เพิ่มมากขึ้น ซึ่งยังคงเป็นปัญหาที่ผู้ใช้ต้องแบกภาระต่อไป อย่างไรก็ตามการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องทำความเย็นทั้งเครื่องปรับอากาศและตู้เย็นควรคำนึงระบบความดันที่สามารถใช้ทดแทน CFCs เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด ในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ Mercedes-Benz และ Ford ได้เริ่มนำเอาสาร HFC 134A มาใช้ในเครื่องปรับอากาศของรถยนต์ แทนสาร CFC 12 และ CFC 22 แล้วซึ่งจำเป็นต้องเปลี่ยนสารหล่อลื่นชนิดใหม่แทนด้วย สำหรับสาร HFCs ชนิดอื่น ๆ ก็ได้รับความสนใจจากผู้ผลิตในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นเดียวกันและกำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาวิจัย เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการใช้งานต่อไป

จากบทความข้างต้น คงช่วยให้ท่านทั้งหลายได้รับความกระจ่างเกี่ยวกับผลกระทบของสาร CFCs ต่อโอโซนในชั้นบรรยากาศและการใช้สาร HFCs และ FCs มาทดแทนสาร CFCs ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งดูจะมีความเป็นไปได้มากที่สุดอยู่ในขณะนี้ แม้ว่ายังมีข้อโต้แย้งจากนักวิทยาศาสตร์และนักสิ่งแวดล้อมอีกหลายกลุ่มที่ยังไม่เชื่อแน่ว่าสารทดแทน CFCs เหล่านี้จะให้ความปลอดภัยต่อชั้นโอโซนได้นานแค่ไหนและผลกระทบอื่น ๆ ต่อโลกที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตข้างหน้า ซึ่งยังคงเป็นคำถามที่ไม่มีผู้ใดสามารถให้คำตอบได้

เอกสารอ้างอิง

1. Kirk-Othmer, Encyclopedia of chemical technology. 3 rd ed., Vol. 10, New York, N.Y. : Wiley, 1978, p. 856-870
2. Banks, R E. ed. Organofluorine chemicals and their industrial application. Chichester : Ellis Horwood Ltd., 1979, p. 62-122
3. Arctic ozone levels predicted to decreased. Chemical & Engineering News. May 1992, p. 27-28.

