ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
ว55

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

การศึกษาและพัฒนาวิธีทดสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

ของ

นายฉวันโรจน์ จรรยานิมิตร์
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 6 ว.

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

การศึกษาและพัฒนาวิธีทดสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

ของ

นายถวันโรจน์ จรรยานิมิตร์
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 6 ว.

เลขหมู่ ๐๗ ก๗ ส๐ 55
เลขทะเบียน ๑๖๐๗๑
วันที่ 19 ส.ค. 2547

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
.....

18 ส.ค. 2547

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ผลงานนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาวิธีทดสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต สำหรับใช้เป็นคู่มือในการทดสอบตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ เพื่อที่จะแก้ปัญหาความล่าช้าในการทดสอบ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหาค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อมมีความยุ่งยากในการใช้งานมาก ตลอดจนข้อกำหนด ในการทดสอบหาสมบัติทางกลในเรื่องการเตรียมชิ้นทดสอบการดึง การดัดโค้งเย็นได้ระบุไว้ไม่ชัดเจนต้องแปลความ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจใน มอก.373-2531 เป็นอย่างมาก ตลอดจนตัวอย่างที่ส่งมาให้ทดสอบมีจำนวนมากและผู้ปฏิบัติงานมีไม่เพียงพอ ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้ดำเนินการศึกษาวิธีทดสอบอย่างละเอียด ศึกษาสมบัติทั่วไปของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ศึกษาและจัดเตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบ กำหนดขั้นตอน วิธีทดสอบอย่างละเอียดเพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯให้มีขั้นตอนวิธีการทดสอบที่ชัดเจน รวดเร็วจึงได้ทำการทดลองและ ทดสอบตามที่ได้กำหนดขึ้น

ผลจากการที่ได้ทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ได้กำหนดขึ้นพบว่าการทดสอบนั้น ทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็วลดระยะเวลาในการทดสอบ ถูกต้องเป็นแนวทางเดียวกัน เพิ่มประสิทธิภาพในขณะทำการทดสอบและป้องกันความเสียหายของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผลการทดสอบออกมาเป็นที่น่าพอใจและยังได้ลองให้ ผู้ปฏิบัติงานที่ยังไม่เคยทดสอบ ได้ลองศึกษาคู่มือทดสอบนี้และทำการทดสอบตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ผลปรากฏว่าผู้ที่ยังไม่เคยวิเคราะห์ทดสอบสามารถทำการทดสอบได้อย่างถูกต้องตรงตามลำดับขั้นตอนของคู่มือ ผลการทดสอบที่ได้เป็นมาตรฐานเดียวกันกับผู้ที่เคยทำการทดสอบตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ

จากผลการศึกษาและพัฒนาวิธีทดสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต จึงได้ จัดทำเป็นคู่มือทดสอบขึ้นและยังสามารถนำไปเป็นแนวทางทดสอบผลิตภัณฑ์ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ อื่น ๆ ที่มีลักษณะการทดสอบคล้ายคลึงกันได้ เช่น ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ทดสอบตาม มอก.926-2533 เป็นต้นได้เป็นอย่างดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
สารบัญรูป	ก
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและพัฒนาวิธีทดสอบ	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ระยะเวลาการดำเนินการ	2
บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ	3
2.1 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ	3
2.2 วิธีการใช้เครื่องมือทดสอบ	3
2.3 วิธีการทดสอบ	10
บทที่ 3 ผลการทดสอบ	15
บทที่ 4 วิจารณ์ผลการทดสอบ	26
บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบ	27
กิตติกรรมประกาศ	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก ก ข้อกำหนดของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต	30
ภาคผนวก ข ผลการสอบเทียบ Dial Caliper	35
ผลการสอบเทียบเครื่องทดสอบทางกล	37

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 เครื่องมือสำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม	5
รูปที่ 2 หัวกดและแท่นของลูกกลิ้งรองรับ	6
รูปที่ 3 เครื่องวัดการยืด (Extensometer)	7
รูปที่ 4 เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดแบบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine)	8
รูปที่ 5 กราฟแสดงการหาค่าความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress)	9
รูปที่ 6 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯตาสี่เหลี่ยมจตุรัส	31
รูปที่ 7 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯตาสี่เหลี่ยมผืนผ้า	31
รูปที่ 8 ตัวอย่างแสดงตำแหน่งการตัดชิ้นทดสอบ	33

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตลวดเหล็กกล้าดึงเย็น ซึ่งลวดเหล็กกล้าดึงเย็นทำขึ้นโดยการรีดเย็นเหล็กลวดซึ่งได้จากการรีดร้อนเหล็กแท่งที่ได้จากเตาหลอมแบบ โอเพนฮาร์ท (Open – hearth) หรือ อิเล็คทริกเฟอร์เนซ (Electric – furnace) หรือเบสิกออกซิเจน (Basic – oxygen) แล้วนำลวดเหล็กกล้าดึงเย็นมาเชื่อมแบบความต้านทานไฟฟ้า (Electric – resistance Welding) ติดกันเป็นตะแกรง รูปแบบของตะแกรงจะถูกกำหนดให้มีลักษณะที่แตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯเหมาะสำหรับใช้ในงานก่อสร้างทั่วๆไป ซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในคอนกรีตแทนเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต เช่น เหล็กรีดซ้ำ เหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย เป็นต้น โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นผืนหรือม้วนตาตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดตาตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯสามารถผลิตได้ตามขนาดที่ต้องการจึงทำให้ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปซึ่งสามารถผลิตได้ตามขนาดที่ต้องการ จึงสามารถนำไปใช้งานได้ทันทีไม่ต้องเสียเวลาและแรงงานในการผูกเหล็กในสถานที่ก่อสร้าง ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯมีขนาดตาตะแกรงสม่ำเสมอและมีความมั่นคงแข็งแรงไม่บิดงอทำให้งานเสริมเหล็กออกมาดีซึ่งเป็นผลให้โครงสร้างมีความแข็งแรงสม่ำเสมอตลอดทั้งผืนและลวดเหล็กกล้าดึงเย็นที่นำมาใช้ในการผลิตตะแกรงเหล็กกล้าฯสำเร็จรูปมีค่าความต้านแรงดึงสูงกว่าเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตทั่วๆไป ในความแข็งแรงเท่ากันจะช่วยให้ประหยัดปริมาณเหล็กที่ต้องใช้ลงได้

เนื่องจากคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากหากมีคุณภาพไม่ดีแล้วอาจจะก่อให้เกิดความไม่แข็งแรงสม่ำเสมอทุกส่วนของโครงสร้างได้อันเนื่องมาจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดยืนและลวดขวาง สมบัติทางกลหรือเกิดจากการเคลื่อนย้ายและการขนส่งที่ไม่ระมัดระวัง จะทำให้ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯเกิดการชำรุดเสียหาย เช่น ทำให้จุดเชื่อมในตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯหลุดออก เกิดการสึกกร่อนเนื่องจากการกัดกร่อนของสนิม รอยขูดขีด รอยบาด รอยที่เกิดจากของมีคม เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ผู้ผลิตหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์อาจมองข้ามไป ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายได้

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาวิธีการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ โดยยึดแนวทางการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มอก. 737-2531 เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งผู้ปฏิบัติงาน ผู้ผลิตและผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ จะเป็นการป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯไม่ได้คุณภาพและเป็นการยกระดับของผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพสูงขึ้น

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการที่กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 ได้ให้บริการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีตทำให้เกิดปัญหาอย่างมากเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหาค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อม การเตรียมชิ้นทดสอบของการดึง การดัดโค้งเย็น ตลอดจนปริมาณของงานมีมากกว่าผู้ปฏิบัติงานและผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญไม่เพียงพอ ทำให้ต้องใช้เวลาในการทดสอบตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯเพิ่มขึ้นก่อให้เกิดความล่าช้าต่อการปฏิบัติงาน ผู้มาขอรับบริการได้รับความเสียหายเนื่องจากผลการทดสอบล่าช้า เพื่อที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้จึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาวิธีทดสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ให้เหมาะสมและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ผู้ดำเนินการได้ทำการศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีตอย่างละเอียดว่ามีรายการทดสอบอะไรบ้าง วิธีการทดสอบเป็นอย่างไรและเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบ จากการศึกษามาตรฐานปรากฏว่าเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหาค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อมมีความยุ่งยากในการใช้งานมาก ตลอดจนเรื่องการเตรียมชิ้นทดสอบของการดึง การดัดโค้งเย็นเพื่อใช้ทดสอบหาสมบัติทางกลได้ระบุไว้ไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง ผู้ดำเนินการจึงได้จัดเตรียมเครื่องมือทดสอบให้มีความสะดวกและเหมาะสมกับการทดสอบรายการต่าง ๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ได้มีการกำหนดขั้นตอน วิธีการเตรียมชิ้นทดสอบ วิธีการทดสอบอย่างละเอียดโดยเริ่มตั้งแต่เมื่อได้รับตัวอย่างมาจนถึงขั้นตอนการทดสอบจนแล้วเสร็จ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและพัฒนาวิธีทดสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

1.2.1 เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

1.2.2 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีวิธีการทดสอบที่ถูกต้องเป็นแนวเดียวกันทำให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการทดสอบ

1.2.3 เพื่อลดระยะเวลาทำการทดสอบลงและเพิ่มประสิทธิภาพในขณะทำการทดสอบ

1.2.4 เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ห้องปฏิบัติการได้รับการยอมรับจากผู้มาใช้บริการทดสอบ

1.3.2 สินค้าที่ผ่านการทดสอบจากห้องปฏิบัติการได้รับการยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1.3.3 ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสะดวก สบายในการทดสอบและมีความมั่นใจในวิธีการทดสอบว่ามีความถูกต้อง

1.3.4 สามารถให้คำแนะนำแก่ห้องปฏิบัติการอื่นและบุคคลผู้สนใจทั่วไป

1.4 ระยะเวลาในการดำเนินการ

ตุลาคม 2540 – เมษายน 2541 รวมเป็นเวลา 7 เดือน

บทที่ 2
อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 มีดังต่อไปนี้

1. เวอร์เนียคาลิเปอร์ อ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร
2. ตลับเมตร อ่านได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร
3. เครื่องมือสำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม ดูรูปที่ 1
4. หัวกดและแท่นของลูกกลิ้งรองรับ ดูรูปที่ 2
5. เครื่องวัดการยืด (Extensometer) ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตรและมีหัวจับชนิดใช้จับเส้นลวดได้ ดูรูปที่ 3
6. เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดแบบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine) ขนาด 50 ตัน ดูรูปที่ 4

2.2 วิธีการใช้เครื่องมือทดสอบ

2.2.1 วิธีใช้เครื่องวัดการยืด (Extensometer) เพื่อหาค่าความเค้นพิสูจน์ (*Proof Stress*) ที่ความยืดร้อยละ 0.5

