บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปราย

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้นำมาสร้างแผนภูมิแสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน (H^+) และปริมาณคลอไรด์อิออนรวม (Total Cl^-) กับลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิห้อง (32°C), 42°C, 55°C, และ 75°C สร้างกราฟอัตราการผุกร่อน และกราฟลักษณะเส้นโพลาไรเซชั่น

4.1 ผลของอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อลักษณะการผุกร่อน

รูปที่ 4.1 แสดงแผนภูมิการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ที่อุณหภูมิห้อง ลักษณะการผุกร่อนที่ตรวจพบเกิดขึ้นมี 3 ลักษณะ คือ การผุกร่อนแบบรูพรุน (Pitting corrosion) การผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอ (Even general corrosion) และการผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอ (Uneven general corrosion) ขอบเขตในแผนภูมิแบ่งได้ 3 ส่วน คือ ส่วนที่ไม่เกิดการผุกร่อน (No corrosion) ส่วนที่เกิดการผุกร่อนแบบรูพรุนและการผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอ และส่วนที่เกิดการผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอ โดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนและปริมาณคลอไรด์อิออนที่มีอยู่ในสารละลายผสม เมื่อความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนเพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณคลอไรด์อิออนคงที่ จะทำให้การผุกร่อนรุนแรงขึ้น และลักษณะการผุกร่อนเปลี่ยนแปลงไป เมื่อตรวจสอบลักษณะของการผุกร่อนที่ภาคตัดขวางที่ผิวส่วนโค้งของชิ้นทดสอบด้วยเครื่อง SEM ในส่วนที่เกิดรูพรุนและการผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอ ไม่พบรอยแตกร้าวในทุกตัวอย่าง รูปที่ 4.2 แสดงภาพถ่ายด้วยเครื่อง SEM ของชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร และเกลือโซเดียมคลอไรด์ 4.9 โมล/ลิตร ที่อุณหภูมิ 32°C เป็นภาพถ่ายตัวอย่าง ทำนองเดียวกันเมื่อเพิ่มปริมาณคลอไรด์อิออนในสารละลายโดยที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนคงที่ ลักษณะของการผุกร่อนก็จะรุนแรงขึ้น การเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน และคลอไรด์อิออน ในสารละลายจะเพิ่มความรุนแรงของการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L แม้ว่าบางส่วนของชิ้นงานทดสอบรูปตัวยู จะมีค่าความเค้นมากกว่าค่าความเค้นจุดคราก (Yield strength) แต่ไม่ปรากฏรอยแตกเกิดขึ้น

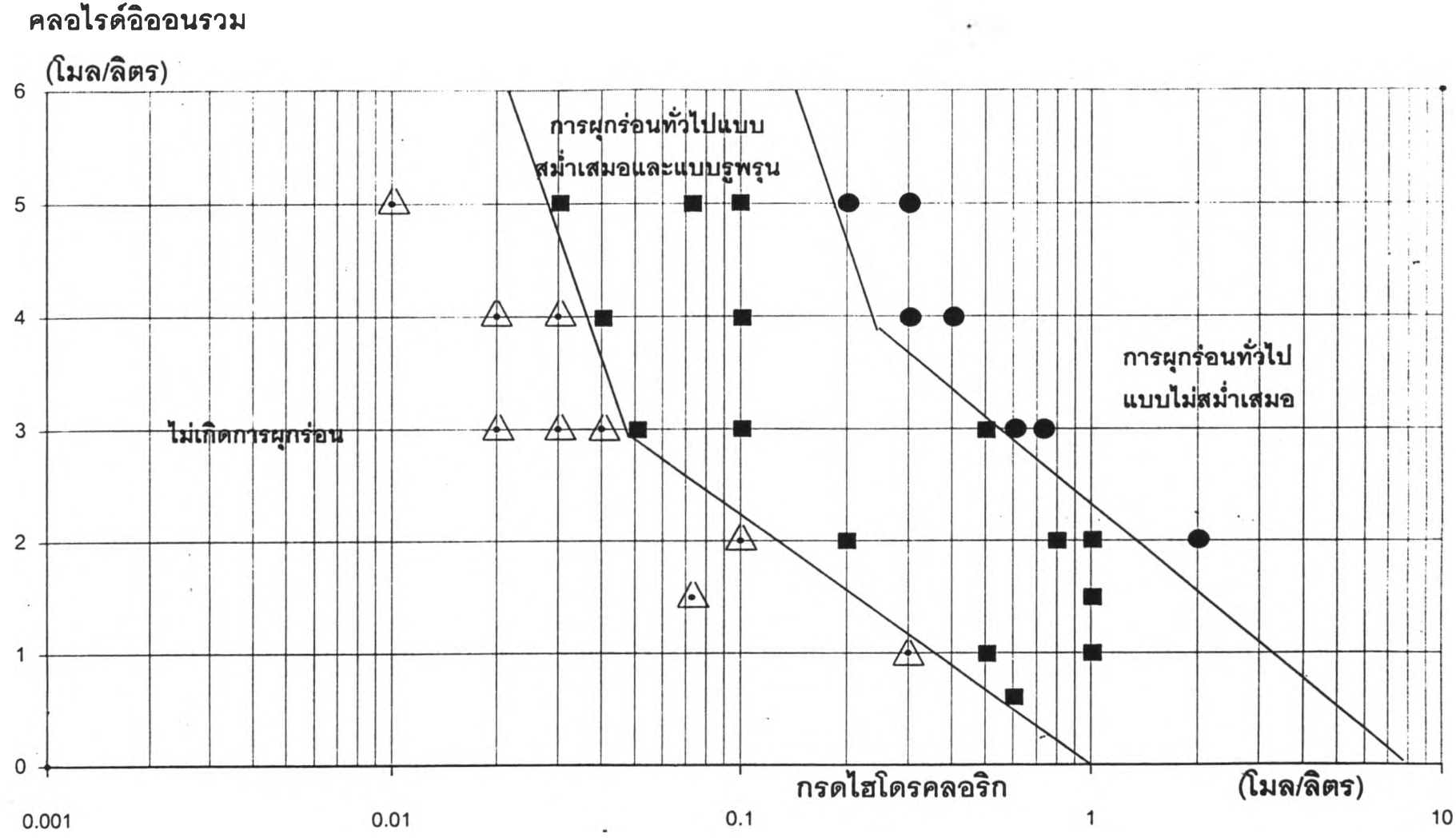
สิ่งที่น่าสนใจประการหนึ่งในแผนภูมิการผุกร่อนภายใต้ความเค้น รูปที่ 4.1 นี้คือ ทั้งคลอไรด์อิออนและไฮโดรเจนอิออน มีผลร่วมกันต่อลักษณะของการผุกร่อน ขณะที่ความเข้มข้นของคลอไรด์อิออนเพิ่มมากขึ้นจาก 0 – 6 โมล/ลิตร ความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่มีผลต่อการเปลี่ยนลักษณะการผุกร่อนจะลดลงจาก 1 โมล/ลิตรเป็น 0.02 โมล/ลิตร เส้นแบ่งบริเวณลักษณะของการผุกร่อนจะเปลี่ยนแปลงความชัน เมื่อความเข้มข้นสารละลายผสมระหว่างคลอไรด์อิออนและไฮโดรเจนอิออนถึงจุดหนึ่งดังในรูป 4.1 เส้นแบ่งบริเวณลักษณะการผุกร่อนแบบทั่วไปสม่ำเสมอและแบบรูพรุนกับบริเวณไม่สังเกตเห็นการผุกร่อนจะมีค่าความเข้มข้นวิกฤตที่ความเข้มข้นคลอไรด์อิออน 3 โมล/ลิตร และความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก 0.05 โมล/ลิตร ทำนองเดียวกันกับเส้นแบ่งบริเวณการผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอและแบบรูพรุนกับบริเวณการผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอ ความชันของเส้นแบ่งนี้จะเปลี่ยนแปลงที่ค่าความเข้มข้นคลอไรด์อิออนประมาณ 3.8 โมล/ลิตร และค่าความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก 0.25 โมล/ลิตร จากสิ่งที่น่าสนใจประการนี้ก่อให้เกิดคำถามที่ต้องทำการทดลองและหาคำอธิบายต่อไปซึ่งจะขอละเว้นในที่นี้ คำถามนี้ คือ คลอไรด์อิออน และไฮโดรเจนอิออนมีผลร่วมกันต่อฟิล์มที่ป้องกันการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L นี้อย่างไร จึงทำให้ความชันของเส้นแบ่งบริเวณลักษณะการผุกร่อนเปลี่ยนแปลงที่ค่าความเข้มข้นคลอไรด์อิออนและไฮโดรเจนอิออนค่าหนึ่ง

ผลจากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อแผนภูมิ รูปที่ 4.1 นี้ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.3, 4.4 และ 4.5 ที่อุณหภูมิ 42°C, 55 °C และ 75 °C ตามลำดับ การเพิ่มปริมาณคลอไรด์ และไฮโดรเจนอิออนก็ให้ผลทำนองเดียวกับรูปที่ 4.1 หรือผลการทดลองที่อุณหภูมิ 32°C

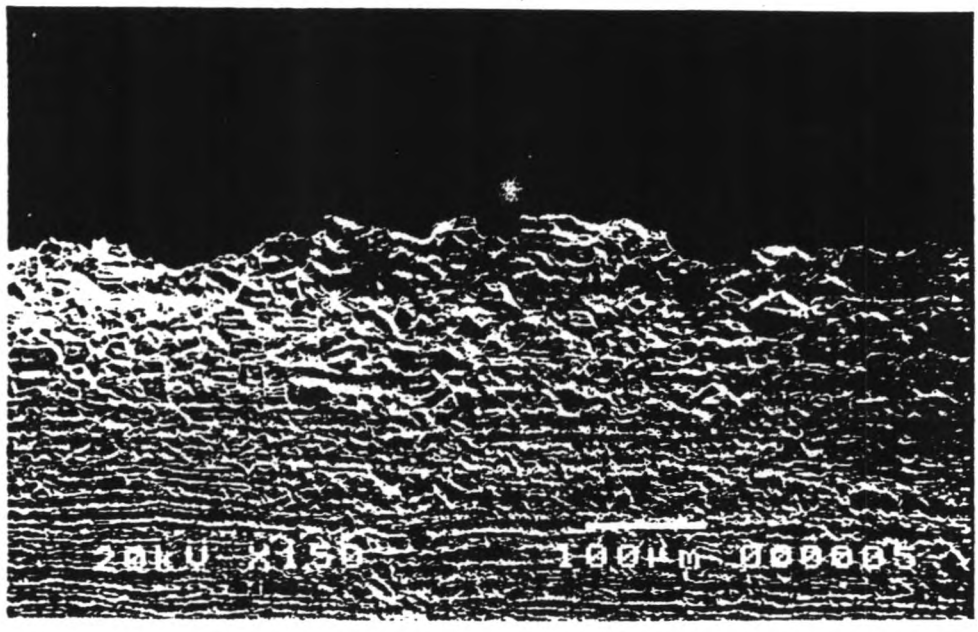
ลักษณะการผุกร่อนก็ยังคงเป็น 3 แบบ คือ การผุกร่อนแบบรูพรุน การผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอ และแบบไม่สม่ำเสมอ และแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ผลการตรวจลักษณะการผุกร่อนด้วย SEM ไม่พบรอยที่แสดงให้เห็นเป็นรอยแตกร้าว ดังแสดงในรูปที่ 4.6, 4.7 และ 4.8 ความชันของเส้นแบ่งบริเวณลักษณะการผุกร่อนก็ยังคงเปลี่ยนไปที่ค่าความเข้มข้นคลอไรด์อิออนและไฮโดรเจนอิออนค่าหนึ่ง

จากการเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิต่อการผุกร่อนภายใต้ความเค้น คือ แผนภูมิรูปที่ 4.1, 4.3, 4.4 และ 4.5 โดยการรวบรวมแผนภูมิใหม่เป็นรูปที่ 4.9 จะพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้ความรุนแรงของการผุกร่อนเพิ่มขึ้น ในรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าเส้นแบ่งเขตระหว่างบริเวณที่ไม่เกิดการผุกร่อน บริเวณที่เกิดการผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอผสมแบบรูพรุน และบริเวณที่เกิดการผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอเปลี่ยนแปลงไปทางด้านที่ความเข้มข้นของคลอไรด์อิออนและไฮโดรเจนอิออนลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าอุณหภูมิมีผลลดเสถียรภาพของฟิล์มบนผิวเหล็กกล้าไร้สนิมเพราะทำให้อิออนที่ก่อตัวเป็นองค์ประกอบของฟิล์มเคลื่อนที่ได้เร็วมากขึ้น [12, 13]

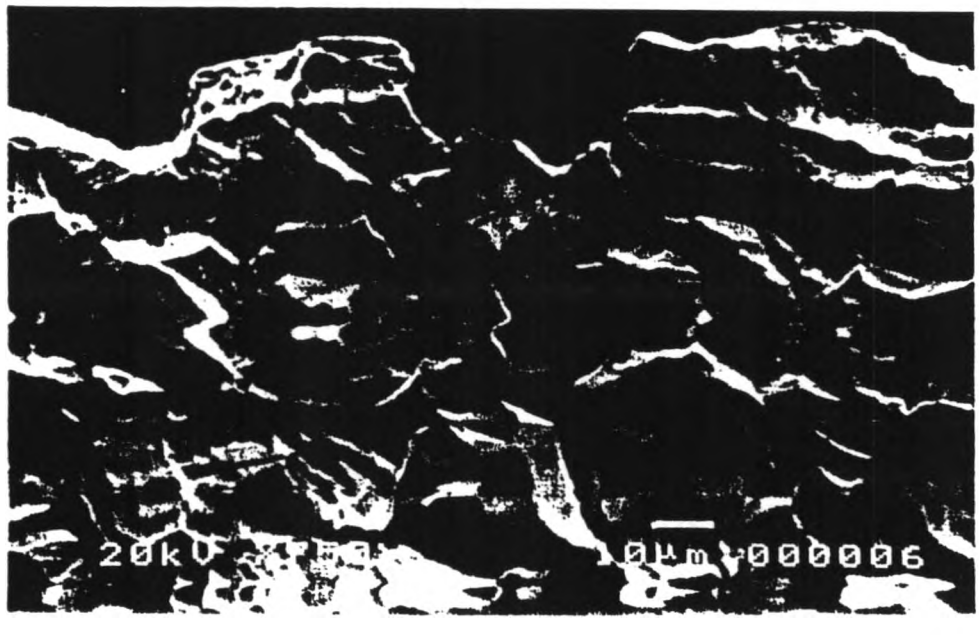
ผลของอุณหภูมิมีแนวโน้มทำให้บริเวณที่พบการผุกร่อนแบบรูพรุนและการผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอกว้างมากขึ้น ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316 L ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 32°C △ ไม่สังเกตเห็นการผุกร่อน ■ การผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอและแบบรูพรุน ● การผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอ

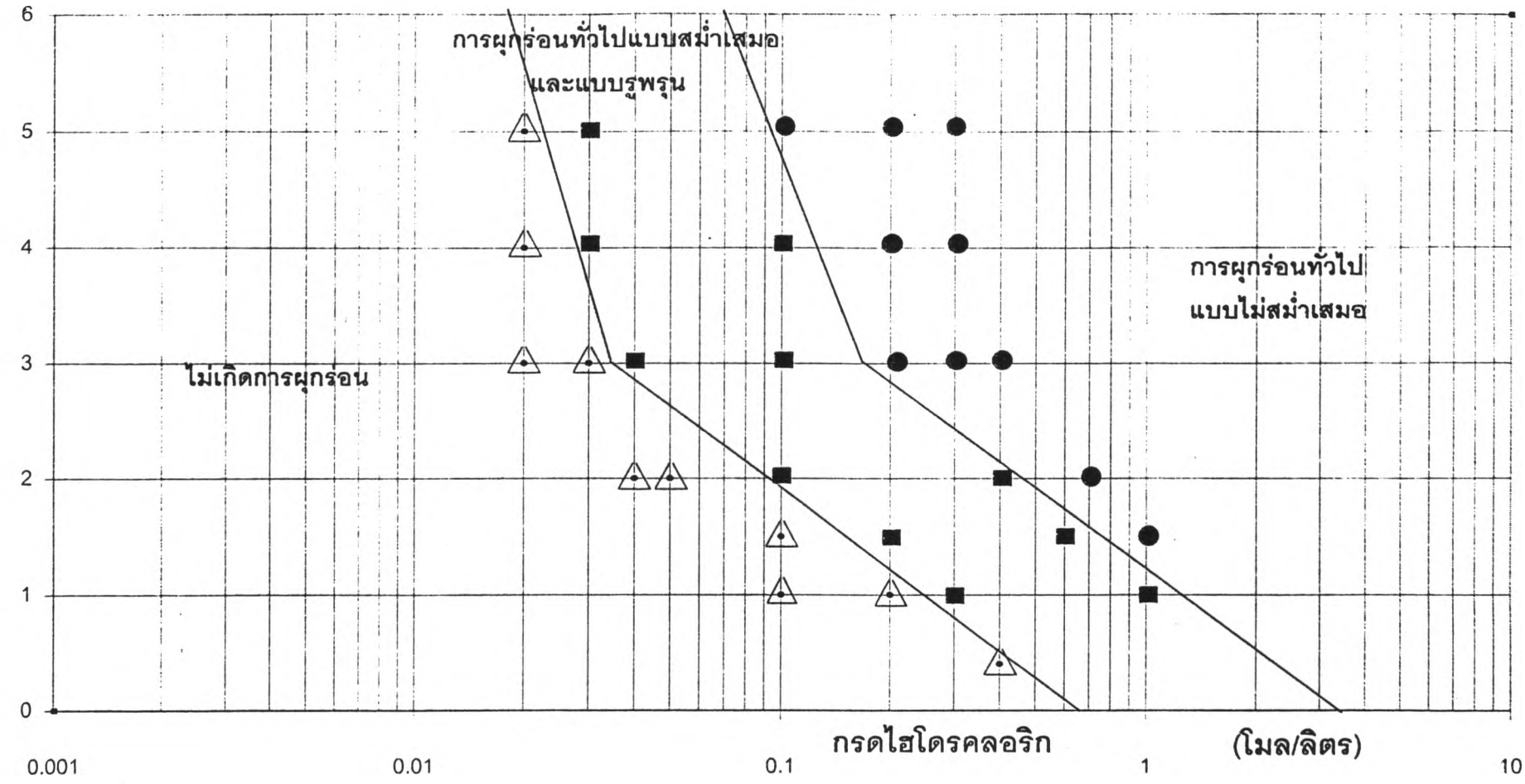


ก. X 150

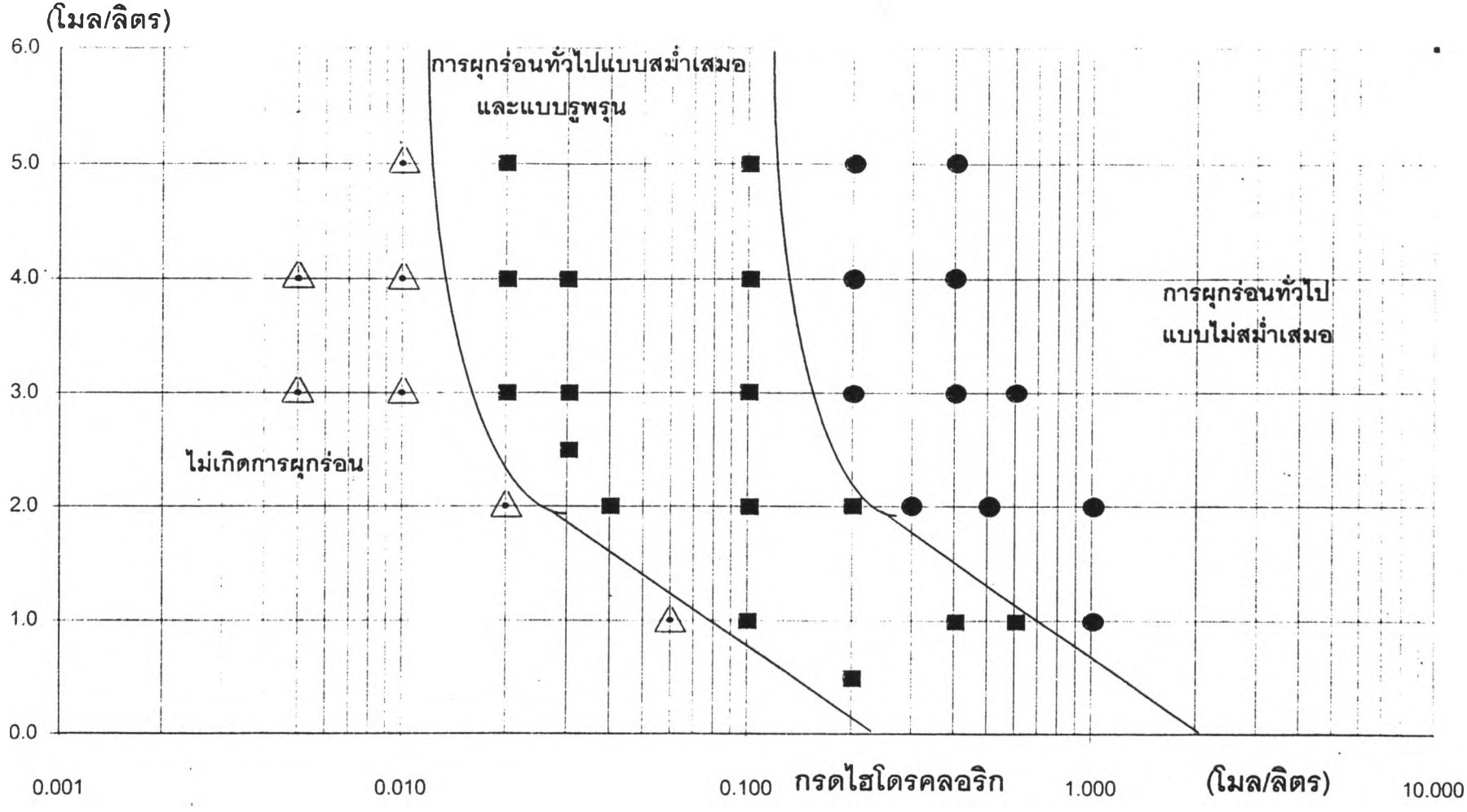


ข. X 750

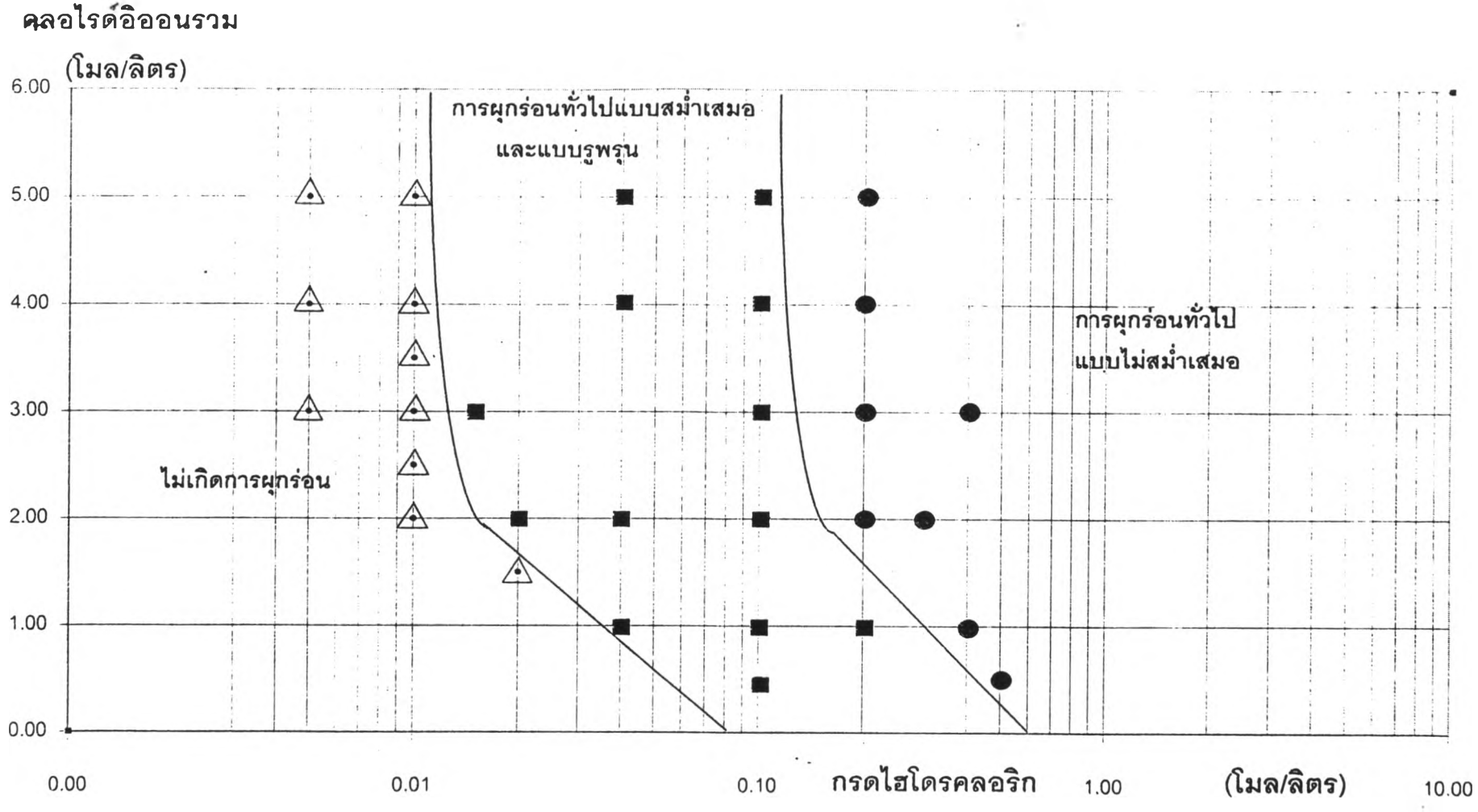
รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายด้วยเครื่อง SEM แสดงลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติก 316L ที่บริเวณผิวส่วนโค้งชิ้นทดสอบรูปตัวยู ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร และเกลือโซเดียมคลอไรด์ 4.9 โมล/ลิตร ที่อุณหภูมิ 32° C



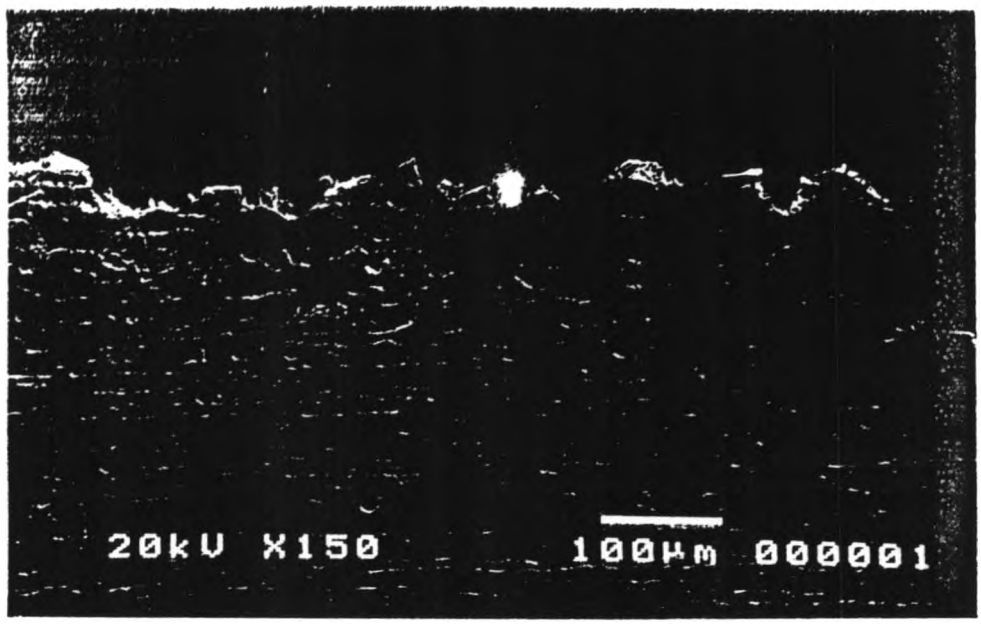
รูปที่ 4.3 แผนภูมิแสดงลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 42°C △ ไม่สังเกตเห็นการผุกร่อน ■ การผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอและแบบรูพรุน ● การผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอ



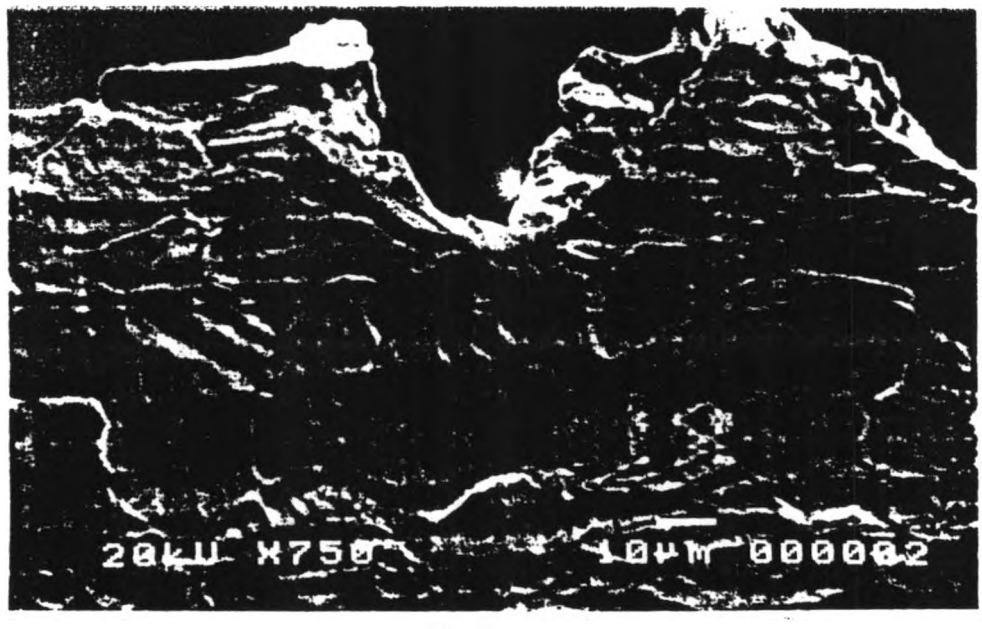
รูปที่ 4.4 แผนภูมิแสดงลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 55°C △ ไม่สังเกตเห็นการผุกร่อน ■ การผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอและแบบรูพรุน ● การผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 4.5 แผนภูมิแสดงลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 75°C △ ไม่สังเกตเห็นการผุกร่อน ■ การผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอและแบบรูพรุน ● การผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอ

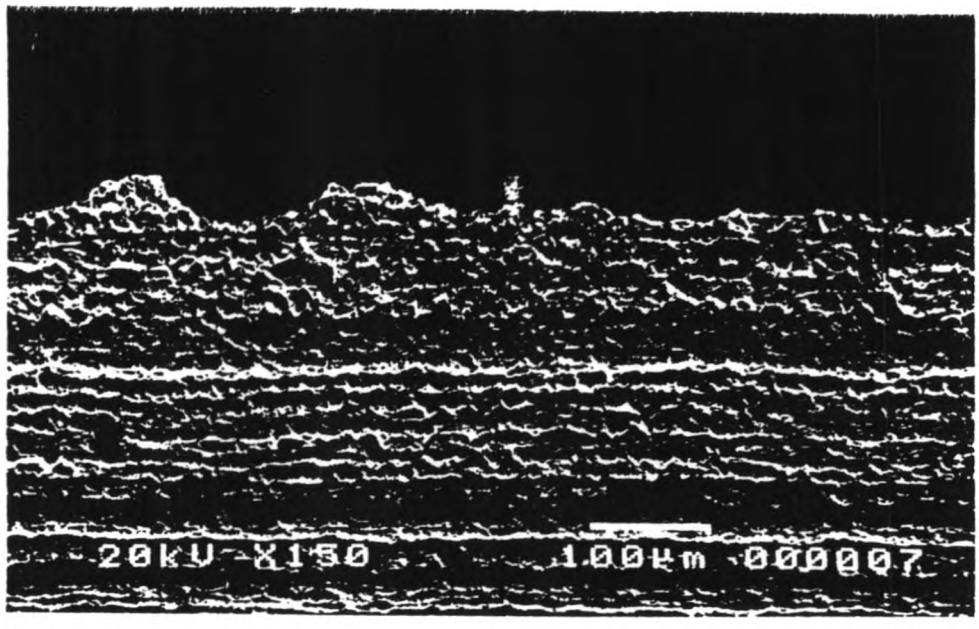


ก. X 150

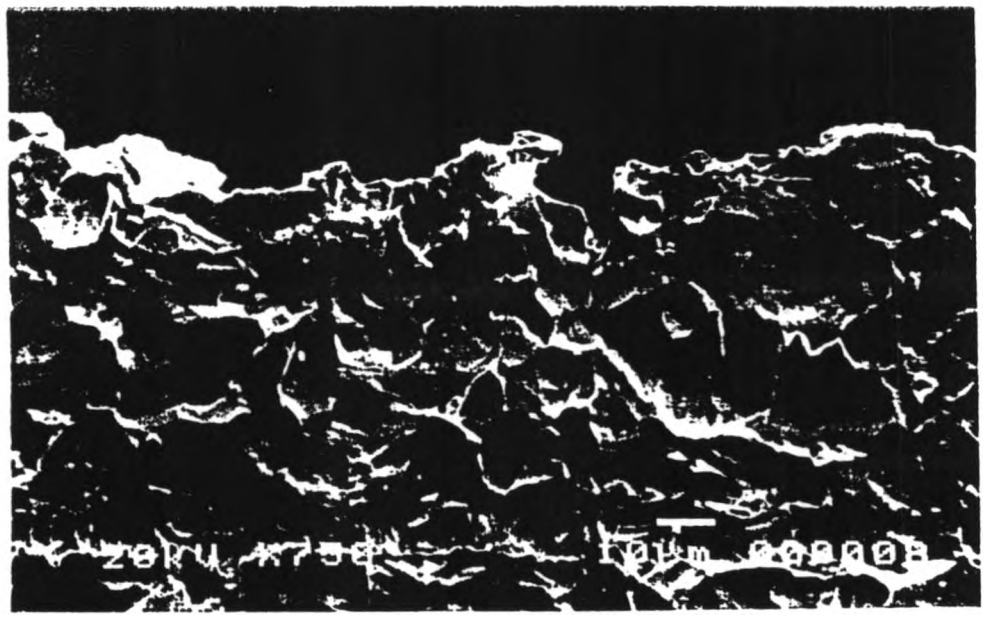


ข. X 750

รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายด้วยเครื่อง SEM แสดงลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ที่บริเวณผิวส่วนโค้งชิ้นงานทดสอบตัวยู ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร และเกลือโซเดียมคลอไรด์ 3.9 โมล/ลิตร ที่อุณหภูมิ 42°C
ก) กำลังขยาย 150 เท่า ข) กำลังขยาย 750 เท่า

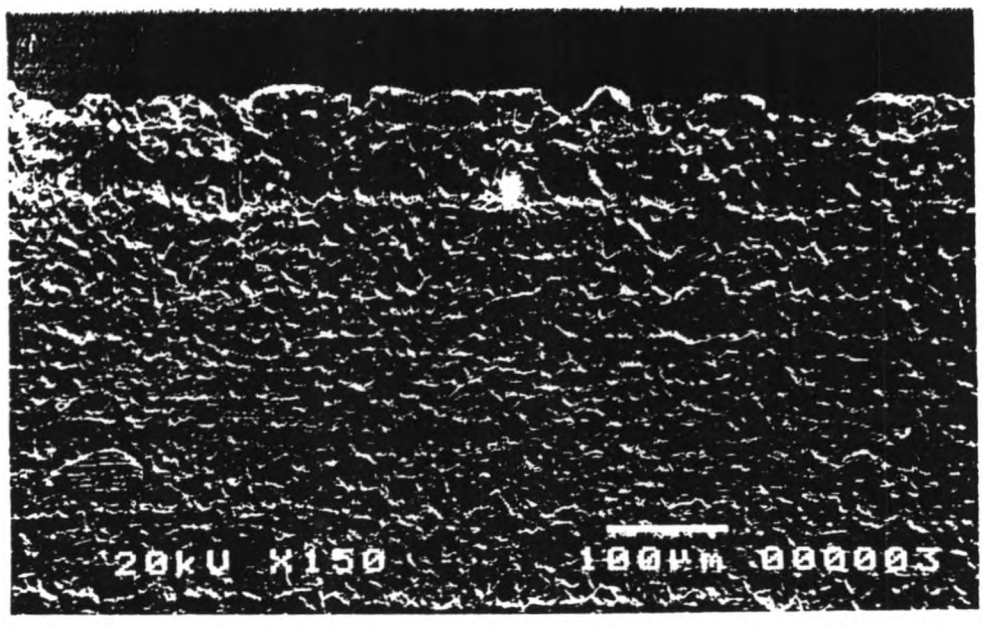


ก. X150

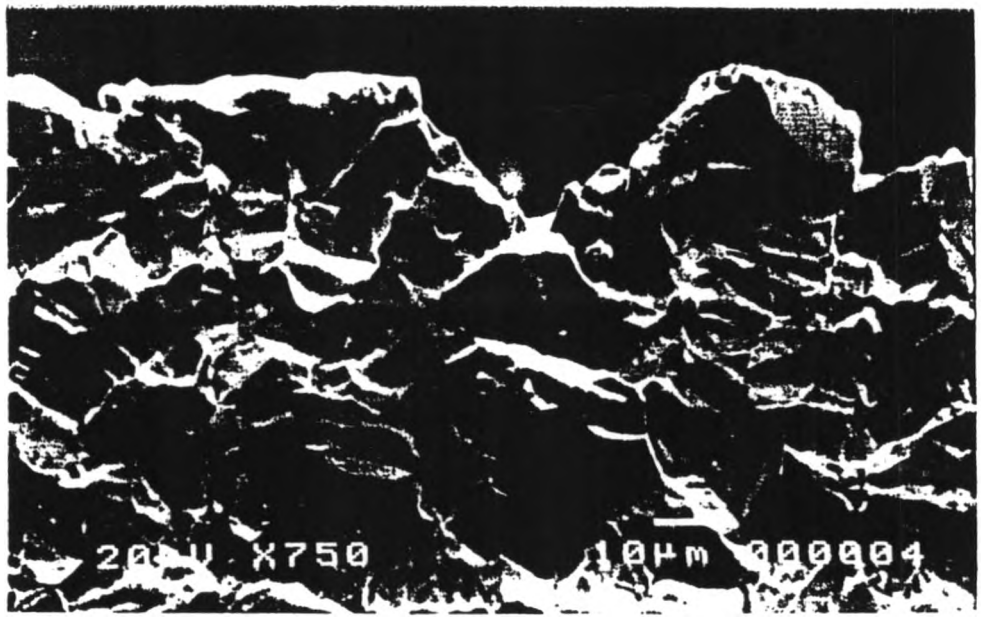


ข. X 750

รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายด้วยเครื่อง SEM แสดงลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ที่บริเวณผิวส่วนโค้งชิ้นงานทดสอบตัวยู ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร และเกลือโซเดียมคลอไรด์ 4.9 โมล ลิตร ที่อุณหภูมิ 55^{o}C