เหล็กเส้นที่ใช้ในการก่อสร้าง

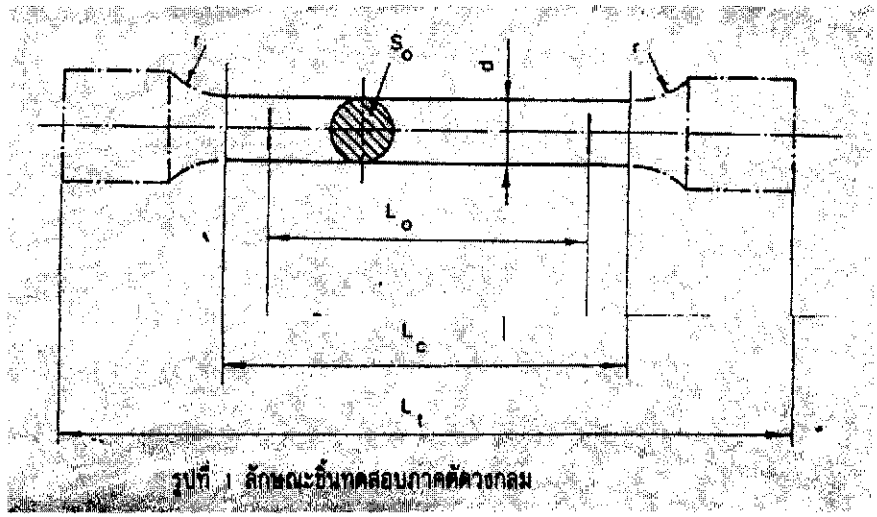
ประดับ สว่างศรี

ปัจจุบันประเทศไทยได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วมาก โดยเฉพาะทางด้านสิ่งก่อสร้างได้พัฒนาและเกิดขึ้นมากมายทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด ซึ่งส่วนมากจะเป็นที่อยู่อาศัยในรูปแบบของบ้านจัดสรรและอาคารชุดซึ่งเรียกกันโดยทั่วไปว่า คอนโดมิเนียม ตลอดจนสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า และถนนทางด่วน ซึ่งสิ่งก่อสร้างดังกล่าวนี้จำเป็นต้องใช้เหล็กเส้นในการก่อสร้างเพื่อเสริมความแข็งแรงของคอนกรีตให้สามารถรับน้ำหนักได้ ถ้าเหล็กเส้นที่นำมาใช้ในการก่อสร้างมีคุณภาพไม่ดี และผู้ใช้ไม่เข้าใจหรือไม่มีความรู้ในการใช้งานของเหล็กเส้นแต่ละชนิดดีเพียงพอ จะเป็นอันตรายต่อสิ่งก่อสร้างนั้น ๆ มาก โดยเฉพาะอาคารสูงดังที่เรามักจะได้ยินข่าวอยู่เสมอว่าบ้านทรุด หรือตึกถล่ม ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการใช้เหล็กเส้นที่ไม่มีคุณภาพ และไม่ได้ขนาดนั้นเอง เป็นเหตุให้ต้องสูญเสียทรัพย์สินเงินทอง และอาจจะสูญเสียชีวิตด้วย ดังนั้นเหล็กเส้นที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องมีคุณภาพดีเพื่อให้สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ มีความแข็งแรงมั่นคง

ในการทดสอบคุณสมบัติทางกลของเหล็กโดยการทดสอบความต้านแรงดึงหรือความเค้นดึงสูงสุด (Tensile strength or Maximum tensile strees) จะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพของเหล็กนั้นได้เป็นอย่างดี และสามารถนำผลการทดสอบที่ได้ไปคำนวณค่าทางวิศวกรรมเพื่อกำหนดเหล็กที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างนั้น ๆ ได้อีกด้วย

ในการทดสอบความต้านแรงดึงจะทดสอบในแนวดิ่งโดยค่อย ๆ เพิ่มแรงขึ้นจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ซึ่งในการทดสอบความต้านแรงดึงจะต้องวัดค่าแรงและระยะการยืดตัวของชิ้นทดสอบตลอดเวลาที่เพิ่มแรงขึ้นเรื่อย ๆ การวัดระยะการยืดตัวของชิ้นทดสอบจะวัดในช่วงความยาวพิกัด (gauge length) ของชิ้นทดสอบ โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่องวัดการยืด (Extensometer) และที่เครื่องทดสอบความต้านแรงดึงจะมีชุดอุปกรณ์สำหรับเขียนกราฟในขณะทดสอบ ซึ่งกราฟที่ได้จะเป็นแรงกับระยะการยืดตัวของชิ้นทดสอบนั้น

หลักการคุณสมบัติทางกลในการทดสอบความต้านแรงดึงของเหล็กโดยทั่ว ๆ ไปจะเป็นดังนี้



รูปที่ 1 ลักษณะชิ้นทดสอบภาคตัดวงกลม

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนขนานของชิ้นทดสอบ

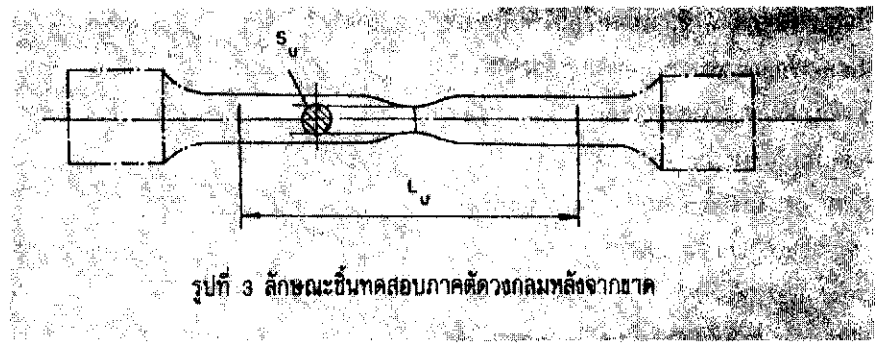
Lo คือ ความยาวพิกัด (gauge length)

