

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- โกวิทย์ วัลลภพันธ์, “การเพิ่มผลผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องขนาดเล็กในประเทศไทย”,วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพมหานคร,2522.
- คณิต เสรีตระกูล, “การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้า กระป๋อง”วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพมหานคร,2534.
- ชัยยศ วัชรอยู่, “การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้าขนาดกลาง”,วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพมหานคร,2533.
- ไซเฮ อิบิ, คู่มือการปฏิบัติการลดต้นทุนในสถานประกอบการ แปลโดยดร.ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์,สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น),กรุงเทพมหานคร,2530.
- ฐิตินันท์ ชัยพัฒนาการ, “การออกแบบระบบการวางแผนงานบำรุงรักษา(กรณีของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก)”,วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพมหานคร,2536
- พศุนาตะ อิจิโระ, เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงาน แปลโดยดร.ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์,สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น),กรุงเทพมหานคร,2530.
- ศิริวรรณ ฉันทวิทิตพงษ์, “การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องขนาดเล็ก”,วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพมหานคร,2535.

เอกชัย ตั้งบุญธินา, “การเพิ่มความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงงานผลิตแผ่นพื้นรองเท้า
โดยการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง”,วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรม
 อุตสาหการ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพมหานคร,2534.

อนุพงษ์ บุญยเกียรติ, “การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลชุดของกรมชลประทาน”,
 วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
 กรุงเทพมหานคร,2527.

ภาษาอังกฤษ

L. J. Bain, Statistical Analysis of Reliability and Life Testing Models : Theory and
Method, Marcel Dekker, New York,1978

R. E. Barlow and F. Prochan, Statistical Analysis of Reliability and Life TestinHolt,
 Rinehart and Winston, New York ,1987

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ก.1 รายละเอียดการทำงานในสายการประกอบตัวถังรถบรรทุก

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาการทำงานและเครื่องจักรที่ใช้ในสายการประกอบตัวถังของโรงงานกรณีศึกษาตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

ก.1.1 แผนผัง (Layout) ของสายการประกอบตัวถังรถบรรทุก แบ่งออกเป็น 2 สายการประกอบ คือ สายการประกอบหัวแก๊ง (Cap Line) และสายการประกอบกระบะท้าย (Deck Line) แผนผังของสายการประกอบหัวแก๊ง และแผนผังสายการประกอบกระบะท้ายแสดงในรูปที่ ก.1 และ ก.2 ตามลำดับ

ก.1.2 รายละเอียดโดยสังเขปของการทำงานในแต่ละสายการผลิตตัวถัง มีดังต่อไปนี้

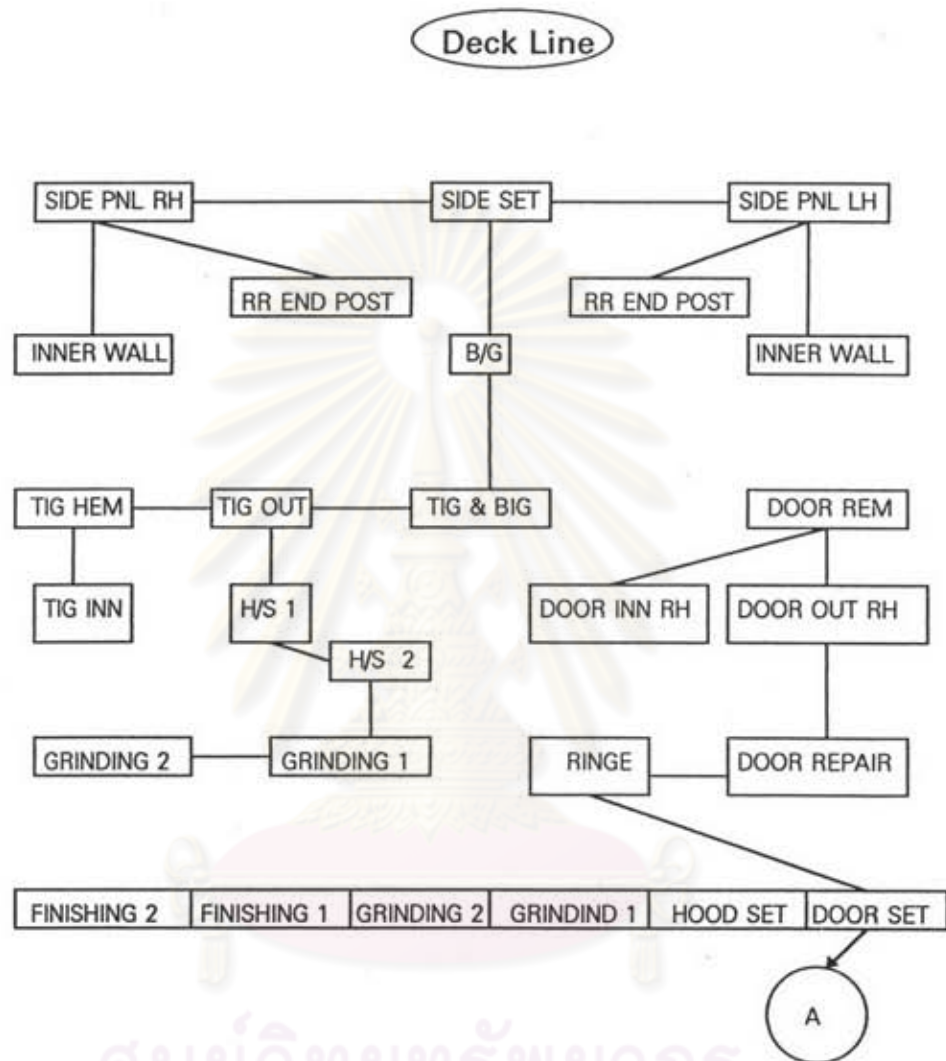
สายการประกอบหัวแก๊ง (Cap Line) การทำงานของสายการประกอบนี้จะมีการเชื่อมยึดชิ้นส่วนประตู หลังคา แก้มตัวถังเข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องมือจับยึด (JIG) ยึดแผ่นเหล็กที่ปั๊มขึ้นรูปมา แล้วใช้หัวปืนเชื่อมยึดติดกัน โดยปืนเชื่อมนี้จะถูกยึดไว้โดยใช้ลวดสลิงที่ยึดบน Roller สามารถลากไปในแผนก Repair ที่ทำการตกแต่งรายละเอียดตำหนิ (รูปที่ ก.3 และ ก.4 แสดงภาพตัวอย่างการทำงานในสายการประกอบหัวแก๊ง)

สายการประกอบกระบะท้าย (Deck Line) ลักษณะการทำงานจะเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้คนงานยกชิ้นเหล็กที่ปั๊มเป็นรูปร่างกระบะท้าย วางบน JIC และส่งผ่านเข้าไปในเครื่องเชื่อม และจะเชื่อมชิ้นงานเข้าเป็นรูปร่าง จากนั้นจะใช้ Roller Conveyor ยกไปวางบนรถเข็น (รูปที่ ก.5 และ ก.6 แสดงภาพตัวอย่างการทำงานในสายการประกอบกระบะท้าย)

ก.2 รายละเอียดของขบวนการเชื่อมตัวถังแบบความต้านทาน

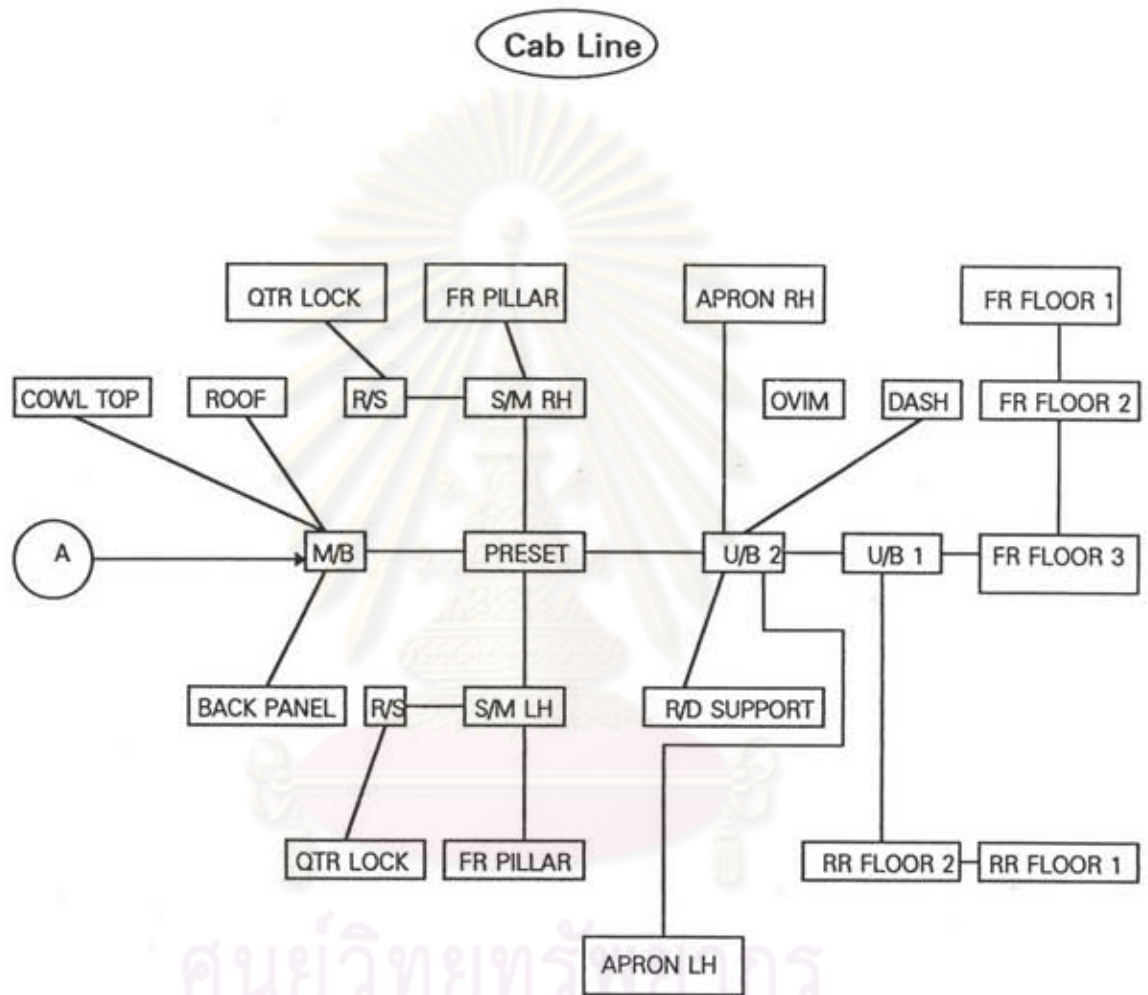
การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding) เป็นขบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรม โดยมีอุปกรณ์หลักคือชุดปืนเชื่อมความต้านทาน (ดังแสดงในรูป ก.7) ปัจจุบันการเชื่อมความต้านทาน อาศัยองค์ประกอบร่วมกัน 3 ประการคือ ความร้อน (Heat), ความดัน (Pressure), และเวลา (Time) สาเหตุที่เรียกว่าการเชื่อมแบบความต้านทานเพราะว่าความต้านทานของโลหะงานที่มีต่อการไหลของกระแสไฟ จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นเฉพาะจุดที่ต้องการเชื่อม โดยกระแสไฟผ่านปลายอิเล็กโทรด ซึ่งเป็นตัวกดให้งานแนบชิดติดกันทั้งก่อน

ผังขบวนการประกอบตัวถังรถ 1 ต้น

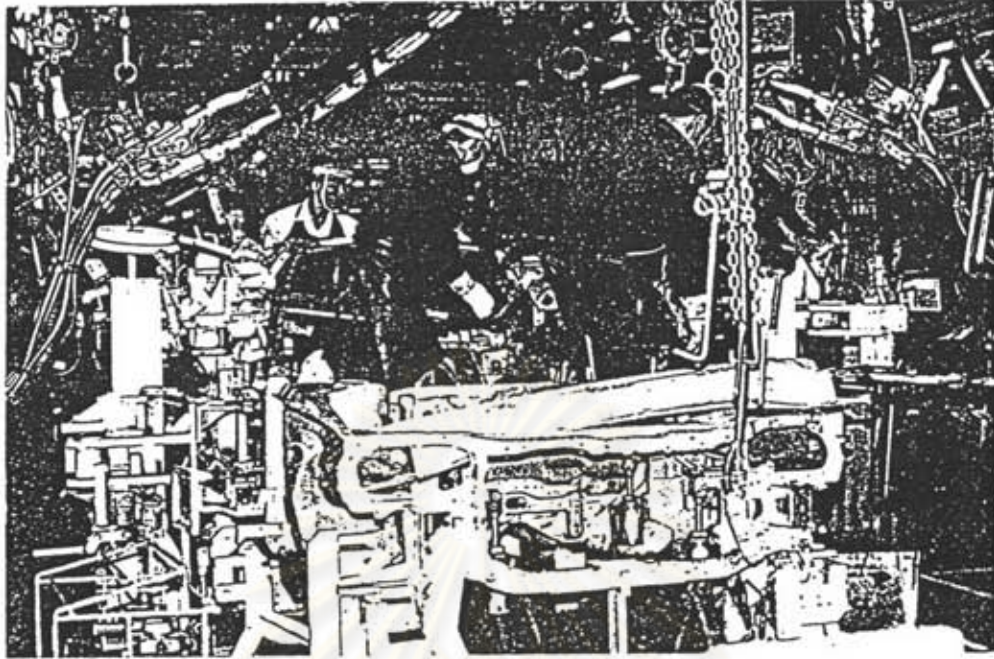


รูปที่ ก.1 แสดงผังขบวนการเชื่อมประกอบตัวถังของสายการประกอบกระบะท้าย

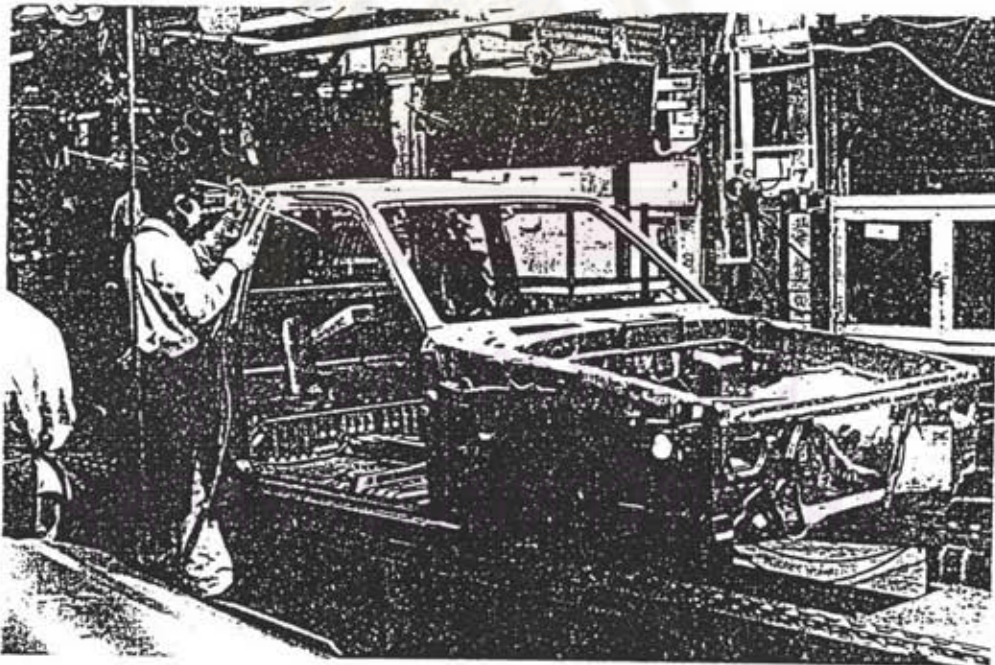
ผังขบวนการประกอบตัวถังรถ 1 ต้น(ต่อ)



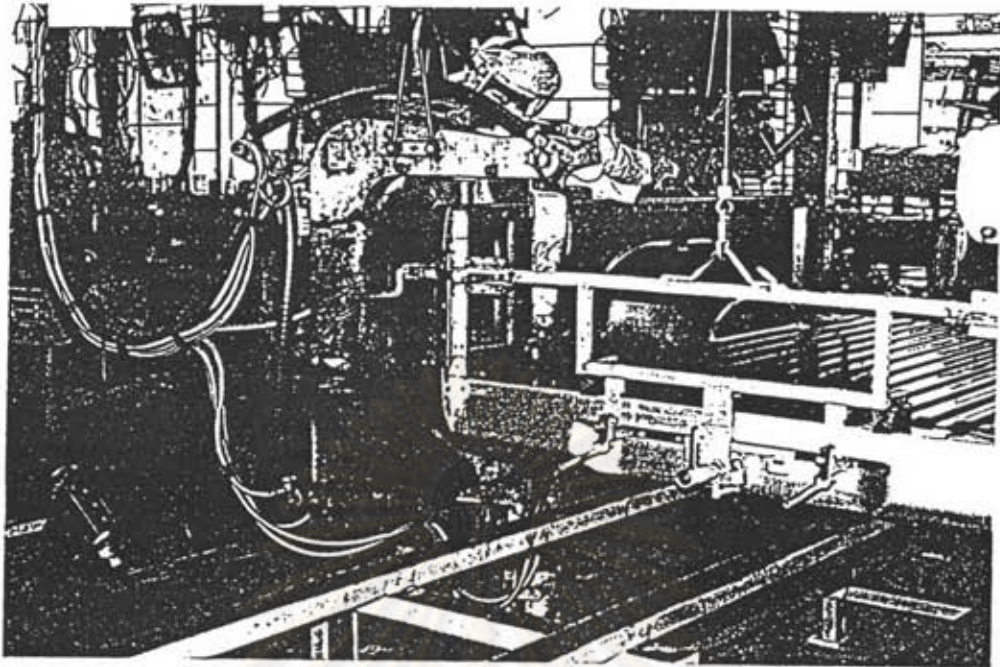
รูปที่ ก.2 แสดงผังขบวนการเชื่อมประกอบตัวถังของสายการประกอบหัวถัง



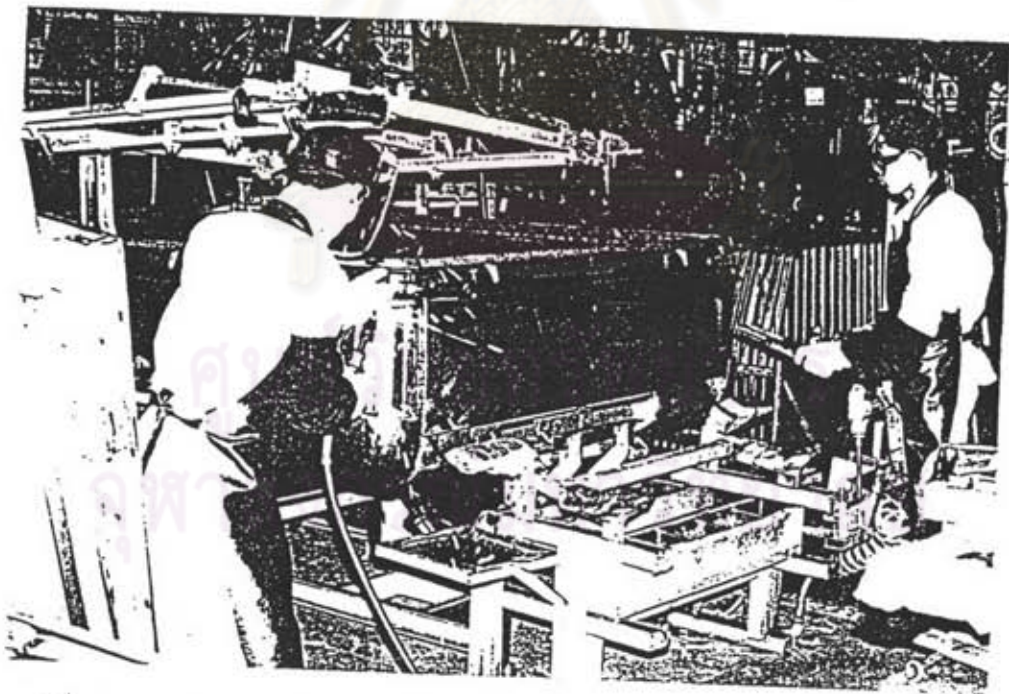
รูปที่ ก.3 ภาพแสดงการประกอบหัวแก๊ง รถกระบะในขบวนการ Main Body



รูปที่ ก.4 ภาพแสดงการเชื่อม CO₂ ของสายการประกอบตัวถัง (หัวแก๊ง)



รูปที่ ก.5 ภาพแสดงการประกอบตัวถังของสายการประกอบตัวถังกระบอกห้ายใน
ขบวนการ BIG GUN



รูปที่ ก.6 ภาพแสดงการประกอบฝาท้ายของสายการประกอบตัวถังกระบอกห้าย

ระหว่าง และหลังจากกระแสไฟไหลผ่าน เวลาที่ต้องการให้กระแสไฟไหลผ่านขึ้นอยู่กับ ชนิด และความหนาของวัสดุงาน, ปริมาณกระแสและพื้นที่หน้าตัดของปลายหัวเชื่อมที่สัมผัสกับผิว โลหะงาน

ข้อได้เปรียบของการใช้การเชื่อมแบบความต้านทาน

1. เหมาะกับการผลิตแบบจำนวนมาก
2. สามารถควบคุมและปรับตั้งค่าที่ต้องการ
3. ไม่ต้องใช้โลหะประสาน ฟลักส์ หรือ แก๊ส
4. สามารถใช้ได้กับเหล็กแผ่นแบน และรูปร่างซับซ้อน
5. สามารถเชื่อมโลหะต่างชนิดกันได้
6. สูญเสียโลหะเนื่องจากการเชื่อมน้อยมากจึงเหมาะสำหรับการเชื่อมโลหะบาง ๆ

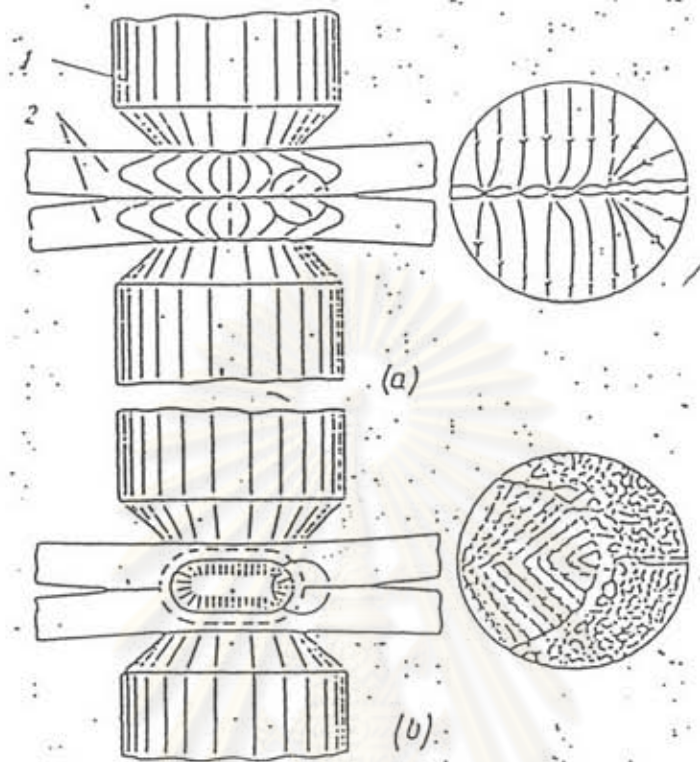
ความต้านทาน ณ จุดที่อิเล็กโทรดกด คือ ผลรวมของความต้านทานระหว่างจุดสัมผัสของโลหะ และอิเล็กโทรดกับความต้านทานระหว่างจุดสัมผัสของโลหะกับโลหะ และรวมถึงความต้านทานภายในโลหะ จากการทดลองพบว่า ความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรด และโลหะ จะเท่ากับครึ่งหนึ่งกับความต้านทานระหว่างโลหะกับโลหะ

ตัวอิเล็กโทรดจะทำมาจากทองแดงอัลลอยด์ ที่มีความสามารถในการนำความร้อนได้ดี โดยจะมีน้ำไหลผ่านท่อภายในเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการเชื่อม ณ จุดสัมผัสอยู่

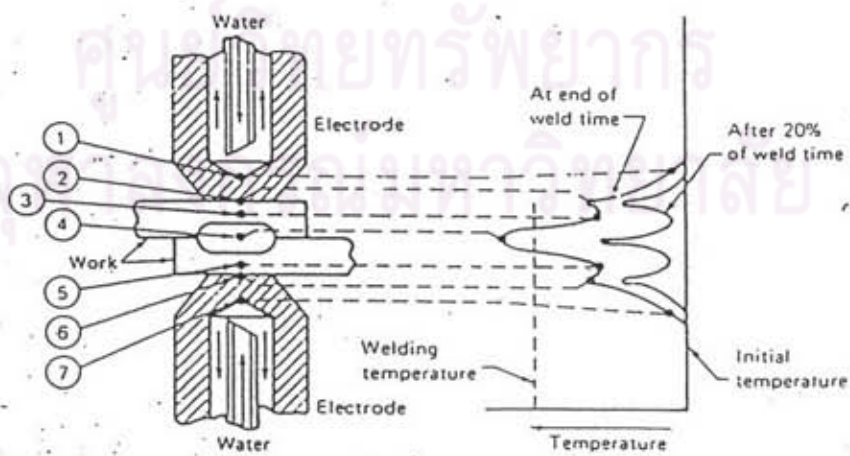
เมื่อกระแสไหลผ่านโลหะ ความร้อนจะเกิดขึ้นเนื่องจากความต้านทาน ขณะที่ความร้อนสูงขึ้นความต้านทาน ณ จุดสัมผัสจะต่ำลง การไหลของกระแสจะยังคงผ่านบริเวณที่เชื่อมจนกว่าใจกลางจุดเชื่อมซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดจะหลอมละลายหมด ผลจากการหลอมละลายก่อให้เกิดแอ่งน้ำโลหะคล้ายเลนส์ที่ใจกลาง และล้อมรอบด้วยวงแหวนของเนื้อโลหะที่ถูกเปลี่ยน เนื่องจากความร้อนและการกดด้วยน้ำโลหะ ไม่ให้ไหลเข้าไประหว่างช่องว่างของโลหะที่กำลังเชื่อมทั้งสองได้ แอ่งน้ำโลหะจะเย็นลงเมื่อเวลาเชื่อมที่กำหนดไว้ กระแสที่ใช้เชื่อมจะตัดออก แอ่งน้ำโลหะนี้จะเย็นและเปลี่ยนสภาพตกผลึกเป็น “นักเกิด” ของการเชื่อม (ดังรูปที่ ก.8 และ ก.9)

ปัจจัยและพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการเชื่อมแบบความต้านทาน

1.กระแสเชื่อม (Weld Current) กระแสจะมีอิทธิพลต่อการเกิดความร้อนมากกว่าความต้านทาน หรือเวลา ดังนั้นจึงต้องควบคุมกระแสให้ดี กระแสต้องมีความหนาแน่นเพียงพอ เพื่อให้มีวงแหวนหลอมภายในเวลาที่กำหนด และความร้อนต้องเกิดขึ้นมากพอเพื่อชดเชยความร้อนที่



รูปที่ ก.8 แสดงการหลอมเหลวของโลหะ ซึ่งเกิดจากกระบวนการ Spot Welding แสดงให้เห็นภาพตัดของการเกิด Nugget Diameter



รูปที่ ก.9 แสดงการกระจายอุณหภูมิของการหลอมเหลวของขบวนการ Resistance Welding

สูญเสียแก๊สโลหะงาน และอิเล็กโทรดด้วย เมื่อกระแสมีความหนาแน่นสูงขึ้นจะทำให้ขนาดและความแข็งแรงของรอยเชื่อมเพิ่มขึ้น แต่ถ้าความหนาแน่นกระแสสูงเกินไปจะทำให้รอยเชื่อมแห้งแตกร้าวและไม่แข็งแรง ซึ่งเมื่อกระแสสูงเกินไป จะมีผลเสียคือ โลหะงานร้อนจัดเกิดรอยบวมและทำให้อิเล็กโทรดเสียเร็ว

2. เวลาเชื่อม (Weld Time) อัตราความร้อนที่เกิดขึ้นต้องพอเหมาะ เพื่อให้รอยเชื่อมแข็งแรงเพียงพอ และอิเล็กโทรดไม่เสียเร็วเกินไป ความร้อนที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิภาคกับเวลาเชื่อม โดยมีความร้อนบางส่วนสูญเสียให้แก๊สโลหะงานโดยระบบและอิเล็กโทรด โดยการนำความร้อนและสูญเสียโดยการแผ่รังสีเล็กน้อย ถ้าเวลาเชื่อมนานจะสูญเสียความร้อนมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาน้อยที่สุดที่สามารถให้ความร้อนจนถึงจุดหลอมเหลว เมื่อกระแสมีค่าความหนาแน่นต่าง ๆ กัน ถ้ากระแสไหลต่อเนื่องไปอีก อดนหุมีที่จุดหลอมเหลวจะสูง ความดันภายในอาจจะดันโลหะเชื่อมให้หลุดจากรอยต่อ แก๊สหรือไอโลหะที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดเม็ดโลหะขนาดเล็กกระเด็นออกจากรอยเชื่อมเรียกว่า “SPITTING” ถ้าเวลาเชื่อมนานเกินไปจะมีผลต่อโลหะงานและอิเล็กโทรด และเมื่อกระแสมากเกินไปบริเวณจุดหลอมเหลวจะกินลึกเข้าไปในโลหะ

3. แรงกดขณะเชื่อม (WELD FORCE) ความต้านทานได้รับอิทธิพลจากความดันขณะเชื่อม (ปลายอิเล็กโทรดจะกดโลหะงานเข้าด้วยกัน) ตามปกติแล้วงานที่จะเชื่อม จุดจะต้องตั้งติดกันให้แน่นตามตำแหน่งเชื่อม เพื่อให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกสม่ำเสมอ แรงที่อิเล็กโทรดกดบนแผ่นงานจะมีผลต่อความต้านทานรวมระหว่างอิเล็กโทรดหรือแรงดันขณะเชื่อมเพิ่มขึ้น กระแสจะเพิ่มขึ้นถึงขีดกำหนด ค่าความร้อนระหว่างผิวโลหะงานจะคงที่

เมื่อใช้แรงกดต่ำโลหะงานจะสัมผัสเฉพาะจุดที่นูนขึ้นมาเท่านั้น ซึ่งทำให้พื้นที่สัมผัสน้อย ความต้านทานที่จุดสัมผัสจึงสูง ถ้าใช้แรงกดมากขึ้นพื้นที่นูนกว่าปกติจะถูกกดแบนลง ผิวโลหะงานจึงมากขึ้น ความต้านทานที่จุดสัมผัสจะลดลง

4. ระยะขอบงาน (EDGE DISTANCE) หมายถึงระยะจากศูนย์กลางเนื้อเชื่อมถึงขอบโลหะงาน ซึ่งจะต้องมีเนื้อโลหะงานมากพอเพื่อต่อต้านแรงดันภายในเนื้อเชื่อม ถ้าเชื่อมใกล้ขอบงานเกินไป เนื้อโลหะบริเวณขอบงานจะร้อนจัด จนละลายหรือบิ้ออกทำให้รอยเชื่อมจุดมีคุณภาพไม่ดีมีความแข็งแรงต่ำ อิเล็กโทรดกดลึกเกินไป ระยะขอบงานที่เหมาะสมที่สุดขึ้นอยู่กับส่วนผสมและความแข็งแรงของโลหะงาน ความหนาของงาน ลักษณะผิวหน้าอิเล็กโทรดและวัฏจักรการเชื่อม

5. ระยะเกยของรอยต่อ (JOINT OVERLAP) ระยะเกยของงานเชื่อมจุดจะต้องประมาณ 2 เท่าของระยะขอบงานเป็นอย่างน้อย ถ้าระยะเกยน้อยเกินไป ระยะขอบงานก็จะน้อยตามไปด้วย

6. ระยะระหว่างจุดเชื่อม (WELD SPACING) เมื่อเชื่อมหลายจุดเรียงกัน จะมีกระแสบางส่วนไหลผ่านจุดเชื่อมข้างเคียงเรียกว่า "SHUNTING EFFECT" จึงต้องพิจารณาปรากฏการณ์นี้ด้วย เมื่อจะกำหนดระยะจุดเชื่อมและตั้งเครื่องเชื่อม ถ้าระยะจุดเชื่อมข้างเคียงอยู่ไกล (เปรียบเทียบกับความหนาของจุดที่กำลังเชื่อม) จะไม่ต้องคำนึงถึง "SHUNTING EFFECT" เลยก็ได้ ระยะระหว่างจุดเชื่อมแต่ละจุดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับความหนาและความนำของโลหะงาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเนื้อเชื่อม และความสะอาดของผิวงาน ซึ่งระยะห่างระหว่างจุดเชื่อมน้อยที่สุดสำหรับความหนาต่าง ๆ มักแจกแจงในตาราง เพื่อความสะดวกแก่การทำเชื่อมจุด

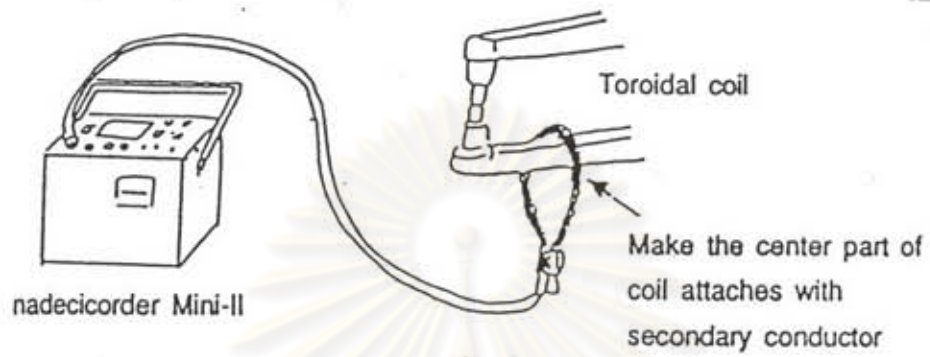
7. ความหนาแตกต่างกัน (DISSIMILAR THICKNESS) ค่าอัตราส่วนสูงสุด ระหว่างความหนาของโลหะงานชนิดเดียวกันที่มีความหนาแตกต่างกัน ที่นำมาเชื่อมจุดขึ้นอยู่กับความหนาของงานแผ่นนอกเป็นหลัก ในกรณีเหล็กกล้าคาร์บอนจะมีค่าอัตราส่วน ความหนาสูงสุดคือ 4:1 (เชื่อม 2 แผ่นติดกัน) ถ้าเชื่อมงานติดกัน 3 แผ่น อัตราส่วนความหนาระหว่างความหนาของงาน ที่อยู่ด้านนอก 2 แผ่น ไม่ควรเกิน 2:5:1

ก.3 มาตรฐานในการตรวจสอบสภาพการเชื่อม

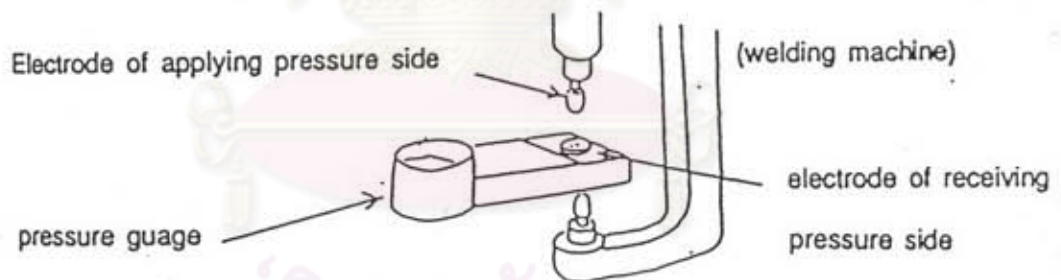
เพื่อเป็นการรักษาสภาพของการเชื่อมให้มีคุณภาพคงที่ และเพิ่มความมั่นใจในการเชื่อมจุด (SPOT WELDING) จึงทำให้มีการตรวจสอบ ดังนี้

1. การวัดกระแสเชื่อม ติดตั้ง TOROIDAL COIL เพื่อทำการวัดกระแสเชื่อม และทำการอ่านค่าตัวเลข โดยจะพิมพ์ค่าลงในกระดาษแถบ ดังรูปที่ ก.10.
2. ทำการวัดแรงกดของตัวอิเล็กโทรด นำเครื่องวัดแรงกดสอดเข้าไประหว่างตัวอิเล็กโทรดทั้งตัวบนและตัวล่าง และทำการเปิดวาล์ว เพื่อให้เกิดแรงดันกดตัวอิเล็กโทรดลงบนเครื่องวัดแรงดัน และทำการอ่านค่าที่หน้าปัดเครื่องวัด ดังรูปที่ ก.11.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.10 แสดงการวัดกระแสเชื่อม



รูปที่ ก.11 แสดงการวัดแรงกดของตัวอิเล็กโทรด

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.4 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาหัวเชื่อมจุด (STANDARD OF ELECTRODE CONTROL)

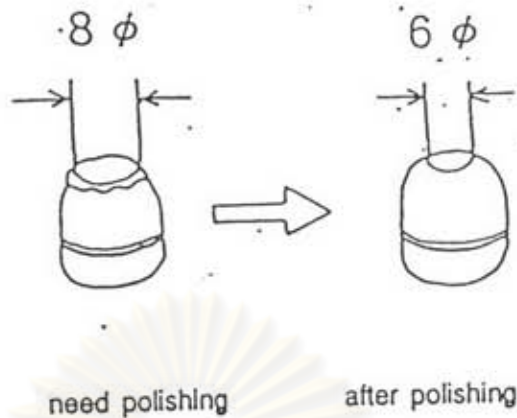
ในการเชื่อมจุด (SPOT WELDING) สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของคุณภาพในงานเชื่อม คือหัวเชื่อมจุด (SPOT WELDING) ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า “อิเล็กโทรด” ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งทองแดงผสม มีลักษณะกลมยาว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ กัน เป็นตัวนำกระแสเชื่อมไปยังโลหะงาน และในขณะเดียวกันก็จะกดแผ่นงานให้ชิดกันในขณะเชื่อม ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบและคอยบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพใช้งานได้อยู่เสมอ ซึ่งพอสรุปเป็นขั้นตอนในการตรวจและบำรุงรักษาได้ดังนี้

การขัดหัวอิเล็กโทรด (ELECTRODE POLISHING)

เส้นผ่านศูนย์กลางของปลายหัวเชื่อมอิเล็กโทรด มีความสำคัญมากในการเชื่อมจุด ถ้าหากผิวหน้าของอิเล็กโทรดบานออกหรือมีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้รอยเชื่อมไม่แข็งแรงและคุณภาพไม่ดี (ดังรูปที่ ก.12) ดังนั้นจึงต้องรักษาเส้นผ่านศูนย์กลางไว้ 6 มิลลิเมตร เพื่อให้เส้นผ่านศูนย์กลางของจุดหลอมละลาย (NUGGET) มีขนาดโตพอเหมาะ ดังรูปที่ ก.12



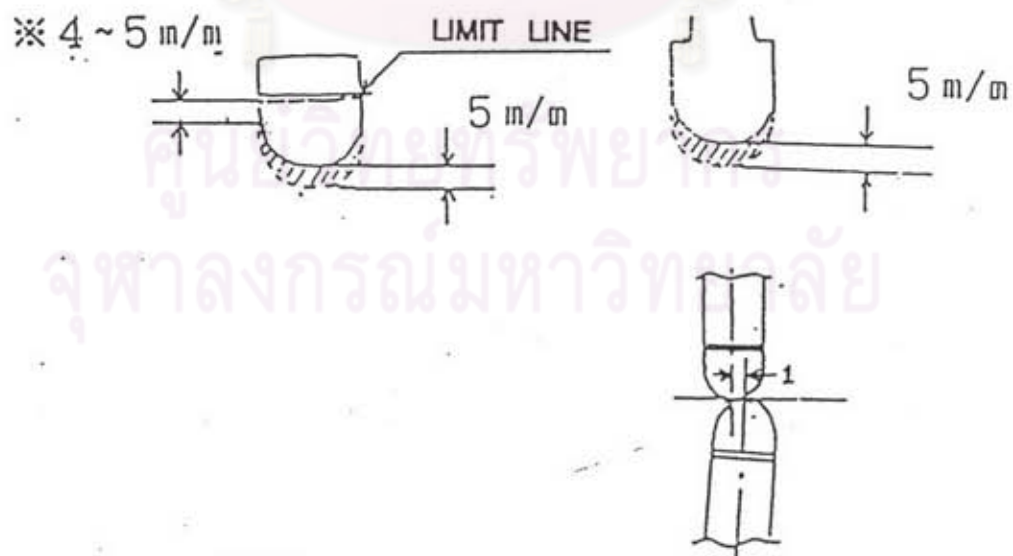
รูปที่ ก.12. แสดงหัวเชื่อมอิเล็กโทรดที่เสื่อมสภาพ



รูปที่ ก.13. แสดงหัวอิเล็กโทรดของเครื่องเชื่อมจุด

ขบวนการในการขัด (POLISHING PROCEDURE)

ตรวจสอบรอยสึกที่อิเล็กโทรด ถ้าอิเล็กโทรดสึกมาก และสั้นลงมากให้เปลี่ยนใหม่ ในการเปลี่ยนอิเล็กโทรดใหม่ทุกครั้ง จะต้องระวังเรื่องศูนย์กลางร่วมและแนวของอิเล็กโทรดตัวบนและตัวล่างจะต้องอยู่ในแนวเดียวกัน ซึ่งยอมให้แนวร่วมศูนย์กลางแตกต่างกันได้ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ถ้าเกินกว่านั้นจะต้องทำการปรับแนวร่วมศูนย์ใหม่ทันที