1) จับยึดชิ้นทดสอบกับเครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดฯก่อน ด้วยหัวจับในลักษณะที่จะทำให้ชิ้นทดสอบได้รับแรงดึงตามแนวแกนชิ้นทดสอบโดยตลอด ให้ระยะห่างระหว่างหัวจับห่างจากจุดพิกัดข้างละไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
2) ค่อย ๆ ให้แรงดึงกับชิ้นทดสอบประมาณ 50 กิโลกรัมแรงแล้วค่อย ๆ ปล่อยแรงดึงกลับมายังตำแหน่งเดิมเพื่อทำให้ชิ้นทดสอบนั้นตรง ไม่ต้องเสียเวลาในการดัดชิ้นทดสอบด้วยมือหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม เช่น ค้อนไม้หรือพลาสติก เป็นต้น
3) ติดตั้งเครื่องวัดการยืดกับชิ้นทดสอบให้มีความยาวพิกัด 50 มิลลิเมตร หรือ 100 มิลลิเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดระยะห่างของตาตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ
4) ค่อย ๆ ให้แรงดึงอย่างสม่ำเสมอ ให้อยู่ในช่วง 3 ถึง 30 เมกะพาสคัลต่อวินาที จดค่าแรงดึงบนเครื่องทดสอบฯ (นิวตันหรือกิโลกรัมแรง) ทุก ๆ 0.05 มิลลิเมตร (ที่เข็มหน้าปัดของเครื่องวัดการยืด) ของการยืดตัวของชิ้นทดสอบ
5) เมื่อเข็มหน้าปัดของเครื่องวัดการยืดอ่านค่าที่ 0.75 มิลลิเมตร ก็นำเครื่องวัดการยืดออกจากชิ้นทดสอบแล้วเดินเครื่องทดสอบฯ ไปด้วยอัตราไม่เกิน 100 เมกะพาสคัลต่อวินาทีจนกระทั่งชิ้นทดสอบถึงจุดขาดออกจากกัน

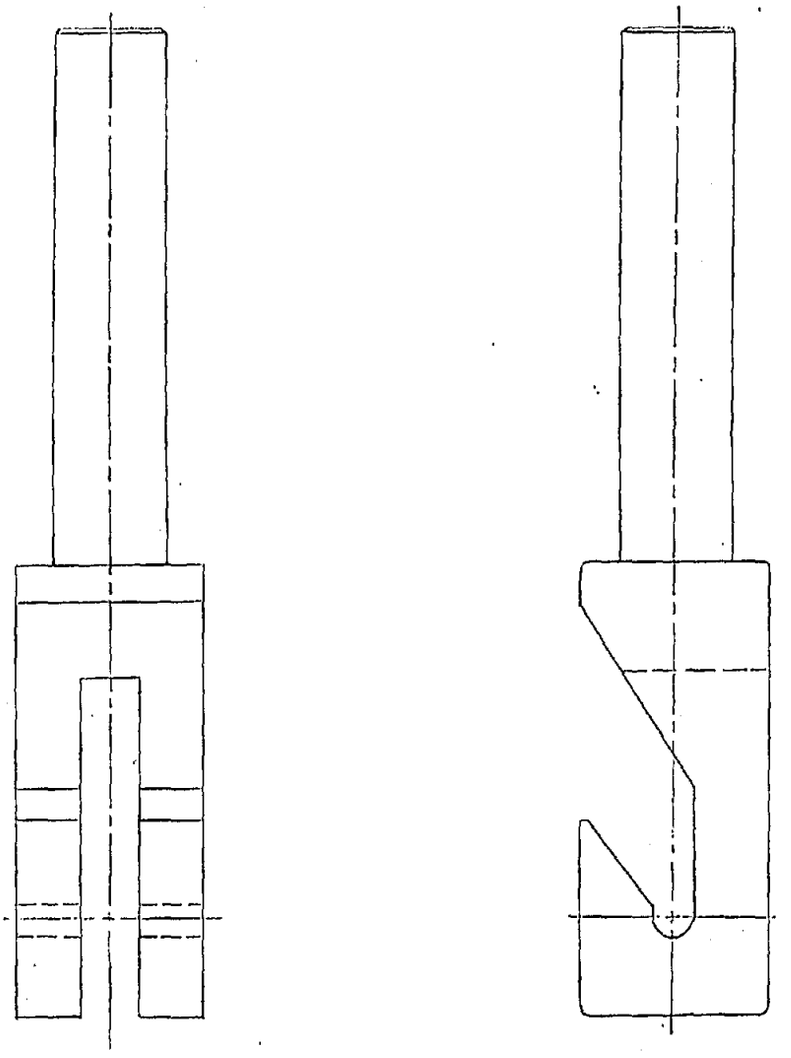
6) นำค่าความยืดและแรงดึงมาเขียนกราฟ ดังรูปที่ 5 แล้วลากเส้นตรงที่จุดความยืดร้อยละ 0.5 ให้ขนานกับแกนตั้งไปตัดกราฟ ค่าแรงดึงที่ตรงกับจุดตัดกราฟทั้ง 2 เส้นนี้คือ แรงดึงของความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5

7) คำนวณหาค่าความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) จากสูตร

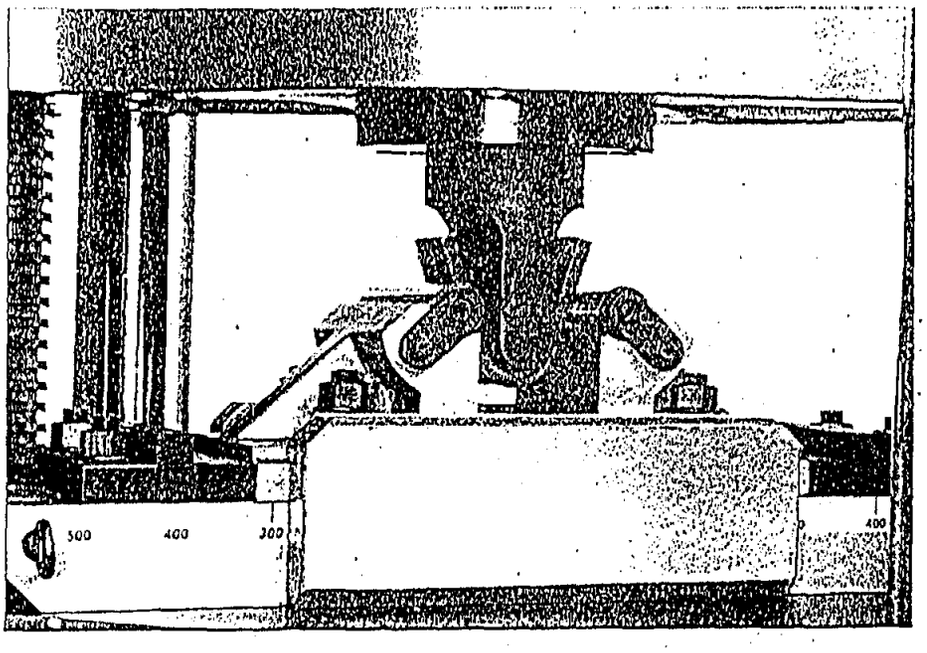
ความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5,เมกะพาสคัล $= \frac{Rp}{Ao}$

เมื่อ Rp คือ แรงดึงของความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) เป็นนิวตัน

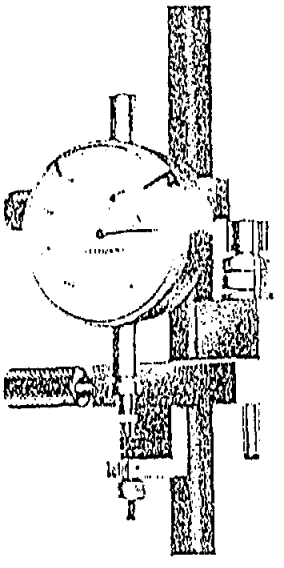
Ao คือ พื้นที่หน้าตัดของลวดเหล็ก เป็นตารางมิลลิเมตร



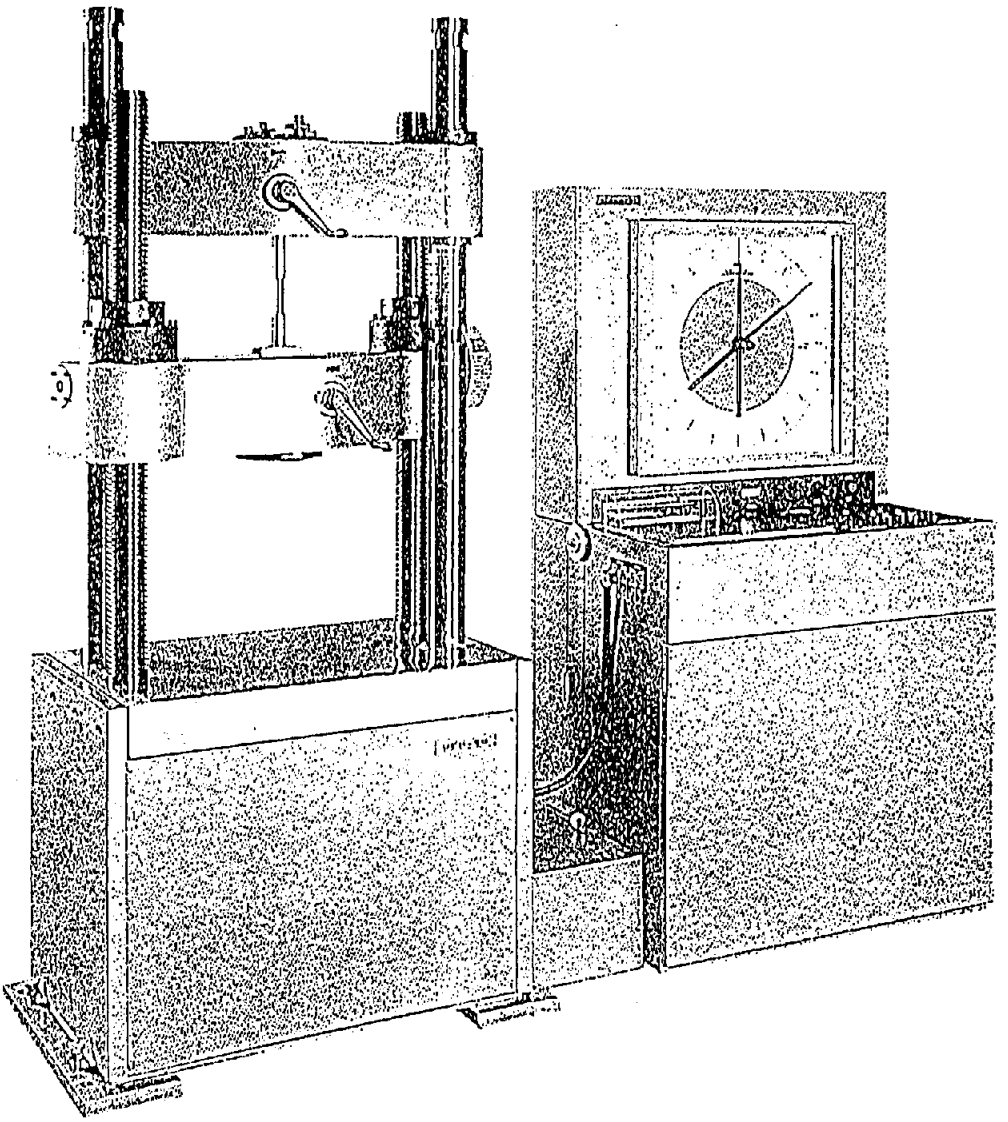
รูปที่ 1 เครื่องมือสำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม



รูปที่ 2 หัวกดและแท่นของลูกกลิ้งรองรับ

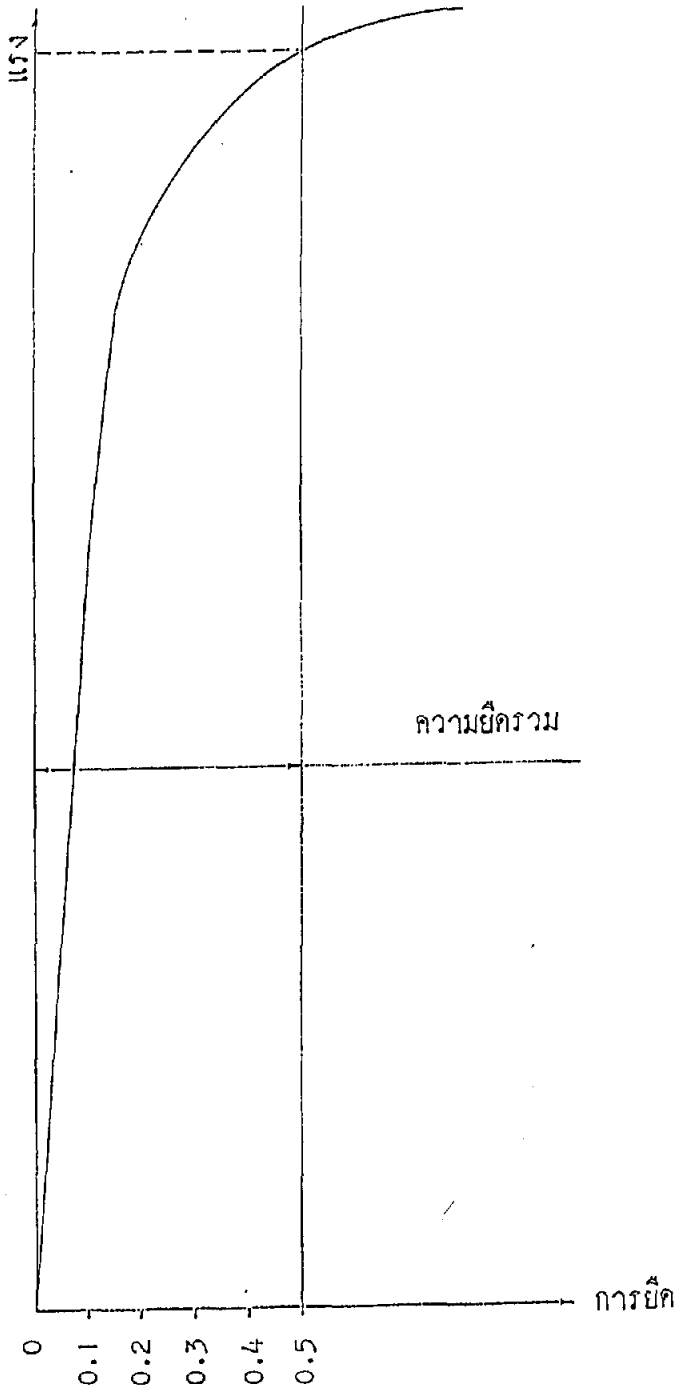


รูปที่ 3 เครื่องวัดการยืด (Extensometer)



รูปที่ 4 เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดแบบอเนกประสงค์

(Universal Testing Machine)



รูปที่ 5 กราฟแสดงการหาค่าความเค้นพิสูจน์

2.2.2 วิธีใช้เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดแบบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine) เพื่อหาค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อม แรงดึงและการดัดโค้งเย็น

1) เปิด Power Switch ด้านข้างของเครื่องทดสอบฯ ให้มาอยู่ในตำแหน่ง ON. ไฟสีแดงจะปรากฏให้เห็น
2) เปิดปุ่มบังคับ Load Pump โดยกดปุ่ม ON. ไฟสีเขียวจะปรากฏให้เห็น
3) ต้องเปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 15 นาทีก่อนใช้เครื่องทดสอบฯทุกครั้ง
4) ปรับช่วงในการทดสอบ (Load Range)ให้เหมาะสมกับชิ้นงานที่จะทดสอบ
5) ปรับคันบังคับ (Manual Control)มาอยู่ในตำแหน่ง Open เพื่อที่จะให้ Loading ยกแท่นของฐานขึ้นมาประมาณ 25 มิลลิเมตร พร้อมทั้งสังเกตุจะเห็นเข็มสีดำของเครื่องทดสอบฯแกว่างไปมาแล้วปรับคันบังคับมาอยู่ในตำแหน่ง Hold
6) หมุนปรับเข็มสีดำ (Adjust Zero) ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์พอดีแล้วปรับเข็มสีแดงให้มาใกล้เคียงกับเข็มสีดำ
7) นำชิ้นงานที่จะทดสอบจับเข้ากับหัวจับชิ้นงาน โดยไม่ต้องปรับศูนย์ใหม่
8) ทำการเดินเครื่องทดสอบฯ โดยปรับอัตราการเดินเครื่องทดสอบฯที่ปรับคันบังคับจะสังเกตุเห็นเข็มสีดำเริ่มเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกาโดยพาเข็มสีแดงไปด้วย
9) เมื่อดึงชิ้นงานขาด เข็มสีดำจะหมุนกลับมาที่ศูนย์แต่เข็มสีแดงจะค้างอยู่ให้บิดคันบังคับกลับมาที่ตำแหน่ง Hold เพื่อหยุดการทดสอบพร้อมนำชิ้นงานที่ทดสอบแล้วออกมา
10) จดค่าแรงที่ได้จากการทดสอบโดยอ่านค่าที่เข็มสีแดง
11) ปรับคันบังคับมาที่ Return เพื่อปรับตำแหน่งแท่นของฐานมายังที่เดิม
12) ปรับคันบังคับมาที่ตำแหน่ง Hold พร้อมที่จะทดสอบชิ้นงานชิ้นต่อไป
13) เมื่อทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ปรับบังคับมาที่ Return เพื่อปรับแท่นของฐานลงมาให้สุด จะสังเกตุเห็นเข็มสีดำจะหมุนทวนเข็มนาฬิกาเลยศูนย์แล้วเข็มจะค้างไว้ที่ตำแหน่งนั้น
14) ปิดปุ่มบังคับ Load Pump โดยกดปุ่ม OFF ไฟสีแดงจะปรากฏให้เห็น
15) ปิด Power Switch ด้านข้างของเครื่องทดสอบฯให้มาอยู่ในตำแหน่ง OFF ไฟสีแดงที่ปรากฏอยู่จะหายไป

2.3 วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีตของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 มีดังต่อไปนี้

2.3.1 เมื่อได้รับตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ

ทำการจดรายละเอียดของตัวอย่างที่ได้รับดังนี้

1) ที่ตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ จะเขียนหมายเลขปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ หากเป็นตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ที่นำส่งมาจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จะมีหมายเลขตัวอย่างของ สมอ.12๐737 - ติดมาด้วย

2) บันทึกรายละเอียดต่าง ๆ ของตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ เช่น สัญลักษณ์ของลวดยืนและลวดขวาง ความกว้างเบ็ดเสร็จ ความยาวเบ็ดเสร็จ ความกว้าง ส่วนยื่น ระยะห่างลวดยืนและลวดขวาง เป็นต้น

3) ตรวจดูจำนวนตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯมีครบตามที่กำหนดไว้หรือไม่

2.3.2 การตรวจสอบลักษณะทั่วไป

ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจดังนี้

1) ตรวจดูลักษณะทั่วไปทำโดยการตรวจพินิจว่าตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ต้องมีตาเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า

2) ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯต้องปราศจากสนิมขุมแต่อาจมีสนิมที่ผิวของลวดได้ สนิมที่ผิวนี้ เมื่อแปรงด้วยแปรงทองเหลืองแล้วจะหายไปโดยที่เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดไม่เปลี่ยนแปลง

3) บันทึกผลการทดสอบที่ได้

2.3.3 การตรวจจุดเชื่อม

ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจดังนี้

1) จุดเชื่อมในตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯยอมให้หลุดได้ไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนจุดเชื่อมทั้งผืน

2) จุดเชื่อมในตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯยอมให้หลุดได้ไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนจุดเชื่อมในพื้นที่ 14 ตารางเมตร สำหรับตะแกรงลวดเหล็กล้าฯที่เป็นม้วน

3) จุดเชื่อมที่หลุดในลวดเส้นใดเส้นหนึ่งต้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของจำนวนจุดเชื่อมที่ยอมให้หลุดสูงสุดตามที่กำหนดในข้อ 1) และข้อ 2)

4) บันทึกผลการทดสอบที่ได้

2.3.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดยืนและลวดขวาง

ตรวจสอบโดยเครื่องวัด ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

1) ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดยืนและลวดขวางด้วยเครื่องมือเวอร์เนียคาลิเปอร์ วัดอย่างน้อย 3 ตำแหนงแต่ละตำแหน่งห่างกันประมาณ 300 มิลลิเมตร โดยวัดไปรอบๆลวดที่ภาคตัดขวางเดียวกันเพื่อหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของเส้นผ่านศูนย์กลาง

2) ให้บันทึกผลการวัดเส้นผ่านศูนย์ทุกค่าและหาค่าเฉลี่ย

3) รายงานค่าเฉลี่ยผลต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดจากการวัด 3 ตำแหน่ง

2.3.5 ขนาดของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ

ตรวจสอบโดยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

1) ทำการวัดด้วยตลับเมตร วัดความกว้าง ความกว้างเบ็ดเสร็จและความยาวเบ็ดเสร็จที่ตำแหน่งประมาณกึ่งกลางของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ

2) ส่วนยื่น ทำการวัดด้วยตลับเมตรวัดส่วนยื่นของแต่ละข้างภายในระยะ 0.5 เมตรตลอดความยาวทั้งผืนสำหรับตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ที่เป็นม้วนให้วัดส่วนยื่นจากความยาวประมาณ 5 เมตร

3) ระยะห่าง ทำการวัดด้วยตลับเมตร วัดระยะห่าง 1 ตาตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ภายในระยะทุก 0.5 เมตรตลอดความยาวทั้งผืนสำหรับตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ที่เป็นม้วนให้วัดระยะห่างจากความยาวประมาณ 5 เมตร

4) บันทึกผลการทดสอบที่วัดได้ ขนาดของส่วนยื่นและระยะห่างให้รายงานผลค่าเฉลี่ย

2.3.6 แรงเฉือนของจุดเชื่อม

เป็นการตรวจสอบค่าความแข็งแรงของจุดเชื่อมของลวดเหล็กกล้าดึงเย็นที่เชื่อมติดกันเป็นตารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

2.3.6.1 เครื่องมือ

1) เครื่องมือสำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม จำนวน 2 ชิ้น ชิ้นแรกสามารถทดสอบกับลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2.0 ถึง 5.0 มิลลิเมตร ส่วนชิ้นที่สองสามารถทดสอบกับลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 5.0 ถึง 8.0 มิลลิเมตร

2) เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดแบบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine) ขนาด 50 ตัน

2.3.6.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

1) ตัดลวดยืนเพื่อให้ได้ลวดขวางทั้งเส้นแล้วเลือกสุ่มจุดเชื่อมมา 4 จุด ดูรูปที่ 8 แต่ละจุดตัดให้ลวดขวางยื่นออกจากลวดยืนทั้งสองข้างประมาณ 25 มิลลิเมตร ส่วนลวดยืนตัดยาวพอที่หัวจับจะจับยึดไว้ได้โดยสะดวก

2) ปล่อยให้ชิ้นทดสอบมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของห้องทดสอบ

2.3.6.3 วิธีทดสอบ

1) เลือกเครื่องมือสำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อมให้เหมาะสมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดที่จะทดสอบ

2) นำเครื่องมือสำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อมมาจับด้วยหัวจับที่ด้านบนของเครื่อทดสอบฯ

3) นำชิ้นทดสอบมาวางลงในเครื่องมือสำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม วางลวดขวางลงในร่องส่วนลวดยืนปลายด้านยาวจะถูกจับด้วยหัวจับด้านล่างของเครื่องทดสอบฯ

4) ดึงลวดด้วยอัตราการเกิดความเค้นไม่เกิน 600 เมกะพาสคัลต่อนาที จนถึงจุดขาด

2.3.6.4 บันทึกค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อมทั้ง 4 จุด

2.3.6.5 ทดสอบซ้ำ

1) ถ้าผลการทดสอบน้อยกว่า 241 x พื้นที่หน้าตัดของลวดเส้นใหญ่ ให้ทดสอบจุดเชื่อมที่เหลือทั้งหมดในลวดขวางเส้นเดียวกัน

2) นำค่าที่ได้มาเฉลี่ยรวมกับดราวแรก

2.3.7 การดึง

เป็นการตรวจสอบหาค่าสมบัติทางกลของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ด้วยการดึงตัวอย่างที่มีจุดเชื่อมหรือดึงตัวอย่างที่อยู่ระหว่างจุดเชื่อม

2.3.7.1 เครื่องมือ

1) เครื่องวัดการยืด (Extensometer) ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตรและมีหัวจับชนิดใช้จับเส้นลวดได้
2) เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดฯ ขนาด 50 ตัน

2.3.7.2 การเตรียมตัวอย่าง

1) ตัดลวดเส้นที่จะทดสอบทั้งลวดยืนและลวดขวางให้มีจุดเชื่อมและอยู่ระหว่างจุดเชื่อมอย่างละ 1 ชิ้น รวม 4 ชิ้นให้มีความยาวเพียงพอที่จะนำไปทดสอบ ดูรูปที่ 8 และตัดลวดอีกทางหนึ่งให้ยื่นออกไปจากลวดเส้นทดสอบทั้งสองข้างประมาณ 25 มิลลิเมตร
2) นำชิ้นทดสอบมาทำเครื่องหมายความยาวพิกัด ในกรณีที่มีจุดเชื่อมให้จุดเชื่อมอยู่ประมาณกึ่งกลางของความยาวพิกัด ส่วนกรณีอยู่ระหว่างจุดเชื่อมให้ทำเครื่องหมายความยาวพิกัดที่จุดเชื่อมจุดใดจุดหนึ่งเพียงจุดเดียว โดยให้จุดเชื่อมจุดนั้นอยู่ประมาณกึ่งกลางของความยาวพิกัด ส่วนจุดเชื่อมที่เหลือไม่ต้องทำเครื่องหมายความยาวพิกัดไว้

   หมายเหตุ ห้ามทำเครื่องหมายความยาวพิกัดระหว่างจุดเชื่อมทั้งสองจุดเพราะจะทำให้ไม่สามารถหาค่าความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ได้
3) ปล่อยให้ชิ้นทดสอบมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของห้องทดสอบ

2.3.7.3 วิธีทดสอบ

1) จับยึดชิ้นทดสอบกับเครื่องทดสอบฯด้วยหัวจับในลักษณะที่จะทำให้ชิ้นทดสอบได้รับแรงดึงตามแนวแกนของชิ้นทดสอบโดยตลอด ให้ระยะห่างระหว่างหัวจับห่างจากจุดพิกัดข้างละไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
2) ค่อย ๆ ให้แรงดึงกับชิ้นทดสอบประมาณ 50 กิโลกรัมแรงแล้วค่อย ๆ ปล่อยแรงดึงกลับมายังตำแหน่งเดิม
3) ติดตั้งเครื่องวัดการยืดกับชิ้นทดสอบตามความยาวพิกัดที่ทำไว้ แล้วปรับเข็มชี้บนหน้าปัดให้ตรงกับศูนย์
4) ให้แรงดึงอย่างสม่ำเสมอในช่วง 3 ถึง 30 เมกะพาสคัลต่อวินาที จดค่าแรงดึงบนเครื่องทดสอบฯ (นิวตันหรือกิโลกรัมแรง) ทุกๆ 0.05 มิลลิเมตร(ที่เข็มหน้าปัดของเครื่องวัดการยืด) ของความยืดของชิ้นทดสอบ
5) เมื่อเข็มหน้าปัดของเครื่องวัดการยืดอ่านค่าที่ 0.75 มิลลิเมตร ก็นำเครื่องวัดการยืดออกจากชิ้นทดสอบแล้วเดินเครื่องทดสอบฯไปด้วยอัตราไม่เกิน 100 เมกะพาสคัลต่อวินาที จนกระทั่งชิ้นทดสอบถึงจุดขาดออกจากกัน
6) นำค่าความยืดและแรงดึงมาเขียนกราฟ ดังรูปที่ 5 แล้วลากเส้นตรงที่จุดความยืดร้อยละ 0.5 ให้ขนานกับแกนตั้งไปตัดกราฟ ค่าแรงดึงที่ตรงกับจุดตัดของกราฟทั้ง 2 เส้นนี้ คือ แรงดึงของความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5

2.3.7.4 บันทึกค่าแรงดึงขาดและค่าแรงดึงที่ได้จากการเขียนกราฟ นำมาคำนวณหาค่าความต้านแรงดึงและค่าความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5

2.3.7.5 ทดสอบซ้ำ

1) ถ้ามีชิ้นทดสอบ 1 ชิ้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แต่ความต้านทานแรงดึงและความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ของชิ้นทดสอบนั้นไม่น้อยกว้าร้อยละ 80 ของเกณฑ์ที่กำหนดของการดึงให้ใช้ชิ้นทดสอบอีก 2 ชิ้นที่มีลักษณะเดียวกันจากลวดเส้นอื่นในด้านเดียวกันมาทดสอบซ้ำ
2) ความต้านทานแรงดึงและความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ของแต่ละชิ้นต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเกณฑ์ที่กำหนดของการดึง

2.3.8 การดัดโค้งเย็น

เป็นการทดสอบหารอยร้าวหรือปริตรงส่วนโค้งด้านนอกของลวดเหล็กกล้าดึงเย็นที่นำมาใช้ทำเป็นตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ

2.3.8.1 เครื่องมือ

1) หัวกดและแท่นของลูกกลิ้งรองรับ
2) เครื่องมือทดสอบแรงดึงและแรงกดฯ ขนาด 50 ตัน

2.3.8.2 การเตรียมตัวอย่าง

1) ตัดเฉพาะเส้นลวดที่จะทดสอบ ทั้งลวดยืนและลวดขวางให้มีความยาวเพียงพอที่จะทดสอบอย่างละ 1 ชิ้น ปล่อยให้ชิ้นทดสอบมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของห้องทดสอบ
2) ปล่อยให้ชิ้นทดสอบมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของห้องทดสอบ

2.3.8.3 วิธีทดสอบ

1) ปรับระยะห่างของลูกกลิ้งบนแท่นของลูกกลิ้งรองรับ ให้มีระยะเท่ากับสี่เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบโดยเริ่มจากตำแหน่งจุดศูนย์กลางของหัวกดออกไปข้างละสองเท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ โดยแท่นของลูกกลิ้ง รองรับนี้จะวางอยู่บนแท่นของฐานของเครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดฯ
2) เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์ของชิ้นทดสอบ นำหัวกดมาประกอบเข้ากับเครื่องทดสอบฯด้านบน
3) วางชิ้นทดสอบบนลูกกลิ้งรองรับและใช้หัวกดกดชิ้นทดสอบตรงกลางตลอดการ ดัดโค้ง 180 องศา

2.3.8.4 บันทึกผลการทดสอบที่ได้

2.3.8.5 ทดสอบซ้ำ

1) ถ้าผลการทดสอบ 1 ชิ้นจากลวดด้านใดมีรอยร้าวหรือปริตรงส่วนโค้งด้านนอก
2) ใช้ชิ้นทดสอบอีก 2 ชิ้นจากลวดด้านนั้นมาทดสอบซ้ำ

บทที่ 3

ผลการทดสอบ

เพื่อให้เข้าใจผลการทดสอบ ขอนำเสนอผลการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีตที่กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 ได้ทำการทดสอบมาแล้ว โดยทำตามขั้นตอนการทดสอบตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้ดังรายงานผลการตรวจสอบดังต่อไปนี้

ภรมวิทยาศาสตร์บริการ

รายงานผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต : มอก.737-2531

หมายเลขตัวอย่าง สมอ. 120 737-36/1 สัญลักษณ์ ✓ ลวดยืน CDR 4 ✓ ลวดขวาง CDR 4

ความกว้างเบ็ดเตล็ด 1600 มม. ความยาวเบ็ดเสร็จ 2000 มม. ความกว้าง 1400 มม. ส่วนยื่น 100 มม.

ระยะห่างระหว่างลวดยืน 200 มม. ระยะห่างลวดขวาง 200 มม. พื้นที่หน้าตัดระบุ 12.57 ตร.มม.

เส้นผ่านศูนย์กลางลวดยืน 4.00 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางลวดขวาง 5.00 มม. ☑ ผืน ☐ ม้วน

หมายเลขปฏิบัติการ TI.152

แผ่นที่ 1/3

ที่	รายการตรวจสอบ				ข้อตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
								1	2	3	4	5	6	7	8
1.1	ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางลวดยืน	ตำแหน่งที่ 1	ค่าสูงสุด	3.1, ต.1	มม.		3.91	3.91	3.92	3.92	3.93	3.92	3.91	3.91
				ค่าต่ำสุด				3.90	3.90	3.91	3.91	3.91	3.91	3.90	3.90
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
			ตำแหน่งที่ 2	ค่าสูงสุด				3.91	3.91	3.91	3.91	3.92	3.91	3.93	3.91
				ค่าต่ำสุด				3.90	3.90	3.90	3.90	3.91	3.90	3.91	3.90
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
			ตำแหน่งที่ 3	ค่าสูงสุด				3.91	3.92	3.91	3.92	3.92	3.91	3.91	3.91
				ค่าต่ำสุด				3.90	3.91	3.90	3.91	3.91	3.90	3.90	3.90
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		ค่าเฉลี่ยของผลต่าง					≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		ค่าเฉลี่ยตำแหน่งที่ 1-3						3.90	3.91	3.91	3.91	3.92	3.91	3.91	3.90

ที่	รายการตรวจสอบ			ข้อ ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
							1	2	3	4	5	6	7	8
1.2	ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางลวดขวาง	ตำแหน่งที่ 1 ค่าสูงสุด	3.1, ต.1	มม.		3.92	3.92	3.93	3.91	3.92	3.92	3.92	3.93
			ค่าต่ำสุด				3.91	3.91	3.92	3.90	3.91	3.90	3.91	3.92
			ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
			ตำแหน่งที่ 2 ค่าสูงสุด				3.91	3.91	3.92	3.93	3.92	3.92	3.92	3.93
			ค่าต่ำสุด				3.90	3.90	3.91	3.91	3.90	3.91	3.90	3.92
			ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
			ตำแหน่งที่ 3 ค่าสูงสุด				3.92	3.91	3.92	3.92	3.92	3.92	3.91	3.92
			ค่าต่ำสุด				3.90	3.90	3.90	3.91	3.91	3.91	3.90	3.90
			ผลต่าง			≤ 0.10	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
		ค่าเฉลี่ยของผลต่าง				≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		ค่าเฉลี่ยตำแหน่งที่ 1 - 3					3.91	3.91	3.92	3.91	3.91	3.91	3.91	3.92
2.1	ขนาดตะแกรง	ความกว้าง		3.3, ต.2	มม.		1395.0	1390.5	1391.5	1390.5	1390.5	1393.5	1390.0	1393.0
2.2		ความกว้างเบ็ดเสร็จ					1601.0	1601.5	1601.0	1600.5	1601.5	1602.0	1600.5	1600.5
2.3		ความยาวเบ็ดเสร็จ					2005.0	2000.5	1998.0	2011.5	2014.5	2008.0	2005.5	2000.5
2.4		ระยะห่างเฉลี่ย	ลวดขวาง				200.5	200.2	200.5	200.2	200.5	200.5	200.3	200.2
2.5			ลวดยืน				198.5	200.7	200.7	199.8	198.3	199.8	197.8	200.3
2.6		ส่วนยื่นเฉลี่ย	ข้างที่ 1				101.8	109.3	107.2	106.8	103.0	103.7	104.7	100.5
2.7			ข้างที่ 2				102.8	102.2	111.7	102.3	107.0	102.7	103.8	107.0

ที่	รายการตรวจสอบ			ข้อ ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
							1	2	3	4	5	6	7	8
3	ลักษณะทั่วไป (ตรวจพินิจ)			4.1	-	ผ่าน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.1	จุดเชื่อม	จุดเชื่อมในตะแกรงที่หลุด		4.2.1	ร้อยละ	≤ 1	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	(ตรวจพินิจ)	จุดเชื่อมในเส้นลวดใดเส้นลวดหนึ่งที่หลุด		4.2.2	จุด	≤	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1	สมบัติ	ลวดใช้ทำ	พ.ทหน้าตัดของลวดเส้นเล็ก	4.3.1,			11.95							
5.2	ทางกล	ตะแกรง	พ.ทหน้าตัดของลวดเส้นใหญ่	7.2			12.07							
5.3		ค่าแรงเฉือน	จุดเชื่อม 4 จุด		นิวตัน	≥	3834.4	4835.2	4657.3	4345.9	เฉลี่ย =	4418.2		
5.4		ของจุดเชื่อม	จุดเชื่อมที่เหลือทั้งหมด				-				เฉลี่ย =	-		
5.5			ค่าเฉลี่ยรวม			≥	-							
5.6		การดึง	ความต้าน แต่ละชิ้น	4.3.2,7.3	เมกะพาสคัล	≥	708.4	710.0	713.2	721.0	*	*		
5.7			แรงดึง ค่าเฉลี่ย(4 ชิ้น)			≥	713.1							
5.8			ความเค้น แต่ละชิ้น			≥	645.1	657.0	651.1	662.9	*	*		
5.9			พิสูจน์ ค่าเฉลี่ย(4 ชิ้น)			≥	654.0							
5.1	การดัดโค้งเย็น : รอยร้าวหรือปริแตกส่วนโค้งด้านนอก			4.3.3,7.4	-	ต้องไม่มี	✓	✓	*	*				

18

* หมายถึง ทดสอบซ้ำ

หมายเหตุ 1. ทดสอบตาม มอก. 737-2531 2. เครื่องหมาย ✓ หมายถึงเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

ผู้ทดสอบ (1) .....

(นายถวันโรจน์ จรรยานิมิตร์)

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

(2) .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

ผู้รับรอง .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

หน่วยตรวจสอบ .....

วันที่ .....

รายงานผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต : มอก.737-2531

หมายเลขตัวอย่าง สมอ. 12อ 737-36/2 สัญลักษณ์ ✓ ลวดยืน CDR 5 ✓ ลวดขวาง CDR 5

ความกว้างเบ็ดเตล็ด 1500 มม. ความยาวเบ็ดเสร็จ 2000 มม. ความกว้าง 1250 มม. ส่วนยื่น 125 มม.

ระยะห่างระหว่างลวดยืน 250 มม. ระยะห่างลวดขวาง 250 มม. พื้นที่หน้าตัดระบุ 19.64 ตร.มม.

เส้นผ่านศูนย์กลางลวดยืน 5.00 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางลวดขวาง 5.00 มม. ☑ ผืน ☐ ม้วน

หมายเลขปฏิบัติการ TI.153

แผ่นที่ 1/3

ที่	รายการตรวจสอบ				ข้อตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
								1	2	3	4	5	6	7	8
1.1	ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางลวดยืน	ตำแหน่งที่ 1	ค่าสูงสุด	3.1, ค.1	มม.		4.96	4.96	4.96	4.97	4.99	4.98	4.97	4.99
				ค่าต่ำสุด				4.95	4.95	4.95	4.95	4.97	4.95	4.96	4.96
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03
			ตำแหน่งที่ 2	ค่าสูงสุด				4.96	4.97	4.96	4.99	4.97	4.99	4.97	4.98
				ค่าต่ำสุด				4.94	4.96	4.94	4.97	4.95	4.96	4.96	4.96
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02
			ตำแหน่งที่ 3	ค่าสูงสุด				4.98	4.97	4.98	4.99	4.97	4.99	4.97	4.97
				ค่าต่ำสุด				4.96	4.95	4.96	4.96	4.96	4.97	4.96	4.96
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01
		ค่าเฉลี่ยของผลต่าง					≤ 0.10	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02
		ค่าเฉลี่ยตำแหน่งที่ 1-3						4.96	4.96	4.96	4.97	4.97	4.97	4.96	4.97

ที่	รายการตรวจสอบ				ข้อตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
								1	2	3	4	5	6	7	8
1.2	ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางลวดขวาง	ตำแหน่งที่ 1	ค่าสูงสุด	3.1, ต.1	มม.		4.97	4.97	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.98
				ค่าต่ำสุด				4.96	4.96	4.98	4.97	4.98	4.98	4.96	4.96
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02
			ตำแหน่งที่ 2	ค่าสูงสุด				4.97	4.98	4.98	4.99	4.98	4.99	4.98	4.97
				ค่าต่ำสุด				4.96	4.96	4.97	4.96	4.97	4.97	4.96	4.96
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01
			ตำแหน่งที่ 3	ค่าสูงสุด				4.97	4.99	4.99	4.98	4.99	4.99	4.99	4.99
				ค่าต่ำสุด				4.96	4.98	4.98	4.97	4.97	4.98	4.96	4.98
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01
		ค่าเฉลี่ยของผลต่าง					≤ 0.10	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01
		ค่าเฉลี่ยตำแหน่งที่ 1 - 3						4.96	4.97	4.98	4.98	4.98	4.98	4.97	4.97
2.1	ขนาดคละแกรง	ความกว้าง			3.3, ต.2	มม.		1240.5	1239.5	1239.0	1239.5	1240.0	1239.5	1240.5	1239.0
2.2		ความกว้างเบ็ดเสร็จ						1501.0	1501.5	1500.0	1500.5	1502.0	1501.5	500.0	1500.0
2.3		ความยาวเบ็ดเสร็จ						2000.5	2001.0	2005.0	2004.5	2004.0	2003.5	2004.0	2001.5
2.4		ระยะห่างเฉลี่ย	ลวดขวาง					248.5	248.8	247.8	247.5	248.2	248.7	246.0	246.0
2.5			ลวดยืน					250.2	249.8	249.0	249.7	249.8	249.5	250.8	250.3
2.6		ส่วนยื่นเฉลี่ย	ข้างที่ 1					129.2	129.2	129.3	129.3	130.5	130.8	129.5	129.2
2.7			ข้างที่ 2					130.2	131.3	131.0	131.3	130.7	130.8	131.0	131.2

ที่	รายการตรวจสอบ			ข้อ ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
							1	2	3	4	5	6	7	8
3	ลักษณะทั่วไป (ตรวจพินิจ)			4.1	-	ผ่าน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.1	จุดเชื่อม	จุดเชื่อมในคะแกรงที่หลุด		4.2.1	ร้อยละ	≤ 1	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	(ตรวจพินิจ)	จุดเชื่อมในเส้นลวดโดเส้นลวดหนึ่งที่หลุด		4.2.2	จุด	≤	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1	สมบัติ	ลวดใช้ทำ	พ.ท.หน้าตัดของลวดเส้นเล็ก	4.3.1,			19.24							
5.2	ทางกล	คะแกรง	พ.ท.หน้าตัดของลวดเส้นใหญ่	7.2			19.48							
5.3		ค่าแรงเฉือน	จุดเชื่อม 4 จุด		นิวตัน	≥	6253.3	6430.8	6519.3	6563.8	เฉลี่ย =	6441.8		
5.4		ของจุดเชื่อม	จุดเชื่อมที่เหลือทั้งหมด			-	-				เฉลี่ย =	-		
5.5			ค่าเฉลี่ยรวม			≥	-							
5.6		การดึง	ความต้าน	แต่ละชิ้น	4.3.2,7.3	เมกะพาสคัล	≥	738.9	693.9	652.3	716.4	*	*		
5.7			แรงดึง	ค่าเฉลี่ย(4 ชิ้น)			≥	700.4							
5.8			ความเค้น	แต่ละชิ้น			≥	673.8	653.0	621.2	654.3	*	*		
5.9			พิสูจน์	ค่าเฉลี่ย(4 ชิ้น)			≥	650.6							
5.1		การดัดโค้งเย็น : รอยร้าวหรือปริแตกส่วนโค้งด้านนอก		4.3.3,7.4	-	ต้องไม่มี	✓	✓	*	*				

21

* หมายถึง ทดสอบซ้ำ

หมายเหตุ 1. ทดสอบตาม มอก. 737-2531 2. เครื่องหมาย ✓ หมายถึงเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

ผู้ทดสอบ (1) .....

(นายถวันโรจน์ จรรยานิมิตร์)

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

(2) .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

ผู้รับรอง .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

หน่วยตรวจสอบ .....

วันที่ .....

รายงานผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต : มอก.737-2531

หมายเลขตัวอย่าง สมอ. 12อ 737-36/3 สัญลักษณ์ ✓ ลวดยืน CDR 6 ✓ ลวดขวาง CDR 6

ความกว้างเบ็ดเตล็ด 1500 มม. ความยาวเบ็ดเสร็จ 2000 มม. ความกว้าง 1250 มม. ส่วนยื่น 125 มม.

ระยะห่างระหว่างลวดยืน 250 มม. ระยะห่างลวดขวาง 250 มม. พื้นที่หน้าตัดระบุ 28.29 ตร.มม.

เส้นผ่านศูนย์กลางลวดยืน 6.00 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางลวดขวาง 6.00 มม. ☑ ผืน ☐ ม้วน

หมายเลขปฏิบัติการ TI.154

แผ่นที่ 1/3

ที่	รายการตรวจสอบ				ข้อตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
								1	2	3	4	5	6	7	8
1.1	ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางลวดยืน	ตำแหน่งที่ 1	ค่าสูงสุด	3.1, ต.1	มม.		5.92	5.93	5.92	5.93	5.92	5.94	5.93	5.91
				ค่าต่ำสุด				5.90	5.91	5.91	5.91	5.90	5.92	5.92	5.90
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
			ตำแหน่งที่ 2	ค่าสูงสุด				5.91	5.94	5.93	5.92	5.91	5.91	5.91	5.91
				ค่าต่ำสุด				5.90	5.91	5.91	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
			ตำแหน่งที่ 3	ค่าสูงสุด				5.91	5.93	5.91	5.93	5.94	5.91	5.91	5.94
				ค่าต่ำสุด				5.90	5.91	5.90	5.91	5.91	5.90	5.90	5.93
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
		ค่าเฉลี่ยของผลต่าง					≤ 0.10	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		ค่าเฉลี่ยตำแหน่งที่ 1-3						5.91	5.92	5.91	5.92	5.91	5.91	5.91	5.91

ที่	รายการตรวจสอบ				ข้อตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
								1	2	3	4	5	6	7	8
1.2	ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางลวดขวาง	ตำแหน่งที่ 1	ค่าสูงสุด	3.1, ต.1	มม.		5.92	5.91	5.92	5.91	5.91	5.93	5.92	5.92
				ค่าต่ำสุด				5.90	5.90	5.91	5.90	5.90	5.91	5.90	5.90
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
			ตำแหน่งที่ 2	ค่าสูงสุด				5.92	5.92	5.91	5.94	5.94	5.92	5.92	5.91
				ค่าต่ำสุด				5.90	5.90	5.90	5.92	5.92	5.91	5.90	5.90
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
			ตำแหน่งที่ 3	ค่าสูงสุด				5.91	5.92	5.93	5.93	5.93	5.93	5.91	5.91
				ค่าต่ำสุด				5.90	5.91	5.91	5.91	5.91	5.92	5.90	5.90
				ผลต่าง			≤ 0.10	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		ค่าเฉลี่ยของผลต่าง					≤ 0.10	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
		ค่าเฉลี่ยตำแหน่งที่ 1 - 3						5.91	5.91	5.91	5.92	5.92	5.92	5.91	5.91
2.1	ขนาดตะแกรง	ความกว้าง			3.3, ต.2	มม.		1241.0	1240.5	1242.0	1242.5	1240.5	1241.5	1241.5	1240.5
2.2		ความกว้างเบ็ดเสร็จ						1501.0	1501.0	1500.5	1501.5	1501.5	1500.0	1501.0	1500.5
2.3		ความยาวเบ็ดเสร็จ						2007.0	1996.5	1996.5	1995.5	1995.5	2000.0	2000.5	2002.0
2.4		ระยะห่างเฉลี่ย	ลวดขวาง					249.7	251.0	249.7	249.3	249.0	249.5	249.5	249.3
2.5			ลวดยืน					249.5	247.2	250.0	249.8	250.5	249.3	247.7	247.5
2.6		ส่วนยื่นเฉลี่ย	ข้างที่ 1					130.2	129.3	130.0	131.5	132.0	132.2	127.7	129.8
2.7			ข้างที่ 2					128.7	130.2	128.2	125.5	127.2	126.2	131.7	129.2

ที่	รายการตรวจสอบ			ข้อ ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลตรวจสอบ							
							1	2	3	4	5	6	7	8
3	ลักษณะทั่วไป (ตรวจพินิจ)			4.1	-	ผ่าน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.1	จุดเชื่อม	จุดเชื่อมในตะแกรงที่หลุด		4.2.1	ร้อยละ	≤ 1	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	(ตรวจพินิจ)	จุดเชื่อมในเส้นลวดใดเส้นลวดหนึ่งที่หลุด		4.2.2	จุด	≤	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1	สมบัติ	ลวดใช้ทำ	พ.ทหน้าตัดของลวดเส้นเล็ก	4.3.1,			27.34							
5.2	ทางกล	ตะแกรง	พ.ทหน้าตัดของลวดเส้นใหญ่	7.2			27.62							
5.3		ค่าแรงเฉือน	จุดเชื่อม 4 จุด		นิวตัน	≥	7361.8	7184.8	7317.8	7140.3	เฉลี่ย =	7251.2		
5.4		ของจุดเชื่อม	จุดเชื่อมที่เหลือทั้งหมด				-				เฉลี่ย =	-		
5.5			ค่าเฉลี่ยรวม			≥	-							
5.6		การดึง	ความต้าน แต่ละชิ้น	4.3.2,7.3	เมกะพาสคัล	≥	626.4	639.2	604.2	631.9	*	*		
5.7			แรงดึง ค่าเฉลี่ย(4 ชิ้น)			≥	625.4							
5.8			ความเค้น แต่ละชิ้น			≥	572.3	584.6	547.8	577.6	*	*		
5.9			พิสูจน์ ค่าเฉลี่ย(4 ชิ้น)			≥	570.6							
5.1		การดัดโค้งเย็น : รอยร้าวหรือปริแตกส่วนโค้งด้านนอก		4.3.3,7.4	-	ต้องไม่มี	✓	✓	*	*				

24

* หมายถึง ทดสอบซ้ำ

หมายเหตุ 1. ทดสอบตาม มอก. 737-2531 2. เครื่องหมาย ✓ หมายถึงเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

ผู้ทดสอบ (1) .....

(นายถวันโรจน์ จรรยานิมิตร์)

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

(2) .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

ผู้รับรอง .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

หน่วยตรวจสอบ .....

วันที่ .....

จากตารางแสดงผลการทดสอบตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต จำนวน 3 ชุดตัวอย่าง (ใน 1 ชุดตัวอย่างจะใช้ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯทำการทดสอบ จำนวน 8 ผืน) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ขนาด 4.0 มิลลิเมตรจนถึง 6.0 มิลลิเมตรและสัญลักษณ์ของลวดยืนและลวดขวาง CDR 4 จนถึง CDR 6 เมื่อทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มอก.737-2531 สำหรับหมายเลขปฏิบัติการ TI.152-154 ผลการทดสอบปรากฏว่าตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯทั้ง 3 ตัวอย่าง สามารถผ่านการทดสอบทุกรายการตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เนื่องจากตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯเป็นตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯที่ผลิตได้อย่างมีคุณภาพดี ถึงแม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดยืนและลวดขวางจะผิดไปบ้างแต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลาง ส่วนขนาดของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯก็อยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ลักษณะทั่วไปและจุดเชื่อม ทำโดยการตรวจพินิจก็ไม่มีปัญหาเกิดขึ้นเลยในขณะทำการตรวจพินิจสมบัติทางกลของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ เช่น ค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อม ความต้านแรงดึง ความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress)ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ก็เลยเกณฑ์ตามมาตรฐานกำหนด สำหรับการดัดโค้งเย็นก็ไม่มีรอยร้าวหรือปริแตกตรงส่วนโค้งภายนอกให้เห็นเลยและก็ไม่มีการทดสอบซ้ำกับรายการใด ๆ ในสมบัติทางกลของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ทำให้ค่าที่ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทุกประการ

บทที่ 4
วิจารณ์ผลการทดสอบ

จากการศึกษาและพัฒนาวิธีการทดสอบคุณภาพของตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต เพื่อจัดทำเป็นคู่มือสำหรับผู้ที่จะทำการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ผลการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ โดยใช้ขั้นตอน การเตรียมชิ้นทดสอบ วิธีการทำการทดสอบและเครื่องมือทดสอบที่ระบุไว้ในคู่มือ ทำให้ได้ผลการทดสอบออกมาเป็นที่น่าพอใจ การทดสอบเป็นไปอย่างสะดวกมีความรวดเร็วขึ้น ประหยัดเวลาที่ใช้ในการทดสอบทำให้การทดสอบใช้เวลาในการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯเพียง 2 วันทำการ ทำให้ไม่มีงานค้างและจากการที่ลองให้ผู้วิเคราะห์ทดสอบของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 ที่ยังไม่เคยทำการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ได้ศึกษาวิธีการทดสอบตามคู่มือนี้แล้วทำให้การทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯปรากฏผลว่าผู้ทดสอบสามารถทำการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ได้อย่างถูกต้องและใช้เครื่องมือตรงตามลำดับขั้นตอนของคู่มือ ผลการทดสอบเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดของ มอก.737-2531 และใช้ระยะเวลาในการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯเท่ากัน ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้วิเคราะห์ทดสอบและผู้มาขอรับการบริการที่จะได้รับผลการวิเคราะห์ทดสอบรวดเร็วขึ้น การทำการวิเคราะห์ทดสอบไม่ว่าผู้ปฏิบัติงานท่านใดก็สามารถทำงานตามลำดับขั้นตอนและผลที่ได้จากการทดสอบก็อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเดียวกัน

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบ

จากการศึกษาและพัฒนาวิธีการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ได้ผลเป็นที่น่าพอใจตรงตามวัตถุประสงค์ของการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ทำให้กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 ได้นำคู่มือการทดสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีตมาใช้เป็นคู่มือสำหรับทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯจนถึงปัจจุบันนี้ เนื่องจากทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีวิธีการทดสอบที่ถูกต้องเป็นแนวทางเดียวกัน สะดวก รวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ประหยัดเวลาที่ใช้ในการทดสอบและป้องกันความเสียหายของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบด้วย และกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 กำลังดำเนินการรับรองห้องปฏิบัติการทดสอบตัวอย่างตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ตาม ISO/IEC Guide 25 โดยจะใช้คู่มือนี้เป็นแนวทางในการจัดทำเป็นคู่มือของห้องปฏิบัติการต่อไป

ผลจากการศึกษาและพัฒนาวิธีทดสอบคุณภาพของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีตจนเป็นคู่มือนี้ยังสามารถที่จะนำไปเป็นแนวทางการทดสอบตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เช่น มาตรฐานตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มอก.926-2533 เป็นต้น ซึ่งจะทำให้มาตรฐานการวิเคราะห์ทดสอบเป็นเช่นเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการขอขอบคุณ คุณสมพงษ์ มีงู กองช่าง กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในการช่วยจัดสร้างเครื่องมือสำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม คุณวันชัย ชินชูศักดิ์ กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรม ทั่วไป 1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ในการช่วยสอบเทียบ Dial Caliper และคุณอำนวย เส็มไข กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ในการช่วยสอบเทียบเครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกดแบบเอนกประสงค์

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานอุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มอก. 737-2531
2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานอุตสาหกรรมการทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 7 การทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง มอก. 244 เล่ม 7
3. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานอุตสาหกรรมการทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 11 การทดสอบเหล็กกล้าโดยการดัดโค้ง (ทั่วไป) มอก. 244 เล่ม 11
4. American Society for Testing Materials Standard. Steel Wire , Plain for Concrete Reinforcement ASTM A82 – 97A
5. American Society for Testing Materials Standard. Steel Welded Wire Fabric , Plain for Concrete Reinforcement ASTM A 185 - 97

ภาคผนวก ก

ข้อกำหนดของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

เป็นข้อกำหนดสำหรับหาสมบัติทางฟิสิกส์ สมบัติทางกลของตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต จะทดสอบตามวิธีกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มอก. 737-2531 กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 จะเป็นผู้ทดสอบทุกรายการซึ่งมีรายละเอียดการทดสอบและเกณฑ์กำหนดดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ ดังนี้

1.1 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯต้องมีตาเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดูรูปที่ 6 และ 7

1.2 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯต้องปราศจากสนิมขุมแต่อาจมีสนิมที่ผิวของลวดได้ สนิมที่ผิวนี้เมื่อแปรงด้วยแปรงทองเหลืองแล้วจะหายไปโดยที่เส้นผ่านศูนย์ของลวดไม่เปลี่ยนแปลง

2. จุดเชื่อม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ ดังนี้

2.1 จุดเชื่อมในตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯยอมให้หลุดได้ไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนจุดเชื่อมทั้งผืนหรือไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนจุดเชื่อมในพื้นที่ 14 ตารางเมตรสำหรับตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯที่เป็นม้วน

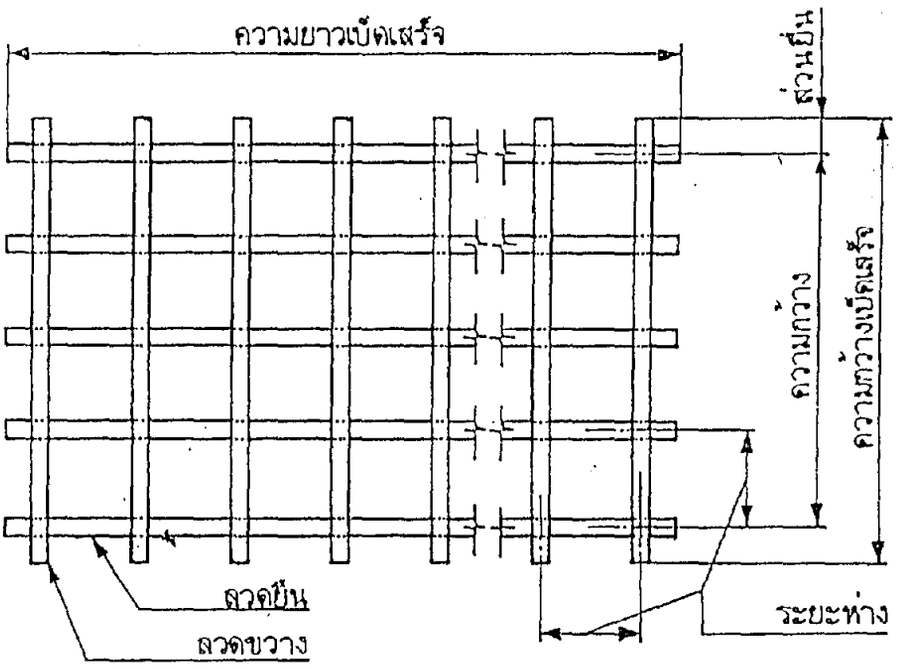
2.2 จุดเชื่อมที่หลุดในลวดเส้นใดเส้นหนึ่งต้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของจำนวนจุดเชื่อมที่ยอมให้หลุดสูงสุดตามที่กำหนดในข้อ 2.1

3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดยืนและลวดขวาง

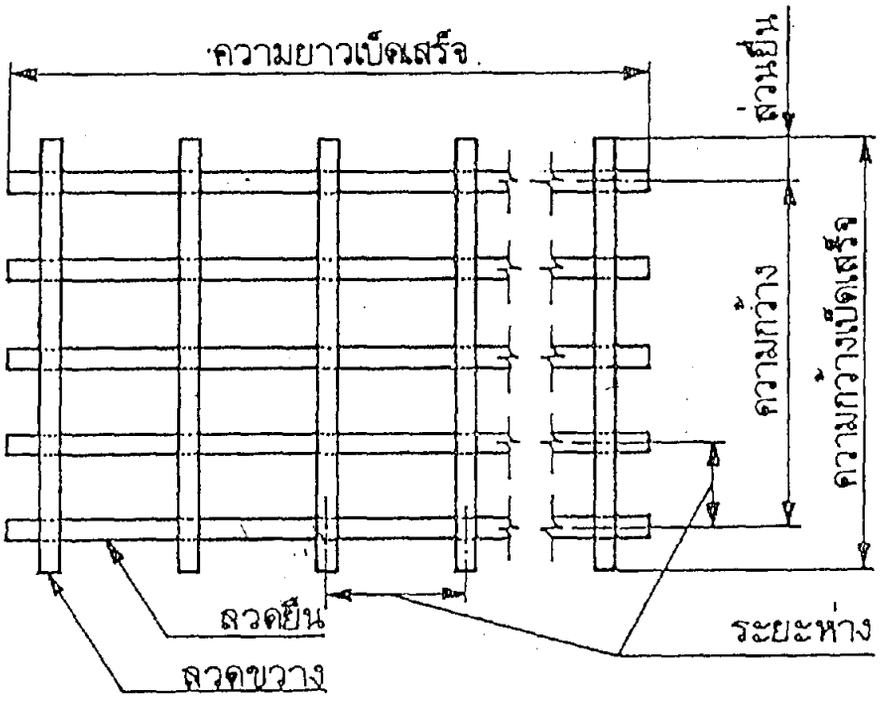
การทดสอบให้ใช้เครื่องมือวัดตรวจสอบที่วัดได้ละเอียดไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ วัดอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งห่างกันประมาณ 300 มิลลิเมตร โดยวัดไปรอบๆ ลวดที่ภาคตัดขวางเดียวกัน เพื่อหาค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดต้องต่างกันไม่เกิน 0.10 มิลลิเมตร

3.1 ลวดยืน หมายถึง ลวดตามด้านยาวของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ เป็นลวดที่ทำหน้าที่เป็นแกน หลักในการผลิต โดยจัดระยะห่างไว้ก่อนแล้วบนเครื่องเชื่อม

3.2 ลวดขวาง หมายถึง ลวดตามด้านกว้างของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ เป็นลวดที่นำมาเชื่อมขวางกับลวดยืนให้เป็นตาตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ



รูปที่ 6 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯตาสี่เหลี่ยมจตุรัส



รูปที่ 7 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ ตาสี่เหลี่ยมผืนผ้า

4. ขนาดตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ

การทดสอบให้ใช้เครื่องมือวัดตรวจสอบ ที่วัดได้ละเอียดไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย ดังนี้

4.1 ความกว้าง หมายถึง ระยะระหว่างเส้นศูนย์กลางของลวดยืนเส้นริมถึงเส้นศูนย์กลางของลวดยืนเส้นสุดท้ายให้วัดที่ตำแหน่งประมาณกึ่งกลางของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ มีความคลาดเคลื่อนได้ ± 13 มิลลิเมตร

4.2 ความกว้างเบ็ดเสร็จ หมายถึง ขนาดความยาวสูงสุดของลวดขวาง ให้วัดที่ตำแหน่งประมาณกึ่งกลางของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ มีความคลาดเคลื่อนได้ ± 25 มิลลิเมตร

4.3 ความยาวเบ็ดเสร็จ หมายถึง ขนาดความยาวสูงสุดของลวดยืน ให้วัดที่ตำแหน่งประมาณกึ่งกลางของตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯ มีความคลาดเคลื่อนได้ ± 25 มิลลิเมตรหรือ ± ร้อยละ 1 และแต่ค่าใดจะมากกว่า

4.4 ระยะห่าง หมายถึง ระยะระหว่างเส้นศูนย์กลางของลวดข้างเคียง ให้จัดระยะห่าง 1 ตาตะแกรงภายในระยะทุก 0.5 เมตร ตลอดความยาวทั้งผืน สำหรับตะแกรงที่เป็นม้วนให้วัดระยะห่างจากความยาวประมาณ 5 เมตร มีความคลาดเคลื่อนได้ ± 6 มิลลิเมตร

4.5 ส่วนยื่น หมายถึง ลวดขวางส่วนที่พ้นลวดยืนเส้นริมวัดจากเส้นแนวแกนสมมาตรลวดยืนเส้นริม ให้วัดส่วนยื่นของแต่ละข้างภายในระยะทุก 0.5 เมตร ตลอดความยาวทั้งผืน สำหรับ ตะแกรงที่เป็นม้วนให้วัดส่วนยื่นจากความยาวประมาณ 5 เมตร มีความคลาดเคลื่อนได้ ± 13 มิลลิเมตร

5. แรงเฉือนของจุดเชื่อม

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าฯต้องทำจากลวดยืนและลวดขวาง ที่มีพื้นที่หน้าตัดของลวดเส้นเล็กไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของลวดเส้นใหญ่และค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อมเป็นนิวตัน ต้องไม่น้อยกว่า 241 x พื้นที่หน้าตัดของลวดเส้นใหญ่

5.1 เครื่องมือ

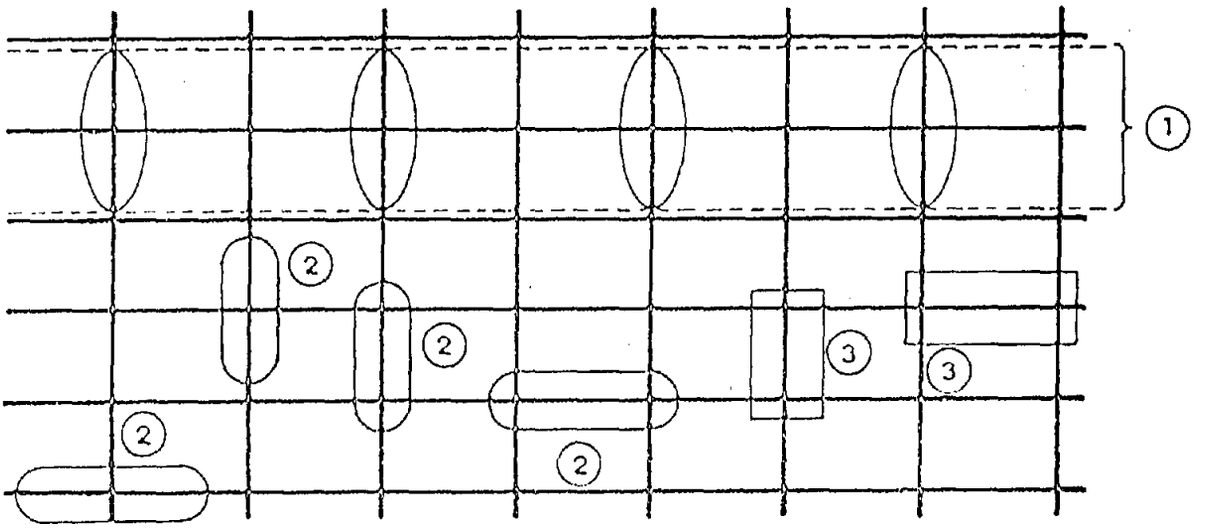
มีลักษณะดังรูปที่แสดงในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มอก.737-2531 หรือเครื่องมือที่สามารถให้ผลการทดสอบโดยหลักการเดียวกันได้

5.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดลวดยืนเพื่อให้ได้ลวดขวางทั้งเส้นแล้วเลือกสุ่มจุดเชื่อมมา 4 จุด ดูรูปที่ 8 แต่ละจุดตัดให้ลวดขวางยื่นออกจากลวดยืนทั้งสองข้างประมาณ 25 มิลลิเมตร ส่วนลวดยืนต้องยาวพอที่หัวจับจะยึดไว้ได้โดยสะดวก

5.3 วิธีทดสอบ

จับชิ้นทดสอบให้ได้ศูนย์เลือกร่องยึดให้เหมาะสมคือมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดลวดยืน ให้ลวดยืนสัมผัสกับลูกกลิ้งโดยอิสระ ลวดขวางวางบนแท่นรองรับดึงลวดจากปลายด้านล่างด้วยอัตราการเกิดความเค้นไม่เกิน 690 เมกะพาสคัลต่อนาที



(1) แรงเฉือนของจุดเชื่อม
(2) การดึง
(3) การดัดโค้งเย็น

รูปที่ 8 ตัวอย่างแสดงตำแหน่งการตัดชิ้นทดสอบ

5.4 การรายงานผล

บันทึกค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อมทั้ง 4 จุด แล้วรายงานค่าเฉลี่ย

6. การดึง

เมื่อทดสอบลวดด้วยการดึงตัวอย่างที่มีจุดเชื่อมหรือดึงตัวอย่างที่อยู่ระหว่างจุดเชื่อมแล้วต้องมีสมบัติในการดึงดังนี้

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดยืนและลวดขวาง ตั้งแต่ 3.00 มิลลิเมตรลงมา ความต้านแรงดึงต้องมากกว่า 483 เมกะพาสคัลและความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ต้องมากว่า 386 เมกะพาสคัล
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดยืนและลวดขวาง ตั้งแต่ 3.30 มิลลิเมตรขึ้นไป ความต้านแรงดึงต้องมากกว่า 517 เมกะพาสคัลและความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ต้องมากกว่า 448 เมกะพาสคัล

6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดลวดเส้นที่จะทดสอบทั้งลวดยืนและลวดขวาง ให้มีจุดเชื่อมและอยู่ระหว่างจุดเชื่อม อย่างละ 1 ชิ้น รวม 4 ชิ้น ให้มีความยาวเพียงพอที่จะนำไปทดสอบ ดูรูปที่ 8 กรณีชิ้นทดสอบที่มีจุดเชื่อม ให้จุดเชื่อมอยู่ประมาณกึ่งกลางของชิ้นทดสอบและตัดลวดอีกทางหนึ่งให้ยื่นออกไปจากลวดเส้นทดสอบทั้งสองข้างประมาณ 25 มิลลิเมตร

6.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 7 การทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง มาตรฐานเลขที่ มอก.244 เล่ม 7

7. การดัดโค้งเย็น

เมื่อทดสอบลวดด้วยตัวอย่างที่อยู่ระหว่างจุดเชื่อม ต้องไม่มีรอยร้าวหรือปริตรงส่วนโค้งด้านนอกของชิ้นทดสอบตลอดการดัดโค้ง 180 องศา

7.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดลวดเส้นที่จะทดสอบทั้งลวดยืนและลวดขวาง อย่างละ 1 ชิ้น ให้อยู่ระหว่างจุดเชื่อมให้มีความยาวเพียงพอที่จะนำไปทดสอบ ดูรูปที่ 8

7.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 11 การทดสอบเหล็กกล้าโดยการดัดโค้ง (ทั่วไป) มาตรฐานเลขที่ มอก.24 เล่ม 11 โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ

ภาคผนวก ข

แบบ วศ. 1

ที่ วว 0505/ 1870

ถึง กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัตถุตัวอย่าง ตาม บันทึกข้อความ กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ลงวันที่ 21 ตุลาคม 2542 เลขรับที่ - วันที่ 23 ตุลาคม 2542

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2542

กรมวิทยาศาสตร์บริการ 16 พฤศจิกายน 2543 DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE

กอง ฟิสิกส์และวิศวกรรม
โทร. 2461387-95 ต่อ 241

รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย ตรา ฯลฯ	หมายเลข
ตามที่ผู้ส่งเรียก	ที่ระบุตัวอย่าง	ปฏิบัติการ
Dial Caliper	วศ.กฟ. 5210-0001-001/21	UK.210

ผลการสอบเทียบ โปรดดูหน้า 2

/รายงานผลการสอบเทียบ

รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

รายงานผลการสอบเทียบ

หมายเลขปฏิบัติการ: UK.210

ชื่อตัวอย่าง: Dial Caliper ขนาด 0.01- 200 มม., หมายเลขเครื่อง: วศ.กฟ. 5210-0001-001/21

ผู้ส่งตัวอย่าง: กลุ่มงานฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ค่าที่ระบุ มม.	ค่าแก้ มม.	ค่าความไม่แน่นอน มม.
0	0.00	±0.06
1	+ 0.02	±0.06
2	+ 0.02	±0.06
3	+ 0.02	±0.06
4	+ 0.02	±0.06
5	+ 0.02	±0.06
10	+ 0.02	±0.06
20	+ 0.02	±0.06
30	+ 0.02	±0.06
40	+ 0.01	±0.06
50	+ 0.02	±0.06
100	- 0.01	±0.06
150	0.00	±0.06
200	+ 0.02	±0.06

หมายเหตุ: - *Dial Caliper* ได้รับการสอบเทียบมาตรฐานกับ แท่งเทียบมาตรฐานที่สอบย้อนมาตรฐานไปยังศูนย์สอบเทียบ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

- การสอบเทียบใช้มาตรฐาน ISO 3599/1976
- ค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบที่ระดับความเชื่อมั่น 95%.
- อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปฏิบัติการขณะทำการสอบเทียบ (20±1)°C และ (60±5) % ตามลำดับ
- วันที่ทำการสอบเทียบ: 30 พฤศจิกายน 2542

(นายวันชัย ชินชูศักดิ์)
นักวิทยาศาสตร์ 5

ที่ วว 0505/ 17964

ถึง กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัตถุตัวอย่าง ตาม **บันทึกข้อความ กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 ลงวันที่ 21 ตุลาคม 2542** ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้รับเมื่อวันที่ **21 ตุลาคม 2542**

กรมวิทยาศาสตร์บริการ พฤศจิกายน 2542

กอง ฟิสิกส์ และวิศวกรรม

โทร. 2461387-95 ต่อ 241

รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง ตามที่ผู้ส่งเรียก	เครื่องหมาย หมายเลข ตรา ฯลฯ ที่ระบุตัวอย่าง	ปฏิบัติการ	LOAD RANGE, TON	ผลการสอบเทียบ
เครื่องทดสอบ	UTM	UK.165	2.5	โปรดดูหน้า 2-3
ทางกล	SHIMADZU		5	
	TYPE UMH - 50		10	
	NO. 75236		25	
	DATE NOV. 1978		50	
	CAP. 50 TON			

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น

- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

COMPRESSION TEST

สเกลที่อ่านจากเครื่อง (KGF.)	อุปกรณ์สอบเทียบ (KGF.)	ค่าความไม่แน่นอน (±KGF.)	สเกลที่อ่านจากเครื่อง (KGF.)	สเกลที่อ่านจากเครื่อง (KGF.)	ค่าความไม่แน่นอน (±KGF.)
250	260	4	500	508	8
500	507	4	1000	995	8
750	758	4	1500	1491	8
1000	1009	4	2000	1983	8
1250	1264	4	2500	2490	8
1500	1515	4	3000	2982	8
1750	1762	4	3500	3472	8
2000	2014	4	4000	3967	8

สเกลที่อ่านจากเครื่อง (KGF.)	อุปกรณ์สอบเทียบ (KGF.)	ค่าความไม่แน่นอน (±KGF.)	สเกลที่อ่านจากเครื่อง (KGF.)	สเกลที่อ่านจากเครื่อง (KGF.)	ค่าความไม่แน่นอน (±KGF.)
1000	1028	16	2500	2560	45
2000	2007	16	5000	4980	45
3000	3004	16	7500	7480	45
4000	4001	16	10000	9950	45
5000	5020	16	12500	12490	45
6000	6010	16	15000	14960	45
7000	7000	16	17500	17410	45
8000	7999	16	20000	19890	45

สเกลที่อ่านจากเครื่อง (KGF.)	สเกลที่อ่านจากเครื่อง (KGF.)	ค่าความไม่แน่นอน (±KGF.)
5000	5070	80
10000	10030	80
15000	15050	80
20000	20040	80
25000	25150	80
30000	30150	80
35000	35040	80
40000	40050	80

หมายเหตุ 1. ทำการสอบเทียบที่ กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2 กรมวิทยาสาสตร์บริการ เลขที่ 75/7 ซอย โยธี ถนน พระราม 6 แขวงพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ เมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2542 อุณภูมิระหว่างการสอบเทียบ $29 \pm 1^{\circ}$ ซ

2. ใช้อุปกรณ์สอบเทียบ PRECISION LOAD CELL S/N CC 3132 S/N CD 8360 S/N CE 2319 S/N CG 2155 และ S/N CH 3206 กับ PORTABLE DATA LOGGER MODEL : TDS-302 S/N 051136 A ซึ่งสอบย้อนความถูกต้องได้กับ NIST. ประเทศสหรัฐอเมริกา

3. สอบเทียบตาม ASTM E4 - 98

4. ระดับความเชื่อมั่นของค่าความไม่แน่นอนที่ใช้คือ 95 %

(นายอำนวย เส็มไข)
นายช่างเครื่องกล 3