Le คือ ความยาวส่วนขนาน

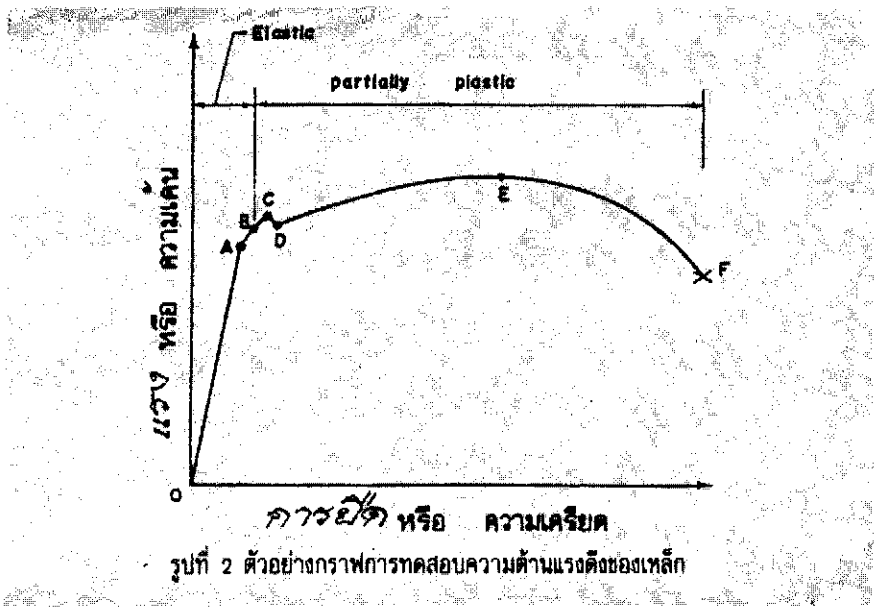
Lt คือ ความยาวรวม

SO คือ พื้นที่ภาคตัดขวางเดิมภายในความยาวพิกัด

r คือ รัศมีของบ่าชิ้นทดสอบ



รูปที่ 3 ลักษณะชิ้นทดสอบภาคตัดวงกลมหลังจากขาด



รูปที่ 2 ตัวอย่างกราฟการทดสอบความต้านแรงดึงของเหล็ก

ตามกฎของฮุคกล่าวว่า วัสดุมีคุณสมบัติยืดหยุ่นและความเค้นเป็นสัดส่วนกับความเครียด

ช่วง O ถึง A กราฟจะเป็นเส้นตรง ซึ่งเป็นไปตามกฎของฮุค เมื่อถึงจุด A กราฟจะเริ่มเปลี่ยนแปลงคือเริ่มไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งที่จุดนี้เรียกว่า limit of proportionality

ช่วง A ถึง B เหล็กยังคงอยู่ในสภาพยืดหยุ่นในลักษณะสภาพการยืดจะหดหายไปหมดเมื่อเอาแรงออก ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายที่เหล็กอยู่ในสภาพยืดหยุ่น และที่จุด B นี้เรียกว่า elastic limit

ช่วง B ถึง C เมื่อผ่านจุด B ไปแล้วเหล็กจะเกิดการเสียรูปอย่างถาวร (plastic deformation) เมื่อเอาแรงออกแล้วสภาพการยืดจะยังคงมีอยู่ซึ่งเรียกว่าเกิด permanent deformation หรือ permanent set และที่จุด C นี้เรียกว่าความเค้นคราก บน (upper yield stress)

ช่วง C ถึง D การยืดตัวหรือความเครียดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในขณะที่แรงหรือความเค้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือเกือบคงที่ และที่จุด D นี้มีชื่อเรียกว่าความเค้นคราก ล่าง (lower yield stress)

ช่วง D ถึง E กราฟจะโค้งและเมื่อเพิ่มแรงขึ้นจะทำให้การยืดตัวหรือความเครียดเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงจุด E ที่จุด E นี้เป็นแรงสูงสุด (maximum load) ที่ชิ้นทดสอบได้รับในระหว่างการดึง

ช่วง E ถึง F กราฟจะโค้งลง ซึ่งเกิดจากพื้นที่ภาคตัดของชิ้นทดสอบเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วและเกิดเป็นคอคอด (neck) ขึ้นในช่วงสั้น ๆ โดยคอคอดนี้เกิดขึ้นในขณะที่แรงลดลง และต่อมาชิ้นทดสอบก็จะขาดออกจากกันที่จุด F

ความต้านแรงดึง (tensile strength) หรือความเค้นดึงสูงสุด (maximum tensile stress) หาค่าโดยเอาแรงสูงสุดที่จุด E หารด้วยพื้นที่ภาคตัดขวางเดิมของชิ้นทดสอบ ซึ่งค่านี้โดยทั่วไปเรียกว่า ความต้านแรงดึง

ความเค้นคราก (yield stress) มีอยู่ด้วยกันสองจุดคือความเค้นครากบนที่จุด C และความเค้นครากล่างที่จุด D ถ้าต้องการทราบความเค้นครากที่จุดใดก็เอาแรงที่จุดนั้น ๆ หารด้วยพื้นที่ภาคตัดขวางเดิมของชิ้นทดสอบ

ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปจะนำค่าความเค้นคราก บนมาใช้

ความยืด (elongation) หาค่าโดยการเอาความยาวพิกัด (gauge length) ที่เพิ่มขึ้นหารด้วยความยาวพิกัดเดิมคูณด้วยร้อย หน่วยที่ได้จะเป็นร้อยละของการยืดตัว

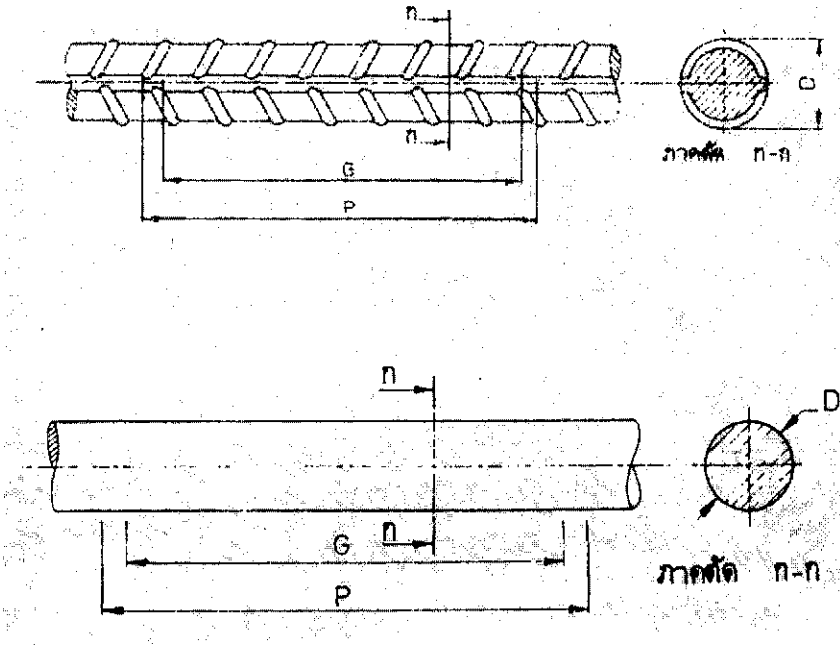
ในการทดสอบคุณสมบัติทางกลโดยการดึงของเหล็กเส้นที่ใช้ในการก่อสร้างตามมาตรฐานจะกำหนดให้ใช้ชิ้นทดสอบจำนวน 3 ชิ้น โดยสภาพชิ้นทดสอบจะต้องเป็นไปตามสภาพเดิมของเหล็กเส้นสำเร็จรูปนั้น ๆ แต่ถ้ามีขนาดใหญ่มากก็อาจกลึงลดขนาดลงให้พอเหมาะที่จะใช้กับเครื่องทดสอบแรงดึงได้

เหล็กเส้นที่ใช้ในการก่อสร้างส่วนมากจะเป็นเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงานในการก่อสร้างด้วย

