บทที่ 3

กรรมวิธีและขั้นตอนในการผลิต

เสาไฟฟ้าเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องการคุณสมบัติทางเทคนิคหลายด้าน ทั้งด้านวิศวกรรม ด้านความปลอดภัย และประโยชน์ในการใช้งานตรงตามความต้องการในแต่ละกรณี ดังนั้นการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจนแล้วเสร็จ จึงจำเป็นต้องควบคุมคุณสมบัติของวัตถุดิบ ส่วนผสม ขั้นตอนการผลิต รวมทั้งการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ว่าตรงกับที่ต้องการและตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์หรือไม่

เนื่องจากรายละเอียดในบทนี้ ส่วนใหญ่เป็นเทคนิคทางวิศวกรรม ดังนั้นจึงยกเว้นการกล่าวถึงข้อมูลตัวเลขอย่างละเอียดในบางเรื่อง และสรุปสาระสำคัญพอเป็นสังเขป ดังต่อไปนี้

การออกแบบและทดสอบผลิตภัณฑ์

เป็นการออกแบบคำนวณเพื่อให้ได้เสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรงที่สามารถรับโมเมนต์ดัด (Bending Moment) อันเกิดจากแรงลมปะทะสายไฟ และคุณสมบัติอื่นตามต้องการ โดยคำนึงถึงมาตรฐานทางวิศวกรรมที่กำหนด

เมื่อทดลองผลิต และทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการและข้อกำหนดของการทดสอบทางวิศวกรรม จนได้เสาไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติครบถ้วนและเป็นที่พอใจแล้ว จะได้ต้นแบบในการผลิต และจะมีการร่างแบบแสดงโครงสร้างภายนอกของเสาแต่ละขนาด (Drawing) เพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานดังที่ปรากฏในบทที่ผ่านมา

การเตรียมการผลิต

การผลิตเสาไฟฟ้าทั้งประเภทเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรงธรรมดา เสาไฟฟ้าที่ใช้กับน้ำเค็ม หรือเสาไฟฟ้าที่ฝังสายดินไว้ในต้นด้วยในขนาดความยาวต่าง ๆ นั้น การเตรียมการผลิตในโรงงานเหมือนกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การเตรียมการด้านวัตถุดิบ

2. การเตรียมการด้านแรงงาน

3. การเตรียมการด้านเครื่องมือเครื่องใช้

เวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละขั้นตอนเป็นสิ่งสำคัญ ความพร้อมของวัตถุดิบประเภทต่าง ๆ ตลอดจนแรงงานผู้ปฏิบัติหน้าที่ต้องสอดคล้องกับระยะเวลาในขั้นตอนของการผลิต และเนื่องจากบางหน้าที่ใช้แรงงานของผู้รับเหมาภายนอก แต่บางหน้าที่เป็นของพนักงานกองผลิตภัณฑ์คอนกรีตเอง จึงจำเป็นที่จะต้องเตรียมปัจจัยการผลิต ซึ่งได้แก่ วัตถุดิบ แรงงาน เครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้เพื่อให้ดำเนินการผลิตได้โดยไม่ติดขัด รายละเอียดมีดังนี้

1. การเตรียมการด้านวัตถุดิบ

การผลิตเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง มีส่วนประกอบหลัก 2 ชนิด คือลวดเหล็กอัดแรง (Pre-stressing Wire or High Tensile Steel) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กัน และคอนกรีต (Concrete) ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างหิน ปูนซีเมนต์ ทราย และน้ำในสัดส่วนที่กำหนด โดยจะต้องได้คอนกรีตที่มีความต้านทานสูงกว่าที่ใช้ในการผลิตเสาไฟฟ้าคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาตามเทคนิคทางวิศวกรรม

วัตถุดิบในการผลิต จำแนกได้ดังนี้

1.1 ลวดเหล็กอัดแรง (Pre-stressing Wire) หรือเรียกว่าลวดเหล็กแรงดึงสูง (High Tensile Steel) มี 2 ชนิด คือ ลวดเหล็กอัดแรงชนิดเส้นเดียว เช่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร และ 7 มิลลิเมตร และลวดเหล็กอัดแรงชนิดที่เป็นกลุ่ม (Strand) ซึ่งประกอบด้วยลวดเส้นเล็ก ๆ รวมกัน

1.2 ลวดผูกเหล็ก (Binding Wire) มีขนาดเดียว คือเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.25 มิลลิเมตร (เบอร์ 18)

1.3 ลวดเหล็กปลอก (Stirrup Wire) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.15 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร

1.4 ปูนซีเมนต์ (Cement) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดแข็งตัวเร็ว ซึ่งเรียกว่า "Cement Type 3" เช่น ปูนตราเอราวัณ ตราพญานาค ตราสามเพชร

1.5 ทรายหยาบ (Sand)

1.6 หินหนึ่งโม่ (Rock 1) เป็นประเภทของหินที่ใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีต หรือเรียกว่า หินเบอร์หนึ่ง

1.7 สายดิน (Ground Wire) เพื่อผลิตเสาไฟฟ้าประเภทที่ฝังสายดินไว้ในต้น

เมื่อจะทำการผลิตเสาไฟฟ้าแต่ละคราว จะต้องจัดเตรียมวัตถุดิบเหล่านี้ให้พอเหมาะกับปริมาณการผลิต รวมไปถึงการเตรียมการด้านจัดซื้อและเก็บรักษาวัตถุดิบด้วย

2. การเตรียมการด้านแรงงาน

แรงงานที่ใช้ทำการผลิตโดยตรง มี 2 ประเภท คือ

2.1 แรงงานของกองผลิตภัณฑ์คอนกรีต ซึ่งจัดแบ่งเป็น 5 กลุ่ม คือ

ก. กลุ่มนายตรวจงาน

ข. กลุ่มช่างก่อสร้าง

ค. กลุ่มช่างปูน

ง. กลุ่มช่างเหล็ก

จ. กลุ่มคนงาน

2.2 แรงงานของผู้รับเหมาภายนอก ซึ่งทำงานบางชนิด คือ

ก. งานผูกเหล็กและตั้งแบบเสา

ข. งานเทคอนกรีต

ในกรณีที่เป็นแรงงานของผู้รับเหมา จะเตรียมการโดยใช้วิธีประกวดราคาในวงเงินที่เท่า ๆ กันในแต่ละคราว จากนั้นจะทำสัญญาการจ้างงานซึ่งกำหนดจำนวนงานผลิต กำหนดเวลาทำเสร็จ รวมทั้งอัตราค่าจ้างเหมา ผู้รับเหมาที่รับงานได้จะเหมาทำจนครบวงเงิน โดยไม่เปลี่ยนผู้จ้างเหมา เช่น ผู้รับเหมาผูกเหล็กได้จะต้องทำงานผูกเหล็กไป จนกว่าจะมีการประกวดราคาใหม่ เป็นต้น

อนึ่ง ลักษณะการทำงานมิได้แยกตัดตอนกันโดยเด็ดขาด ทั้งแรงงานโดยตรงของกองผลิตภัณฑ์คอนกรีตและของผู้รับเหมา จะทำงานสลับกันโดยต่อเนื่องไปตามกระบวนการผลิต ซึ่งจะอธิบายชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อกล่าวถึงกระบวนการผลิต

3. การเตรียมการด้านเครื่องมือเครื่องใช้

เครื่องมือทางเทคนิคที่ใช้ในการผลิตมีความสำคัญมาก เนื่องจากแต่ละขั้นตอนใช้เครื่องมือเครื่องใช้ต่างชนิดกัน และลักษณะการทำงานของเครื่องมือเหล่านี้มิได้เป็นแบบเครื่องมือเครื่องใช้อยู่กับที่แน่นอน เหมือนการผลิตแบบสายงาน (Assembly Line) ในโรงงานทั่วไป แต่จะทำงานโดยการเคลื่อนย้ายเครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์เหล่านี้ไปตามพื้นที่โรงงานที่กำลังผลิตในขั้นตอนนั้น ๆ อยู่

เครื่องมือเครื่องใช้อุปกรณ์ในการผลิตที่สำคัญ ได้แก่

3.1 เครื่องดึงลวดเหล็กอัดแรง (Hydraulic Stressing Jack)

3.2 ลิ่มยึดลวดเหล็กอัดแรง (Wedge and Cone)

3.3 แบบเหล็กหล่อเสา (Steel Form)

3.4 เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete Mixer)

3.5 เครื่องเขย่าคอนกรีตชนิดเกาะแบบ (External Vibrator)

3.6 เครื่องปล่อยแรงดึงลวดเหล็กอัดแรง (Hydraulic Jack)

3.7 เครื่องตัดลวดเหล็กอัดแรงหรือเครื่องเจียรไฟฟ้า (Electric Angle Grinder)

เครื่องมือเหล่านี้เป็นของกองผลิตภัณฑ์คอนกรีตเอง แม้ว่าจะใช้ในบางขั้นตอนการผลิตซึ่งเป็นงานของแรงงานจ้างเหมาภายนอก แต่ผู้รับเหมาก็ไม่ต้องนำเครื่องมือเหล่านี้มา เนื่องจากเป็นการจ้างเหมาเฉพาะแรงงานเท่านั้น

กระบวนการผลิต

จะแบ่งเนื้อหาสาระออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. กรรมวิธีการผลิต (Processing)

2. ขั้นตอนการผลิต (Procedure)

3. การตรวจสอบคุณภาพ (Testing)

1. กรรมวิธีการผลิต

ได้กล่าวเบื้องต้นว่ากรรมวิธีการทำคอนกรีตอัดแรง มีทั้งการอัดแรงก่อน และการ

อัดแรงที่หลัง ซึ่งในการผลิตเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรงของการไฟฟ้านครหลวง ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบอัดแรงก่อน (Pre-tensioning)

หลักการสำคัญคือ การดึงลวดเหล็กอัดแรงให้มีขนาดโมเมนต์แรงดัดสูงตามต้องการ และรักษาสภาพลวดเหล็กแรงดึงสูงนี้โดยใช้คานรับแรงดึงผูกเหล็ก และตั้งแบบ แล้วจึงเทคอนกรีตที่ผสมในสัดส่วนที่กำหนดลงไปหุ้มเหล็ก รอจนคอนกรีตแข็งตัวจนได้กำลังเสาประมาณ 300 กก./ซม.^{2} จึงปล่อยแรงดึงโดยใช้เครื่อง Hydraulic Jack และตัดลวดโดยใช้เครื่องตัดลวดไฟฟ้า ลวดเหล็กที่มีแรงดึงสูงนี้จะหดตัวกลับ แต่เนื่องจากมีคอนกรีตที่แข็งตัวหุ้มอยู่ แรงหดตัวกลับของลวดเหล็กจึงถ่ายแรงให้กับเนื้อคอนกรีต เกิดเป็นแรงอัดในเนื้อคอนกรีต และได้เสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง นอกจากนี้แล้ว คอนกรีตซึ่งเป็นส่วนผสมของปูนซีเมนต์ หิน ทราย และน้ำ ยังเป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกรรมวิธีการผลิต คอนกรีตที่ใช้กับคอนกรีตอัดแรงจะต้องมีความต้านทานต่อแรงอัดสูงกว่าคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา ดังเหตุผลจากกรรมวิธีอัดแรงก่อนที่กล่าวแล้ว และเพื่อประโยชน์ต่อไปนี้คือ

1.1 ต้องการให้มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูง ลดการเสื่อมสูญของการอัดแรง

1.2 มีความต้านทานต่อแรงกดสูง ซึ่งทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับลวดเหล็กแรงดึงสูงได้ดี

1.3 มีความต้านทานต่อแรงดึงและแรงเฉือนสูง

2. <u>ขั้นตอนการผลิต</u>

แบ่งงานเป็น 4 ระยะ คือ

2.1 งานเกี่ยวกับเหล็ก

2.2 งานเกี่ยวกับแบบเสา

2.3 งานเกี่ยวกับคอนกรีต

2.4 งานเกี่ยวกับการขนย้าย

เพื่อความสะดวกและเข้าใจง่าย จะแสดงขั้นตอนการผลิตในรูปของแผนผังการทำงาน และมีรูปภาพการทำงานประกอบในบางขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิต มีรายละเอียดดังนี้

2.1 งานเกี่ยวกับเหล็ก

เป็นงานเดินลวดเหล็กและจัดลวดเหล็กอัดแรง โดยต้องนำขดหรือม้วน (Roll) ลวดเหล็กอัดแรงมาจัดใส่กรงเหล็กรูปกรวยกลมขนาดใหญ่ (ดังรูป) เนื่องจากลวดเหล็กแต่ละขดมีน้ำหนักมาก (ประมาณ 200-300 กิโลกรัม) และเคลื่อนย้ายลำบาก จากนั้นเริ่มการลากเหล็กไปตามความยาวโรงงานจากปลายโรงงานมาทางหัวโรงงาน ตัดและจัดระยะลวดเหล็กอัดแรงให้ได้ตามความยาวโรงงานโดยร้อยลวดที่ตัดแล้วนี้จัดเรียงให้เข้ากับโครงเหล็กยึดลวดเหล็กอัดแรงและสอดปลายลวดเหล็กเข้าในคานรับแรงดึงทางปลายโรงงานให้เรียบร้อยไม่พันกัน (จัด Spacing) เมื่อร้อยลวดเรื่อยมาจนถึงหัวโรงงาน ปลายลวดที่เหลือจะสอดเข้ารูในคานรับแรงดึงของด้านหัวโรงงาน ดึงให้ลวดตึงแล้วใส่ลิ่มอัดแรงยึดไว้ไม่ให้ลวดหย่อน แล้วทำการดึงลวดเหล็กอัดแรงนี้โดยใช้เครื่องดึงลวดเหล็กอัดแรง จนได้แรงในเส้นลวดตามต้องการ การดึงนี้จะใช้เครื่องดึงจากทางด้านหัวโรงงานให้ลวดยืดออกตามความยาวของแบบเสาไฟฟ้าที่เรียงต่อกันไปตามความยาวของพื้นโรงงาน จากนั้นจะผูกเหล็กปลอกเป็นระยะ ๆ เท่า ๆ กันไป เป็นการเสร็จงานเกี่ยวกับเหล็ก ขณะเดียวกันจะเตรียมทาน้ำมันตัวแบบเสาไว้ด้วย

งานดึงลวดเหล็กอัดแรงด้วยเครื่องดึงเป็นแรงงานโดยตรงของกองผลิตภัณฑ์คอนกรีต นอกนั้นเป็นแรงงานของผู้รับเหมา ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

2.2 งานเกี่ยวกับแบบเสา

เป็นงานตั้งแบบเหล็กที่ใช้หล่อเสาไฟฟ้า ก่อนตั้งแบบต้องทาน้ำมันตัวแบบทำความสะอาดแบบและพื้นที่ไม่ให้มีเศษคอนกรีตหลงเหลืออยู่ แล้วจึงประกอบแบบเหล็ก ยึดแบบโดยใช้เครื่องขันน็อตยึดแบบให้แน่น แข็งแรง โดยที่ลวดเหล็กอัดแรงจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แบบที่ตั้งเรียบร้อยแล้วจะต้องได้แนวดิ่งฉาก ตรงตลอดต้น และทนต่อการสั่นของเครื่องเขย่าคอนกรีต จากนั้นจะทาน้ำมันขอบแบบ และใส่เหล็กทำรูเสาโดยต้องให้ได้แนวดิ่งและได้แนวขนาน รวมทั้งจำนวนครบตามแม่แบบการผลิต เมื่อเสร็จก็พร้อมจะเริ่มงานเทคอนกรีตได้

งานทั้งหมดเป็นแรงงานของผู้รับเหมา ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

2.3 งานเกี่ยวกับคอนกรีต

เป็นงานผสมคอนกรีต ลำเลียงและเทคอนกรีตลงในแบบที่เตรียมไว้แล้ว โดยเริ่มด้วยการผสมคอนกรีตจากปูนซีเมนต์ หิน ทราย และน้ำ ในเครื่องผสมขนาดใหญ่ ใช้

สัดส่วนการผสมตามสูตรการผลิต จากนั้นจะลำเลียงโดยใช้เครื่อง Overhead Crane มายังบริเวณพื้นที่ที่เตรียมแบบเสาไว้ แล้วเทคอนกรีตลงในแบบหรือเทลงในกะบะรับคอนกรีต แล้วตักเทลงในแบบอีกทีหนึ่ง

ในระยะนี้จะติดเครื่องเขย่าคอนกรีตชนิดเกาะแบบไว้ที่เสาต้นที่กำลังเทคอนกรีตลงไป เมื่อเทคอนกรีตได้ประมาณครึ่งแบบ จึงเดินเครื่องเขย่าคอนกรีตทุกจุดตามที่กำหนดไว้เมื่อติดเครื่อง (ดังรูป) เพื่อให้เนื้อคอนกรีตแน่นไม่เป็นโพรงเมื่อเทแล้วเสร็จ ก็จะย้ายเครื่องเขย่าคอนกรีตไปติดที่แบบเสาต้นที่จะเทคอนกรีตต่อไป

ขณะทำการเทคอนกรีต จะต้องจัดเหล็กทำรูเสาไม่ให้หลุด ต้องให้ได้แนวดิ่งและอยู่ที่ตำแหน่งกลางต้น พร้อมกันนี้จะแต่งผิวหน้าปูนให้เรียบร้อย และทำเครื่องหมายแสดงคุณสมบัติของเสาซึ่งได้แก่หมายเลขเสา ขนาดโมเมนต์ที่รับได้ วัน เดือน ปีที่ผลิต เครื่องหมายของการไฟฟ้านครหลวง เมื่อเทคอนกรีตและแต่งหน้าเสาเสร็จเรียบร้อย จะตอกเวลาที่เทคอนกรีตเสร็จไว้ที่เสาแต่ละต้นเพื่อเริ่มนับเวลา

เริ่มงานเกี่ยวกับคอนกรีตจนกระทั่งเทคอนกรีตแล้วเสร็จใช้เวลาประมาณ 1 วัน ประมาณ 45 นาที หลังเทคอนกรีตเสร็จ จะดึงเหล็กทำรูเสาออกได้ แล้วบ่มเสาทิ้งไว้

ประมาณ 3 ชั่วโมงหลังเทคอนกรีต คอนกรีตจะเริ่มแข็งตัว สามารถคลายน็อตยึดแบบและถอดแบบเสาด้านข้างออกได้ แล้วจะบ่มเสาต่อไปโดยการรดน้ำบ่มเสาให้เปียกชุ่มตลอดเวลา

ประมาณ 24 ชั่วโมง (1 วัน) หลังเทคอนกรีต คอนกรีตจะเริ่มแข็งตัวได้กำลังอัด (Compressive Strength)ไม่น้อยกว่า 300 กก./ซม.^{2} จะเริ่มการปล่อยแรงดึงในลวดเหล็กโดยใช้เครื่องปล่อยแรงดึง เนื้อคอนกรีตจะได้รับแรงอัดจากลวดเหล็กแรงดึงสูงนี้ที่ถ่ายแรงไปให้ เกิดเป็นคอนกรีตอัดแรง

งานผสมและลำเลียงคอนกรีต และงานปล่อยแรงดึงลวดเหล็ก เป็นแรงงานโดยตรงของกองผลิตภัณฑ์คอนกรีต ส่วนการเทคอนกรีต การติดเครื่องเขย่าคอนกรีต และงานถอดแบบเสา เป็นแรงงานของผู้รับเหมา

2.4 งานเกี่ยวกับการขนย้าย

เป็นงานตัดลวดเหล็กอัดแรงระหว่างเสาแต่ละต้นให้ขาดจากกัน และทำการ

ลำเลียงขนย้ายออกจากโรงงาน โดยหลังจากปล่อยแรงดึงเรียบร้อยแล้ว จะตัดลวดเหล็กของเสาแต่ละต้นให้ขาดจากกันโดยใช้เครื่องเจียรไฟฟ้า และเหลือปลายลวดอยู่ทั้งโคนเสาและปลายเสาแต่ละต้น (ดังรูป) จากนั้นยกขึ้นรถรางลำเลียงนำเข้าที่เก็บ จะตัดเหล็กที่เหลือหัวท้ายเสาให้เหลือพอดี และทาสีเสาหัวท้าย เมื่อเสาไฟฟ้าถูกลำเลียงออกไปจากโรงงานแล้ว จะเป็นการผลิตในรอบใหม่

งานตัดลวดเหล็กอัดแรงด้วยเครื่อง เป็นแรงงานของผู้รับเหมาและงานขนย้ายลำเลียงนำเข้าเก็บเป็นแรงงานโดยตรงของกองผลิตภัณฑ์คอนกรีต

อนึ่ง กรณีที่เป็นการผลิตเสาไฟฟ้าที่ใช้กับน้ำเค็ม ขั้นตอนการผลิตเหมือนดังที่กล่าวแล้วนี้ แต่ในการผสมคอนกรีตจะเปลี่ยนวัตถุดิบบางชนิด คือใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ใช้กับน้ำเค็มโดยเฉพาะแทนปูนซีเมนต์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบปกติ ในกรณีที่เป็นการผลิตเสาไฟฟ้าที่ฝังสายดินไว้ในต้นด้วย จะเดินสายดินนี้ในขณะที่ทำงานเกี่ยวกับลวดเหล็กอัดแรง จะเดินสายดินโดยตัดความยาวเท่าขนาดความยาวเสาแต่ละต้น เมื่อเดินสายดินแล้วจึงทำการดึงลวดเหล็กอัดแรงด้วยเครื่องและผูกเหล็กปลอก

จะเห็นได้ว่า เมื่อทำการผลิต ขนาดพื้นที่ (Space) ของโรงงานเป็นปัจจัยสำคัญ เนื่องจากการผลิตจะทำบนพื้นที่ระนาบเท่านั้น จึงได้ทำการผลิตแบบหมุนเวียนหรือเป็นรอบ (Cycle) สลับกันไป ในโรงงานผลิตแต่ละโรงจึงมีครบทุกระยะการผลิต และจำนวนเสาที่ได้สามารถคำนวณได้จากขนาดความยาวของโรงงานต่อขนาดความยาวของเสา เสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง 1 ต้น จะต้องผ่านขั้นตอนการผลิตหรือรอบ กินเวลาประมาณ 4 วัน

เมื่อการผลิตเสร็จสิ้น คุณสมบัติเสาที่ได้โดยทั่วไปคือ

1. เนื้อคอนกรีตแน่นสม่ำเสมอไม่เป็นโพรง
2. รูเสาต้องได้ดิ่งและฉาก ไม่คัน และถูกต้องครบตามแบบ
3. ผิวหน้าเสาต้องเรียบร้อย
4. เสาต้องได้รูปและมีเหล็กเสริมตรงตามแบบ ไม่โป่งหรือคดงอ
5. ได้กำลังอัดตามที่กำหนดทางเทคนิควิศวกรรม ซึ่งคุณสมบัติประการนี้จะต้องทำโดยการตรวจสอบคุณภาพ (Testing)

3. การตรวจสอบคุณภาพ

เพื่อให้ได้เสาที่มีกำลังตามต้องการและคุณภาพสม่ำเสมอ จะเลือกตัวอย่างเพื่อการทดสอบ โดยถือหลักดังนี้

ก. เสาไฟฟ้าขนาดเล็ก ความยาว 6 เมตร 8.50 เมตร จะสุ่มตัวอย่างมา 1 ต้น ทุก 300 ต้น

ข. เสาไฟฟ้าขนาดใหญ่ ความยาว 8.50 เมตรขึ้นไป จะสุ่มตัวอย่างมา 3 ต้น ทุก 1,000 ต้น

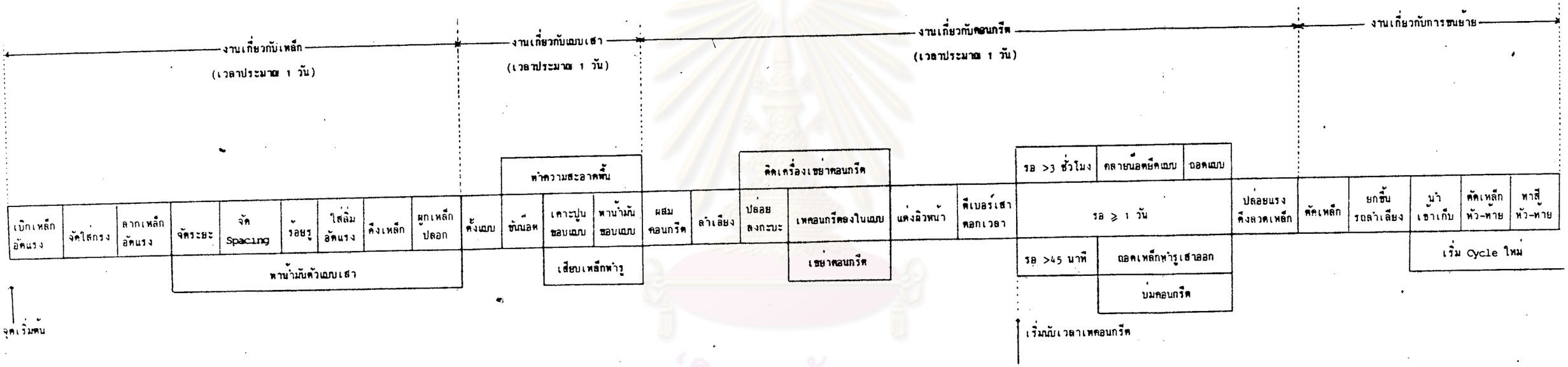
เสาไฟฟ้าที่สงสัยว่าจะไม่ได้กำลังตามต้องการเนื่องจากมีข้อบกพร่องในการผลิต จะถูกคัดออก

สถิติข้อมูลเท่าที่ผ่านมา อัตราผลิตภัณฑ์ที่เสียหายชำรุดใช้งานไม่ได้ (Defectives) มีประมาณร้อยละ 0.01 ของปริมาณผลผลิตที่ได้ ซึ่งการไฟฟ้านครหลวงถือว่าเป็นอัตราที่น่าพอใจ

วิธีการทดสอบตามข้อ ก และ ข ตลอดจนข้อกำหนดในการทดสอบ ปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองเมื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ทุกประการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

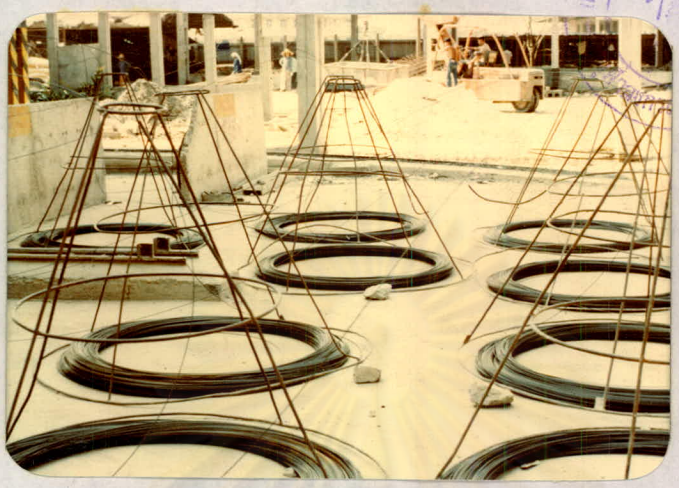
ภาพที่ 6 ผังแสดงขั้นตอนการผลิต



ที่มา : กองผลิตภัณฑ์คอนกรีต การไฟฟ้านครหลวง

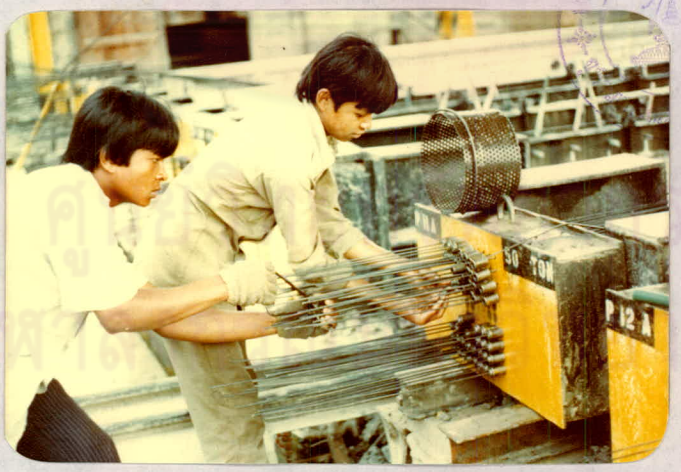
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 7-13 แสดงการผลิตในขั้นตอนต่าง ๆ



ภาพที่ 7 : งานเกี่ยวกับเหล็ก

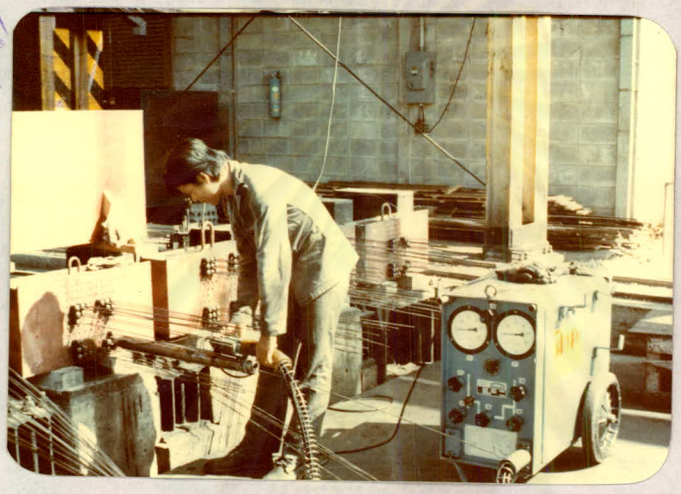
: เป็นการจัดขดลวดเหล็กอัดแรงใส่กรงเหล็กรูปกรวยกลมขนาดใหญ่ เพื่อนำเข้าโรงงานผลิต



ภาพที่ 8 : งานเกี่ยวกับเหล็ก

: เป็นการใส่ลิ่มอัดแรงเพื่อยึดลวดเหล็กอัดแรงที่ร้อยเข้ารูของคานรับแรงดึงและจัดระยะเรียบร้อยแล้ว เพื่อจะให้พร้อมที่จะทำการดึงด้วยเครื่อง

หอสมุดกลาง สำนักวิทยบริการฯ



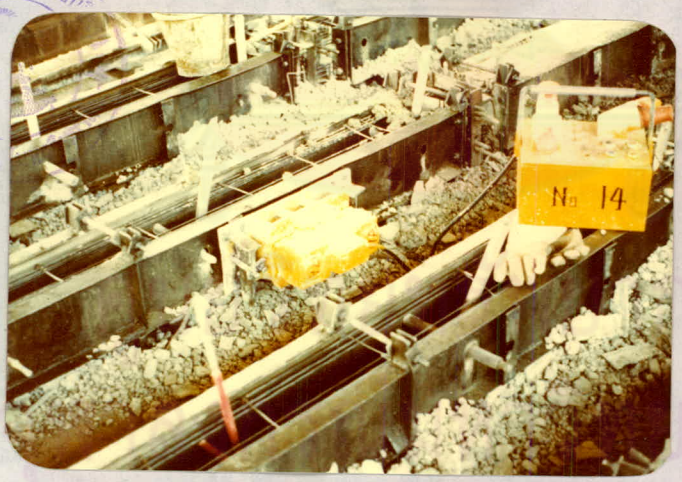
ภาพที่ 9 : งานเกี่ยวกับเหล็ก

: เป็นการดึงลวดเหล็กอัดแรงให้ยืดออกจนได้แรงตามต้องการ ด้วยเครื่อง Hydraulic Stressing Jack โดยจะดึงลวดทีละเส้นจนครบทุกเส้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

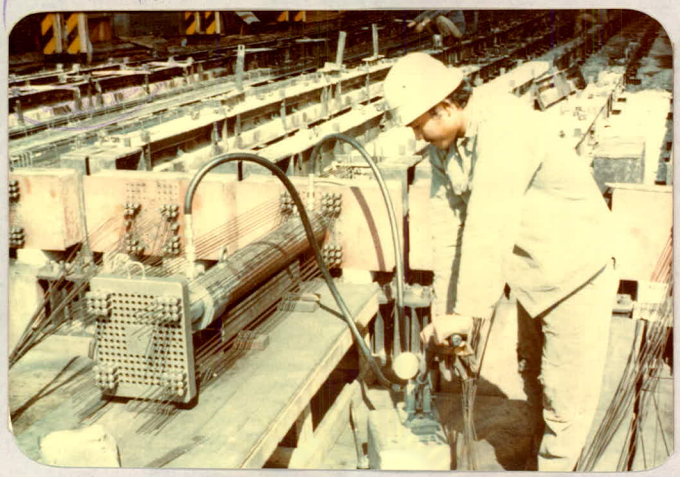
ภาพที่ 10 : งานเกี่ยวกับคอนกรีต

: เป็นการลำเลียงคอนกรีตมาเทลงกะบะรับคอนกรีตและตักเทคอนกรีตลงในแบบเสาที่จัดเตรียมไว้พร้อม ซึ่งเสียบเหล็กทำรูเสาครบจำนวนตามแม่แบบเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 11 : งานเกี่ยวกับคอนกรีต

: เป็นการติดเครื่องเขย่าคอนกรีตชนิดเกาะแบบ ไว้ด้านข้างของแบบเสาที่ประกอบ และจะเดินเครื่องเขย่าเมื่อเทคอนกรีตลงไปได้ประมาณครึ่งแบบแล้ว



ภาพที่ 12 : งานเกี่ยวกับคอนกรีต

: เป็นการปล่อยแรงดึงในลวดเหล็กอัดแรงหลังจากที่เทคอนกรีตเสร็จ และบ่มทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมงแล้ว คอนกรีตจะแข็งตัวได้กำลังอัดสูง จะปล่อยแรงดึงในลวดเหล็กเพื่อถ่ายแรงให้เนื้อคอนกรีต โดยใช้เครื่อง Hydraulic Jack

ภาพที่ 13 : งานเกี่ยวกับการขนย้าย

: เป็นการตัดลวดเหล็กอัดแรงระหว่างเสาไฟฟ้าแต่ละต้นให้ขาดจากกัน โดยใช้เครื่องเจียรไฟฟ้า และพร้อมจะลำเลียงออกจากโรงงานได้

I 15585554