บทที่ 8

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ผลของความหนาชิ้นทดสอบต่อการทดสอบความต้านทานในการแตกร้าวภายใต้สภาวะความเครียดระนาบของท่อเหล็ก ASME SA-335 Gr P22 บทนี้กล่าวถึง การวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป ตามลำดับ

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

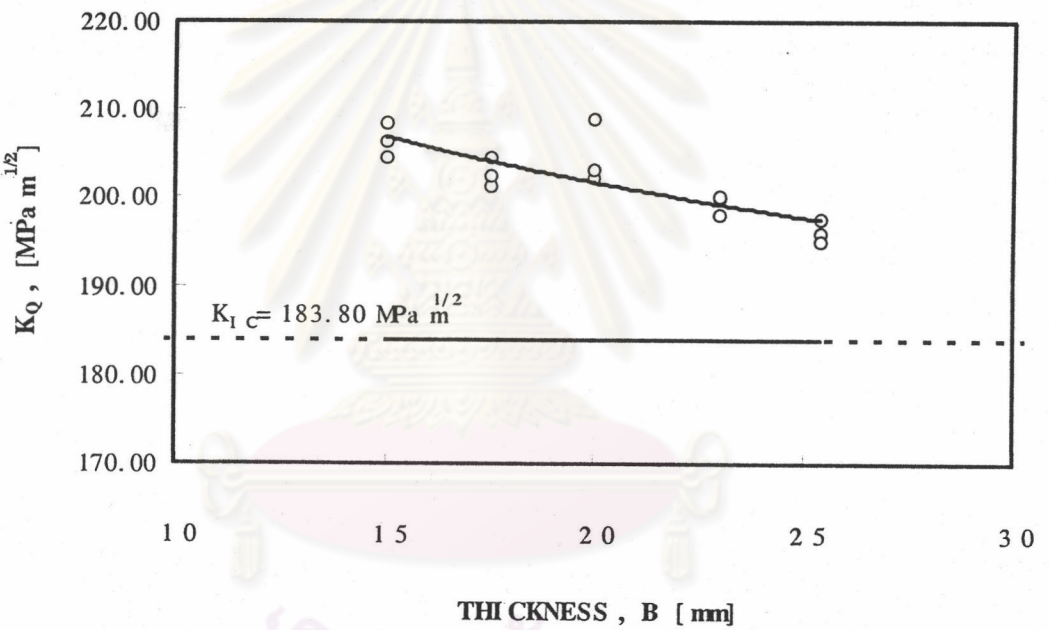
1. จากการทดสอบผลของความหนาชิ้นทดสอบต่อค่า K_Q ซึ่งได้ดำเนินการทดสอบตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่ ASTM E399 ได้กำหนดไว้ โดยการแปรความหนาออกเป็น 5 ความหนา คือ 15.00 , 17.50 , 20.00 , 23.00 , 25.40 mm ความสัมพันธ์ของ K_Q และ B ที่ได้บอกแต่เพียงแนวโน้มว่า K_Q จะมีค่าลดลงเมื่อความหนา B เพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่บอกไม่ได้ว่าแนวโน้มนี้จะลดลงไป asymtote กับระดับของ K_{IC} ที่ความหนาเท่าไรแน่นอน เพราะการทดสอบถูกจำกัดด้วยความหนาของชิ้นทดสอบที่สร้างได้หนาสุดแค่ 25.40 mm เท่านั้น เมื่อเราแทนข้อมูล K_Q ของชิ้นทดสอบที่มีความหนา 25.40 mm ลงไปในสมการของ Brown และ Srawley สามารถทำนายได้ว่าต้องใช้ชิ้นทดสอบที่มีความหนาตั้งแต่ 620 mm เป็นต้นไป จึงจะทำการทดสอบหา K_{IC} ด้วยวิธีมาตรฐานของ ASTM E399 ได้ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติที่จะทำให้ชิ้นทดสอบมีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาหาแนวทางเพิ่มเติมในการที่จะทดสอบให้ได้ค่า K_{IC} ต่อไป

2. เมื่อไม่สามารถทดสอบหา K_{IC} จากมาตรฐาน ASTM E399 ได้ เนื่องจากต้องใช้ชิ้นทดสอบที่มีความหนาอย่างน้อย 620 mm หลังจากที่ได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมผู้วิจัยพบว่า เราสามารถหา K_{IC} ได้จากการทดสอบ J_{IC} ตามมาตรฐานวิธีการทดสอบของ ASTM E813 (Standard Test Method for J_{IC} , A Measurement of Fracture Toughness) โดยการใช้ชิ้นทดสอบที่มีขนาดเล็กและสามารถทดสอบด้วยเครื่องทดสอบที่มีอยู่ ผลการทดสอบจะได้ค่า J_{IC} ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการแตกร้าวอีกตัวหนึ่ง เราสามารถแปลงค่าของพารามิเตอร์ J_{IC} นี้ไปเป็นพารามิเตอร์ K_{IC} ได้ด้วยความสัมพันธ์ง่าย ๆ ของ LEFM และเมื่อเราแทน K_{IC} นี้ลงใน