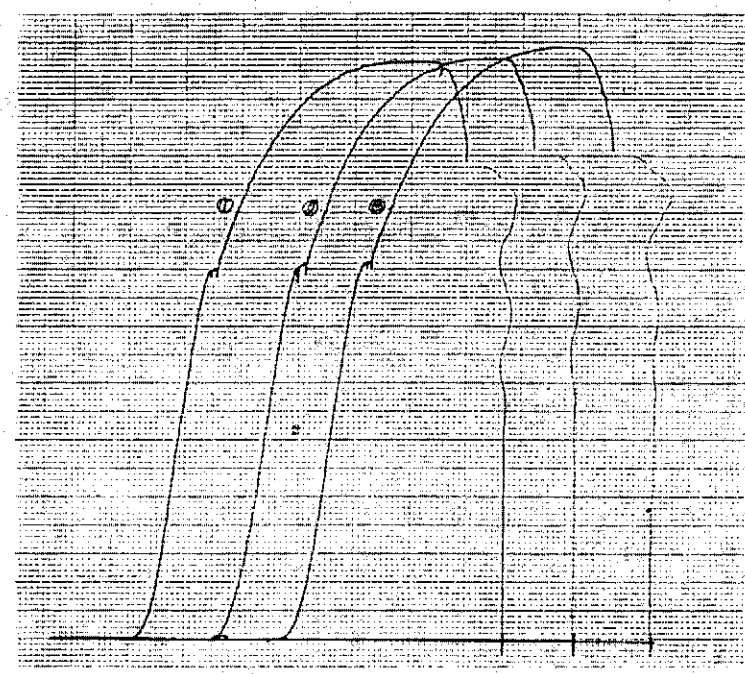
เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เหล็กข้ออ้อย
2. เหล็กเส้นกลม
3. เหล็กรีดซ้ำ

1. เหล็กข้ออ้อย เป็นเหล็กเส้นกลมที่มีปั้งและอาจมีครีบที่ผิวเพื่อเสริมกำลังยึดระหว่างเหล็กเส้นกับเนื้อคอนกรีต เหล็กข้ออ้อยผลิตด้วยกรรมวิธีการรีดร้อน และมีด้วยกัน 3 ชั้นคุณภาพ คือ Sd.30,SD.40 และ SD.50 แต่ละชั้นคุณภาพจะมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐานจะกำหนดค่าความต้านแรงดึงจะต้องไม่น้อยกว่าดังนี้ SD.30 49 กก./ตร.มม., SD 40 57 กก./ตร.มม., และ SD.50 63 กก./ตร.มม. ค่าความต้านแรงดึงที่จุดครากจะต้องไม่น้อยกว่าดังนี้ SD.30 30 กก./ตร.มม., SD.40 40 กก./ตร.มม., และ SD.50 50 กก./ตร.มม. ค่าความยืดจะต้องไม่น้อยกว่าดังนี้ SD.30 ร้อยละ 17, SD 40 ร้อยละ 15, และ SD 50 ร้อยละ 13 เหล็กข้ออ้อยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10-32 มม. ซึ่งชื่อขนาดจะระบุเป็น DB เช่น DB 10 จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. เป็นต้น และที่เหล็กข้ออ้อยทุกเส้นจะมีชื่อขนาดและชั้นคุณภาพเป็นตัวนูนบนเนื้อเหล็กเห็นได้ชัดเจน



รูปที่ 4 ชิ้นทดสอบ



รูปที่ 5 กราฟแสดงการทดสอบแรงดึงที่เครื่องทดสอบเขียน

2. เหล็กเส้นกลม เป็นเหล็กที่ผลิตด้วยกรรมวิธีการรีดร้อนจากเหล็กแท่งเล็กหรือแท่งใหญ่ หรือเหล็กแท่งหล่อ เหล็กเส้นกลมที่ใช้เป็นเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตมีเพียงชั้นคุณภาพเดียวคือ SR.24 ซึ่งตามมาตรฐานจะกำหนดค่าความต้านแรงดึงจะต้องไม่น้อยกว่า 39 กกร./ตร.มม ความต้านแรงดึงที่จุดครากจะต้องไม่น้อยกว่า 24 กกร./ตร.มม. และความยืดจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 21 เหล็กเส้นกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 6-34 มม. ซึ่งชื่อขนาดจะระบุเป็น RB เช่น RB.6 จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. เป็นต้น และที่เหล็กเส้นกลมทุกเส้นจะมีชื่อขนาดเป็นตัวนูนบนเนื้อเหล็กเห็นได้ชัดเจน

3. เหล็กกรีดซ้ำ เป็นเหล็กที่ทำขึ้นจากเศษเหล็ก เช่น เศษเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ หรือเหล็กที่คัดออกระหว่างทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เป็นต้น แล้วนำกรีดเป็นเส้นกลมด้วยกรรมวิธีการรีดร้อน ซึ่งจะมีชั้นคุณภาพเดียวคือ SRR 24 ตามมาตรฐานจะกำหนดค่าความต้านแรงดึงจะต้องไม่น้อยกว่า 39 กกร./ตร.มม. ความต้านแรงดึงที่จุดครากจะต้องไม่น้อยกว่า 24 กกร./ตร.มม. และความยืดจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 21 เหล็กรีดซ้ำมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 6-15 มม. โดยชื่อขนาดจะระบุเป็น R เช่น R6 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. เป็นต้น และที่เหล็กรีดซ้ำทุกเส้นจะมีชื่อขนาดเป็นตัวนูนบนเนื้อเหล็กเห็นได้ชัดเจน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตที่สามารถรับแรงได้สูงได้แก่ เหล็กข้ออ้อย ส่วนเหล็กเส้นกลมและเหล็กรีดซ้ำตามมาตรฐานจะกำหนดค่าคุณสมบัติทางกลโดยการดึงที่ค่าต่ำสุดไว้เท่ากัน แต่จากการทดสอบโดยทั่ว ๆ ไปพบว่าเหล็กเส้นกลมจะมีค่าคุณสมบัติทางกลโดยการดึงสูงกว่าเหล็กรีดซ้ำ ดังนั้นในการเลือกเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตเพื่อใช้ในการก่อสร้างจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับโครงสร้าง เช่น ส่วนของโครงสร้างที่รับแรงมาก ๆ ได้แก่ เสาและคาน จะต้องเลือกเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตที่สามารถรับแรงได้สูงโดยเฉพาะอาคารสูงจำเป็นมาก ส่วนของสิ่งก่อสร้างที่ไม่ได้รับแรงมาก ได้แก่ พื้น ก็สามารถเลือกเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตที่รับแรงน้อย ๆ ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและชั้นคุณภาพของเหล็กด้วย ซึ่งผู้ใช้จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับโครงสร้างและสิ่งก่อสร้างนั้น ๆ ด้วย

ถ้าผู้ใช้ไม่มั่นใจในคุณภาพหรือขนาดของเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตว่าจะเป็นไปตามที่ระบุไว้หรือไม่ก็สามารถส่งให้ห้องปฏิบัติการตรวจสอบได้ ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการโดยกองฟิสิกส์และวิศวกรรมเป็นหน่วยงานของทางราชการที่ให้บริการในการตรวจสอบคุณภาพของเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตให้กับหน่วยงานของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ บริษัท ห้างร้าน และบุคคลทั่วไป ผู้สนใจสามารถติดต่อขอใช้บริการได้ทุกวันในเวลาราชการ.

เทคโนโลยีการทำแม่พิมพ์ซิลค์สกรีน (ต่อจากหน้า 34)

เล็กน้อย นำแบบมาทาบกับฟิล์มตรงด้านที่เป็นพลาสติก การวางแบบบนแผ่นฟิล์มให้วางแบบกลับจากซ้ายไปขวา ถ้าเป็นตัวหนังสือให้วางแล้วอ่านไม่ออก ให้ใช้เทปใสติดบนแผ่นฟิล์ม นำไปถ่ายไฟให้แบบอยู่ระหว่างฟิล์มกับแสงสว่าง แบบจะเป็นตัวกลางไม่ให้แสงผ่าน เวลาที่ใช้ในการฉายแสงนานกว่าที่ใช้กับกาวอัดสีชมพูประมาณร้อยละ 50 ถ้าใช้แสงแดดจัด ๆ ในการถ่ายเวลาประมาณ 1 นาที การนำฟิล์มออกไปถ่ายด้วยแสงแดดให้นำกระจกใส 2 แผ่น มาวางประกบกับฟิล์ม ให้แผ่นล่างปิดไว้ด้วยกระดาษดำหรือกระดาษทึบแสง แล้วนำออกไปถ่ายด้วยแสงแดด ฟิล์มแดงเมื่อถ่ายแล้วนำมาแช่ในน้ำยาที่มีส่วนผสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1 ส่วน น้ำอุ่น 4 ส่วน แช่ไว้ประมาณ 90 วินาที (ส่วนผสมน้ำยานี้ใช้ได้ภายใน 24 ชั่วโมง) เมื่อแช่ฟิล์มจนกระทั่งส่วนของตัวฟิล์มที่ไม่ถูกแสงหลุดออกมาหมดแล้ว นำไปล้างด้วยการฉีดน้ำเบา ๆ ให้สะอาดอีกครั้งหนึ่ง

ถ้าเป็นฟิล์มชนิดสีน้ำเงินแก่ เมื่อใช้เวลาในการถ่ายที่ถูกต้อง ฟิล์มจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินปนเทา แล้วนำไปล้างด้วยน้ำอุ่นประมาณ 40-50°ซ. เพื่อให้เนื้อฟิล์มที่ไม่ถูกแสงอ่อนตัวหลุดออก แล้วฉีดน้ำล้างเบา ๆ ให้สะอาด แล้วนำฟิล์มไปแช่น้ำเย็น (ไม่ควรต่ำกว่า 15°ซ.) ทิ้งไว้ประมาณ 10-15 วินาที เพื่อให้เนื้อฟิล์มจับแข็งขึ้น (คุณสมบัติของฟิล์มนี้เหมือนกับกาวอัดผสมน้ำยาไวแสง คือจะจับตัวแข็ง ล้างไม่ออก เมื่อถ่ายไฟนานเกินไป และจะหลุดออกหมดเมื่อถ่ายไฟเร็วเกินไป) ล้างกรอบสกรีนให้สะอาด นำฟิล์มที่ล้างแล้วแต่ยังเปียกอยู่วางบนแผ่นกระจกให้เนื้อฟิล์มหงายขึ้น วางกรอบสกรีนทับบนแผ่นฟิล์ม กดผ้าสกรีนให้แนบสนิทกับแผ่นฟิล์ม ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ รีบซับน้ำส่วนที่เกินออกให้หมดโดยเร็วด้วยกระดาษซับหรือกระดาษหนังสือพิมพ์ วางซับไว้แล้วใช้ลูกกลิ้ง ๆ ทับไปมา (ไม่ควรกดลูกกลิ้งแรง ๆ) เปลี่ยนกระดาษซับจนแห้งหมาด ๆ ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 4-5 นาที เพื่อรอให้เนื้อฟิล์มจับตัวให้เข้าที่ นำไปเป่าด้วยลมอุ่น ๆ ถ้าลมร้อนมากเกินไปจะทำให้ฟิล์มจับตัวกับผ้าสกรีนไม่แน่นดี หรือจะเอาไปตากแดดก็ได้ เมื่อแห้งดีแล้วอุดรูรั่วตามด้วยกาวอัด เมื่อแห้งดีแล้วจึงค่อย ๆ ลอกพลาสติกด้านหลังออกทิ้งไป และพร้อมที่จะนำไปพิมพ์ได้ทันที

การล้างแม่แบบทิ้ง แม่แบบสกรีนทั้งชนิดกาวอัดแบบผสมและฟิล์มไวแสง เมื่อใช้งานพิมพ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรล้างทิ้งให้สะอาดเพื่อเก็บผ้าสกรีนไว้ใช้ใหม่อีก มีวิธีล้าง 2 วิธีคือ

1. ล้างด้วยผงคลอรีน มีลักษณะเป็นผงสีขาวมีกลิ่นเหม็นฉุนกัดมือและเสื้อผ้า ล้างโดยวิธีโรยผงคลอรีนบนแม่แบบที่มีน้ำเปียกเกลี่ยให้ทั่ว ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที ระวังอย่าให้แห้ง ล้างด้วยน้ำจนกาวที่ฉาบไว้หลุดออกหมด

2. ล้างด้วยผงล้างกาวอัด เป็นผงสีขาวคล้ายผงซักฟอก ผสมน้ำจุ่มด้วยผ้าถูที่บริเวณสกรีนทั้งสองด้าน ทิ้งไว้ 5 นาที ถูเบา ๆ ฉีดน้ำให้กาวหรือฟิล์มหลุดออกให้หมด สามารถเก็บกรอบสกรีนไว้ใช้งานอื่นได้อีก.