รูปที่ ก.14. แสดงการปรับหัวอิเล็กโทรดใหม่

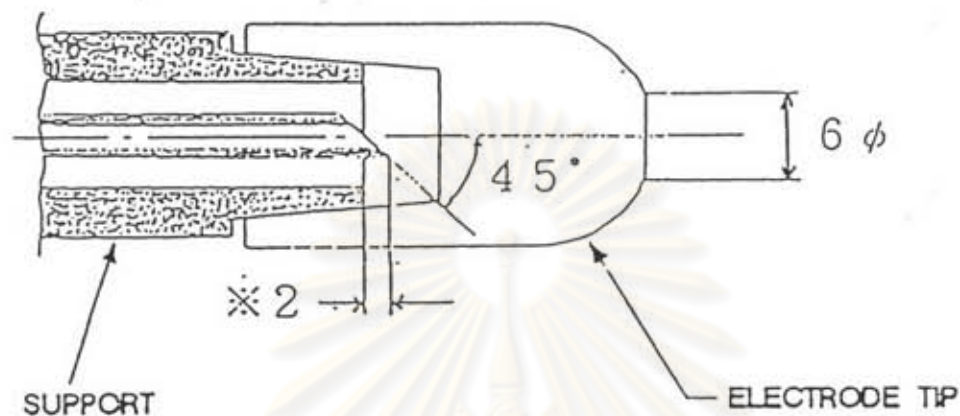


รูปที่ ก.15. แสดงวิธีตรวจสอบปลายอิเล็กโทรด

วิธีการขัดอิเล็กโทรดในกรณีที่มีการสึกกร่อน

1. จับอิเล็กโทรดให้ตั้งตรงและทำการขัดที่ปลายอิเล็กโทรดโดยให้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร โดยใช้ตะไบขัดไปรอบ ๆ หัวอิเล็กโทรด
2. ใช้ตะไบลบรอยเย็นต่าง ๆ รอบหัวอิเล็กโทรดออกให้หมด
3. ตรวจสอบศูนย์กลางร่วมของตัวอิเล็กโทรดตัวบน และตัวล่างให้อยู่ในแนวร่วมศูนย์กลางเดียวกันภายหลังการขัดเรียบร้อยแล้ว ถ้าแนวแกนเอียงเกิน 1 มิลลิเมตร ให้ปรับใหม่ทันที
4. วิธีตรวจสอบขนาดปลายอิเล็กโทรด (ELECTRODE TIP) อยู่ในมาตรฐานขนาด 6 มิลลิเมตร โดยใช้เกจตรวจสอบ วัดที่ปลายหัวอิเล็กโทรด ซึ่งมีขนาดรูโหว่ขนาด 6.5 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร ซึ่งปลายอิเล็กโทรดต้องเล็กกว่า 6.5 มิลลิเมตร แต่ใหญ่กว่ารู 6 มิลลิเมตร จึงจะถือว่าใช้ได้ ดังรูปที่ ก.15

เนื่องจากในการเชื่อมจุด ทำให้เกิดความร้อนจะทำให้ปลายของอิเล็กโทรดเกิดการสึกหรอมาก ดังนั้นจะต้องมีการหล่อเย็นตัวอิเล็กโทรดด้วยน้ำ ดังรูปที่ ก.16



รูปที่ ก.16 แสดงท่อน้ำหล่อเย็นหัวอิเล็กโทรด

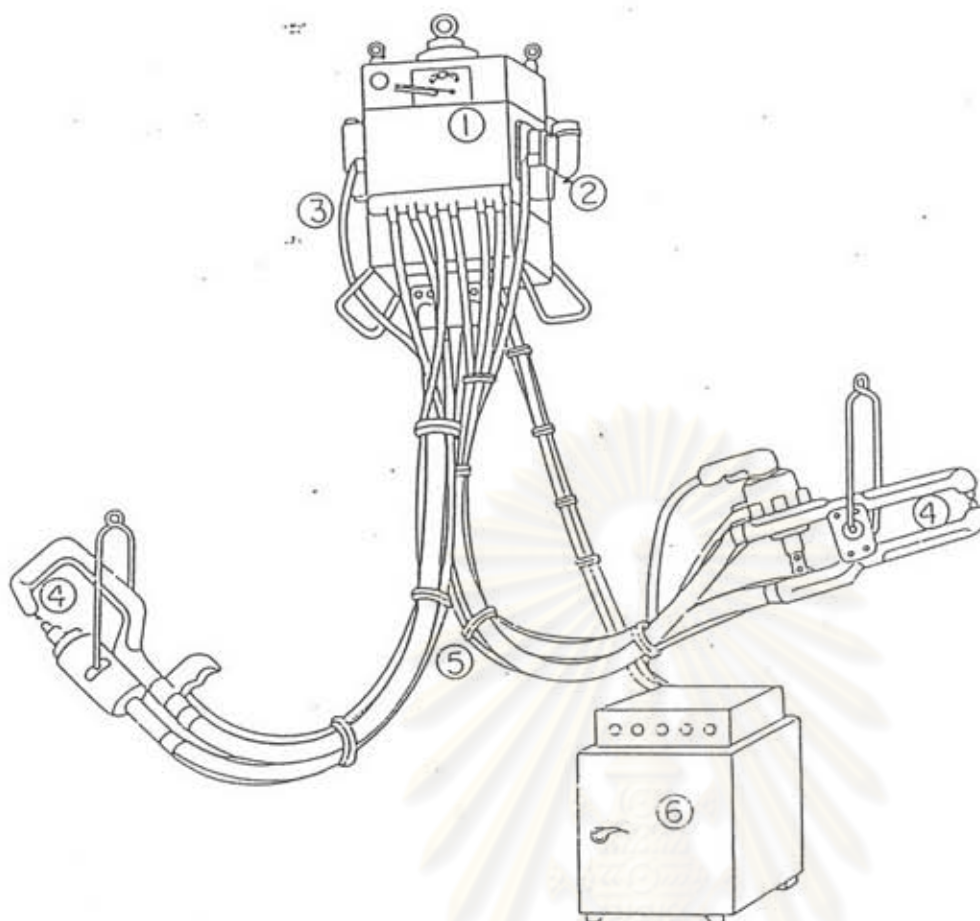
ก.5 การทดสอบคุณภาพชิ้นส่วนรถยนต์จากการเชื่อมประกอบ

ในการทดสอบคุณภาพชิ้นส่วนสำหรับงานเชื่อมประกอบทั้งวิธีการเชื่อมจุด และวิธีการเชื่อมแบบ CO2 ส่วนใหญ่จะใช้วิธีทดสอบแบบทำลายเพื่อต้องการทราบคุณสมบัติทางกลของวัสดุ และความแข็งแรงของรอยเชื่อม โดยการสุ่มตัวอย่างชิ้นงาน และตัดให้มีขนาดพอเหมาะ และนำมาทดสอบโยนหาวิธีที่ไม่ยุ่งยาก และให้ผลแม่นยำ พร้อมทั้งทราบผลได้เร็ว สามารถทำการทดสอบนอกห้องปฏิบัติการได้ ซึ่งมีวิธีทดสอบที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบงานเชื่อมของชิ้นส่วนรถยนต์

1. การทดสอบด้วยวิธีตอกอัด (DRIVER CHECK) เป็นการตรวจสอบความแข็งแรงของการเชื่อมจุด (SPOT WELD) โดยวิธีที่ใช้เหล็กปลายแบนเหมือนไซควง ตอกอัดระหว่างแผ่นชิ้นงาน 2 แผ่นที่เชื่อมจุดอยู่ โดยตอกเหล็กไประหว่างจุดเชื่อม 2 จุด แล้วสังเกตด้วยการมองดู โดยที่แผ่นเหล็กทั้งสองแผ่นจะต้องไม่หลุดจากกันบริเวณจุดที่เชื่อมอยู่

1.1. เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ โดยปกติตัวลิ้มที่ใช้ตอกอัดโดยทั่ว ๆ ไปจะมีรูปร่างตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ในการทดสอบแต่ละงาน โดยทั่ว ๆ ไปจะมีขนาดดังรูปที่ ก.17.

1.2. จุดที่ทำการตรวจ ในการตอกลิ้มเข้าไปในระหว่างจุดเชื่อมหรือตรงไปที่จุดเชื่อม เพื่อทดสอบรอยเชื่อม ดังรูปที่ ก.18.

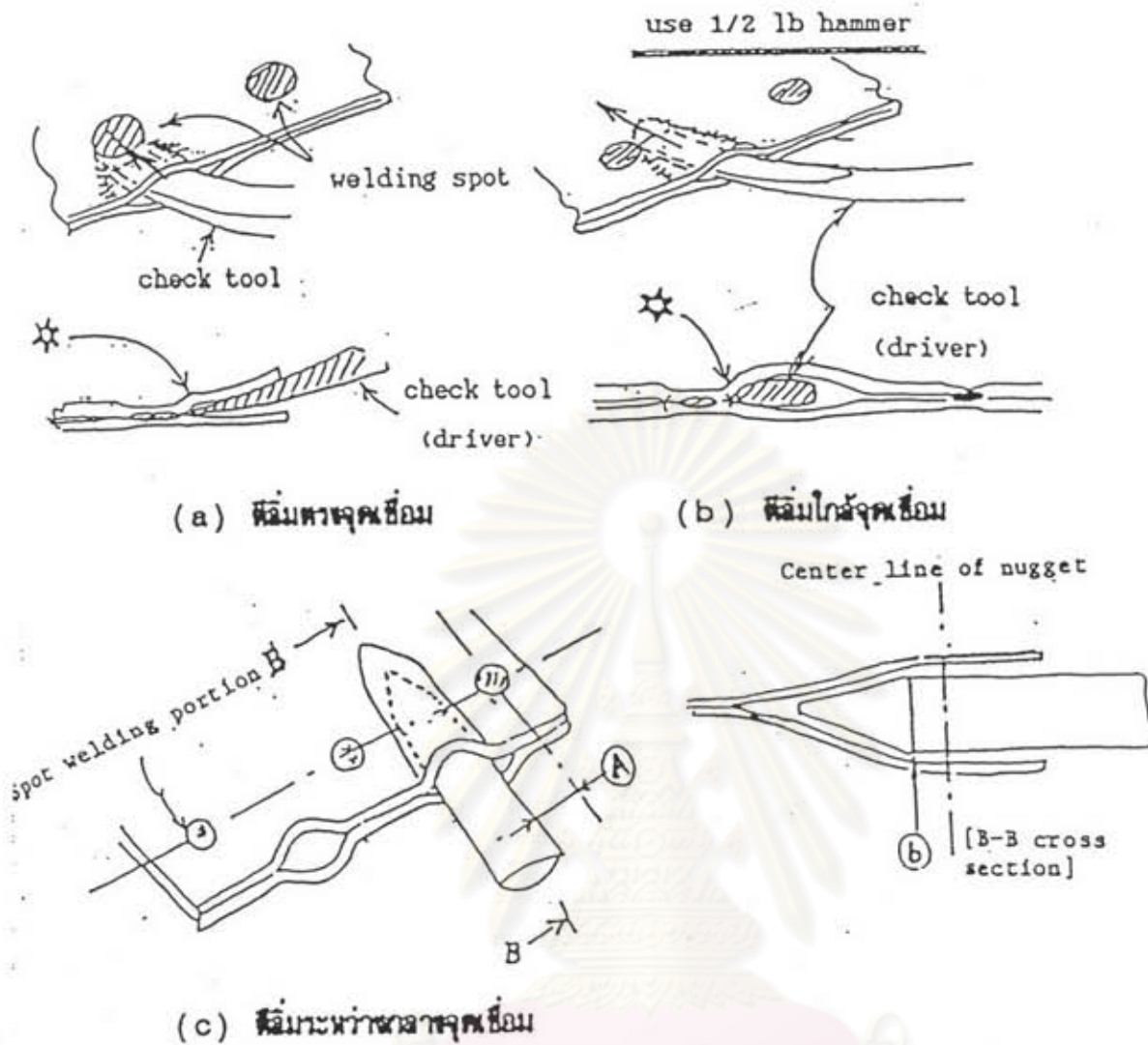


MAINPARTS
WHICH CONSIST
OF THE PORTABLE
SPOT WELDER ARE
AS FOLLOWS

1. Welding Transformer
2. Air piping
3. Water piping
4. Welding GUNS
5. Secondary Cable
6. Timer Contactor

รูปที่ ก.17. แสดงเครื่องมือที่ใช้ดอกอัดเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของการเชื่อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.18. แสดงการตอกลิ่มที่จุดเชื่อมด้วยวิธีต่าง ๆ

การพิจารณาคุณภาพความแข็งแรงของจุดเชื่อม

1. ตีลิ่มตรงจุดเชื่อม การตีลิ่มเข้าไปตรงจุดเชื่อมแต่จะต้องไม่ตีเข้าไปจนชนจุดเชื่อม ซึ่งจะทำให้ฉีกขาดจากกัน (ให้ดูตำแหน่งที่ทำเครื่องหมาย ☆ ไว้)
2. ตีลิ่มใกล้จุดเชื่อม การตีลิ่มเข้าใกล้จุดเชื่อมจะต้องตีเข้าไปให้ห่างจุดเชื่อม บริเวณทำเครื่องหมาย (☆) แล้วขยับตัวลิ่มขึ้นลง เพื่อให้แผ่นเหล็กทั้งสองแผ่นต่างออกตามความเหมาะสม แต่ถ้ากรณีนี้เป็นแผ่นบางจะต้องระวังโดยให้แผ่นเหล็กอ้าออก 10 - 20 องศา จึงจะเหมาะสม
3. ตีลิ่มระหว่างกลางจุดเชื่อม ระยะห่างของ (A) ประมาณ 20 - 40 มิลลิเมตร และความลึกของตัวลิ่มที่ใส่เข้าไป จะต้องเลยจุดศูนย์กลางของจุดเชื่อม (B - B) พอสมควร ซึ่งผลการตรวจสอบทั้ง 3 วิธี จะต้องไม่ทำให้แผ่นเหล็กทั้ง 2 แผ่น หลุดออกจากกัน บริเวณจุดเชื่อมจึงจะถือว่าจุดเชื่อมนั้นมีคุณภาพใช้ได้ ซึ่งวิธีการนี้ยังสามารถใช้ในการหาขนาด

ความโตของจุดหลอมละลายได้ โดยการตอกลิ้มจนเนื้อโลหะทั้งสองหลุดแยกจากกัน แล้วหาความโตของจุดหลอมละลายได้ (NUGGET)

2. การทดสอบด้วยการวัดขนาดของจุดหลอมละลาย (NUGGET DIAMETER) ในการทดสอบความแข็งแรงของการเชื่อมจุดนั้น สามารถทำได้อีกวิธีหนึ่ง โดยการวัดขนาดความโตของจุดหลอมละลาย วิธีนี้จะใช้ในกรณีที่มีการเชื่อมจุดจำนวนหลายแผ่น ซึ่งการทดสอบด้วยวิธีอื่นทำได้ยาก วิธีนี้จะฉีกแผ่นเหล็กที่เชื่อมอยู่ด้วยวิธีลิ้มตอกอัด และวัดความโตของจุดหลอมละลาย

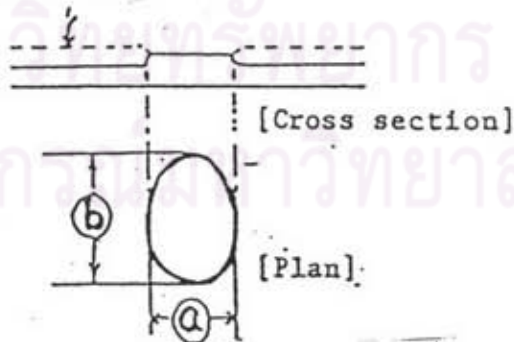
2.1. วิธีการทดสอบตัดตัวอย่างจากชิ้นงานจริงตรงบริเวณจุดเชื่อม และทำการฉีกแผ่นเหล็กที่ติดกันอยู่ออกจากกัน เพื่อทำการวัดจุดหลอมละลาย โดยอาศัยปากกาจับงาน, ลิ้ม (SCREWDRIVER) และค้อนขนาด 1/2 ปอนด์

2.2. วิธีการวัดหลังจากฉีกแผ่นเหล็กออกแล้ว จะมองเห็นจุดหลอมละลายเป็นลักษณะรูปวงรี ให้ทำการวัดด้วยเวอร์เนียตามแนวแกน a และแนวแกนหลัก b แล้วนำค่าวัดทั้ง a และ b มาคำนวณตามสูตรดังนี้ (ตามมาตรฐาน JIS - Z3140) ดังรูป ก.19

$$C = a + b / 2$$

โดยที่ C = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของจุดหลอมละลาย

Copper plate before
peeled off



รูปที่ ก.19. แสดงการวัดค่าความโตของจุดเชื่อม

2.3. การพิจารณาด้านคุณภาพ จากตารางที่ ก.1. ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมมีขนาดมากกว่าค่าในตารางนี้ ถือว่าจุดเชื่อมมีคุณภาพใช้ได้

ความหนา ชิ้นงาน(มม.)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.3	2.6	3.2
ความหนา ชิ้นงาน(มม.)	3.3	3.6	4.0	4.3	4.5	4.8	5.0	5.5	6.0	6.3	7.1	7.7	8.3	9.4

ตารางที่ ก.1. แสดงค่ามาตรฐานของเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อม

หมายเหตุ

*ถ้าความหนาของแผ่นเหล็กหนาเกินกว่า 3.2, เส้นผ่านศูนย์กลางของจุดหลอมละลาย ควรจะเท่ากับ 5 เท่าของความหนาแผ่นเหล็ก

*ในกรณีเชื่อมจุดบนแผ่นเหล็ก 2 หรือ 3 แผ่นขึ้นไป ที่มีความหนาต่างกัน ให้ยึดค่าความหนาของแผ่นเหล็กบาง ในการหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดหลอมละลาย

3. การทดสอบค่าความเค้นแรงเฉือน (SHER STRENGTH TEST) เป็นการทดสอบค่าทนแรงเฉือนของการเชื่อมจุด (SPOT WELDING) ซึ่งทำการทดสอบจากแผ่นทดสอบที่มีขนาดมาตรฐาน ทำจากวัสดุเดียวกันกับชิ้นงาน และความหนาเท่ากับชิ้นงาน ดังรูปที่ ก.20. นำมาเชื่อมจุดติดกันทั้งสองแผ่น แล้วนำมาทดสอบโดยการดึงแรงเฉือนขาด และเปรียบเทียบค่าแรงดึงขาดจากตารางที่กำหนด โดยเปรียบเทียบค่าแรงดึงขาดและความโตของจุดหลอมละลาย, (NUGGET DIAMETER) ซึ่งขนาดของชิ้นทดสอบมีขนาด ตามตารางที่ ก.1.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การทดสอบการทนต่อแรงดึงของรอย spot

ข.1. ขอบเขต

วิธีการทดสอบความแข็งแรงของรอย spot โดยวิธีการดึง (tensile test) ตลอดจนถึงลักษณะและการเตรียมชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน JIT

ข.2. วิธีการทดสอบ

การทดสอบการทนต่อแรงดึงของรอย spot นั้นมี 2 วิธี คือ

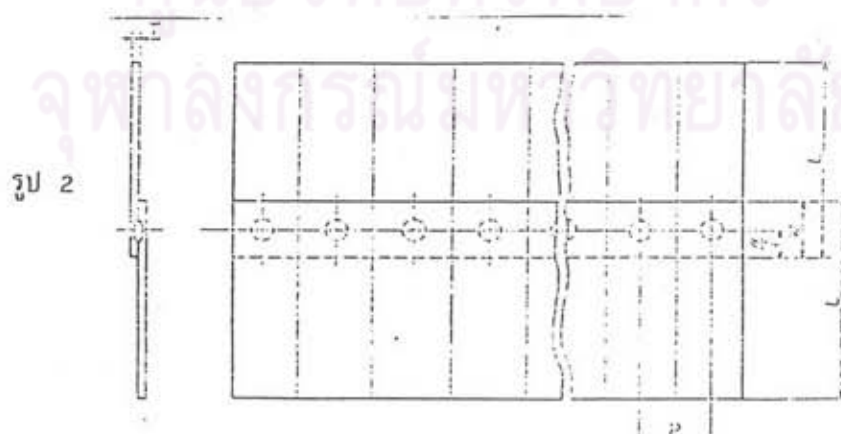
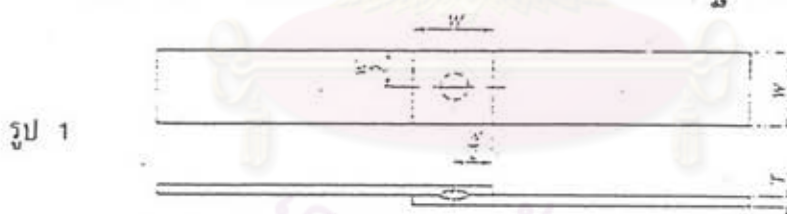
2.1) Tension Shear test

2.2) Tensile test

ข.3. การทดสอบการทนต่อแรงดึงเฉือน (Tension Shear test.)

3.1) ชิ้นงานทดสอบ

3.1.1) Two-plate Lap Joint เป็นการเตรียมชิ้นงานทดสอบในลักษณะ lap-joint โดยใช้ชิ้นงาน 2 ชิ้น ซึ่งในการเตรียมชิ้นงานนั้นควรจะทำการ spot ลงบนวัสดุที่จะนำมาเป็นชิ้นส่วนทดสอบ มาทดสอบไม่ต่ำกว่า 10 จุดซึ่งผ่านขบวนการ อย่างต่อเนื่อง (รูป ข.1) และในแต่ละจุดควรมีระยะห่างกันตามความเหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน (ตารางจากนั้นนำชิ้นงานมาทำการตัดเพื่อนำไปทดสอบ โดยจะต้องตัดชิ้นงานให้ได้ขนาดตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ (รูป ข.2)



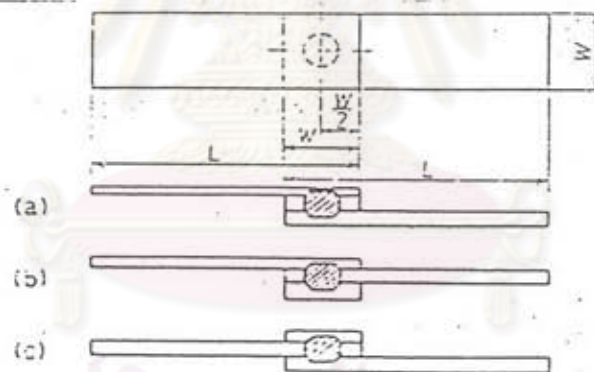
รูปที่ ข.1 ภาพแสดงการเตรียมชิ้นงานแบบ two-plate Lap Joint

Unit: มม.

Nominal thickness of plate T	W	L	P
Under 0.8	20	75	20
0.8 to 1.3 excl.	30	100	30
1.3 to 2.5 excl.	40	125	40
2.5 to 3.5 excl.	50	150	55
3.5 to 4.4 excl.	50	150	70
4.4 to 5.0 incl.	50	150	80

ตารางที่ ข.1 แสดงขนาดของชิ้นงานที่จะใช้ทดสอบ

3.1.2) Three-plate Lap Joint การเตรียมชิ้นงานจะเหมือนกับ two-plate joint



รูปที่ ข.2 ภาพแสดงการเตรียมชิ้นงานแบบ Three-plate Lap Joint

3.2) ข้อควรระวังในการเตรียมชิ้นงาน

3.2.1) การปรับการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า ไม่ควรปรับการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า ระหว่างการเชื่อม ชิ้นงานสำหรับการเชื่อมอย่างต่อเนื่อง ยกเว้นกรณีเครื่องเชื่อมเป็นแบบอัตโนมัติ

3.2.2) ลำดับของการเชื่อม การเชื่อมควรจะทำอย่างต่อเนื่องจากจุดแรกจนถึงจุดสุดท้าย

3.2.3) สิ่งสกปรกบนหัวเชื่อม ในระหว่างทำการเชื่อมผิวหน้าสัมผัสของหัวเชื่อมไม่ควรเป็นสิ่งสกปรกติดอยู่ สำหรับ การเชื่อมเพื่อทำชิ้นงานทดสอบถ้าชิ้นงานเป็นแผ่นเหล็กอย่างน้อยควรเชื่อมเตรียมไว้ 20 จุด ถ้าชิ้นงานเป็น อลูมิเนียม อย่างน้อยควรเตรียมไว้ 10 จุด

3.3) วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบจะทำการทดสอบด้วยเครื่อง Tensile tester ซึ่งสามารถอ่านค่าแรงที่ได้จากค่าแรงสูงสุด** ค่าผิดพลาดของเครื่องอาจเป็น + 3 %

ข.4. การทดสอบการทนต่อแรงดึง (Tensile test)

การทดสอบการทนต่อแรงดึงแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- การทดสอบแบบไม้กางเขน (Cructiform tensile test)
- การทดสอบแบบ U-type

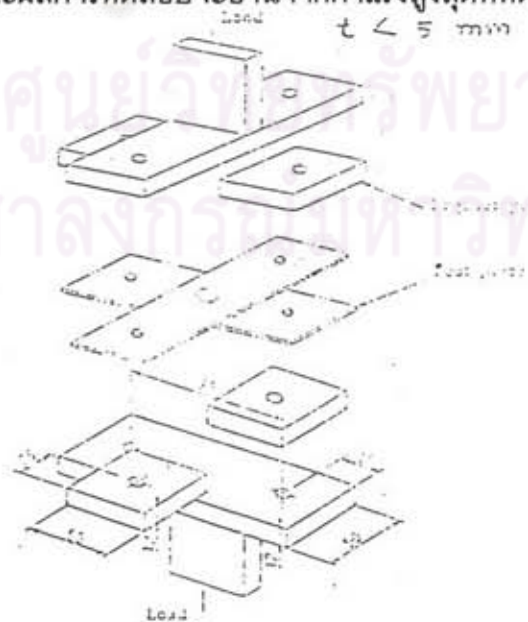
4.1) การทดสอบแบบไม้กางเขน (Cructiform tensile test)

4.1.1) ชิ้นงานทดสอบ เตรียมชิ้นงานดังรูป ข.3



รูปที่ ข.3 การเตรียมชิ้นงาน For Plate Thickness Under 5 มิลลิเมตร

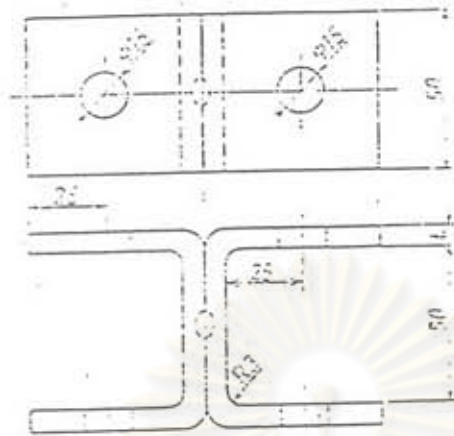
4.1.2) วิธีการทดสอบ ทดสอบโดยเครื่อง tensile test โดยจับยึดชิ้นงานเข้ากับอุปกรณ์ช่วยจับยึดดังรูป ข.4 และผลการทดสอบจะอ่านจากค่าแรงสูงสุดที่ทดสอบได้



รูปที่ ข.4 แสดงการเตรียมชิ้นงานแบบ For Plate Thickness

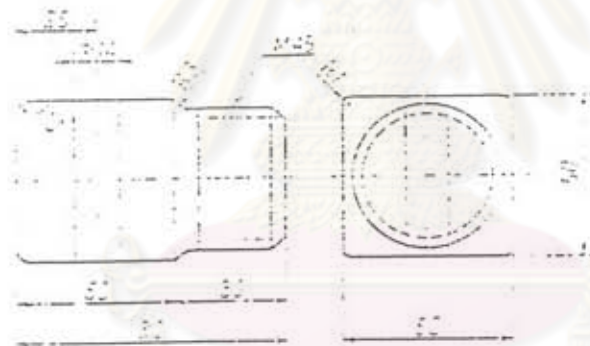
4.2) การทดสอบแบบ (U-type tensile test)

4.2.1) ชิ้นงานทดสอบ เตรียมชิ้นงานทดสอบดังรูป ข.5



รูปที่ ข.5 แสดงอุปกรณ์ช่วยจับยึดชิ้นงานบนเครื่องทดสอบ Tensile Test

4.2.2) วิธีการทดสอบ ทดสอบโดยเครื่อง tensile test โดยจับยึดชิ้นงานเข้ากับอุปกรณ์จับยึดจับยึด (ดังรูป ข.6) ผลการ ทดสอบจะอ่านค่าแรงสูงสุดที่ทดสอบได้



รูปที่ ข.6 แสดงการทดสอบแบบ U-type tensile test

ข.5. การแบ่งชั้น(Grade)ของรอยเชื่อม

การแบ่งชั้นของรอยเชื่อมจะทำการแบ่งแยกตามคุณสมบัติทางกล ดังนี้

Grade A -ต้องการความแข็งแรงพิเศษ

Grade B -ต้องการความแข็งแรง

Grade C -ต้องการคุณสมบัตินอกเหนือจาก A และ B

Grade AF -ต้องการคุณสมบัติเฉพาะของGrade A ในระดับผิวหน้าเดียวกัน

Grade BF -ต้องการคุณสมบัติเฉพาะของGrade B ในระดับผิวหน้าเดียวกัน

Grade CF -ต้องการคุณสมบัติเฉพาะของGrade C ในระดับผิวหน้าเดียวกัน

ข.6 จำนวนชิ้นงานทดสอบที่ใช้ในการทดสอบ

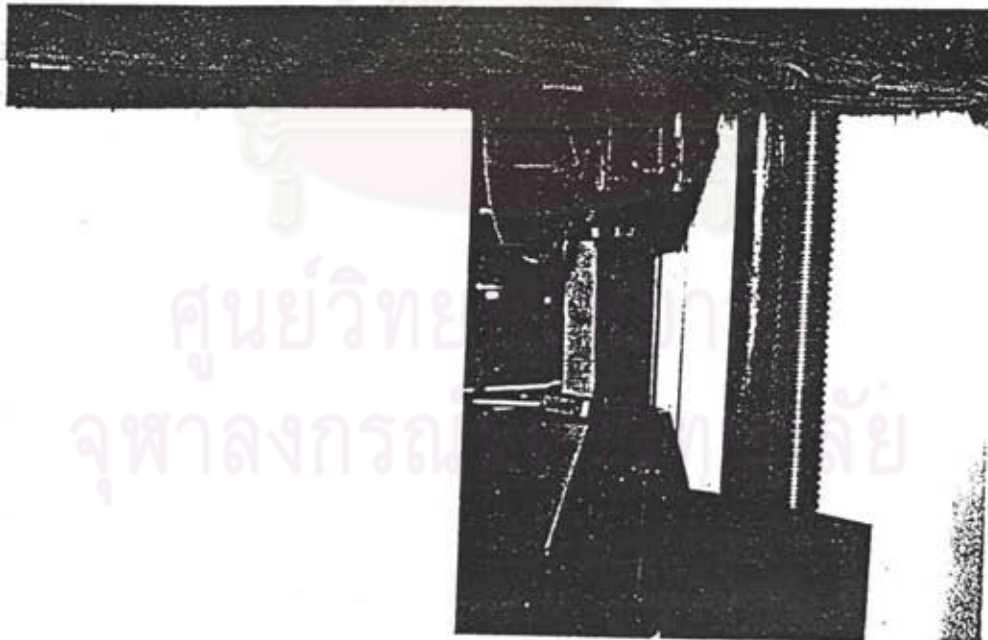
ตารางที่ ข.2 แสดงจำนวนชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ

Grade \ Test item	Appearance test	Evenness test	Section test	Tensile shear test
Grade A	10	-	10	10
Grade B	10	-	5	10
Grade C	-	-	3	-
Grade AF	10	10	10	10
Grade BF	10	10	5	10
Grade CF	10	10	3	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๑.๗. แสดงการทดสอบค่า Shear Strength ของจุดเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 0.8 มิลลิเมตร บนเครื่องทดสอบแรงดึง



รูปที่ ๑.๘. แสดงการทดสอบค่า Shear Strength ของจุดเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร บนเครื่องทดสอบแรงดึง

ข.7 ค่ามาตรฐานแรงดึงสูงสุดในการทดสอบ

ตารางที่ ข.3 แสดงค่ามาตรฐานแรงดึงในการทดสอบ

Unit: kN

Sheet thickness (mm)	Tensile strength of base metal 270 to 370 N/mm ²			
	Grade A and Grade AF		Grade B and Grade BF	
	Minimum	Average	Minimum	Average
0.4	1.03	1.23	0.93	1.13
0.5	1.47	1.72	1.32	1.57
0.6	1.91	2.25	1.77	2.05
0.7	2.45	2.89	2.21	2.60
0.8	2.99	3.53	2.70	3.14
0.9	3.53	4.17	3.19	3.78
1.0	4.17	4.90	3.73	4.41
1.2	5.49	6.42	4.95	5.79
1.4	6.91	8.14	6.23	7.31
1.5	7.65	9.02	6.91	8.09
1.6	8.43	9.91	7.60	8.92
1.8	10.1	11.9	9.07	10.7
2.0	11.8	13.8	10.6	12.5
2.3	14.5	17.1	13.0	15.4
2.5	16.5	19.4	14.8	17.5
2.6	17.5	20.6	15.7	18.5
2.8	19.5	22.9	17.6	20.7
3.0	21.7	25.5	19.5	22.9
3.2	23.8	28.0	21.5	25.2
3.5	26.4	33.4	25.5	30.1
3.8	29.3	35.3	27.8	32.7
4.0	33.3	39.2	33.0	35.3
4.5	39.5	46.8	35.8	42.2
5.0	46.5	54.8	42.0	49.3



ภาคผนวก ค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ค.1 การหาจำนวนซ้ำของหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์จาก OC CURVE

ค.1.1 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 0.8 มิลลิเมตร โดยใช้หัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 6 มิลลิเมตร ใช้กระแสไฟ 9.4 กิโลแอมป์

ตารางที่ ค.1 แสดงข้อมูลของค่า Shear strength ของชิ้นงานทดสอบของกลุ่มการทดลองที่ 1

รอยเชื่อมที่	Shear Strength (Kgf)	T ²
1	1020	64
2	1031	361
3	994	324
4	1011	1
5	982	900
6	1034	484
	X = 1012	2134

จากสมการ

$$\phi = n \sum T^2 / a \sigma^2$$

$$a = 6$$

$$\sigma^2 = 185 \text{ Kgf. (Obara, 1992)}$$

$$\phi^2 = 1.92n$$

ตารางที่ ค.2 แสดงการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมของกลุ่มการทดลองที่ 1 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

n	ϕ^2	ϕ	a(n-1)	B	power (1-B)
2	3.84	1.96	6	0.33	0.67
3	5.76	2.40	12	0.03	0.97

จากค่า OC CURVE พบว่าต้องเก็บข้อมูลซ้ำ = 3 ครั้ง ที่ความเชื่อมั่น 95 %

ค.1.2 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร โดยใช้หัวเชื่อมอิเล็กโทรด
ขนาด 6 มิลลิเมตร ใช้กระแสไฟ 9.6 กิโลแอมป์
ตารางที่ ค.3 แสดงข้อมูลของค่า Shear strength ของชิ้นงานทดสอบของกลุ่มการ
ทดลองที่ 2

รอยเชื่อมที่	Shear Strength (Kgf)	T^2
1	1300	100
2	1282	64
3	1321	961
4	1304	196
5	1275	225
6	1258	1024
	X = 1290	2570

จากสมการ

$$\phi^2 = n \sum T^2 / a \sigma^2$$

$$a = 6$$

$$\sigma^2 = 220 \text{ Kgf. (Obara, 1992)}$$

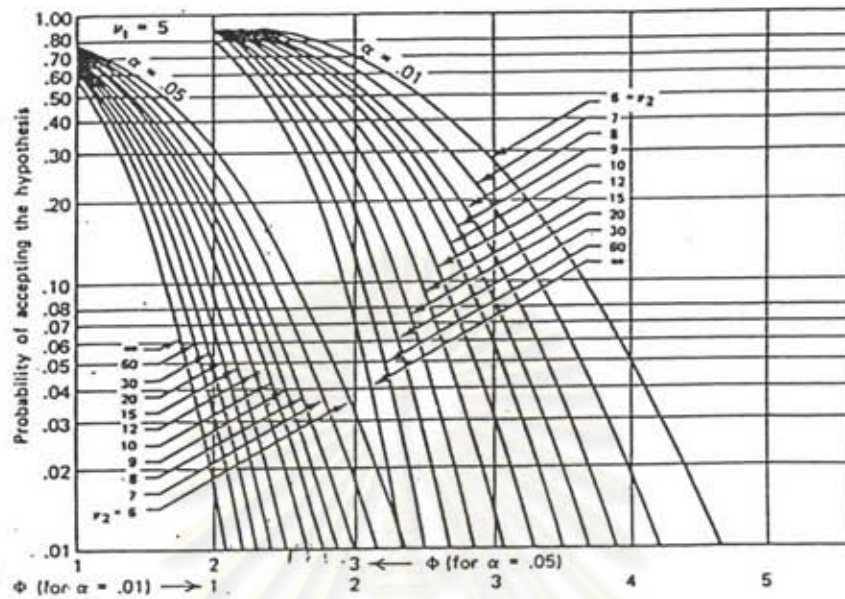
$$\phi^2 = 1.95n$$

ตารางที่ ค.4 แสดงการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมของกลุ่มการทดลองที่ 2 ที่
ระดับความเชื่อมั่น 95 %

n	ϕ^2	ϕ	a(n-1)	B	power (1-B)
2	3.90	1.97	6	0.32	0.68
3	5.85	2.42	12	0.041	0.96

จากค่า OC CURVE พบว่าต้องเก็บข้อมูลซ้ำ = 3 ครั้ง ที่ความเชื่อมั่น 95 %

รูปที่ ค.1 oc curves สำหรับ Fixed effects Model analysis of Variance (Montgomery,1984)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.1.3 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 1.0 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร โดยใช้หัวเชื่อมอิเล็กโทรด

ขนาด 8 มิลลิเมตร ใช้กระแสไฟ 9.7 กิโลแอมป์

ตารางที่ ค.5 แสดงข้อมูลของค่า Shear strength ของชิ้นงานทดสอบของกลุ่มการทดลองที่ 3

รอยเชื่อมที่	Shear Strength (Kgf)	T ²
1	1398	17
2	1401	51
3	1374	393
4	1353	1667
5	1412	330
6	1425	971
	X = 1394	3431

จากสมการ

$$\phi^2 = n \sum T^2 / a \sigma^2$$

$$a = 6$$

$$\sigma^2 = 261 \text{ Kgf. (Obara,1992)}$$

$$\phi^2 = 2.19 n$$

ตารางที่ ค.6 แสดงการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมของกลุ่มการทดลองที่ 3 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

n	ϕ^2	ϕ	a(n-1)	B	power (1-B)
2	4.38	2.09	6	0.28	0.72
3	6.57	2.56	12	0.021	0.98

จากค่า OC CURVE พบว่าต้องเก็บข้อมูลซ้ำ = 3 ครั้ง ที่ความเชื่อมั่น 95 %

ค2 การเพิ่มกระแสไฟทดแทนการตะไบตกแต่งหัวเชื่อม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการบำรุงรักษาหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อต้องการนำไปใช้ในการบำรุงรักษา พิจารณาจากสมการข้างล่าง

$$K = I/A$$

เมื่อ K = ค่าคงที่ที่ใช้ควบคุมอัตราหลอมละลายของเนื้อเหล็กชิ้นงาน

I = กระแสไฟฟ้าในการเชื่อม

A = พื้นที่หน้าตัดของหัวเชื่อม

หลังจากที่ใช้หัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์เชื่อมงานไปได้ระยะหนึ่ง ความร้อนจะทำให้หัวเชื่อมหลอมละลายบานออก ทำให้ค่า K ลดลง ทำให้จุดเชื่อมไม่ได้คุณภาพ การบำรุงรักษาในปัจจุบัน จะต้องหยุดเพื่อตะไบตกแต่งหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อลดค่า A โดยยังใช้ค่า I คงที่เพื่อรักษาให้ค่า K คงที่ ซึ่งวิธีนี้จะตะไบหัวเชื่อมได้ประมาณ 4 - 6 ครั้ง หัวเชื่อมก็จะสึกจนไม่สามารถใช้งานต่อไปได้

ในการทำงานในโรงงานแห่งนี้ จะกำหนดเป็นขั้นตอนการทำงานว่าหลังจากที่เชื่อมชิ้นงานในจำนวนที่ระบุไว้ ให้หยุดเพื่อตะไบตกแต่งหัวเชื่อมก่อนเริ่มงานครั้งต่อไป

การทดสอบคุณภาพของจุดเชื่อมในทางปฏิบัติ เจ้าหน้าที่ของแผนกควบคุมคุณภาพจะใช้วิธีการทดสอบที่เรียกว่า CHISEL โดยการใช้สิ่วเล็ก ๆ ตอกจุดเชื่อมดูว่ามีความแข็งแรงมากพอหรือไม่ ร่วมกับดูเม็ดเกรนของเนื้อเหล็กที่ขาดออกจากกัน

ในการวิจัยครั้งนี้ จะศึกษาในการเพิ่มกระแสไฟฟ้า เพื่อชดเชยให้กับพื้นที่จุดเชื่อมที่ขยายออกเนื่องจากการสึกหรอ เพื่อรักษาในค่า K คงที่ และให้จุดเชื่อมมีคุณภาพ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กับการเชื่อมอัตโนมัติ โดยสามารถเพิ่มไฟได้อีก 2 ชั้น