สมการของ Brown และ Srawley จะทำให้สามารถบอกได้ว่า แนวโน้มความสัมพันธ์ของ K_Q และ B ที่ได้ในการทดสอบตาม ASTM E399 นั้นจะไป asymtote ที่บริเวณความหนา 620 mm จริงหรือไม่

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

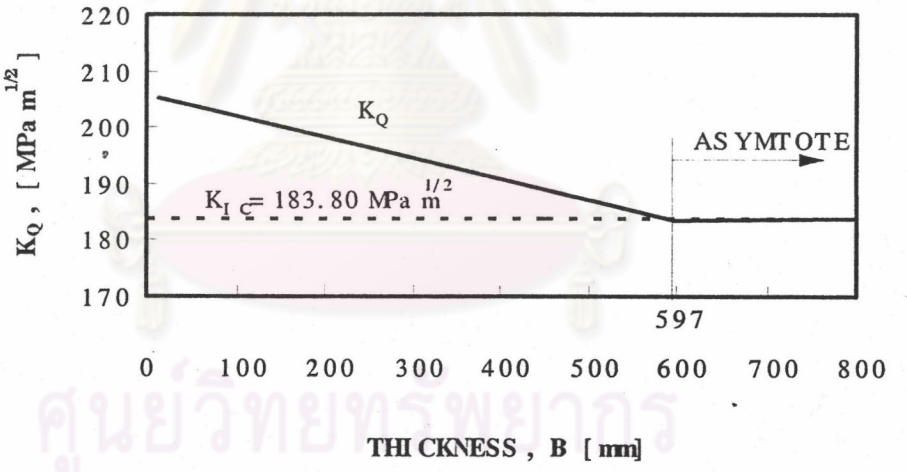
การวิจัยปรากฏผลดังแสดงในรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 แสดงระดับ K_{IC} ของวัสดุที่ได้จากการทดสอบ J - Integral

จากรูปที่ 8.1 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K_Q และความหนา B เส้นที่ลากในแนวนอนเป็นเส้นบอกระดับของ K_{IC} ได้มาจากการทดสอบ J-Integral ซึ่งจะไม่ขึ้นกับความหนา B จากรูปจะเห็นว่า K_Q มีค่าลดลงเมื่อความหนา B เพิ่มขึ้น และรู้ระดับของ K_{IC} ดังนั้นถ้าเราแทน K_{IC} นี้ในสมการของ Brown และ Srawley เราก็จะทราบความหนาอย่างน้อยที่แนวโน้มของ K_Q จะเริ่ม asymtote และจากการแทน K_{IC} สามารถคำนวณความหนาอย่างน้อยได้เท่ากับ 597 mm ซึ่งใกล้เคียงกับ 620 mm ที่คำนวณได้จากการแทนค่า K_Q ของชิ้นทดสอบที่มีความหนา 25.40 mm

แนวโน้มที่ค่า K_Q ลดลงเมื่อความหนา B เพิ่มขึ้นนี้ เนื่องมาจากสภาวะความเค้นที่ปลายของรอยแตกร้าวเป็นตัวควบคุมขนาดของบริเวณพลาสติค การกระจายความเค้นที่ปลายของรอยแตกร้าวในชิ้นทดสอบที่มีขนาดต่างกันย่อมไม่เท่ากัน ในกรณีที่ชิ้นทดสอบหนาจะมีสภาวะความเครียดระนาบมากกว่าจะเกิด σ_z (ความเค้นในทิศความหนา) สูงกว่า ทำให้มีผลบังคับ plastic deformation ในทิศของความหนาได้มากกว่าชิ้นทดสอบที่บาง ดังนั้นขนาดของบริเวณพลาสติคในกรณีความเครียดระนาบจะมีขนาดเล็กกว่าในกรณีความเค้นระนาบ เนื่องจาก fracture toughness ของวัสดุขึ้นอยู่กับปริมาตรของวัสดุที่จะสามารถเกิด deform แบบ plastic ได้ก่อนเกิดการแตกหัก และเนื่องจากปริมาตรดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับความหนา เราจึงได้ว่า fracture toughness K_Q จะมีค่าลดลงเมื่อความหนาของชิ้นทดสอบ B เพิ่มขึ้น และพอจะคาดการณ์ได้ว่า K_Q จะต้องมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ แล้วไป asymtote กับระดับของ K_{IC} (183.80 MPa $m^{1/2}$) ที่บริเวณความหนา B เท่ากับ 597 mm ดังแสดงในรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 แสดงการคาดการณ์แนวโน้มความสัมพันธ์ของ K_Q และความหนา B

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรวิจัยเรื่อง ผลของความต้านแรงดึงคราก σ_{ys} ที่มีต่อความสัมพันธ์ระหว่าง K_Q และความหนา B โดยการทำ heat treatment ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยครั้งนี้

2. ควรวิจัยเรื่อง ผลของอัตราส่วน a/W ที่มีต่อพารามิเตอร์ COD และ J-Integral เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบตามมาตรฐานของ ASTM E813

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย