนั้นจะต้องมีเหล็กดัดเพื่อเป็นตัวค้ำมิให้เหล็กยืนถูกเบียดไปติดกับปลอกเหล็กหรือผนังรูเจาะ การทำกรงเหล็กของเสาเข็มแต่ละต้นเป็นงาน

ค่อนข้างละเอียด จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ทำเสาเข็มจะต้องเสนอแบบก่อสร้าง (Shop drawing) ให้วิศวกรผู้รับผิดชอบพิจารณาอนุมัติเสียก่อน เพื่อป้องกันข้อขัดแย้งในขณะปฏิบัติงาน

เบนโทไนท์จะทำหน้าที่เพื่อป้องกันผนังรูเจาะพังทะลาย ซึ่งปกติเป็นผงเวลาจะใช้ต้องนำมาผสมน้ำเป็นสารละลายเบนโทไนท์ (Bentonite Slurry) ซึ่งควรมีคุณสมบัติดังนี้

PH	ควรอยู่ระหว่าง	7-11
ความถ่วงจำเพาะ	"	1.005-1.010
Viscosity	"	27-32
ปริมาณทราย	ไม่เกิน	6%

3. <u>วิธีดำเนินการ</u>

เนื่องจากเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่แต่ละต้นจะต้องรับน้ำหนักมากตั้งแต่ 100 ถึง 800 ตัน หรือมากกว่านั้น การวางและการตรวจสอบศูนย์เสาเข็มจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฐานรากที่มีเสาเข็ม 1 หรือ 2 ต้น ควรใช้กล้อง Theodolite ในการตรวจสอบและวางศูนย์เสาเข็ม

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ วัสดุ และตำแหน่งเสาเข็มถูกต้องเรียบร้อยตามที่ได้รับอนุมัติแล้ว จึงเริ่มการทำเสาเข็มเจาะตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การกดปลอกเหล็ก (Push Casing) เริ่มด้วยการวางปลอกเหล็กให้ตรงตำแหน่งเสาเข็มที่กำหนดในแบบ ตั้งให้ได้ดิ่งโดยตรวจสอบด้วยกล้อง Theodolite หรือ (Carpenter's Level) แล้วใช้ Vibro-Hammer หรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสมค่อย ๆ กดปลอกเหล็กให้จมดิน โดยตรวจสอบความดิ่งเป็นระยะ ๆ อย่าให้ผิดมากเกินไป

3.2 ขั้นตอนการเจาะเอาดินออกด้วยหัวเจาะแบบ Auger

หลังจากที่ทำการวางปลอกเหล็กแล้ว ก็เริ่มทำการเจาะเอาดินออกจากหลุมโดยใช้หัวเจาะแบบสว่าน (Auger) โดยทำการเจาะจนถึงชั้นทรายแน่นซึ่งจะมีน้ำทะลักเข้ามา

3.3 ขั้นตอนการใส่สารละลายเบนโทไนท์

หลังจากที่ทำการเจาะโดยหัวเจาะแบบ Auger จนถึงชั้นทรายแน่น ก็จะทำการเติมสารละลายเบนโทไนท์เพื่อป้องกันผนังรูเจาะพังทะลาย ก่อนที่จะทำการเปลี่ยนหัวเจาะเป็นแบบ Bucket

3.4 ขั้นตอนการเจาะเอาดินออกด้วยหัวเจาะแบบ Bucket

หลังจากเติมสารละลายเบนโทไนท์จนเต็มหลุมเจาะแล้ว ก็เริ่มเจาะเอาดินออกจากหลุมต่อ โดยเปลี่ยนจากหัวเจาะแบบสว่าน (Auger) เป็นแบบ Bucketซึ่งจะเจาะเอาดินออกจนถึงความลึกที่ต้องการ โดยระหว่างการเจาะเอาดินออก ในชั้นนี้จะต้องคอยเติมสารละลายเบนโทไนท์เข้าแทนที่ปริมาตรดินที่ขุดออก เมื่อเจาะเอาดินออกจนคาดว่าได้ความลึกที่ต้องการแล้ว ต้องตรวจสอบความลึกที่แท้จริง โดยใช้ดิ่งหย่อนลงไปแล้ววัดความลึกอีกครั้งหนึ่ง

3.5 ขั้นตอนการใส่เหล็ก

เมื่อเจาะจนถึงความลึกที่ถูกต้องแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการหย่อนกรงเหล็กเสริมที่ทำเตรียมไว้ลงในรูเจาะให้ได้ระดับความลึกตามกำหนด โดยใส่ลงไปทีละท่อนและเชื่อมต่อกันให้ดีท่อนบนเชื่อมแขวนไว้ชั่วคราวกับปลอกเหล็ก

3.6 ขั้นตอนการทำ Air lift

จากนั้นก็มาถึงขั้นตอนทำความสะอาดขจัดตะกอนดินก้นหลุมที่เกิดจากการพังทะลายของดิน โดยการทำ Air lift (รายละเอียดของขั้นตอนและหลักการ Air lift อยู่ในภาคผนวก ก.) ซึ่งการทำในขั้นตอนนี้จะทำการขจัดตะกอนก้นหลุม โดยตะกอนบางส่วนจะลอยตัวขึ้น บางส่วนจะดูดกลับขึ้นมากับสารละลายเบนโทไนท์ และถ่ายเปลี่ยนเบนโทไนท์ใหม่ลงไปในหลุม

3.7 ขั้นตอนการเทคอนกรีต

หลังจากทำความสะอาดก้นหลุมจนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนการเทคอนกรีตโดยการเทคอนกรีตผ่านท่อส่งคอนกรีต (Tremie pipe) ซึ่งเป็นท่อเหล็กความยาวท่อนละประมาณ 2 ถึง 3 เมตร ต่อกันด้วยการขันเกลียว ปกติจะใช้แหวนยางกันข้างในท่อ ทาจารบีและพันภายนอกด้วยเทปบริเวณรอยต่อ เพื่อป้องกันมิให้สารละลายเบนโทไนท์ซึมเข้าไปในท่อได้ ในครั้งแรกปลายท่อจะต้องอยู่ห่างจากก้นหลุมเจาะไม่เกิน 10 เซนติ

เมตร และในขณะเทคอนกรีตจะต้องรักษาระวังปลายท่อเทนี้ให้จมอยู่ในคอนกรีตตลอดเวลาอย่างน้อยที่สุด 2 เมตร เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตที่ผสมกับตะกอนซึ่งลอยอยู่ที่ผิวบนถูกคอนกรีตดีดันกลับลงไปอยู่ข้างล่าง การเทคอนกรีตมีข้อควรระวังเพื่อให้ได้คุณภาพดีดังนี้

- เทคอนกรีตซึ่งเป็นการเทใต้น้ำ ส่วนผสมคอนกรีตจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการนี้ดังกล่าวแล้วในตอนต้น เช่น มวลรวมต้องมีขนาดไม่โตเกินไป ส่วนผสมต้องไม่กระด้างจนทำให้การไหลตัวของคอนกรีตในท่อเทไม่สะดวก ก่อนเทคอนกรีตจะต้องเตรียมวางแผนงานให้ดี อย่าให้การลำเลียงคอนกรีตขาดตอนได้ ปกติมักมี Batching Plant อยู่ใกล้สถานที่ก่อสร้างอยู่แล้ว จึงไม่ค่อยจะมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องนี้

- ก่อนเทคอนกรีตโม่แรก จะต้องอุดปากท่อเทเสียก่อน เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตที่เทลงไปผสมกับน้ำหรือสารละลายเบนโทไนท์ในท่อ วัสดุที่ใช้อุดมีตั้งแต่ลูกบอลล์ โฟม Vermiculite และแม้กระทั่งกระดาษปั้นเป็นก้อนกลมก็ใช้กัน คอนกรีตที่เทลงในท่อจะเข้าไปแทนที่น้ำ หรือสารละลายเบนโทไนท์ และดันตะกอนที่ก้นรูเจาะให้ลอยขึ้นข้างบน วัสดุที่ใช้อุดปากท่อเหล่านี้จะถูกดันให้ลอยขึ้นมาด้วย

- ในการเทคอนกรีตจะต้องตรวจสอบปริมาตรที่เทจริง ๆ เทียบกับปริมาตรที่คำนวณได้เป็นระยะ ๆ เพื่อดูว่าเสาเข็มจะคอดหรือป่องตรงไหนบ้างหรือไม่ แล้วเปรียบเทียบปริมาตรรวมอีกครั้ง ปกติปริมาตรคอนกรีตที่ใช้จริงจะมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ

- ในทางปฏิบัติจะหล่อคอนกรีตให้สูงกว่าระดับหัวเสาเข็มที่ต้องการประมาณ 1-2 เมตร เพราะคอนกรีตส่วนนี้จะเป็นคอนกรีตที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากผสมกับตะกอนก้นรูเจาะซึ่งจะต้องสะกัดออกจนถึงระดับหัวเสาเข็ม เมื่อสะกัดถึงระดับที่ต้องการแล้วแต่คอนกรีตยังมีคุณภาพไม่ดีจะต้องสะกัดต่อลงไปอีกจนถึงคอนกรีตดีแล้วหล่อเสาเข็มต่อขึ้นมาให้ได้ระดับที่ต้องการ

3.8 ขั้นตอนการถอดปลอกเหล็ก

เมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะถอนปลอกเหล็กขึ้น ขณะถอนต้องระมัดระวังให้ถอนขึ้นตรง ๆ ให้ได้ดิ่งตลอดเวลา มิฉะนั้นเหล็กเสริมซึ่งจมอยู่ในคอนกรีตเหลว ๆ อาจเคลื่อนตัวไปข้างหนึ่งข้างใดได้

หลังจากทำเสาเข็มเสร็จใหม่ ๆ ต้องระวังอย่าให้มีการกระทบกระเทือนต่อคอนกรีตซึ่งยังเพิ่งเริ่มก่อตัว ไม่ควรปล่อยให้รถหรืออุปกรณ์หนัก ๆ เคลื่อนที่ผ่านใกล้ ๆ บริเวณเสาเข็มดังกล่าว เพราะอาจทำให้คอนกรีตเสียหายได้ ปกติการทำเสาเข็มต้นใหม่จะต้องห่างจากต้นที่เพิ่งทำเสร็จไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม หรือมิฉะนั้นจะต้องทิ้งระยะเวลาให้ห่างกันไม่น้อยกว่า 36 ชั่วโมง

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดต้นทุน

สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน (4) ได้กล่าวถึงการคิดต้นทุนไว้ดังนี้

ต้นทุนการผลิตใดๆ = แรงงานทางตรง (Direct Labour) + วัตถุดิบทางตรง (Direct Material) + ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Factory overhead)

แรงงานแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. แรงงานทางตรง (DL) หมายถึง ต้นทุนของแรงงานที่ใช้ในการแปรสภาพวัตถุดิบให้เป็นสินค้าสำเร็จรูป เช่น ค่าแรงของพนักงานฝ่ายผลิต ค่าแรงผู้ควบคุมเครื่องจักร (operator) ค่าแรงงานทางตรงที่คำนวณได้จะคิดเข้าในชิ้นงานหรือตัวสินค้าโดยตรง

แรงงานทางตรงต้องมีลักษณะ 2 ประการดังนี้

ก. แรงงานดังกล่าวจะต้องเป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตโดยตรง

ข. สามารถคำนวณค่าแรงเข้าเป็นต้นทุนในการผลิตสินค้าหนึ่งหน่วยโดยง่าย

2. แรงงานทางอ้อม (IL) หมายถึง ต้นทุนของแรงงานอื่นๆที่ไม่ใช่แรงงานโดยตรง เช่น ค่าแรงของพนักงานบริการ ,เงินเดือนของยาม ฯลฯ

วัตถุดิบ คือส่วนประกอบสำคัญในขบวนการผลิตที่ถูกเปลี่ยนสภาพให้เป็นสินค้าสำเร็จรูป ประเภทของวัตถุดิบแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. วัตถุดิบทางตรง (DM) หมายถึงวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตสินค้านั้นโดยตรง เช่น ต้นทุนของไม้ในการผลิตโต๊ะ

วัตถุดิบทางตรงต้องมีลักษณะ 2 ประการดังนี้

ก. วัตถุดิบดังกล่าวจะต้องเป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตโดยตรง

ข. สามารถคำนวณเป็นต้นทุนในการผลิตสินค้าหนึ่งหน่วยโดยง่าย

2. วัตถุดิบทางอ้อม (IM) หมายถึงวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตสินค้านั้นแต่ใช้จำนวนน้อย หรือยากที่จะทราบได้ว่าจะต้องใช้วัตถุดิบเหล่านี้ในการผลิตสินค้าหนึ่งหน่วยเท่ากับเท่าใด เช่น กาว ตะปู ฯลฯ

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (FOH) หมายถึง ต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้นในการผลิตสินค้า และบริการ ซึ่งนอกเหนือจากรายการวัตถุดิบทางตรง และค่าแรงทางตรง ได้แก่

- วัตถุดิบทางอ้อม
- ค่าแรงทางอ้อม
- ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาสินทรัพย์ และเครื่องจักร เครื่องมือต่างๆ
- ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าสาธารณูปโภค เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟ และค่าโทรศัพท์
- ต้นทุนค่าเครื่องมือ เครื่องจักร และเครื่องใช้ต่างๆ
- ค่าเสื่อมราคาของอาคาร เครื่องจักร
- ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด

Gordon Shilling low (7) กล่าวถึงการคิดต้นทุนของงานแบบสั่งทำ (Job Order Costing) ไว้ว่า เท่ากับต้นทุนทางตรง (ซึ่งประกอบด้วย วัสดุ, แรงงานทางตรง และงานจ้างเหมาผู้รับเหมาช่วง) บวกด้วยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมักจะไม่สามารถที่จะคำนวณหาต้นทุนที่แท้จริงได้ หนึ่งในวิธีที่จะประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการการหาค่าเฉลี่ย

ดร.วิจิตร และคณะ (2) กล่าวว่า การเพิ่มผลผลิต คือ การเพิ่มอัตราส่วนระหว่างหน่วยที่ผลิตได้ต่อหน่วยทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต และกล่าวถึงเรื่องของเวลาไว้ว่าเวลาที่ใช้ในการทำงานเครื่องจักรและคนงานเพื่อการผลิตสามารถแยกได้ดังนี้

1. ส่วนของงานเบื้องต้นที่ต้องใช้ในการผลิต
2. ส่วนของงานที่เป็นส่วนเกิน
3. เวลาไร้ประสิทธิภาพ

Lawrence M. Matthews (6) กล่าวว่า ปัญหาหนึ่งในการประเมินราคา คือการที่ผู้ประมาณราคามีข้อมูลไม่เพียงพอที่นำมาคิดราคา ข้อมูลที่ว่านี้ได้แก่ข้อมูลด้านการผลิตและแรงงานที่ใช้ในการผลิต ซึ่งผู้ประมาณราคาก็จะตั้งสมมติฐานให้กับข้อมูลนี้ แล้วประมาณราคาออกมา และการขาดการประสานงานระหว่าง ผู้ประมาณราคากับฝ่ายผลิตใน

การที่จะปรับปรุงข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิต, อัตราส่วนของเสีย และอื่น ๆ ที่จะทำให้การประเมินราคาได้ถูกต้อง สอดคล้องกับการผลิตจริง

มณเฑียร ประจวบดี (1) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของผู้ที่จะประมาณต้นทุนที่ดีไว้

1. ผลิตภัณฑ์ (Product) ต้องมีความรู้เกี่ยวกับการแก้ไขปรับปรุงผลิตภัณฑ์ มีความคุ้นเคยกับงานออกแบบและทราบด้วยว่าผลิตภัณฑ์นั้นจะทำงานได้อย่างไรด้วย จะช่วยให้ผลการประมาณสมบูรณ์ และใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

2. กรรมวิธีการผลิต (Process) ต้องทราบเกี่ยวกับการทำงานของการใช้เครื่องมือและเครื่องจักร รวมทั้งกรรมวิธีการผลิต จะทำให้สามารถเลือกวิธีปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ เลือกขั้นตอนการผลิตที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ได้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงและเสียค่าใช้จ่ายต่ำด้วย

3. วัสดุ (Materials) ต้องมีความรู้เกี่ยวกับวัสดุทุกประเภทที่จะนำมาใช้ในการผลิตเพื่อใช้ระบุและประมาณค่าใช้จ่ายของวัสดุได้อย่างเหมาะสม

4. เส้นทางการผลิต (Routing) ซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประมาณค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ การประเมินความเหมาะสมของเส้นทางการผลิต และเสนอแนะเส้นทางการผลิตที่ดีกว่า จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำลงได้

5. มาตรฐานแรงงาน (Labor Standard) ต้องทราบว่าค่าแรงงานนั้นเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งสิ้นของผลิตภัณฑ์นั้น และถ้าการประมาณค่าใช้จ่ายโรงงานหรือค่าโสหุ้ยการผลิต จะต้องคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าแรงงานแล้ว ผู้ประมาณย่อมมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีความรู้ในเรื่องมาตรฐานของแรงงาน

6. บัญชีต้นทุน (Cost Accounting) ต้องอาศัยข้อมูลจากเจ้าหน้าที่บัญชีต้นทุน และสามารถประเมินข้อมูลที่ได้มาจากด้วยว่าสมเหตุสมผล สมบูรณ์ และถูกต้องมากน้อยแค่ไหน มิฉะนั้นแล้วข้อมูลที่ได้อาจทำให้เกิดความไม่เชื่อถือ และจำนำไปสู่การประมาณที่ขาดความถูกต้องในที่สุด

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการจำลองแบบปัญหา (Simulation)

Shannon (8) ได้ให้คำจำกัดความการจำลองแบบปัญหาไว้ว่า “การจำลองแบบปัญหาคือกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อ

ประเมินผลการใช้กโลบาย (Strategics) ต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดวางไว้"

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (3) ได้อธิบายหลักการเบื้องต้นของการจำลองแบบปัญหาไว้ดังนี้

กระบวนการของการจำลองแบบปัญหาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. การสร้างแบบจำลองระบบงาน
2. การนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์

แบบจำลองเป็นระบบหรือแนวความคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่งโดยไม่จำเป็นต้องเหมือน (Identical) กับระบบงานจริง แต่สามารถช่วยให้เข้าใจระบบงานจริงเพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรม และปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานจริง

ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Element) ที่มีความสัมพันธ์กันโดยที่ความหมายของระบบงานบอกเฉพาะลักษณะว่าระบบงานมีลักษณะอย่างไร โดยไม่ได้บอกรูปร่างหน้าตาที่แน่ชัด ดังนั้นเวลาที่จะศึกษาระบบงานต้องกำหนดสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. องค์ประกอบของระบบ
2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ
3. องค์ประกอบอื่น ๆ ที่อยู่นอกระบบแต่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ

องค์ประกอบแต่ละตัวจะมีลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ที่ทำให้เกิดกิจกรรม (Activities) และกิจกรรมเหล่านั้นภายใต้เงื่อนไขบางประการ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบงาน (System Status)

ดังนั้น ในการสร้างแบบจำลองระบบงานนอกจากการกำหนดขอบเขตของระบบงานแล้ว ยังต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัวขององค์ประกอบ กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นจากองค์ประกอบเหล่านั้นและการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบงานอันเนื่องมาจากกิจกรรมองค์ประกอบ

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงวิธีในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) เพื่อให้แน่ใจว่า แบบจำลองมีพฤติกรรมอย่างที่ต้องการให้มันเป็นโดยใช้วิธีการดังนี้

1.1 การถามจากผู้เชี่ยวชาญว่าองค์ประกอบและระบบงานนั้นมีพฤติกรรมอย่างไร ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อดูว่าองค์ประกอบในแบบจำลองและแบบจำลองนั้นมีพฤติกรรมสอดคล้องกับงานจริงหรือไม่

1.2 การทดสอบความถูกต้องของกลไกภายในแบบจำลอง โดยการใส่เงื่อนไข เช่น ให้ค่าตัวแปรเข้า (Input Variables) เป็นค่าคงที่ แล้วทดสอบแบบจำลองหลาย ๆ ครั้ง แล้วดูว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความแปรปรวนมากหรือน้อยเพียงใด ถ้ามีความแปรปรวนมากแสดงว่าแบบจำลองนั้นไม่ควรจะถูกต้อง จึงควรมีการแก้ไข

1.3 การทดสอบความถูกต้องของตัวแปร และพารามิเตอร์ เป็นการทดสอบความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรและพารามิเตอร์ ว่ามีผลต่อผลลัพธ์อย่างไร ถ้าผลลัพธ์ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไวต่อค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ใดจะต้องระมัดระวังให้มากในการประมาณค่าพารามิเตอร์นั้น นอกจากนี้ถ้าทราบอยู่ก่อนว่าเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรและพารามิเตอร์ใดจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบงานจริงนั้นเปลี่ยนแปลงไป แต่ถ้าจากการทดลองกับแบบจำลองแล้วได้ผลเป็นอย่างอื่น แสดงว่าแบบจำลองนั้นไม่ควรจะถูกต้อง ต้องมีการแก้ไข

1.4 การทดสอบความถูกต้องของสมมติฐาน เป็นการทดสอบความถูกต้องทางสถิติว่าผลที่ได้จากแบบจำลองและงานจริงนั้นเหมือนกัน โดยมีระดับนัยสำคัญที่ยอมรับได้ โดยอาจใช้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีจากข้อมูลจริงในอดีตใส่ให้กับองค์ประกอบในแบบจำลอง

2. การทดสอบความถูกต้อง เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับระบบงานจริง โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากทั้งสองภายใต้เงื่อนไขของการใช้ระบบที่เหมือนกัน การวิเคราะห์ทำได้โดยอาศัยเทคนิคทางสถิติ ดังนี้

2.1 การทดสอบสมมติฐาน ในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกับระบบงานจริง

2.2 การทดสอบสมมติฐาน ของลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูลจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับระบบงานจริง

2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง เปรียบเทียบค่าโดยประมาณของพารามิเตอร์ของระบบงานจริง

2.4 การพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และพารามิเตอร์ในแบบจำลองเปรียบเทียบระบบงานจริง

3. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นการทดลองใช้แบบจำลองในการพยากรณ์พฤติกรรมต่าง ๆ ของระบบงาน เปรียบเทียบกับพฤติกรรมจริงของระบบงาน การวิเคราะห์เทคนิคทางสถิติเช่นเดียวกับข้อ 2