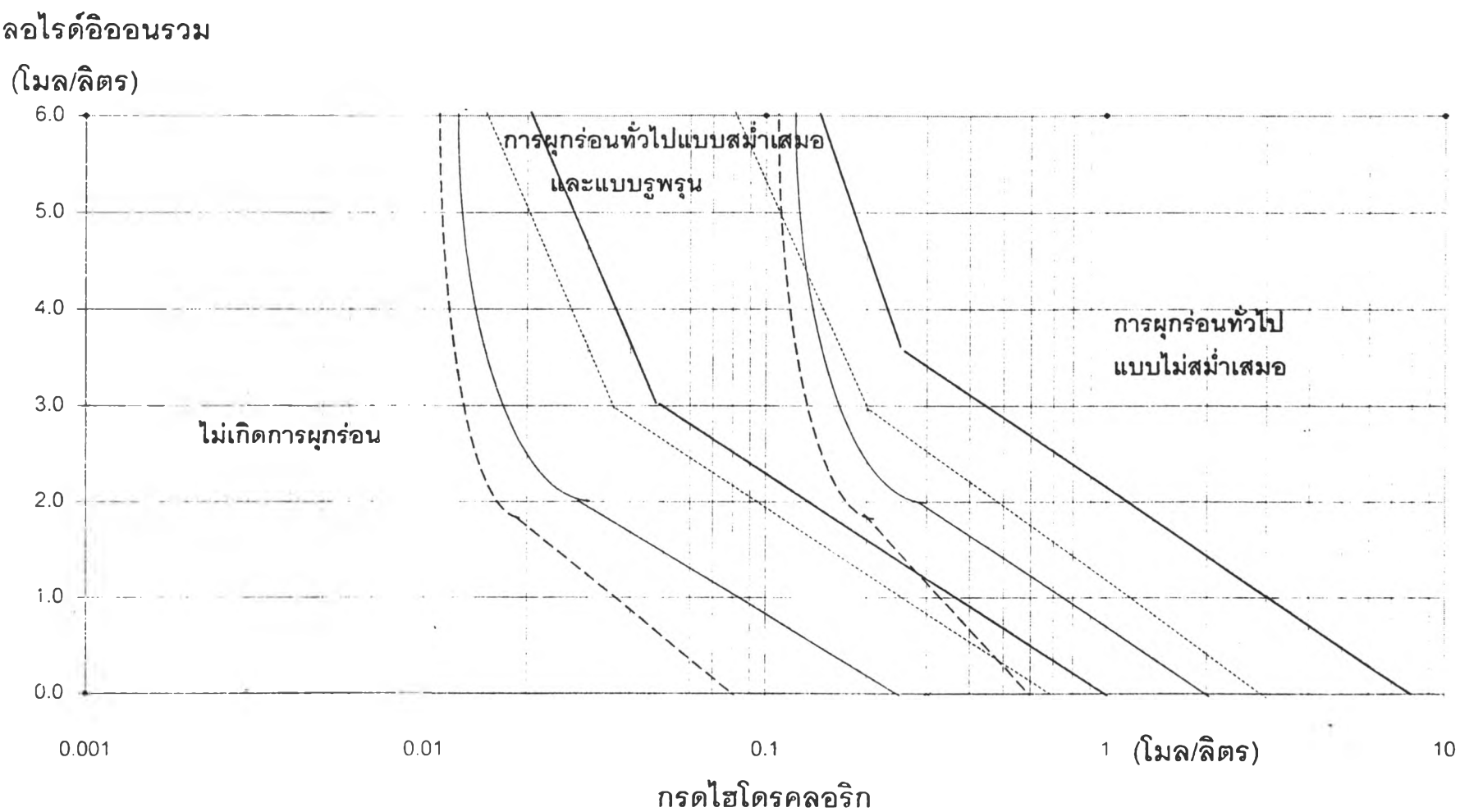


ก. X 150



ข. X 750

รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายด้วยเครื่อง SEM แสดงลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิม ออสเตนนิติกเกรด 316L ที่บริเวณผิวส่วนโค้งชิ้นงานทดสอบตัวขู ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริก 0.04 โมล/ลิตร และเกลือโซเดียมคลอไรด์ 4.96 โมล/ลิตร ที่อุณหภูมิ 75^{o}C



รูปที่ 4.9 แผนภูมิรวม เปรียบเทียบผลของอุณหภูมิและความเข้มข้นสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและปริมาณคลอไรด์ต่าง ๆ ต่อลักษณะการผุกร่อนภายใต้ความเค้น ของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ——— $32^{O}C$ ..... $42^{O}C$ ——— $55^{O}C$ – – – $75^{O}C$

4.2 ผลการวัดเส้นโพลาไรเซชั่นต่อพฤติกรรมการผุกร่อนภายใต้ความเค้น

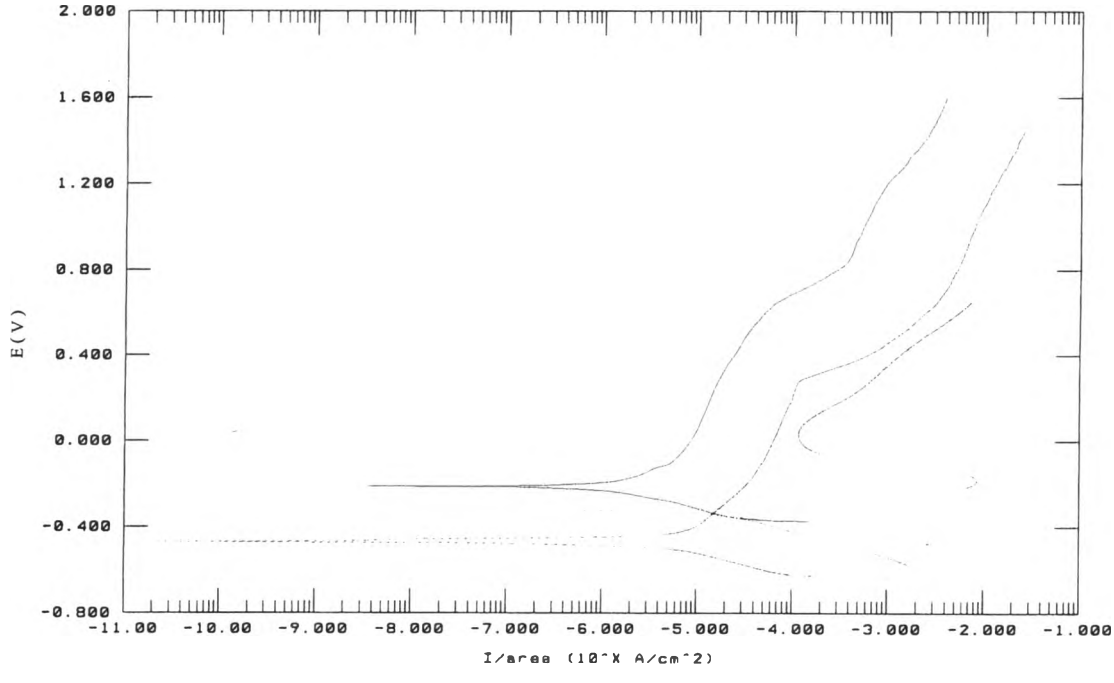
ผลการวัดเส้นโพลาไรเซชั่นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ที่อุณหภูมิ 30°C ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 4.10 ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นคงที่ กับเกลือโซเดียมคลอไรด์ แสดงในรูปที่ 4.11 ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นคงที่แสดงในรูปที่ 4.12

ในรูปที่ 4.10 เมื่อความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มขึ้นจาก 0.01 โมล/ลิตร เป็น 1.0 โมล/ลิตร ค่ากระแสไฟฟ้าฟิล์มพาสซิฟ (I_p) มากขึ้น ชี้ให้เห็นว่า กรดไฮโดรคลอริกมีผลในการลดเสถียรภาพของฟิล์ม สารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อลักษณะเส้นโพลาไรเซชั่นของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L คล้ายกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ในรูปที่ 4.11 เมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นจาก 0.9 โมล/ลิตร – 3.9 โมล/ลิตร ที่ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกคงที่ ที่ 0.1 โมล/ลิตร ช่วงพาสซิวิตี้ (Passivity) ลดลง และค่ากระแสไฟฟ้าฟิล์มพาสซีฟมากขึ้น แสดงให้เห็นว่า ความเสถียรของฟิล์มต่ำลงทำให้ง่ายต่อการเกิดการผุกร่อน รูปที่ 4.12 ให้ผลคล้ายกันกับรูปที่ 4.11 ซึ่งเป็นกรณีที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ที่ 3 โมล/ลิตร และความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มขึ้นจาก 0.02 โมล/ลิตร เป็น 1 โมล/ลิตร

ผลที่ได้จากรูปที่ 4.10 – 4.12 คือความต้านทานการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมที่ได้จากการวัดเส้นโพลาไรเซชั่นสอดคล้องกับผลการทดลองในแผนภูมิการผุกร่อนภายใต้ความเค้น รูปที่ 4.1, 4.3, 4.4 และ 4.5 ที่พบว่า เมื่อความเข้มข้นระหว่างกรดไฮโดรคลอริก และเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น การผุกร่อนจะมีระดับความรุนแรงเพิ่มขึ้น เริ่มต้นจากการผุกร่อนทั่วไปแบบสม่ำเสมอเป็นแบบรูพรุน แล้วเปลี่ยนเป็นการผุกร่อนทั่วไปแบบไม่สม่ำเสมอ

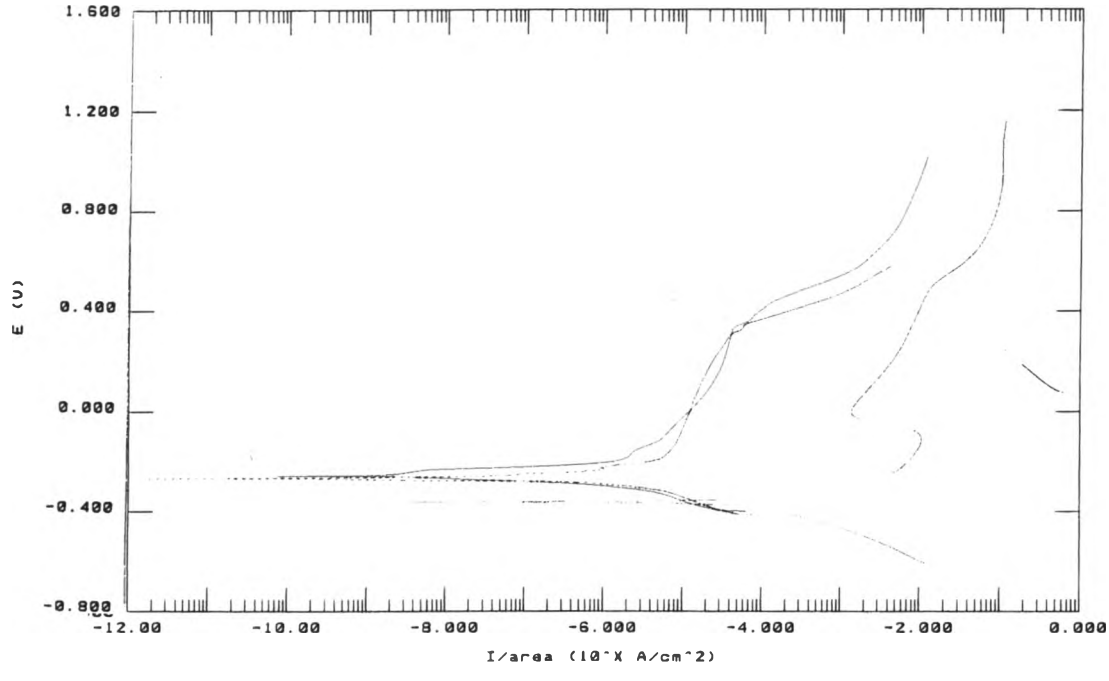
เมื่อเปรียบเทียบผลการวัดเส้นโพลาไรเซชั่นของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L ในการทดลองนี้ กับเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304L [14] ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ค่าเดียวกัน พบว่าเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L มีค่า E_{CORR} สูงกว่า และมีช่วงพาสซิวิตี้กว้างกว่า แสดงว่า มีความต้านทานการผุกร่อนมากกว่าเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304L สาเหตุนี้อาจเป็นเพราะว่า เหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L มีส่วนผสมของธาตุโมลิบดีนัม (Mo) ซึ่งเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304L ไม่มีโมลิบดีนัมอาจมีผลช่วยเพิ่มความต้านทานการผุกร่อน [2, 12, 13] โดยอาจจะเป็นองค์ประกอบหนึ่งของฟิล์มบนผิวเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L ซึ่งก็ยังคงเป็นที่ถกเถียงกัน [2, 12, 13] และต้องมีผลการทดลองโดยเฉพาะการวิเคราะห์ฟิล์มบนผิวเหล็กกล้าไร้สนิม 316L ยืนยัน

ผลการเปรียบเทียบแผนภูมิการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304L [3] รูปที่ 2.2 และแผนภูมิการผุกร่อนภายใต้ความเค้นของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L ที่ได้จากการทดลองนี้ พบว่า เหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L ไม่เกิดรอยแตกร้าว ดังเช่น เหล็กกล้าไร้สนิม 304L เมื่อทดสอบด้วยวิธี U – bend test ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริก และเกลือโซเดียมคลอไรด์ ในช่วงความเข้มข้นเดียวกัน คือ กรดไฮโดรคลอริก 0 – 10 โมล/ลิตร และคลอไรด์อิออนรวม 0 – 6 โมล/ลิตร

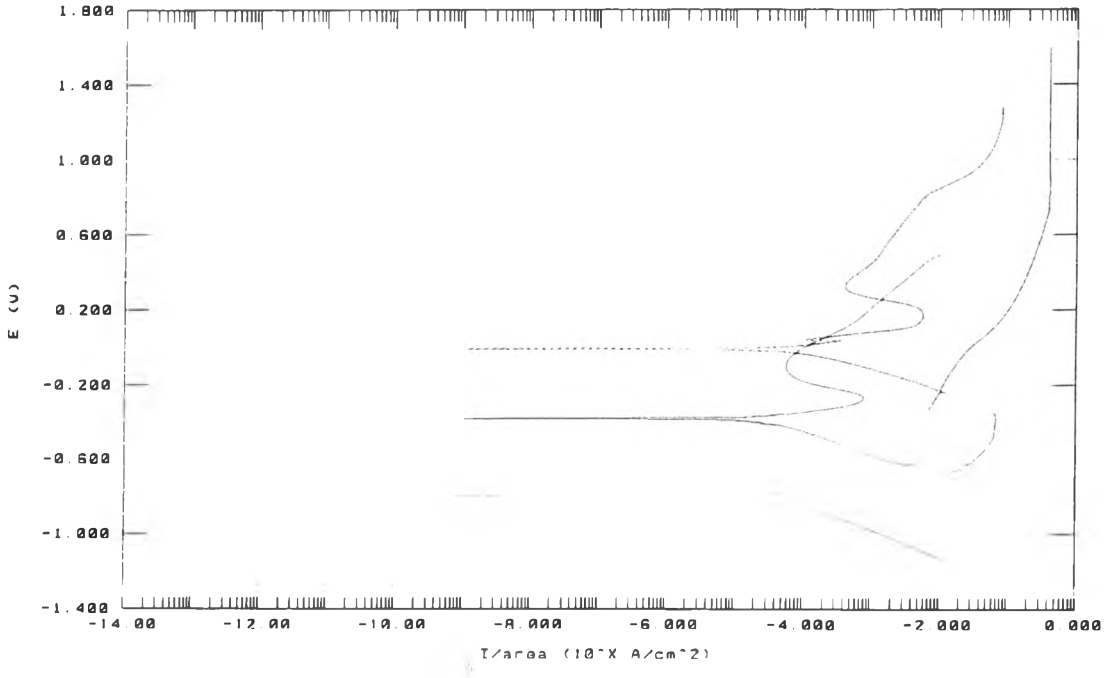


รูปที่ 4.10 เส้นโพลาไรเซชั่นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.1 และ 1 โมล/ลิตร ที่อุณหภูมิ 30 ^{o}C

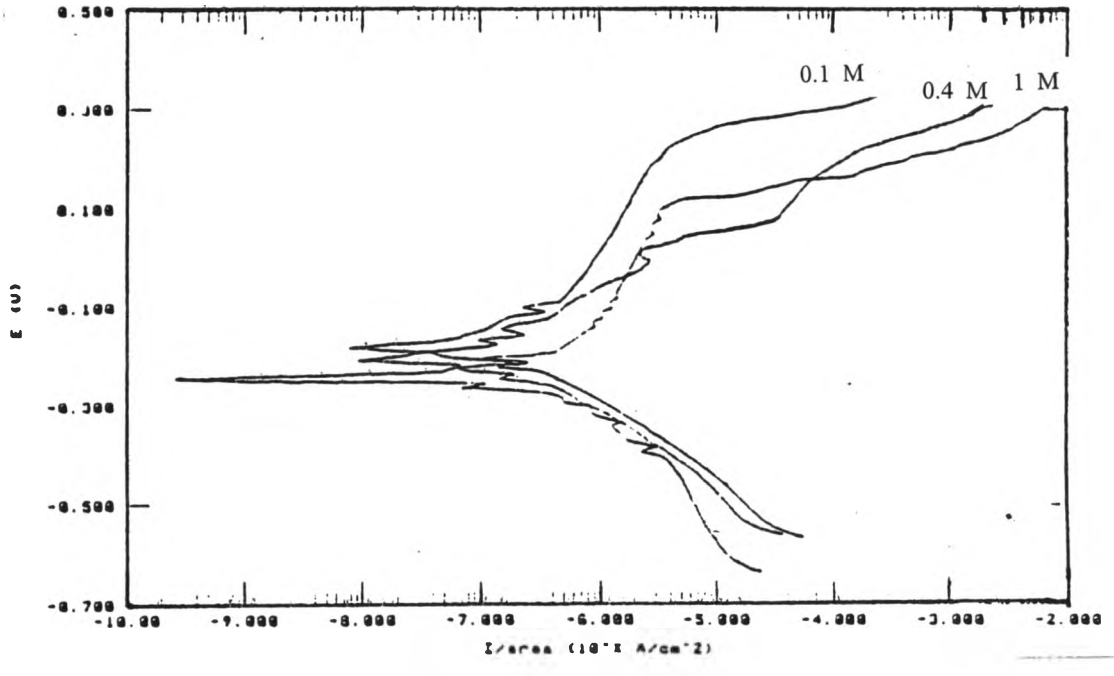
—— HCl = 0.01 โมล/ลิตร —— HCl = 0.1 โมล/ลิตร —— HCl = 1.0 โมล/ลิตร



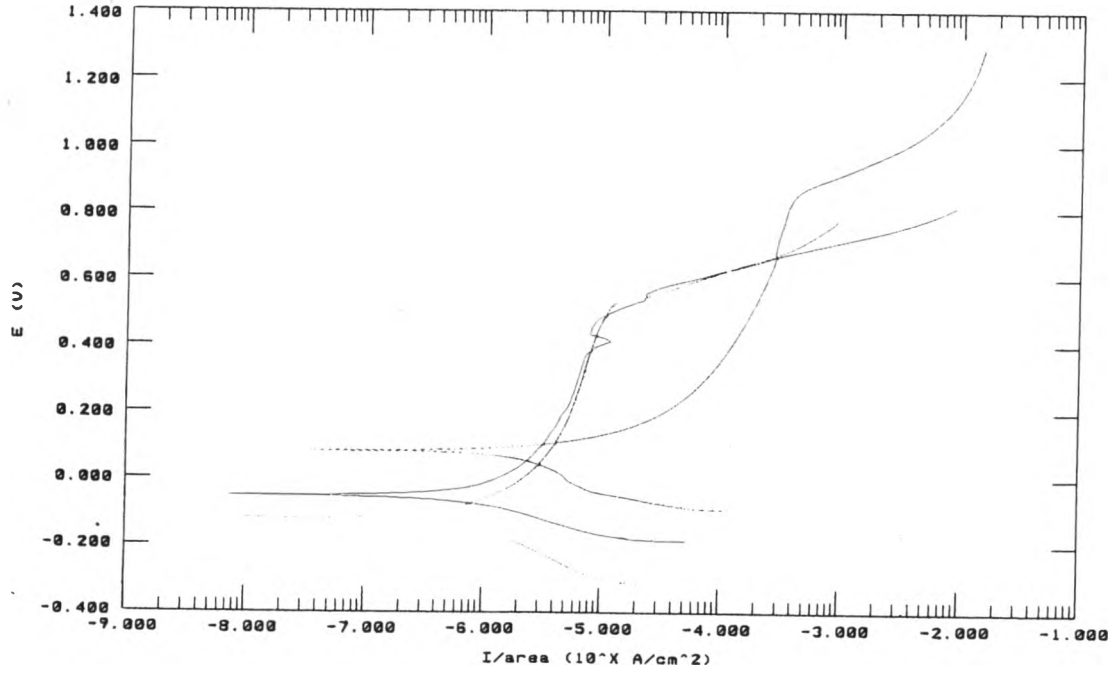
รูปที่ 4.11 เส้นโพลาไรเซชั่นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมระหว่างของกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร และเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 - 4 โมล/ลิตร ที่อุณหภูมิ $30^{o}C$ —— HCl = 0.1 โมล/ลิตร —— HCl = 0.1 โมล/ลิตร + NaCl = 0.9 โมล/ลิตร —— HCl = 0.1 โมล/ลิตร + NaCl = 1.4 โมล/ลิตร —— HCl = 0.1 โมล/ลิตร + NaCl = 3.9 โมล/ลิตร



รูปที่ 4.12 เส้นโพลาไรเซชั่นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริก 0.02 - 1 โมล/ลิตร และเกลือโซเดียมคลอไรด์ 3 โมล/ลิตร คงที่ ที่อุณหภูมิ 30°C ——HCl = 0.02 โมล/ลิตร + NaCl = 3 โมล/ลิตร —— HCl = 0.20 โมล/ลิตร + NaCl = 3 โมล/ลิตร ——HCl = 1 โมล/ลิตร +NaCl= 3 โมล/ลิตร



ก. 304L [14]



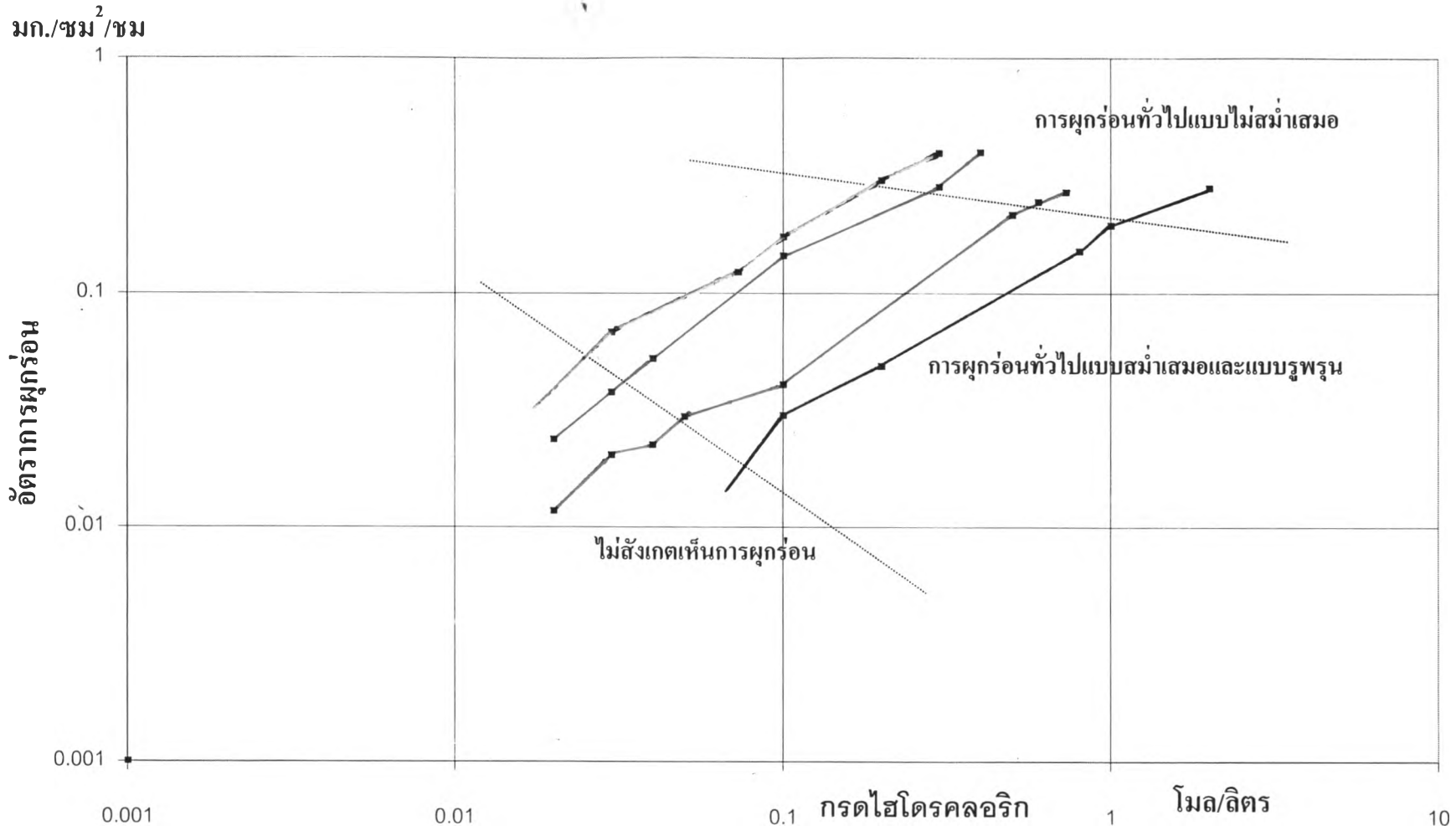
ข. 316L

รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบผลการวัดเส้นโพลาไรเซชั่นของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 304L [14] กับของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ที่ได้จากการทดลองนี้ในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ ——— NaCl = 0.1 โมล/ลิตร ——— NaCl = 0.4 โมล/ลิตร ——— NaCl = 1.0 โมล/ลิตร

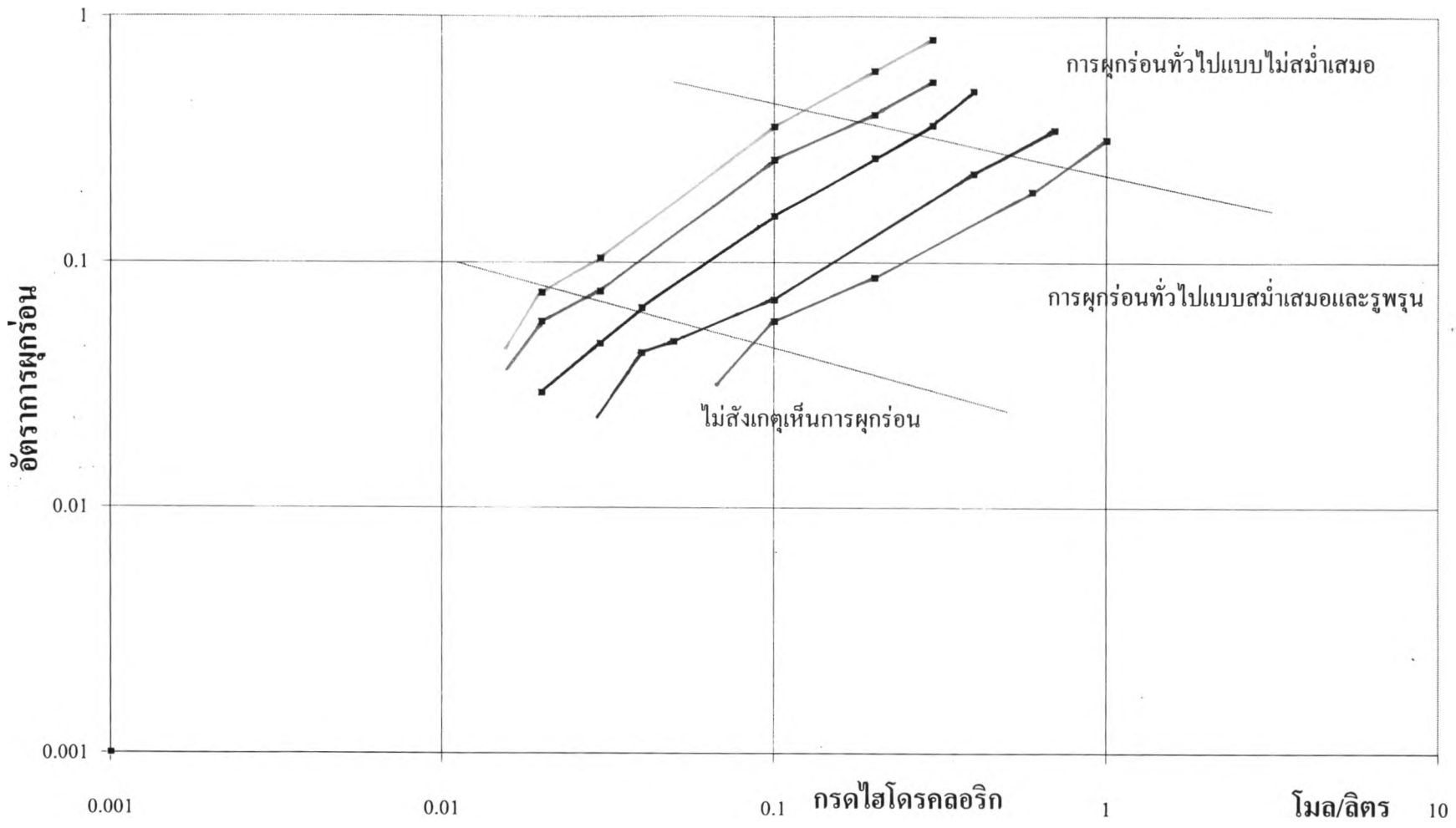
4.3 ผลของอุณหภูมิและความเข้มข้นสารละลายผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่ออัตราการผุกร่อน

รูปที่ 4.14, 4.15, 4.16 และ 4.17 แสดงอัตราการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิม 316L เมื่อความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก และปริมาณคลอไรด์อิอออนรวม เปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิ 32°C, 42°C, 55°C และ 75°C ตามลำดับ โดยทั่วไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและความเข้มข้นระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและปริมาณคลอไรด์อิอออนรวมเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราการผุกร่อนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าคลอไรด์อิอออนทำลายฟิล์มพาสซีฟ โดยจะไปรวมตัวกับโลหะอิอออนกลายเป็นสารประกอบโลหะคลอไรด์ละลายเข้าไปในสารละลาย [2, 13] และอุณหภูมิจะเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนตัวของโลหะอิอออนในฟิล์ม ฟิล์มจึงมีเสถียรภาพน้อยลง กราฟอัตราการผุกร่อน ที่อุณหภูมิ 32 °C และ 42 °C มีความชันเป็นค่าเดียวกัน แม้ว่าลักษณะการผุกร่อนจะไม่เหมือนกันตามแผนภูมิการผุกร่อนภายใต้ความเค้น ที่แบ่งลักษณะการผุกร่อนออกเป็น 3 ส่วน แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 55 °C และ 75 °C จะสังเกตเห็นว่า ความชันของกราฟอัตราการผุกร่อนเปลี่ยนไป ในช่วงแรกจะมีค่าความชันมากและลดลงในช่วงลักษณะการผุกร่อนที่รุนแรงมากขึ้น

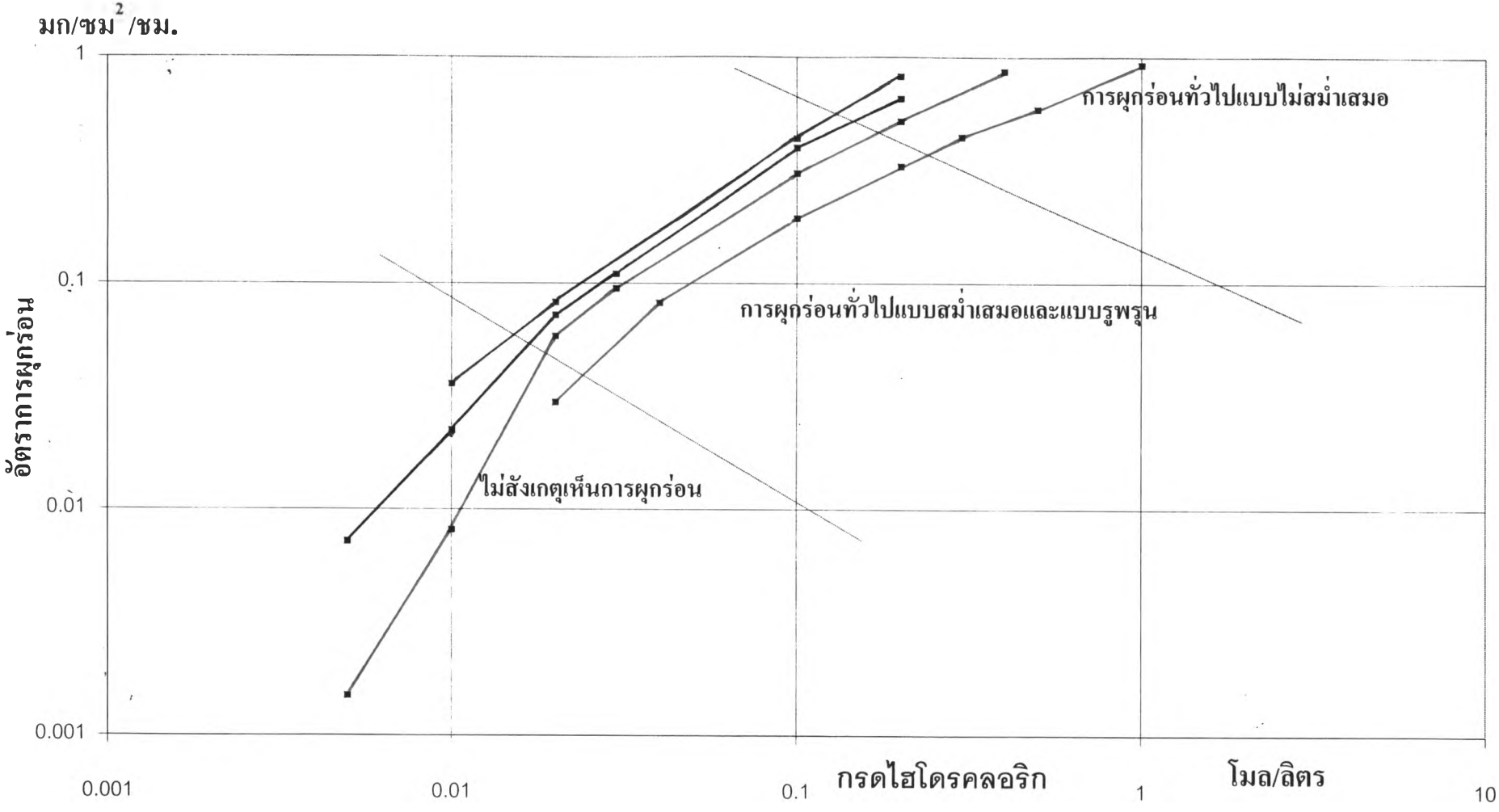
เมื่อเปรียบเทียบกราฟอัตราการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L กับเกรด 304 (รูปที่ 2.1) พบว่า ความชันของเส้นกราฟอัตราการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304 แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ในสารละลายผสมที่ช่วงความเข้มข้นระหว่างกรดไฮโดรคลอริกและเกลือโซเดียมคลอไรด์ค่าเดียวกัน อัตราการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 316L จะต่ำกว่า



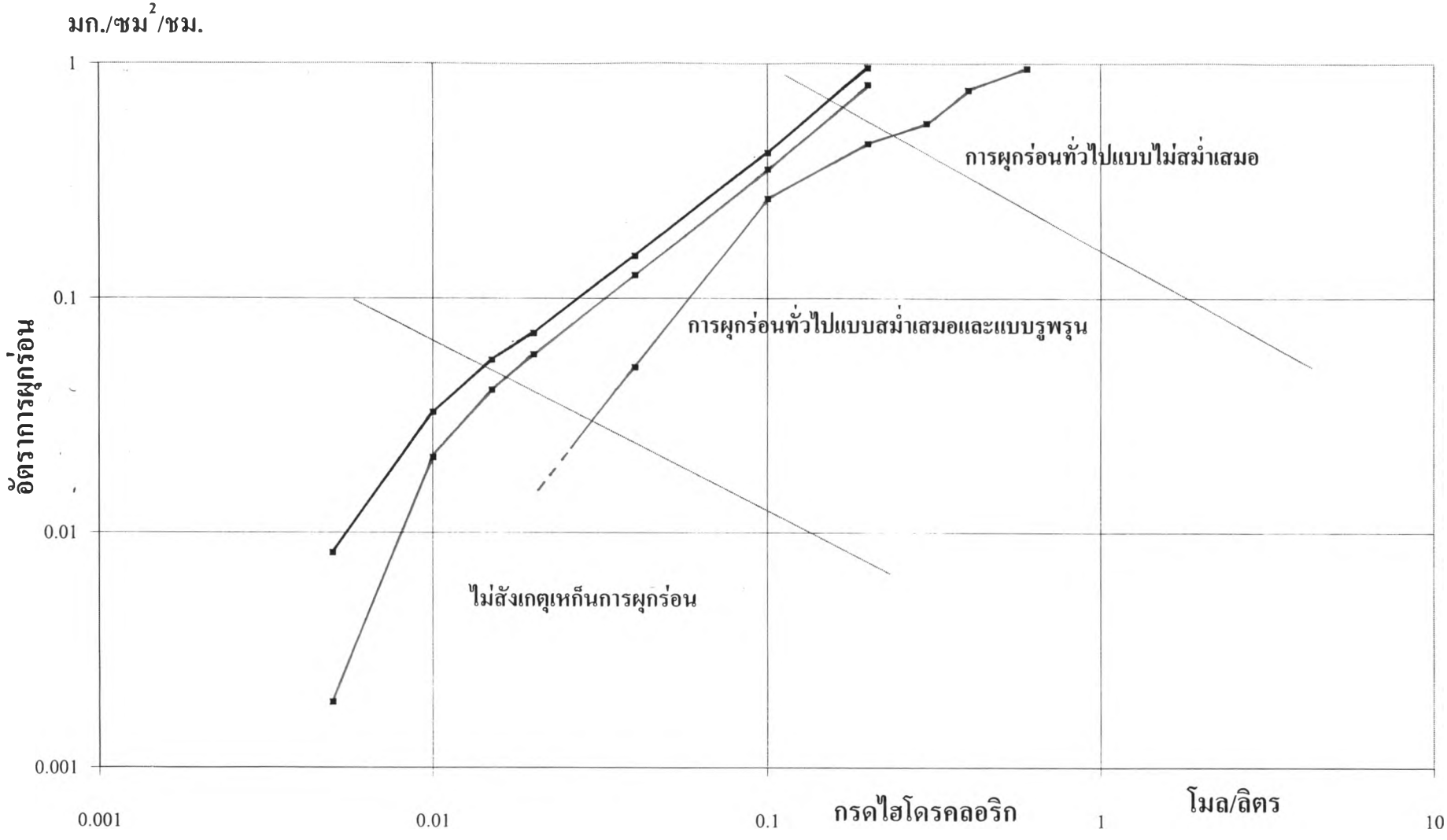
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงอัตราการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมที่มีความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก [HCl] และคลอไรด์อิออนรวม [Cl^-] ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 32^o C ——— H^+ + 2 M Cl^- ——— H^+ + 3 M Cl^- ——— H^+ + 4 M Cl^- ——— H^+ + 5 M Cl^-



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงอัตราการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมที่มีความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก [HCl] และคลอไรด์อิออนรวม [Cl^-] ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 42^oC —— H^+ + 1.5 M Cl^- —— H^+ + 2 M Cl^- —— H^+ + 3 M Cl^- —— H^+ + 4 M Cl^- —— H^+ + 5 M Cl^-



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงอัตราการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมที่มีความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก [HCl] และคลอไรด์อิออนรวม [Cl^-] ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 55^{O}C —— H^+ + 2 M Cl^- —— H^+ + 3 M Cl^- —— H^+ + 4 M Cl^- —— H^+ + 5 M Cl^-



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงอัตราการผุกร่อนของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเกรด 316L ในสารละลายผสมที่มีความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก [HCl] และคลอไรด์อิออนรวม [Cl^-] ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 75^oC —— H^+ + 1 M Cl^- —— H^+ + 3 M Cl^- —— H^+ + 5 M Cl^-