ผู้วิจัยได้ทดลองหาจำนวนจุดการเชื่อม โดยการเพิ่มกระแสไฟครั้งละ 10 เปอร์เซ็นต์ และทำการเชื่อมและทดสอบโดยวิธี Trial & error เพื่อหาจำนวนจุดเชื่อมที่เหมาะสม โดยทดลองเชื่อมชิ้นงานหนาขนาด 0.8 มิลลิเมตร และ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ขนาด 6 มิลลิเมตร และ 8 มิลลิเมตร ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 เชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรดขนาด 6 มิลลิเมตร โดยใช้ไฟ 9.4 KA และเชื่อมไปจำนวน 500 จุด (ตามเงื่อนไขที่ใช้ในปัจจุบันในโรงงานกรณีศึกษาตัวอย่างแห่งนี้) หลังจากที่เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 500 จุด จะเพิ่มกระแสไฟขึ้นอีก 10 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.3 KA และจะสุ่มตรวจสอบคุณภาพการเชื่อมด้วยวิธี CRISEL ทุก 10 จุดเชื่อม เพื่อดูว่าการเพิ่มกระแสไฟจะสามารถใช้งานได้ต่อไปอีกประมาณกี่จุดเชื่อม

กลุ่มที่ 2 เชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับชิ้นงานหนา 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรดขนาด 6 มิลลิเมตร โดยใช้ไฟ 9.6 KA และเชื่อมไปจำนวน 400 จุด (ตามเงื่อนไขที่ใช้ในปัจจุบันในโรงงานกรณีศึกษาตัวอย่างแห่งนี้) หลังจากที่เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 400 จุด จะเพิ่มกระแสไฟขึ้นอีก 10 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.6 KA และทดสอบเช่นเดียวกับในข้อที่ 1

กลุ่มที่ 3 เชื่อมชิ้นงานหนา 1.0 มิลลิเมตร กับชิ้นงานหนา 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรดขนาด 8 มิลลิเมตร โดยใช้ไฟ 9.7 KA และเชื่อมไปจำนวน 350 จุด (ตามเงื่อนไขที่ใช้ในปัจจุบันในโรงงานกรณีศึกษาตัวอย่างแห่งนี้) หลังจากที่เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 350 จุด จะเพิ่มกระแสไฟขึ้นอีก 10 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.7 KA และทดสอบเช่นเดียวกับในข้อที่ 1

ผลการทดสอบหารอยเชื่อมด้วยวิธี Trial & errors ได้ผลดังตารางที่ ค.2 แล้วนำข้อมูลที่ได้ออกแบบการทดลองต่อไป

ตารางที่ ค.7 แสดงผลการทดสอบหาจุดเชื่อมหลังจากเพิ่มกระแสไฟ และทดสอบจุดเชื่อมด้วยวิธี CHISEL

ชิ้นงานทดสอบ	จำนวนจุดเชื่อมเมื่อเพิ่มกระแสไฟเชื่อมขึ้นอีก ชั้นละ 10 %	
1. ชิ้นงานหนา 0.8 มม. กับชิ้นงานหนา 0.8 มม.	ชั้นที่ 1 : ใช้ไฟ 9.4 KA เชื่อม ชิ้นงานได้ 500 จุด	ชั้นที่ 1 : ใช้ไฟ 10.3 KA เชื่อม ชิ้นงานได้ 1200 จุด
1. ชิ้นงานหนา 0.8 มม. กับชิ้นงานหนา 1.0 มม.	ชั้นที่ 1 : ใช้ไฟ 9.6 KA เชื่อม ชิ้นงานได้ 400 จุด	ชั้นที่ 1 : ใช้ไฟ 10.6 KA เชื่อม ชิ้นงานได้ 650 จุด
1. ชิ้นงานหนา 1.0 มม. กับชิ้นงานหนา 1.0 มม.	ชั้นที่ 1 : ใช้ไฟ 9.7 KA เชื่อม ชิ้นงานได้ 350 จุด	ชั้นที่ 1 : ใช้ไฟ 10.7 KA เชื่อม ชิ้นงานได้ 600 จุด

ค.2.1 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 0.8 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมขนาด 6 มิลลิเมตร

จาก $K = I/A$ เมื่อ $I = 9.4 \text{ KA}$; $A = 28.27 \text{ sq.mm}$

$K = 332.5 \text{ A/sq.mm}$

ใช้ค่า K คงที่เพื่อหาว่าควรเพิ่มกระแสไฟไปเท่าไร

ค.2.1.1 การทดลองเพื่อหาขนาดกระแสไฟที่ต้องเพิ่มในขั้นที่ 1

1. เตรียมหัวเชื่อมอิเล็กโทรด 3 ชุด โดยทำการเชื่อมชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟเชื่อม 9.4 KA เชื่อมชิ้นงานไป 500 จุด และนำหัวเชื่อมอิเล็กโทรดมาวัดขนาดดูว่าสึกบานออกไปเท่าไร

ตารางที่ ค.8. แสดงขนาดหัวเชื่อมที่สึกออกไปเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 500 จุด โดยใช้ไฟ 9.4 KA

หัวเชื่อมอิเล็กโทรด	ขนาดของหัวเชื่อมเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 500 จุด (มิลลิเมตร)
ชุดที่ 1	6.2
ชุดที่ 2	6.2
ชุดที่ 3	6.3
เฉลี่ย	6.233

จาก $K = I/A$ เมื่อ $K = 332.5 \text{ A/sq.mm}$; $A = 30.53 \text{ sq.mm}$

$I = 10,151 \text{ A}$

ใช้ค่า $I = 10.2$ ในการทดลองเชื่อมชิ้นงานในขั้นต่อไป

ค.2.1.2 การทดลองเพื่อหาขนาดกระแสไฟที่ต้องเพิ่มในขั้นที่ 2

1. ใช้หัวเชื่อมอิเล็กโทรดที่ใช้งานมาแล้วจากหัวข้อ ค.2.1.1 นำมาเชื่อมชิ้นงานต่อโดยเพิ่มกระแสไฟเป็น 10.2 KA เชื่อมชิ้นงานไป 1200 จุด และนำหัวเชื่อมอิเล็กโทรดไปวัดขนาด

ตารางที่ ค.9 แสดงขนาดหัวเชื่อมที่สึกออกไปเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 1200 จุด
โดยใช้ไฟ 10.2 KA

หัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์	ขนาดของหัวเชื่อมเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงาน ไปแล้ว 1200 จุด (มิลลิเมตร)
ชุดที่ 1	6.4
ชุดที่ 2	6.5
ชุดที่ 3	6.5
เฉลี่ย	6.47

จาก $K = I/A$ เมื่อ $K = 332.5 \text{ A/sq.mm.}$; $A = 32.84 \text{ sq.mm}$

$$I = 10,919 \text{ A}$$

ใช้ค่า $I = 10.9$ ในการทดลองเชื่อมชิ้นงานในขั้นต่อไป

ค.2.2 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมขนาด 6 มิลลิเมตร

จาก $K = I/A$ เมื่อ $I = 9.6 \text{ KA}$; $A = 28.27 \text{ sq.mm}$

$$K = 332.5 \text{ A/sq.mm}$$

ใช้ค่า K คงที่เพื่อหาว่าควรเพิ่มกระแสไฟไปเท่าไร

ค.2.2.1 การทดลองเพื่อหาขนาดกระแสไฟที่ต้องเพิ่มในขั้นที่ 1

1. เตรียมหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ 3 ชุด โดยทำการเชื่อมชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟเชื่อม 9.6 KA เชื่อมชิ้นงานไป 400 จุด และนำหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์มาวัดขนาดดูว่าสึกบานออกไปเท่าไร

ตารางที่ ค.10 แสดงขนาดหัวเชื่อมที่สึกออกไปเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว
400 จุด โดยใช้ไฟ 9.6 KA

หัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์	ขนาดของหัวเชื่อมเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงาน ไปแล้ว 400 จุด (มิลลิเมตร)
ชุดที่ 1	6.4
ชุดที่ 2	6.4
ชุดที่ 3	6.3
เฉลี่ย	6.37

จาก $K = I / A$ เมื่อ $K = 339.58 \text{ A/sq.mm.}$; $A = 31.84 \text{ sq.mm}$

$$I = 10,810 \text{ A}$$

ใช้ค่า $I = 10.8 \text{ KA}$ ในการทดลองเชื่อมชิ้นงานในขั้นต่อไป

ค.2.2.2 การทดลองเพื่อหาขนาดกระแสไฟที่ต้องเพิ่มในขั้นที่ 2

1. ใช้หัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานมาแล้วจากหัวข้อ ค.2.2.1 นำมาเชื่อมชิ้นงาน
ต่อ โดยเพิ่มกระแสไฟเป็น 10.8 KA เชื่อมชิ้นงานไป 650 จุด และนำหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ไปวัด
ขนาด

ตารางที่ ค.11 แสดงขนาดหัวเชื่อมที่สึกออกไปเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว
650 จุด โดยใช้ไฟ 10.8 KA

หัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์	ขนาดของหัวเชื่อมเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงาน ไปแล้ว 650 จุด (มิลลิเมตร)
ชุดที่ 1	6.6
ชุดที่ 2	6.6
ชุดที่ 3	6.6
เฉลี่ย	6.6

จาก $K = I/A$ เมื่อ $K = 339.58 \text{ A/sq.mm.}$; $A = 34.21 \text{ sq.mm}$

$$I = 11,617 \text{ A}$$

ใช้ค่า $I = 11.6 \text{ KA}$ ในการทดลองเชื่อมชิ้นงานในขั้นต่อไป

ค.2.3 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 1.0 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมขนาด 8 มิลลิเมตร

จาก $K = I/A$ เมื่อ $I = 9.7 \text{ KA}$; $A = 50.265 \text{ sq.mm}$

$$K = 192.977 \text{ A/sq.mm}$$

ใช้ค่า K คงที่เพื่อหาว่าควรเพิ่มกระแสไฟไปเท่าไร

ค.2.3.1 การทดลองเพื่อหาขนาดกระแสไฟที่ต้องเพิ่มในขั้นที่ 1

1. เตรียมหัวเชื่อมอิเล็กโทรด 3 ชุด โดยทำการเชื่อมชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟเชื่อม 9.7 KA เชื่อมชิ้นงานไป 350 จุด และนำหัวเชื่อมอิเล็กโทรดมาวัดขนาดดูว่าสึกบานออกไปเท่าไร

ตารางที่ ค.12 แสดงขนาดหัวเชื่อมที่สึกออกไปเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 350 จุด โดยใช้ไฟ 9.7 KA

หัวเชื่อม อิเล็กโทรด	ขนาดของหัวเชื่อมเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงาน ไปแล้ว 350 จุด (มิลลิเมตร)
ชุดที่ 1	8.5
ชุดที่ 2	8.5
ชุดที่ 3	8.6
เฉลี่ย	6.53

จาก $K = I/A$ เมื่อ $K = 192.977 \text{ A/sq.mm.}$; $A = 57.19 \text{ sq.mm}$

$$I = 11,036 \text{ A}$$

ใช้ค่า $I = 11.0 \text{ KA}$ ในการทดลองเชื่อมชิ้นงานในขั้นต่อไป

ค.2.3.2 การทดลองเพื่อหาขนาดกระแสไฟที่ต้องเพิ่มในชั้นที่ 2

1. ใช้หัวเชื่อมอิลคโตรดที่ใช้งานมาแล้วจากหัวข้อ ค.2.3.1 นำมาเชื่อมชิ้นงานต่อ โดยเพิ่มกระแสไฟเป็น 11.0 KA เชื่อมชิ้นงานไป 600 จุด และนำหัวเชื่อมอิลคโตรดไปวัดขนาด

ตารางที่ ค.13 แสดงขนาดหัวเชื่อมที่สึกออกไปเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 650 จุด โดยใช้ไฟ 11.0 KA

หัวเชื่อมอิลคโตรด	ขนาดของหัวเชื่อมเมื่อใช้เชื่อมชิ้นงานไปแล้ว 1200 จุด (มิลลิเมตร)
ชุดที่ 1	8.9
ชุดที่ 2	8.9
ชุดที่ 3	8.9
เฉลี่ย	8.9

จาก $K = I/A$ เมื่อ $K = 192.977 \text{ A/sq.mm.}$; $A = 62.21 \text{ sq.mm}$

$$I = 12,005 \text{ A}$$

ใช้ค่า $I = 12.0 \text{ KA}$ ในการทดลองเชื่อมชิ้นงานในขั้นต่อไป

จากผลการทดลอง นำค่าที่ได้ไปออกแบบในการทดลองเพื่อเพิ่มไฟให้หัวเชื่อมอิลคโตรดสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ ค.14

ตารางที่ ค.14 แสดงการเพิ่มกระแสไฟเชื่อมแต่ละชั้นในชิ้นงานแต่ละกลุ่ม

ชิ้นงานทดสอบ	การเพิ่มกระแสไฟเชื่อมในแต่ละชั้น		
1. ชิ้นงานหนา 0.8 มม กับชิ้นงานหนา 0.8 มม	ชั้นที่ 1 ใช้ไฟ = 9.4 KA	ชั้นที่ 2 ใช้ไฟ = 10.2 KA	ชั้นที่ 3 ใช้ไฟ = 10.9 KA
1. ชิ้นงานหนา 0.8 มม กับชิ้นงานหนา 1.0 มม	ชั้นที่ 1 ใช้ไฟ = 9.6 KA	ชั้นที่ 2 ใช้ไฟ = 10.8 KA	ชั้นที่ 3 ใช้ไฟ = 11.6 KA
1. ชิ้นงานหนา 1.0 มม กับชิ้นงานหนา 1.0 มม	ชั้นที่ 1 ใช้ไฟ = 9.7 KA	ชั้นที่ 1 ใช้ไฟ = 11.0 KA	ชั้นที่ 1 ใช้ไฟ = 12.0 KA

ค.3 การหาจำนวนซ้ำของสายเคเบิล KICKLESS จาก OC CURVE

ตารางที่ ค.15 แสดงข้อมูลของความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS

ครั้งที่เปลี่ยนหัว เชื่อมอิเล็กทรอนิกส์	จำนวนจุดเชื่อมสะสม	ความต้านทานของ สายเคเบิล (โอห์ม)	T^2
0	0	249	22.56
1	2027	250	14.06
2	4054	251	7.56
3	6081	254	0.06
4	8108	255	1.56
5	10135	256	5.06
6	12162	257	10.56
7	14189	258	18.06
$X = 253.75$			$\Sigma T^2 = 79.5$

จากสมการ

$$\phi^2 = n \Sigma T^2 / a \sigma^2$$

$$a = 8$$

$$\sigma^2 = 3 \text{ M}\Omega$$

$$\phi^2 = 3.31 n$$

ตารางที่ ค.16

n	T^2	σ^2	a(n-1)	B	power (1-B)
2	6.62	2.57	8	0.045	0.955
3	9.93	3.15	16	0	1.00

จาก OC CURVE พบว่าต้องเก็บข้อมูลซ้ำ = 3 ครั้ง ที่ความเชื่อมั่น 95%



ภาคผนวก ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ง.1 การวิเคราะห์ค่าพยากรณ์ของจำนวนจุดเชื่อมของหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละกลุ่มการทดลอง
กลุ่มการทดลองที่ 1

ง.1.1 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ แผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร ด้วย
หัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.4 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 1 เมื่อ
ใช้ไฟ 9.4 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1160	1020	940	1040
51	980	1020	1100	1033
101	1020	985	980	995
151	895	860	930	895
201	989	970	1020	993
251	920	970	955	948
301	870	835	880	862
351	850	928	908	895
401	880	780	800	820
451	820	775	782	792
501	845	844	794	828
551	720	800	650	723
601	711	740	708	720

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1048.29 - 0.5325X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า Y ด้วย 740 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 654 จุดเชื่อม

ง.1.2 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ แผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรดขนาด 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 10.2 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.2 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 1 เมื่อใช้ไฟ 10.2 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1244	1189	1154	1196
51	1150	1111	1087	1116
101	1189	1089	1041	1106
151	1008	1288	978	1091
201	890	1083	1117	1030
251	962	1024	1099	1028
301	996	935	991	974
351	957	958	972	973
401	1117	890	1083	1030
451	1099	962	1024	1028
501	932	971	925	943
551	911	899	974	928
601	894	888	955	912

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1144.4 - 0.389X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า Y ด้วย 740 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 856 จุดเชื่อม

ง.1.3 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ แผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร ด้วยหัว

เชื่อมอิลเลคโทรดขนาด 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 10.9 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.3 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 1 เมื่อใช้ไฟ 10.9 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1202	1184	1159	1182
51	1189	1142	1132	1154
101	1099	1074	1054	1076
151	1151	1187	1107	1148
201	1103	1124	1039	1089
251	1133	1141	1097	1124
301	1116	991	996	1034
351	1098	998	1065	1054
401	1043	967	1027	1012
451	1079	984	1032	1032
501	1022	1004	1007	1011
551	1023	988	1009	1007
601	1010	992	993	998

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1159.19 - 0.2935X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า Y ด้วย 740 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 942 จุดเชื่อม

กลุ่มการทดลองที่ 2

ง.1.4 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร กับแผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตรด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรดขนาด 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.6 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.4 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 2 เมื่อใช้ไฟ 9.6 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1238	1251	1223	1237
51	1218	1245	1215	1226
101	1219	1232	1211	1221
151	1184	1219	1199	1201
201	1171	1194	1181	1182
251	1238	1197	1209	1115
301	1163	975	1134	1091
351	1058	985	1020	1021
401	941	881	939	920
451	898	828	853	860
501	868	817	853	846

หมายเหตุ : ค่าทดสอบที่รอย 501 ที่ได้ พบว่ามีค่า shear strength ต่ำกว่ามาตรฐาน (880 Kgf)

จึงเลิกทำการทดสอบต่อ

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1301.46 - 0.867X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า Y ด้วย 880 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 538 จุดเชื่อม

ง.1.5 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร กับแผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตรด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรดขนาด 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 10.8 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.5 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 2 เมื่อใช้ไฟ 10.8 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1325	1352	1312	1330
51	1330	1315	1319	1321
101	1297	1321	1285	1301
151	1309	1330	1293	1311
201	1267	1309	1255	1277
251	1074	1218	1010	1101
301	1052	1179	1131	1121
351	1007	1151	1087	1082
401	1054	1199	1187	1147
451	1011	1229	1176	1139
501	973	1141	1068	1061
551	983	1021	971	992
601	999	958	1035	997

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1346.24 - 0.593X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า Y ด้วย 880 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 824 จุดเชื่อม

ง.1.6 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร กับแผ่นเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตรด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรดขนาด 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 11.6 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.6 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 2 เมื่อใช้ไฟ 11.6 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1363	1349	1332	1345
51	1331	1326	1302	1320
101	1331	1313	1295	1313
151	1311	1291	1301	1301
201	1321	1275	1271	1289
251	1312	1259	1289	1287
301	1265	1219	1255	1246
351	1164	1200	1191	1185
401	1192	1142	1202	1179
451	1187	1122	1102	1137
501	1146	1178	1135	1153
551	1022	1006	978	1002
601	1143	946	1035	1008

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1380.26 - 0.556X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า X ด้วย 880 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 890 จุดเชื่อม

กลุ่มการทดลองที่ 3

ง.1.7 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร กับแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรดขนาด 8 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.7 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.7 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 3 เมื่อใช้ไฟ 9.7 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1831	1495	1361	1412
51	1402	1359	1302	1354
101	1462	1477	1382	1221
151	1499	1516	1492	1123
201	1257	1001	1119	1069
251	1021	964	1018	1001
301	1021	998	973	997
351	1039	1008	899	982
401	1012	985	988	965
451	1021	898	931	950
501	1402	598	832	944
551	-	-	-	-
601	-	-	-	-

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1324.28 - 0.923X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า Y ด้วย 1044 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 360 จุดเชื่อม

ง.1.8 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร กับแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรด้วยหัวเชื่อมอิลคโตรดขนาด 8 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 11.0 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.8 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 3 เมื่อใช้ไฟ 11.0 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1546	1499	1558	1540
51	1549	1477	1519	1515
101	1477	1309	1426	1404
151	1413	1384	1385	1394
201	1443	1309	1341	1364
251	1463	1087	1389	1313
301	1368	12511	1296	1305
351	1348	1243	1304	1298
401	1300	1262	1296	1286
451	1179	1345	1222	1248
501	1019	1277	1292	1196
551	1041	1186	1076	1101
601	964	1046	972	994

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1528.95 - 0.745X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า Y ด้วย 1044 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 751 จุดเชื่อม

ง.1.9 กรณีเชื่อมแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร กับแผ่นเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรด้วยหัว

เชื่อมอิลคโทรดขนาด 8 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 12.0 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.9 แสดงค่าการทดสอบ shear strength ของจุดเชื่อมของกลุ่มการทดลองที่ 3 เมื่อใช้ไฟ 12.0 กิโลแอมป์

จำนวนจุดเชื่อม	Shear strength (kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	1564	1577	1539	1560
51	1559	1535	1549	1548
101	1501	1462	1497	1487
151	1487	1499	1516	1501
201	1469	1503	1479	1484
251	1429	1482	1467	1459
301	1458	1473	1471	1467
351	1425	1469	1462	1452
401	1344	1401	1377	1360
451	1274	1312	1326	1304
501	1241	1283	1311	1278
551	1213	1199	1221	1211
601	1095	1151	1175	1140

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่า Shear strength กับจำนวนจุดเชื่อม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$Y = 1598.64 - 0.646X$$

เมื่อ X คือจำนวนจุดเชื่อม

Y คือค่า Shear strength

แทนค่า X ด้วย 1044 kgf (JIS Welding,1989) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้จะได้ค่าจำนวนจุดเชื่อมวิกฤติที่ 924 จุดเชื่อม



• ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2 การแสดงค่าประมวลผลทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่ 1

ง.2.1 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตรกับ 0.8 มิลลิเมตรเชื่อมด้วยหัวเชื่อมอิลคโทรด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.4 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.10 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง
จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 1 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.4
กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - test	Significant = .05
Constant (a)	1048.291	19.29445	54.331	Y
Point (X)	-.5325274	.05444222.	-9.782	Y

The critical t - value for d.f. = 11 and alpha = .0500 is 2.20098

Std dev of reg = 36.7233 R = .947 R - Sqrd = .897 Adj R - Sqrd = .888

F - test = 95.678 p - value = .0000 F value from table (alpha = .05) = 4.84

Observation = 13. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.11 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 1
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.4 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1040	1047.76	-7.75	-0.75
51	1033	1021.13	11.86	1.15
101	995	994.50	0.49	0.05
151	895	967.87	-72.80	-8.14
201	993	941.25	51.74	5.21
251	948	914.62	33.37	3.52
301	862	888.00	-26.00	-3.02
351	895	861.37	33.62	3.76
401	820	834.74	-14.74	-1.80
451	792	808.12	-16.12	-2.04
501	828	781.49	46.50	5.62
551	723	754.86	-31.86	-4.41
601	720	728.24	-8.24	-1.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2.2 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตรกับ 0.8 มิลลิเมตร เชื่อมด้วยหัวเชื่อม
 อิเล็กโทรดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 10.2 กิโลแอมป์
 ตารางที่ ง.12 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง
 จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 1 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า
 10.2 กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - test	Significant = .05
Constant (a)	1144.4	18.60	61.51	Y
Point (X)	-0.389011	.052	-7.41	Y

The critical t - value for d.f. = 11 and alpha = .0500 is 2.20098

Std dev of reg = 35.4065 R = .913 R - Sqrd = .833 Adj R - Sqrd = .818

F - test = 54.925 p - value = .0000 F value from table (alpha = .05) = 4.84

Observation = 13. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.13 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 1
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 10.2 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1196	1144.01	51.98	4.35
51	1116	1124.56	-8.56	-0.77
101	1106	1105.111	0.89	0.08
151	1091	1085.66	5.34	0.49
201	1030	1066.21	-36.20	-3.52
251	1028	1046.76	-18.75	-1.82
301	974	1027.31	-53.30	-5.47
351	973	1007.86	-34.85	-3.58
401	1030	988.40	41.59	4.04
451	1024	968.95	59.04	5.74
501	943	949.50	-6.50	-0.69
551	928	930.05	-2.05	-0.22
601	912	910.60	1.39	0.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2.3 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตรกับ 0.8 มิลลิเมตร เชื่อมด้วยหัวเชื่อม
อิเล็กโทรดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 10.9 กิโลแอมป์
ตารางที่ ง.14 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง
จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 1 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า
10.9 กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - teat	Significant = .05
Constant (a)	1159.195	14.84585	78.082	Y
Point (X)	-.2935165	.04188984	-7.007	Y

The critical t - value for d.f. = 11 and alpha = .0500 is 2.20098

Std dev of reg = 28.2562 R = .904 R - Sqrd = .817 Adj R - Sqrd = .800

F - test = 49.096 p - value = .0000 F value from table (alpha = .05) = 4.84

Observation = 13. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.15 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 1
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 10.9 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1182	1158.90	23.09	1.95
51	1154	1144.23	9.77	.85
101	1076	1129.55	-53.54	-4.98
151	1148	1114.87	33.12	2.89
201	1089	1100.20	-11.19	-1.03
251	1124	1085.52	38.47	3.42
301	1034	1070.85	-36.84	-3.56
351	1054	1056.17	-2.17	-.21
401	1012	1041.49	-29.49	-2.91
451	1032	1026.82	5.18	.50
501	1011	1012.14	-1.14	-.11
551	1007	997.46	9.53	.95
601	998	982.79	15.20	1.52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มการทดลองที่ 2

ง.2.4 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรกับ 0.8 มิลลิเมตรเชื่อมด้วยหัวเชื่อมอิลคโตรด

เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.6 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.16 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง

จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 2 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.6 กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - test	Significant = .05
Constant (a)	1324.287	38.80722	34.125	Y
Point (X)	-.9232727	.1308184	-7.058	Y

The critical t - value for d.f. = 9 and alpha = .0E00 is 2.26216

Std dev of reg = 68.6017 R = .920 R - Sqrd = .847 Adj R - Sqrd = .830

F - test = 49.811 p - value = .0001 F value from table (alpha = .05) = 5.12

Observation = 11. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.17 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 2
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.6 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1412	1323.36	88.63	6.28
51	1354	1277.20	76.80	5.67
101	1221	1231.04	-10.03	-.82
151	1123	1184.87	-61.87	-5.51
201	1069	1138.71	-69.70	-6.52
251	1001	1092.55	-91.54	-9.15
301	997	1046.38	-49.38	-4.95
351	982	1000.22	-18.21	-1.86
401	965	954.05	10.94	1.13
451	950	907.89	42.10	4.43
501	944	861.72	82.27	8.72
551	-	815.56	-	-
601	-	769.40	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2.5 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรกับ 0.8 มิลลิเมตรเชื่อมด้วยหัวเชื่อม
 อิเล็กโทรด เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 10.8 กิโลแอมป์
 ตารางที่ ง.18 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง
 จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 2 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า
 10.8 กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - test	Significant = .05
Constant (a)	1528.955	23.15766	66.024	Y
Point (X)	-.7458242	.06534287	-11.414	Y

The critical t - value for d.f. = 11 and alpha = .0500 is 2.20098

Std dev of reg = 44.0762 R = .960 R - Sqrd = .922 Adj R - Sqrd = .915

F - test = 103.28 p - value = .0001 F value from table (alpha = .05) = 4.84

Observation = 13. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยพัชกร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.19 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 2
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.6 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1540	1528.21	11.79	.77
51	1515	1490.92	24.08	1.59
101	1404	1453.63	-49.62	-3.53
151	1394	1416.34	-22.33	-1.6
201	1364	1379.04	-15.04	-1.1
251	1313	1341.75	-28.75	-2.19
301	1305	1304.46	.5384	.04
351	1298	1267.17	30.82	2.38
401	1286	1229.88	56.12	4.36
451	1248	1192.59	55.41	4.44
501	1196	1155.30	40.70	3.40
551	1101	1118.01	-17.00	-1.54
601	994	1080.71	-86.71	-8.72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2.6 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรกับ 0.8 มิลลิเมตรเชื่อมด้วยหัวเชื่อม

อิลคโทรด เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 11.6 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.20 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง

จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 2 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า

11.6 กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - test	Significant = .05
Constant (a)	1598.647	23.17571	68.979	Y
Point (X)	-.6469231	.06539378	-9.893	Y

The critical t - value for d.f. = 11 and alpha = .0500 is 2.20098

Std dev of reg = 44.1105 R = .948 R - Sqrd = .899 Adj R - Sqrd = .890

F - test = 97.866 p - value = .0000 F value from table (alpha = .05) = 4.84

Observation = 13. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.21 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 2
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 11.6 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1560	1598.00	-38.00	-2.44
51	1548	1565.65	-17.65	-1.14
101	1487	1533.31	-46.30	-3.11
151	1501	1500.96	.0384	.00
201	1484	1468.62	15.38	1.04
251	1459	1436.27	22.73	1.56
301	1467	1403.92	63.07	4.30
351	1452	1371.58	80.42	5.54
401	1360	1339.23	20.76	1.53
451	1304	1306.88	-2.88	-.22
501	1278	1274.54	3.46	.27
551	1211	1242.19	-31.19	-2.58
601	1140	1209.85	-69.84	-6.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มการทดลองที่ 3

ง.2.5 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรกับ 1.0 มิลลิเมตรเชื่อมด้วยหัวเชื่อม

อิเล็กโทรด เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.7 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.22 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง

จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 3 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.7

กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - test	Significant = .05
Constant (a)	1301.459	24.74685	52.591	Y
Point (X)	-.8678182	.08342113	-10.403	Y

The critical t - value for d.f. = 9 and alpha = .0500 is 2.26216

Std dev of reg = 43.7464 R = .961 R - Sqrd = .923 Adj R - Sqrd = .915

F - test = 108.22 p - value = .0000 F value from table (alpha = .05) = 5.12

Observation = 11. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.23 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 3
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 9.7 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1237	1300.59	-63.59	-5.14
51	1226	1257.20	-31.20	-2.54
101	1221	1213.81	7.19	.59
151	1201	1170.42	30.58	2.55
201	1182	1127.03	54.97	4.65
251	1115	1083.64	31.36	2.81
301	1091	1040.25	50.75	4.65
351	1021	996.855	24.14	2.36
401	920	953.464	-33.46	-3.64
451	860	910.073	-50.07	-5.82
501	846	866.682	-20.68	-2.44
551	-	823.291	-	-
601	-	779.90	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2.6 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรกับ 1.0 มิลลิเมตรเชื่อมด้วยหัวเชื่อม

อิลคโทรด เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 11.0 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.24 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง
จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 3 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า
11.0 กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - test	Significant = .05
Constant (a)	1346.242	25.84225	52.095	Y
Point (X)	-.5931868	.07291785	-8.135	Y

The critical t - value for d.f. = 11 and alpha = .0500 is 2.20098

Std dev of reg = 49.1858 R = .926 R - Sqrd = .857 Adj R - Sqrd = .845

F - test = 66.178 p - value = .0000 F value from table (alpha = .05) = 4.84

Observation = 13. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.25 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 3
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 11.0 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1330	1345.65	-15.64	-1.18
51	1321	1315.99	5.010	.38
101	1301	1286.33	14.67	1.13
151	1311	1256.67	54.32	4.14
201	1277	1227.01	49.98	3.91
251	1101	1197.35	-96.35	-8.75
301	1121	1167.69	-46.69	-4.17
351	1082	1138.03	-56.03	-5.18
401	1147	1108.37	38.62	3.37
451	1139	1078.71	60.28	5.29
501	1061	1049.05	11.94	1.13
551	992	1019.40	-27.39	-2.76
601	997	989.736	7.26	.73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2.7 จุดเชื่อมของเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตรกับ 1.0 มิลลิเมตรเชื่อมด้วยหัวเชื่อม

อิเล็กโทรด เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 12.0 กิโลแอมป์

ตารางที่ ง.26 แสดงผลการทดสอบค่าสถิติของสมการถดถอยซึ่งใช้พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง

จำนวนจุดเชื่อมกับค่า Shear strength ของกลุ่มทดลองที่ 3 เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 12.0 กิโลแอมป์

Variable	Coefficient	Standard Error	t - test	Significant = .05
Constant (a)	1380.26	19.91604	69.304	Y
Point (X)	-.5567033	.05619615	-9.906	Y

The critical t - value for d.f. = 11 and alpha = .0500 is 2.20098

Std dev of reg = 37.9064 R = .948 R - Sqrd = .899 Adj R - Sqrd = .890

F - test = 98.137 p - value = .0000 F value from table (alpha = .05) = 4.84

Observation = 13. Degrees of freedom for numerator = 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.27 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อถือของสมการถดถอยของกลุ่มการทดลองที่ 3
เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 12.0 กิโลแอมป์

Point	Actual Shear (Kgf)	Predicted Shear (Kgf)	Residual	% Error
1	1345	1379.70	-34.70	-2.58
51	1320	1351.87	-31.86	-2.41
101	1313	1324.03	-11.03	-.84
151	1301	1296.20	4.802	.37
201	1289	1268.36	20.63	1.60
251	1287	1240.53	46.47	3.61
301	11246	1212.69	33.30	2.67
351	1185	1184.86	.1428	.01
401	1179	1157.02	21.97	1.86
451	1137	1129.19	7.81	.69
501	1153	1101.35	51.64	4.48
551	1002	1073.52	-71.51	-7.14
601	1008	1045.68	-37.68	-3.74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ๑

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

การทดสอบความน่าเชื่อถือของคุณภาพจุดเชื่อม

จ.1 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 0.8 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิลคโตรด ขนาด 6 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 9.4 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 654 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ จ.1 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 589

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
589	860	843	867	853

Std. 740

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ จ.2 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 621

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
621	743	739	769	747

Std. 740

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9 เพราะกรณีที่ใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย 0.95 พบว่ามีค่า Shear strength ค่าที่น้อยกว่า 740 Kg

จ.2 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 0.8 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรด
ขนาด 6 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 10.2 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 856 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ ๑.3 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 770

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
770	965	941	939	948

Std. 740

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ ๑.4 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 813

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
813	850	790	779	806

Std. 740

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95 เพราะได้จุดเชื่อมที่มีความแข็งแรงกว่า 740 Kgf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.3 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 0.8 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิลคโตรด ขนาด 6 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 10.9 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 942 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ ๑.๕ แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 847

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
847	1010	1057	1022	1030

Std. 740

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ ๑.๖ แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 895

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
895	841	870	799	836

Std. 740

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95 เพราะได้จุดเชื่อมที่มีความแข็งแรงกว่า 740 Kgf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑.4 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรด ขนาด 6 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 9.7 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 360 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ ๑.7 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 324

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
324	1079	1063	1054	1065

Std. 1044

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ ๑.8 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 342

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
342	1060	1040	1047	1049

Std. 1044

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9 เพราะกรณีที่ใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย 0.95 พบว่ามีค่า Shear strength บางค่าที่น้อยกว่า 1044 Kgf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.5 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรด ขนาด 6 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 11.0 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 751 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ ๑.๙ แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 676

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
676	1140	1086	1111	1112

Std. 1044

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ ๑.10 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 713

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
713	1048	1072	1040	1066

Std. 1044

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9 เพราะกรณีที่ใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย 0.95 พบว่ามีค่า Shear strength 1 ค่าที่น้อยกว่า 1044 Kgf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.6 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 0.8 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิเล็กโทรด
ขนาด 6 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 12.0 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 924 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ ๑.10 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 831

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
831	1189	1150	1167	1168

Std. 1044

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ ๑.12 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 877

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
877	1100	1086	1033	1076

Std. 1044

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9 เพราะกรณีที่ใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย 0.95
พบว่าค่า Shear strength 1 ค่าที่น้อยกว่า 1044 Kgf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.7 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 1.0 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิลคโตรด ขนาด 8 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 9.6 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 538 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ จ.13 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 484

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
484	937	926	902	921

Std. 880

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ จ.14 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 511

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
511	901	892	884	892

Std. 880

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9 เพราะกรณีที่ใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย 0.95 พบว่ามีค่า Shear strength 1 ค่าที่น้อยกว่า 880 Kgf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.8 กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 1.0 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิลคโตรด ขนาด 8 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 10.8 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 824 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ จ.15 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 741

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
741	1020	1002	1006	1009

Std. 880

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ จ.16 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 782

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
782	940	876	894	903

Std. 880

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9 เพราะกรณีที่ใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย 0.95 พบว่ามีค่า Shear strength 1 ค่าที่น้อยกว่า 880 Kgf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑.๙ กรณีเชื่อมชิ้นงานหนา 1.0 มิลลิเมตร กับ 1.0 มิลลิเมตร ด้วยหัวเชื่อมอิลคโตรด
ขนาด 8 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 11.6 กิโลแอมป์ เชื่อมชิ้นงานได้จำนวน 890 จุด

ก. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9

ตารางที่ ๑.17 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 801

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
801	1037	1010	1001	1016

Std. 880

ข. กรณีใช้ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.95

ตารางที่ ๑.18 แสดงค่าการทดสอบ Shear strength ของจุดเชื่อมที่ 845

จุดเชื่อมที่	Shear strength (Kgf)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
845	941	892	863	898

Std. 880

ควรใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย = 0.9 เพราะกรณีที่ใช้แฟกเตอร์ความปลอดภัย 0.95
พบว่ามีค่า Shear strength 1 ค่าที่น้อยกว่า 880 Kgf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.

ตารางที่ ฉ.1 แสดงผลการติดตั้งระบบเชื่อม Step Up ให้สถานีการผลิตของกลุ่มชิ้นงานเหล็กหนา 0.8มม.กับ 0.8 มม. หัวเชื่อมอิลเลคโตรด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม.

ลำดับ ที่	ขบวนการ	จำนวนจุดเชื่อม ต่อหน่วยผลิต(จุด)	กระแสไฟฟ้าใน รอบแรก(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสอง(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสาม(KA)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบแรก(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสอง(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสาม(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ทั้งสิ้น(จุด)	จำนวนตัวถัง ที่เชื่อมได้(คัน)	อายุใช้งานต่อการเปลี่ยน หัวเชื่อมหนึ่งครั้ง(ชม.)	จำนวนหัวเชื่อมที่ ใช้ต่อ 1 เดือน(หัว)
1	DOOR LH AFTER HEM	6	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	368	14.7	24
2	DOOR LH AFTER HEM	6	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	368	14.7	24
3	FR FLOOR 2 RH	44	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	50	2.0	180
4	FR DOOR INNER S/A LH	14	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	158	6.3	57
5	FR DOOR INNER S/A LH	8	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	276	11.0	33
6	HOOD	21	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	105	4.2	86
7	SIDE DECK RH	4	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	551	22.1	16
8	SIDE DECK LH	4	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	551	22.1	16
9	OUTER PANEL RR BODY SIDE RH	25	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	88	3.5	102
10	OUTER PANEL RR BODY SIDE LH	25	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	88	3.5	102
11	OUTER PANEL RR BODY SIDE RH	33	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	67	2.7	135

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวนจุดเชื่อม ต่อหน่วยผลิต(จุด)	กระแสไฟฟ้าใน รอบแรก(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสอง(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสาม(KA)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบแรก(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสอง(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสาม(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ทั้งสิ้น(จุด)	จำนวนตัวถัง ที่เชื่อมได้(คัน)	อายุใช้งานต่อการเปลี่ยน หัวเชื่อมหนึ่งครั้ง(ชม.)	จำนวนหัวเชื่อมที่ ใช้ต่อ 1 เดือน(หัว)
12	OUTER PANEL RR BODY SIDE LH	30	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	74	2.9	122
13	RR ENPORT OUTER RH	6	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	368	14.7	24
14	RR ENPORT OUTER RH	6	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	368	14.7	24
15	INNER WALL RH	22	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	100	4.0	90
16	INNER WALL LH	23	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	96	3.8	94
17	TAIL GATE OUTER AFTER HEM POST	18	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	123	4.9	73
18	TAIL GATE OUTER AFTER HEM POST	18	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	123	4.9	73
19	INNER WALL LH	53	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	42	1.7	216
20	HIGH STAND	4	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	551	22.1	16
21	HEADER BOARD	3	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	735	29.4	12
22	HEADER BOARD	3	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	735	29.4	12
23	POP RAIL RH	13	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	170	6.8	53

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขบวนการ	จำนวนจุดเชื่อม ต่อหน่วยผลิต(จุด)	กระแสไฟฟ้าใน รอบแรก(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสอง(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสาม(KA)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบแรก(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสอง(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสาม(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ทั้งสิ้น(จุด)	จำนวนตัวถัง ที่เชื่อมได้(คัน)	อายุใช้งานต่อการเปลี่ยน หัวเชื่อมหนึ่งครั้ง(ชม.)	จำนวนหัวเชื่อมที่ ใช้ต่อ 1 เดือน(หัว)
24	RAIL POIL GATE BOTTOM S/A	13	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	170	6.8	53
25	INNER WALL RH	53	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	42	1.7	216
26	POP RAIL LH	11	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	200	8.0	45
27	TAIL GATE INNER S/A	57	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	39	1.5	233
28	TAIL GATE INNER S/A	12	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	184	7.4	49
29	BIG GUN	46	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	48	1.9	188
30	BIG GUN	46	9.4	10.2	10.9	588	770	847	2,205	48	1.9	188

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.2 แสดงผลการติดตั้งระบบเชื่อม Step Up ให้สถานีการผลิตของกลุ่มชิ้นงานเหล็กหนา 0.8มม. กับ 1.0 มม. หัวเชื่อมอิลเลคโตรด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม.

ลำดับ ที่	ขบวนการ	จำนวนจุดเชื่อม ต่อหน่วยผลิต(จุด)	กระแสไฟฟ้าใน รอบแรก(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสอง(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสาม(KA)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบแรก(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสอง(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสาม(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ทั้งสิ้น(จุด)	จำนวนตัวถัง ที่เชื่อมได้(คัน)	อายุใช้งานต่อการเปลี่ยน หัวเชื่อมหนึ่งครั้ง(ชม.)	จำนวนหัวเชื่อมที่ ใช้ต่อ 1 เดือน(หัว)
1	SIDE MEMBER LH	31	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	65	2.6	138
2	SIDE MEMBER LH	3	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	675	27.0	13
3	OTR PILLAR B-CAB S/A RH	13	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	156	6.2	58
4	OTR PILLAR B-CAB S/A RH	35	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	58	2.3	155
5	COWL TOP S/A	38	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	53	2.1	169
6	COWL TOP S/A	10	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	203	8.1	44
7	SIDE MEMBER S/A FR PILLAR RH	20	9.6	10.8	11.6	484	741	901	2,126	106	4.3	85
8	SIDE MEMBER S/A FR PILLAR RH	34	9.6	10.8	11.6	484	741	901	2,126	63	2.5	144
9	MAIN BODY 2	22	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	92	3.7	98
10	QTR PILLAR B-CAB S/A RH	35	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	58	2.3	155
11	MAIN BODY 1 RH	6	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	338	13.5	27
12	ROOF	27	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	75	3.0	120
13	MAIN BODY 1 RH	5	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	405	16.2	22

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวนจุดเชื่อม ต่อหน่วยผลิต(จุด)	กระแสไฟฟ้าใน รอบแรก(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสอง(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสาม(KA)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบแรก(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสอง(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสาม(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ทั้งสิ้น(จุด)	จำนวนตัวถัง ที่เชื่อมได้(คัน)	อายุใช้งานต่อการเปลี่ยน หัวเชื่อมหนึ่งครั้ง(ชม.)	จำนวนหัวเชื่อมที่ ใช้ต่อ 1 เดือน(หัว)
14	MAIN BODY 1 RH	2	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	1,013	40.5	9
15	MAIN BODY 1 RH	25	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	81	3.2	111
16	MAIN BODY 1 RH	2	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	1,013	40.5	9
17	MAIN BODY 1 RH	25	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	81	3.2	111
18	SIDE MEMBER S/A RH	25	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	81	3.2	111
19	SIDE MEMBER S/A RH	25	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	81	3.2	111
20	SIDE MEMBER S/A LH	25	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	81	3.2	111
21	SIDE MEMBER S/A LH	25	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	81	3.2	111
22	ADDITION HIGH 1 RH	29	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	70	2.8	129
23	ADDITION HIGH 1 RH	33	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	61	2.5	147
24	BACK PANEL	64	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	32	1.3	284
25	ADDITION HIGH 2 RH	4	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	507	20.3	18
26	ADDITION HIGH 2 RH	9	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	225	9.0	40
27	ADDITION LOWW RH	10	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	203	8.1	44
28	ADDITION LOWW RH	9	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	225	9.0	40
29	ADDITION HIGH 1 LH	26	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	78	3.1	115

ตารางที่ ๑.2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ขบวนการ	จำนวนจุดเชื่อม ต่อหน่วยผลิต(จุด)	กระแสไฟฟ้าใน รอบแรก(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสอง(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสาม(KA)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบแรก(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสอง(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสาม(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ทั้งสิ้น(จุด)	จำนวนตัวถัง ที่เชื่อมได้(คัน)	อายุใช้งานต่อการเปลี่ยน หัวเชื่อมหนึ่งครั้ง(ชม.)	จำนวนหัวเชื่อมที่ ใช้ต่อ 1 เดือน(หัว)
30	ADDITION HIGH 1 LH	31	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	65	2.6	138
31	DOOR RH AFTER HEM	12	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	169	6.8	53
32	DOOR RH AFTER HEM	7	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	289	11.6	31
33	DOOR RH AFTER HEM	7	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	289	11.6	31
34	ADDITION HIGH 2 LH	24	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	84	3.4	107
35	ADDITION HIGH 2 LH	9	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	225	9.0	40
36	FR DOOR INNER S/A RH	14	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	145	5.8	62
37	FR DOOR INNER S/A RH	8	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	253	10.1	36
38	ADDITION LOW LH	7	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	289	11.6	31
39	ADDITION LOW LH	11	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	184	7.4	49
40	BUMPER	17	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	119	4.8	76
41	DOOR LH AFTER HEM	12	9.6	10.8	11.6	484	741	801	2,026	169	6.8	53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.3 แสดงผลการติดตั้งระบบเชื่อม Step Up ให้สถานีการผลิตของกลุ่มชิ้นงานเหล็กหนา 1.0 มม.กับ 1.0 มม. หัวเชื่อมอิลเลคโตรด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม.

ลำดับ ที่	ขบวนการ	จำนวนจุดเชื่อม ต่อหน่วยผลิต(จุด)	กระแสไฟฟ้าใน รอบแรก(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสอง(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสาม(KA)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบแรก(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสอง(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสาม(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ทั้งสิ้น(จุด)	จำนวนตัวถัง ที่เชื่อมได้(คัน)	อายุใช้งานต่อการเปลี่ยน หัวเชื่อมหนึ่งครั้ง(ชม.)	จำนวนหัวเชื่อมที่ ใช้ต่อ 1 เดือน(หัว)
1	DASHPANEL	30	9.70	11	12	324	675	831	1,830	61	2.4	148
2	FR.FLOOR 1	39	9.70	11	12	324	675	831	1,830	47	1.9	192
3	FR.FLOOR 1RH	17	9.70	11	12	324	675	831	1,830	108	4.3	84
4	FR.FLOOR 1RH	29	9.70	11	12	324	675	831	1,830	63	2.5	143
5	FR.FLOOR 1RH	17	9.70	11	12	324	675	831	1,830	108	4.3	84
6	FR.FLOOR 1RH	29	9.70	11	12	324	675	831	1,830	63	2.5	143
7	FR.FLOOR 1RESPOT	18	9.70	11	12	324	675	831	1,830	102	4.1	89
8	FR.FLOOR 1RESPOT	10	9.70	11	12	324	675	831	1,830	183	7.3	49
9	RR.FLOOR S/A 1	39	9.70	11	12	324	675	831	1,830	47	1.9	192
10	RR.FLOOR S/A 1	42	9.70	11	12	324	675	831	1,830	44	1.7	207
11	UNDER BODY 1 RH	14	9.70	11	12	324	675	831	1,830	131	5.2	69
12	RR.FLOOR S/A 2	72	9.70	11	12	324	675	831	1,830	25	1.0	354
13	RR.FLOOR S/A 2	24	9.70	11	12	324	675	831	1,830	76	3.1	118
14	UNDER BODY 2 RH	9	9.70	11	12	324	675	831	1,830	203	8.1	44
15	FR.FLOOR S/A 2	60	9.70	11	12	324	675	831	1,830	31	1.2	295
16	RADIATOR SUPPORT S/A	56	9.70	11	12	324	675	831	1,830	33	1.3	275

ตารางที่ ๑.3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รบวนกร	จำนวนจุดเชื่อม ต่อหน่วยผลิต(จุด)	กระแสไฟฟ้าใน รอบแรก(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสอง(KA)	กระแสไฟฟ้าใน รอบสาม(KA)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบแรก(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสอง(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ในรอบสาม(จุด)	จำนวนจุดเชื่อม ทั้งสิ้น(จุด)	จำนวนตัวถัง ที่เชื่อมได้(คัน)	อายุใช้งานต่อการเปลี่ยน หัวเชื่อมหนึ่งครั้ง(ชม.)	จำนวนหัวเชื่อมที่ ใช้ต่อ 1 เดือน(หัว)
17	UNDER BODY 1 LH	14	9.70	11	12	324	675	831	1,830	131	5.2	69
18	UNDER BODY 2 RH	27	9.70	11	12	324	675	831	1,830	68	2.7	133
19	UNDER BODY 2 RH	6	9.70	11	12	324	675	831	1,830	305	12.2	30
20	UNDER BODY 2 LH	9	9.70	11	12	324	675	831	1,830	203	8.1	44
21	QPR PILLAR C-CAB RH	35	9.70	11	12	324	675	831	1,830	52	2.1	172
22	QPR PILLAR C-CAB RH	4	9.70	11	12	324	675	831	1,830	458	18.3	20
23	SIDE MEMBER S/A RH	31	9.70	11	12	324	675	831	1,830	59	2.4	152
24	SIDE MEMBER S/A RH	3	9.70	11	12	324	675	831	1,830	610	24.4	15
25	UNDER BODY 2 LH	27	9.70	11	12	324	675	831	1,830	68	2.7	133
26	UNDER BODY 2 LH	8	9.70	11	12	324	675	831	1,830	229	9.2	39
27	SIDE MEMBER S/A FR PILLAR RH	35	9.70	11	12	324	675	831	1,830	52	2.1	172

ศูนย์วิทยพักร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข.1 ข้อมูลการวัดความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS ที่เสื่อมสภาพจนทำให้เกิดการหยุด
สายการผลิตของกลุ่มทดลองต่าง ๆ

กลุ่มการทดลองที่ 1

ข.1.1 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร ในขบวนการเชื่อมเหล็ก
หนา 0.8 มิลลิเมตร กับเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร ข้อมูลการวัดความต้านทานที่เสื่อมสภาพดัง
แสดงในตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 แสดงข้อมูลการวัดความต้านทานที่เสื่อมสภาพของกลุ่มทดลองที่ 1 สาย
เคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร

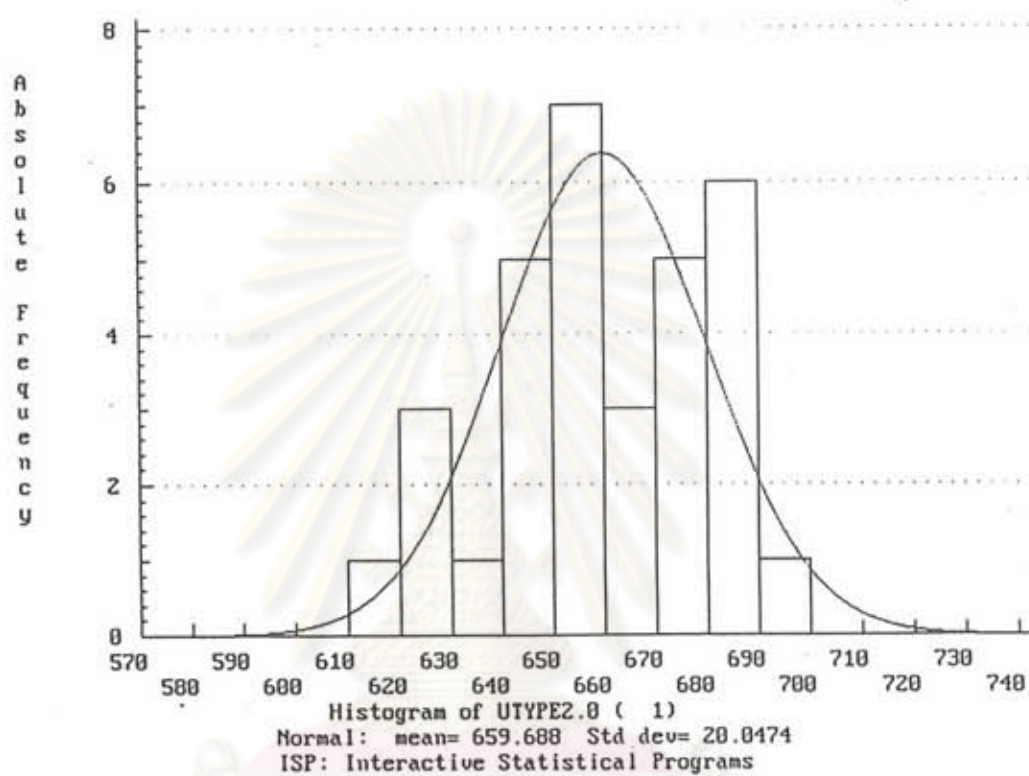
ลำดับที่	ความต้านทานที่เสื่อมสภาพ (ไมโครโอม)
1	654
2	676
3	671
4	684
5	670
6	644
7	665
8	671
9	652
10	646
11	695
12	658
13	653
14	684
15	629
16	638
17	647

ตารางที่ ข.1 แสดงข้อมูลการวัดความต้านทานที่เสื่อมสภาพของกลุ่มทดลองที่ 1 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร (ต่อ)

ลำดับที่	ความต้านทานที่เสื่อมสภาพ (ไมโครโอห์ม)
18	624
19	682
20	659
21	683
22	645
23	645
24	685
25	629
26	669
27	652
28	671
29	687
30	667
31	617
32	658

จำนวนข้อมูล $N = 32$ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) = 659.69

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) = 20.05



รูปที่ ข.1 แสดงการกระจายความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2. แสดงการทดสอบภาวะรูปสัณนิท (Chi - square Goodness of Fit Test) ของการกระจายความถี่ของข้อมูลค่าความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร

Observed (O) Frequencies	Expected (E) Frequencies	(O - E)	(O - E) ²	(O - E) ² /E
5.	5.22	-.22	.0	.009
12.	10.98	1.02	1.0	.094
3.	6.09	-3.09	9.5	1.567
12.	9.71	2.29	5.2	.539
				2.2102

The computed chi - square value is +2.21020 for which the p - value is .1371.

At alpha = .05 the critical chi - square value = 3.814. Degree of freedom = 1.

การคำนวณ

1. สมมติฐาน

H_0 : การแจกแจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร เป็นการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : การแจกแจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร ไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ

2. ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ $\alpha = 0.05$

3. บริเวณวิกฤต $\chi^2 > 3.841$ ที่องศาความเป็นอิสระ = 1

4. ค่าสถิติจากตัวอย่าง $\chi^2 = 2.2102$

5. สรุปผลค่าสถิติจากตัวอย่างไม่ตกอยู่ในบริเวณวิกฤติ ดังนั้น จึงยอมรับ H_0 , การแจกแจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร มีการกระจายความถี่แบบแจกแจงปกติ

กลุ่มการทดลองที่ 2

ข.1.2 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร ในขบวนการเชื่อมเหล็กหนา 0.8 มิลลิเมตร กับเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร ข้อมูลการวัดความต้านทานที่เชื่อมสภาพดังแสดงในตารางที่ ข.3

ตารางที่ ข.3 แสดงข้อมูลการวัดความต้านทานที่เชื่อมสภาพของกลุ่มทดลองที่ 2 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร

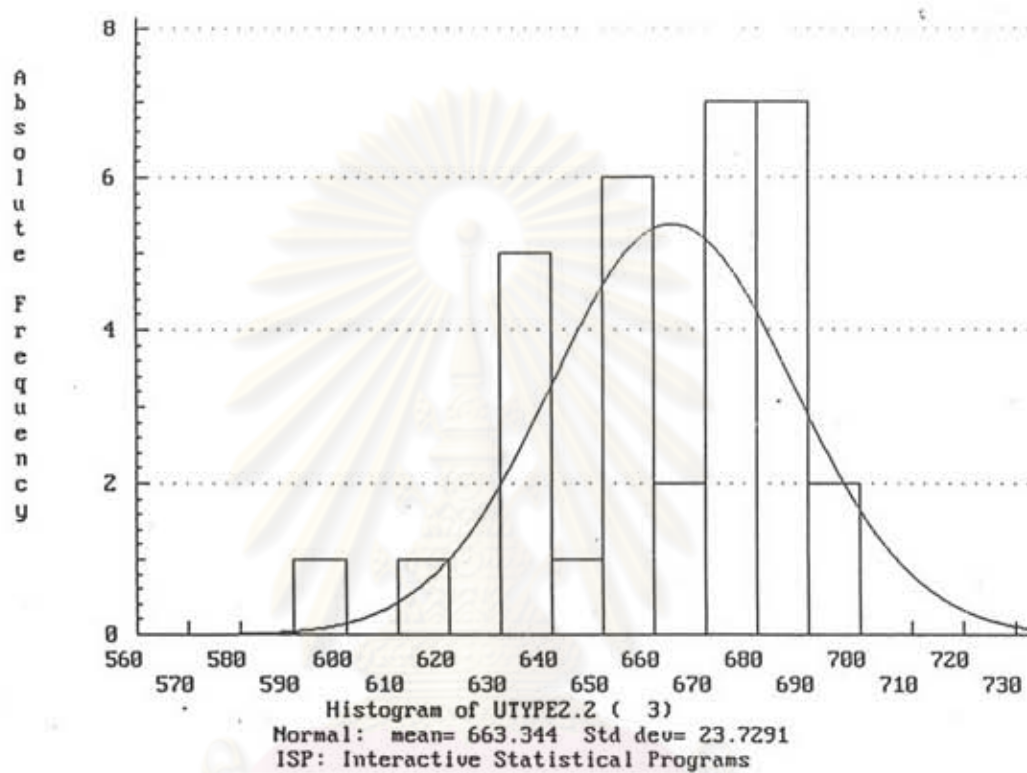
ลำดับที่	ความต้านทานที่เชื่อมสภาพ (ไมโครโห์ม)
1	632
2	679
3	658
4	675
5	678
6	698
7	652
8	689
9	649
10	634
11	684
12	685
13	668
14	675
15	635
16	685
17	682

ตารางที่ ๑.๓ แสดงข้อมูลการวัดความต้านทานที่เสื่อสภาพของกลุ่มทดลองที่ 2 สาย
เคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร (ต่อ)

ลำดับที่	ความต้านทานที่เสื่อสภาพ (ไมโครโอม)
18	687
19	652
20	654
21	677
22	677
23	683
24	658
25	638
26	667
27	634
28	673
29	692
30	599
31	619
32	659

จำนวนข้อมูล $N = 32$ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) = 663.34

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) = 23.73



รูปที่ ข.2 แสดงการกระจายความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล

KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๔.4. แสดงการทดสอบภาวะรูปสัณฐาน (Chi - square Goodness of Fit Test)
ของการกระจายความถี่ของข้อมูลค่าความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล
KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร

Observed (O) Frequencies	Expected (E) Frequencies	(O - E)	(O - E) ²	(O - E) ² /E
7.	5.20	1.80	3.2	.620
7.	9.00	-2.00	4.0	.446
9.	10.07	-1.07	1.1	.114
9.	7.72	1.28	1.6	.211
				1.3903

The computed chi - square value is +1.39032 for which the p - value is .2384.

At alpha = .05 the critical chi - square value = 3.814. Degree of freedom = 1.

การคำนวณ

1. สมมติฐาน

H_0 : การแจกแจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS
ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร เป็นการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : การแจกแจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS
ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร ไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ

2. ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ $\alpha = 0.05$

3. บริเวณวิกฤต $\chi^2 > 3.841$ ที่องศาความเป็นอิสระ = 1

4. ค่าสถิติจากตัวอย่าง $\chi^2 = 1.39032$

5. สรุปผลค่าสถิติจากตัวอย่างไม่ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต ดังนั้น จึงยอมรับ H_0 , การแจก
แจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE
ความยาว 2.2 เมตร มีการกระจายความถี่แบบแจกแจงปกติ

กลุ่มการทดลองที่ 3

ข.1.3 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด STRIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร ในขบวนการเชื่อมเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร กับเหล็กหนา 1.0 มิลลิเมตร ข้อมูลการวัดความต้านทานที่เสื่อมสภาพดังแสดงในตารางที่ ข.5

ตารางที่ ข.5 แสดงข้อมูลการวัดความต้านทานที่เสื่อมสภาพของกลุ่มทดลองที่ 3 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด STRAIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร

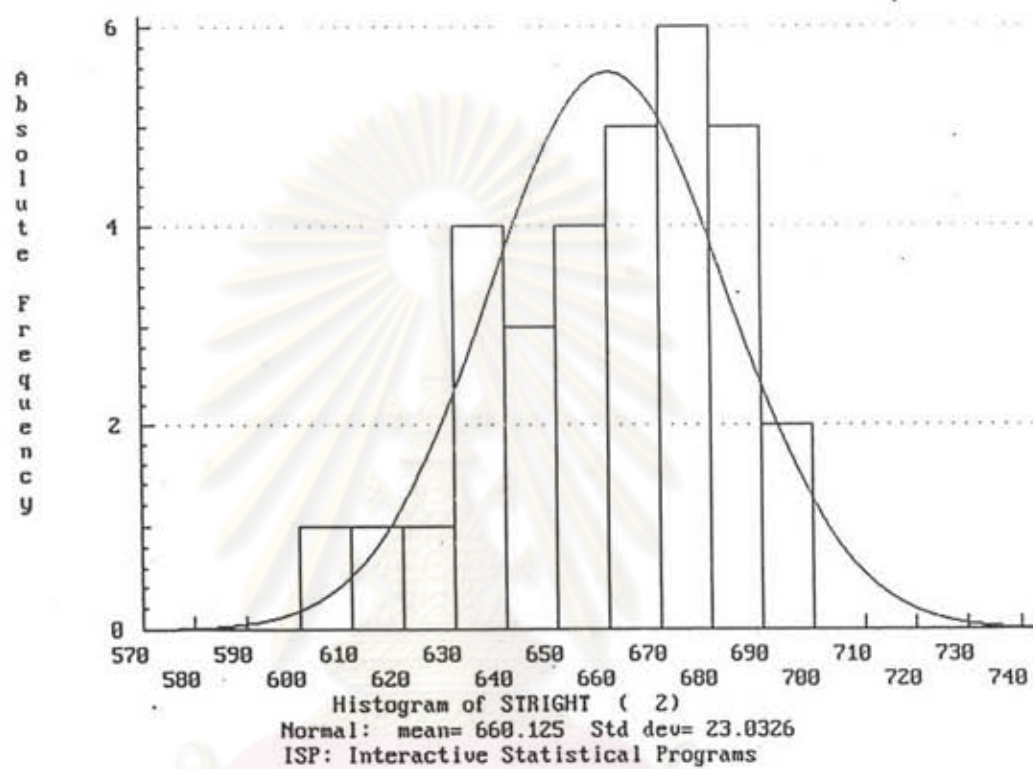
ลำดับที่	ความต้านทานที่เสื่อมสภาพ (ไมโครโอม)
1	624
2	679
3	658
4	612
5	655
6	698
7	652
8	6611
9	682
10	684
11	651
12	687
13	633
14	664
15	677
16	671
17	671

ตารางที่ ๔.๕ แสดงข้อมูลการวัดความต้านทานที่เสื่อมสภาพของกลุ่มทดลองที่ 3 สาย
เคเบิล KICKLESS ชนิด STRAIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร (ต่อ)

ลำดับที่	ความต้านทานที่เสื่อมสภาพ (ไมโครโอม)
18	663
19	645
20	639
21	691
22	674
23	647
24	607
25	683
26	649
27	633
28	669
29	679
30	685
31	637
32	664

จำนวนข้อมูล $N = 32$ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต, $(X) = 660.13$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) = 23.03



รูปที่ ข.3 แสดงการกระจายความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล

KICKLESS ชนิด STRAIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร

ศูนย์วิทยุโทรพยากรณ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕.6 แสดงการทดสอบภาวะรูปสัณนิท (Chi - square Goodness of Fit Test) ของการกระจายความถี่ของข้อมูลค่าความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด STRAIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร

Observed (O) Frequencies	Expected (E) Frequencies	(O - E)	(O - E) ²	(O - E) ² /E
7.	6.12	.88	.8	.128
7.	9.81	-2.81	7.9	.807
11.	9.86	1.14	1.3	.132
7.	6.21	.79	.6	.100
				1.1675

The computed chi - square value is +1.16747 for which the p - value is .2799.

At alpha = .05 the critical chi - square value = 3.814. Degree of freedom = 1.

การคำนวณ

1. สมมติฐาน

H_0 : การแจกแจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร เป็นการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : การแจกแจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร ไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ

2. ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ $\alpha = 0.05$

3. บริเวณวิกฤต $\chi^2 > 3.841$ ที่องศาความเป็นอิสระ = 1

4. ค่าสถิติจากตัวอย่าง $X^2 = 1.16747$

5. สรุปผลค่าสถิติจากตัวอย่างไม่ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต ดังนั้น จึงยอมรับ H_0 , การแจกแจงความถี่ของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด STRIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร มีการกระจายความถี่แบบแจกแจงปกติ

ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ของ
กลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

ตารางที่ ข.7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการจำแนกทางเดียว ของความ
ต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ของกลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

Source	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	Computed F - Value	F - Value alpha = .05
Between Groups	255.146	2	127.573	.26	3.09
Error (within groups)	46359.6	93	498.490		
Totals	46614.7	95			

การคำนวณ

1. สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H_1 : อย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ยความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS
ของ 2 กลุ่ม ไม่เท่ากัน

เมื่อ μ_1 = ค่าเฉลี่ยความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE
ยาว 2.0 เมตร

μ_2 = ค่าเฉลี่ยความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE
ยาว 2.2 เมตร

μ_3 = ค่าเฉลี่ยความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS ชนิด
STRAIGHT TYPE ยาว 2.0 เมตร

2. ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

3. บริเวณวิกฤติ : $F > 3.09$ ที่องศาเสรี $\gamma_1 = 2, \gamma_2 = 93$

4. ค่า F ที่คำนวณได้ $F = 0.26$

5. สรุป ยอมรับ H_0 เนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้ตกอยู่ในบริเวณ Accept region
สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของความต้านทานที่เสื่อมสภาพของสายเคเบิล KICKLESS
ทั้ง 3 กลุ่มเท่ากัน

ตารางที่ ข.8 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานที่เสื่อมสภาพ
ของสายเคเบิล KICKLESS โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี
Turkey comparisons

Critical range comparison = 13.2981	Estimated Comparison	.050 Signif	Confidence Interval
kick1 - kick2	-3.65625	No	-16.9543 9.64182
kick1 - kick3	-.437500	No	-13.7356 12.8606
kick2 - kick3	3.21875	No	1-10.0793 16.5168

ตารางที่ ข.9 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อม ใน
แต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิลคโตรด ในระบบการเชื่อมแบบ
Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 1 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE
ความยาว 2.0 เมตร

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุดเชื่อม สะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS (ไมโครโอม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0	0	249	249	251	250
1	2027	250	250	251	250
2	4054	251	251	252	251
3	6081	254	254	252	253
4	8108	255	255	253	254
5	10135	256	256	255	256
6	12162	257	257	255	256
7	14189	258	257	258	258
8	16216	259	259	258	259
9	18243	260	259	260	260
10	20270	261	260	261	261
11	22297	262	261	261	261

ตารางที่ ๗.๑ แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อม ในแต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิลคโทรด ในระบบการเชื่อมแบบ Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 1 สายเคเบิ้ล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร (ต่อ)

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุดเชื่อมสะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิ้ล KICKLESS (ไมโครโอม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
12	24324	262	262	262	262
13	26351	264	263	262	263
14	28378	265	264	264	264
15	30405	267	265	264	265
16	32432	268	269	265	267
17	34459	270	271	269	270
18	36486	272	271	271	271
19	38513	274	272	272	273
20	40540	276	274	274	275
21	42567	278	276	276	277
22	44594	281	279	280	280
23	46621	283	281	283	282
24	48648	285	285	286	285
25	50675	288	288	288	288
26	52702	291	290	290	290
27	54729	294	293	293	293
28	56756	298	299	295	297
29	58783	302	303	299	301
30	60810	305	304	302	304
31	62837	310	306	307	308
32	64864	315	314	316	315
33	66891	320	322	323	322
34	68918	324	326	326	325
35	70945	331	329	330	330

ตารางที่ ข.9 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อม ในแต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิลคโทรด ในระบบการเชื่อมแบบ Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 1 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร (ต่อ)

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุดเชื่อม สะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS (ไมโครโอห์ม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
36	72972	339	334	336	336
37	74999	345	344	345	34
38	77026	351	352	351	351
39	79053	359	358	358	358
40	81080	367	369	370	369
41	83107	37	372	375	374
42	85134	389	386	390	388
43	87161	412	415	416	414
44	89188	426	427	428	427
45	91215	439	436	437	437
46	93242	452	453	453	453
47	92569	472	472	473	472
48	97296	496	495	496	496
49	99323	522	520	521	521
50	101350	550	549	551	550
51	10337	578	577	578	578
52	105404	598	599	600	599
53	107431	612	613	612	612
54	109458	625	626	628	626

ตารางที่ ข.10 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อม
ในแต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์ ในระบบการเชื่อมแบบ
Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 2 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE
ความยาว 2.2 เมตร

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุดเชื่อม สะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS (ไมโครโอม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0	0	240	250	251	247
1	2035	242	251	252	248
2	4070	243	253	252	249
3	6105	245	255	254	251
4	8140	246	257	259	254
5	10175	248	259	260	256
6	12210	249	261	261	257
7	142455	253	262	263	259
8	16280	255	264	265	261
9	18315	258	267	266	264
10	20350	260	269	269	266
11	22385	261	271	271	268
12	24420	263	274	273	270
13	26455	265	276	275	272
14	28490	266	278	277	274
15	30525	268	279	280	276
16	32560	269	280	281	277
17	34595	271	282	283	279
18	36630	273	284	284	280
19	38665	274	286	285	282
20	40700	276	287	286	283
21	42735	279	290	289	286
22	44770	281	291	291	288
23	46805	284	293	294	290

ตารางที่ ข.10 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อม
ในแต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิเล็กโทรด ในระบบการเชื่อมแบบ
Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 2 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE
ความยาว 2.2 เมตร (ต่อ)

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุดเชื่อม สะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS (ไมโครโอม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
24	48840	286	295	295	292
25	50875	289	298	299	295
26	52910	292	299	300	297
27	54945	295	302	302	300
28	56980	299	307	305	304
29	59015	304	315	311	310
30	61050	305	316	313	311
31	63085	312	325	319	319
32	65120	316	329	330	325
33	67155	321	334	332	329
34	69190	324	336	335	332
35	71225	331	340	341	337
36	73260	341	352	352	348
37	75295	347	356	355	353
38	77330	352	361	362	358
39	79365	361	373	375	370
40	81400	369	380	381	377
41	83435	378	389	386	384
42	85470	391	402	403	399
43	87505	413	419	421	418
44	89540	428	438	439	435
45	91575	441	453	454	449
46	93610	453	465	466	461
47	95645	475	488	489	484

ตารางที่ ข.10 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อมในแต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิลคโทรด ในระบบการเชื่อมแบบ Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 2 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร (ต่อ)

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุด เชื่อมสะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS (ไมโครโอม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
48	97680	497	507	508	504
49	99715	525	531	532	529
50	101750	551	560	562	557
51	103785	581	592	596	589
52	105820	602	613	612	609
53	107855	612	622	626	619
54	109890	625	639	630	628

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.11 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อม
ในแต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิเล็กโทรด ในระบบการเชื่อมแบบ
Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 3 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด
STRAIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุดเชื่อม สะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS (ไมโครโอม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0	0	251	253	248	251
1	2252	252	255	251	253
2	4504	254	257	252	254
3	6756	256	259	253	256
4	9008	258	260	256	258
5	11260	259	262	259	260
6	13512	260	263	260	261
7	15764	262	265	262	263
8	18016	263	268	263	265
9	20268	264	270	265	266
10	22520	266	271	268	268
11	24772	268	275	272	272
12	27024	272	278	276	275
13	29276	274	279	278	277
14	31528	277	281	279	279
15	33780	281	283	283	282
16	36032	284	286	285	285
17	38284	285	285	286	285
18	40536	287	289	289	288
19	42788	289	291	291	290
20	45040	291	293	293	292
21	47292	292	295	295	294
22	49544	295	297	299	297
23	51796	298	299	301	299

ตารางที่ ข.11 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อม
ในแต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิเล็กโทรด ในระบบการเชื่อมแบบ
Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 3 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด
STRAIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร (ต่อ)

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุดเชื่อม สะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS (ไมโครโอม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
24	54048	299	303	303	302
25	56300	303	306	305	305
26	58552	305	307	307	306
27	60804	306	309	310	308
28	63056	307	314	312	311
29	65308	313	316	317	315
30	67560	314	316	318	316
31	69812	321	324	323	323
32	72064	326	327	329	327
33	74316	329	331	330	330
34	76568	331	336	329	332
35	78820	339	341	334	338
36	81072	349	353	348	350
37	83324	357	357	356	357
38	85576	362	361	364	362
39	87828	376	375	376	376
40	90080	382	383	384	383
41	92332	392	395	397	395
42	94584	401	403	404	403
43	96836	413	416	419	416
44	99088	429	433	435	432
45	101340	450	449	451	450
46	103592	456	457	459	457
47	105844	479	483	479	480

ตารางที่ ข.11 แสดงผลการทดลองวัดค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดเชื่อม
ในแต่ละรอบของการเปลี่ยนหัวเชื่อมอิเล็กโทรด ในระบบการเชื่อมแบบ
Step up ของกลุ่มการทดลองที่ 3 สายเคเบิล KICKLESS ชนิด
STRAIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร (ต่อ)

เปลี่ยนหัว TIP ครั้งที่	จำนวนจุดเชื่อม สะสม (จุด)	ค่าความต้านทานของสายเคเบิล KICKLESS (ไมโครโอห์ม)			
		การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
48	108096	502	503	504	503
49	110348	531	529	531	530
50	112600	576	569	572	572
51	114852	598	597	601	599
52	117104	615	619	620	618
53	119356	634	639	636	636
54	121608	656	649	654	653

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.12 แสดงระยะเวลาในการเปลี่ยนทดแทน KICKLESS CABLE ชนิด U TYPE ความยาว 2.0 เมตร ตามบินเชื่อมในกระบวนการ

KICKLESS NO.	PROCESS	จำนวนจุดเชื่อมต่อ หน่วยผลิต(จุด)	อายุการเชื่อมที่ต้อง มีการเปลี่ยน (จุด)	ช่วงใช้งานก่อน มีการเปลี่ยน(วัน)
1	DOOR LH AFTER HEM	6	105,404	44
2	DOOR LH AFTER HEM	6	105,404	44
3	FR FLOOR 2 RH	44	105,404	6
4	FR DOOR INNER S/A LH	14	105,404	19
5	FR DOOR INNER S/A LH	8	105,404	33
6	HOOD	21	105,404	13
7	SIDE DECK RH	4	105,404	66
8	SIDE DECK LH	4	105,404	66
9	OUTER PANEL RR BODY SIDE RH	25	105,404	11
10	OUTER PANEL RR BODY SIDE LH	25	105,405	11
11	OUTER PANEL RR BODY SIDE RH	33	105,406	8
12	OUTER PANEL RR BODY SIDE LH	30	105,407	9
13	RR ENPORT OUTER RH	6	105,407	44

ตารางที่ ข.12 (ต่อ)

KICKLESS NO.	PROCESS	จำนวนจุดเชื่อมต่อ หน่วยผลิต(จุด)	อายุการเชื่อมที่ต้อง มีการเปลี่ยน (จุด)	ช่วงใช้งานก่อน มีการเปลี่ยน(วัน)
14	RR ENPORT OUTER RH	6	105,407	44
15	INNER WALL RH	22	105,407	12
16	INNER WALL LH	23	105,407	11
17	TAIL GATE OUTER AFTER HEM POST	18	105,407	16
18	TAIL GATE OUTER AFTER HEM POST	18	105,408	15
19	INNER WALL LH	53	105,407	5
20	HIGH STAND	4	105,407	66
21	HEADER BOARD	3	105,407	88
22	HEADER BOARD	3	105,407	88
23	POP RAIL RH	13	105,407	20
24	RAIL POIL GATE BOTTOM S/A	13	105,407	20
25	INNER WALL RH	53	105,407	5
26	POP RAIL LH	11	105,407	24
27	TAIL GATE INNER S/A	57	105,407	5

ตารางที่ ข.12 (ต่อ)

KICKLESS NO.	PROCESS	จำนวนจุดเชื่อมต่อ หน่วยผลิต(จุด)	อายุการเชื่อมที่ต้อง มีการเปลี่ยน (จุด)	ช่วงใช้งานก่อน มีการเปลี่ยน(วัน)
28	TAIL GATE INNER S/A	12	105,407	22
29	BIG GUN	46	105,407	6
30	BIG GUN	46	105,407	6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.13 แสดงระยะเวลาในการเปลี่ยนทดแทน KICKLESS CABLE ชนิด U TYPE ความยาว 2.2 เมตร ตามบินเชื่อมในกระบวนการ

KICKLESS NO.	PROCESS	จำนวนจุดเชื่อมต่อ หน่วยผลิต(จุด)	อายุการเชื่อมที่ต้อง มีการเปลี่ยน (จุด)	ช่วงใช้งานก่อน มีการเปลี่ยน(วัน)
1	SIDE MEMBER LH	31	103,785	8
2	SIDE MEMBER LH	3	103,785	86
3	OTR PILLAR B-CAB S/A RH	13	103,785	20
4	OTR PILLAR B-CAB S/A RH	35	103,785	7
5	COWL TOP S/A	38	103,785	7
6	COWL TOP S/A	10	103,785	26
7	SIDE MEMBER S/A FR PILLAR RH	20	103,785	13
8	SIDE MEMBER S/A FR PILLAR RH	34	103,786	8
9	MAIN BODY 2	22	103,785	12
10	QTR PILLAR B-CAB S/A RH	35	103,785	7
11	MAIN BODY 1 RH	6	103,785	43
12	ROOF	27	103,785	10
13	MAIN BODY 1 RH	5	103,785	52
14	MAIN BODY 1 RH	2	103,785	130
15	MAIN BODY 1 RH	25	103,785	10

ตารางที่ ข13 (ต่อ)

KICKLESS NO.	PROCESS	จำนวนจุดเชื่อมต่อ หน่วยผลิต(จุด)	อายุการเชื่อมที่ต้อง มีการเปลี่ยน (จุด)	ช่วงใช้งานก่อน มีการเปลี่ยน(วัน)
16	MAIN BODY 1 RH	2	103,785	130
17	MAIN BODY 1 RH	25	103,785	10
18	SIDE MEMBER S/A RH	25	103,785	10
19	SIDE MEMBER S/A RH	25	103,785	10
20	SIDE MEMBER S/A LH	25	103,785	10
21	SIDE MEMBER S/A LH	25	103,785	10
22	ADDITION HIGH 1 RH	29	103,785	9
23	ADDITION HIGH 1 RH	33	103,785	8
24	BACK PANEL	64	103,785	4
25	ADDITION HIGH 2 RH	4	103,785	65
26	ADDITION HIGH 2 RH	9	103,785	29
27	ADDITION LOWW RH	10	103,785	26
28	ADDITION LOWW RH	9	103,785	29
29	ADDITION HIGH 1 LH	26	103,785	10
30	ADDITION HIGH 1 LH	31	103,785	8
31	DOOR RH AFTER HEM	12	103,785	22
32	DOOR RH AFTER HEM	7	103,785	37

ตารางที่ ข.13 (ต่อ)

KICKLESS NO.	PROCESS	จำนวนจุดเชื่อมต่อ หน่วยผลิต(จุด)	อายุการเชื่อมที่ต้อง มีการเปลี่ยน (จุด)	ช่วงใช้งานก่อน มีการเปลี่ยน(วัน)
33	DOOR RH AFTER HEM	7	103,785	37
34	ADDITION HIGH 2 LH	24	103,785	11
35	ADDITION HIGH 2 LH	9	103,785	29
36	FR DOOR INNER S/A RH	14	103,785	19
37	FR DOOR INNER S/A RH	8	103,785	32
38	ADDITION LOW LH	7	103,785	37
39	ADDITION LOW LH	11	103,785	24
40	BUMPER	17	103,785	15
41	DOOR LH AFTER HEM	12	103,785	22

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.14 แสดงระยะเวลาในการเปลี่ยนทดแทน KICKLESS CABLE ชนิด STRAIGHT TYPE ความยาว 2.0 เมตร ตามป็นเชื่อมในกระบวนการ

KICKLESS NO.	PROCESS	จำนวนจุดเชื่อมต่อ หน่วยผลิต(จุด)	อายุการเชื่อมที่ต้อง มีการเปลี่ยน (จุด)	ช่วงใช้งานก่อน มีการเปลี่ยน(วัน)
1	DASHPANEL	30	114,852	10
2	FR.FLOOR 1	39	114,852	7
3	FR.FLOOR 1RH	17	114,852	17
4	FR.FLOOR 1RH	29	114,852	10
5	FR.FLOOR 1RH	17	114,852	17
6	FR.FLOOR 1RH	29	114,852	10
7	FR.FLOOR 1RESPOT	18	114,852	16
8	FR.FLOOR 1RESPOT	10	114,852	29
9	RR.FLOOR S/A 1	39	114,852	7
10	RR.FLOOR S/A 1	42	114,852	7
11	UNDER BODY 1 RH	14	114,852	21
12	RR.FLOOR S/A 2	72	114,852	4
13	RR.FLOOR S/A 2	24	114,852	12
14	UNDER BODY 2 RH	9	114,852	32
15	FR.FLOOR S/A 2	60	114,852	5
16	RADIATOR SUPPORT S/A	56	114,852	5
17	UNDER BODY 1 LH	14	114,852	21

ตารางที่ ข.14(ต่อ)

KICKLESS NO.	PROCESS	จำนวนจุดเชื่อมต่อ หน่วยผลิต(จุด)	อายุการเชื่อมที่ต้อง มีการเปลี่ยน (จุด)	ช่วงใช้งานก่อน มีการเปลี่ยน(วัน)
18	UNDER BODY 2 RH	27	114,852	11
19	UNDER BODY 2 RH	6	114,852	48
20	UNDER BODY 2 LH	9	114,852	32
21	QPR PILLAR C-CAB RH	35	114,852	8
22	QPR PILLAR C-CAB RH	4	114,852	72
23	SIDE MEMBER S/A RH	31	114,852	9
24	SIDE MEMBER S/A RH	3	114,852	96
25	UNDER BODY 2 LH	27	114,852	11
26	UNDER BODY 2 LH	8	114,852	36
27	SIDE MEMBER S/A FR PILLAR RH	35	114,852	8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นาย เดชรัตน์ สัมฤทธิ์ สำเร็จการศึกษาชั้นปริญญาตรี จาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2535 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2536



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย