

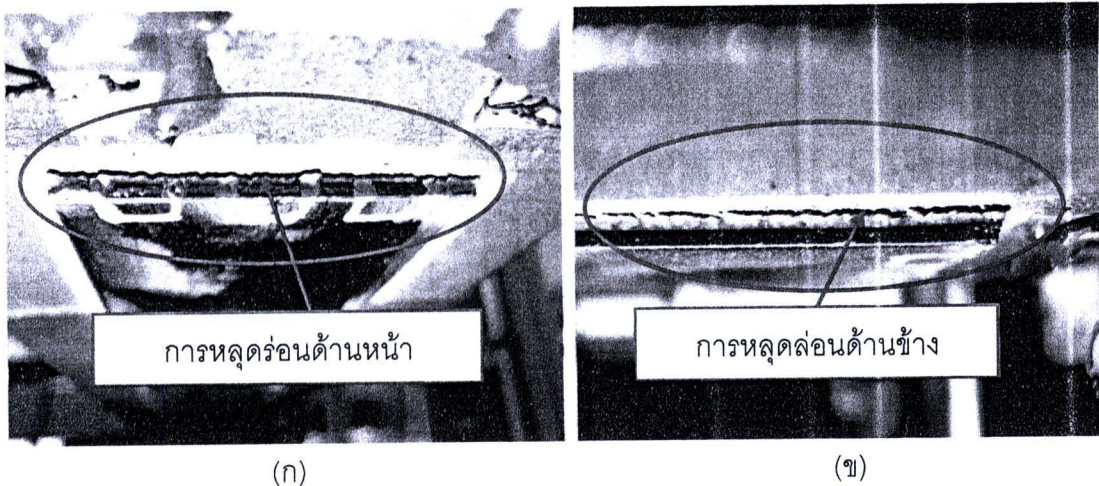
บทที่ 7

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองคานเหล็กที่เสริมกำลังด้วยแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่ และการทดลองแผ่นเหล็กประทับคู่แบบสมมาตรภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่พบว่า

1. ในการทดลองคานเหล็กที่เสริมกำลัง พบว่าการหลุดล่อนของแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนในคานเหล็กเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างผิวเหล็กกับชั้นวัสดุประสานบริเวณระยะปลายแผ่น ด้านใกล้กับตำแหน่งกึ่งกลางของความยาวคาน (แสดงดังรูปที่ 7.1 และ 7.2)

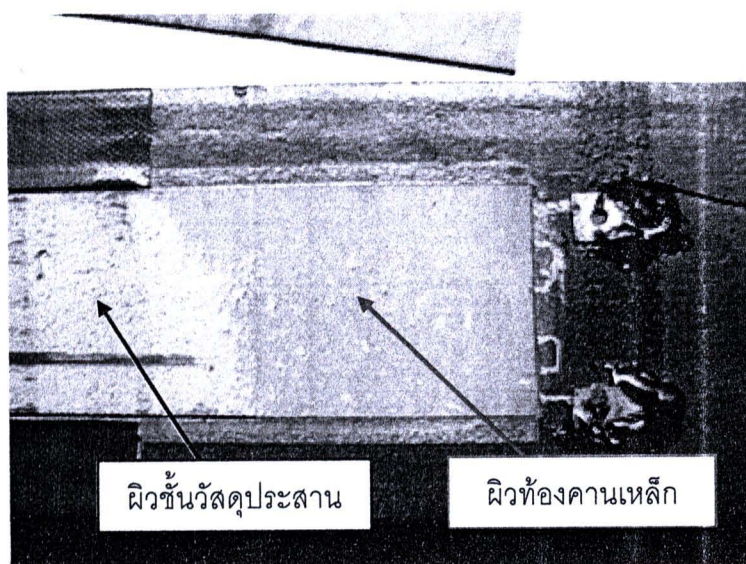


รูปที่ 7.1 การหลุดล่อนที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของผิวเหล็กกับวัสดุประสาน (BSC602S) (ก) ด้านหน้าของปลายแผ่น และ (ข) ด้านข้างของปลายแผ่น

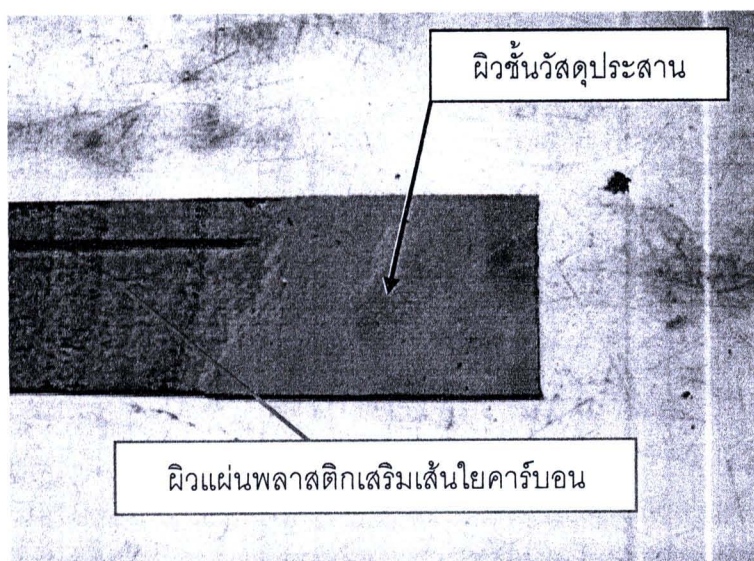
พฤติกรรมการหลุดล่อนของแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนนี้สามารถแบ่งระยะเวลาของการเกิดรอยร้าวได้เป็น 4 ระยะดังต่อไปนี้

ก.) ระยะไม่เกิดรอยร้าว เริ่มจากจุดเริ่มต้นการทดลองถึงจุดกำเนิดรอยร้าว (N_{SL1}) และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลง

ข.) ระยะรอยร้าวเติบโต 1 เริ่มจากจุดกำเนิดรอยร้าว (N_{SL1}) ถึงจุดรอยร้าวเติบโต 1 (N_{SL2}) ช่วงแรกของระยะนี้รอยร้าวจะทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าอ่านได้ต่างจากเดิมลดลงเพียงเล็กน้อยเนื่องจากรอยร้าวมีขนาดเล็ก ช่วงหลังของระยะนี้รอยร้าวจะมีขนาดใหญ่ขึ้นตามจำนวนรอบของแรงกระทำที่เพิ่มขึ้นและทำให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงสูง



(ก) บริเวณท้องคานเหล็ก



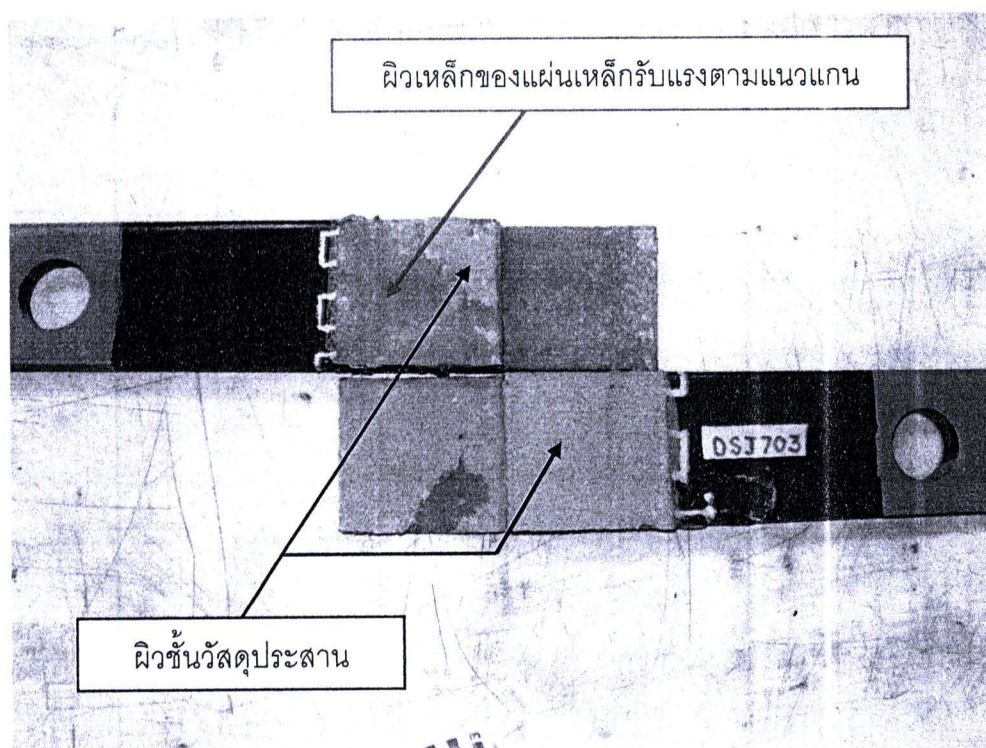
(ข) แผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนที่มีวัสดุประสานติด

รูปที่ 7.2 พื้นที่การหลุดล่อนของชั้นวัสดุประสานในคานเหล็กที่เสริมกำลัง (BSC602S)

ค.) ระยะรอยร้าวเดบิต 2 เริ่มจากจุดรอยร้าวเดบิต 1 ($N_{SL,2}$) ถึงจุดรอยร้าวเดบิต 2 หรือจุดปลายแผ่นหลุดล่อน ($N_{SL,3}$) ในระยะนี้รอยร้าวจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งรอยร้าวมีขนาดใหญ่พอที่จะทำให้ปลายแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนหลุดออกจากคานเหล็กหรืออ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่ากับศูนย์โวลต์

ง.) ระยะการหลุดล่อน เริ่มจากจุดปลายแผ่นหลุดล่อนเป็นต้นไป จากพฤติกรรมนี้จึงสามารถบอกได้ว่ารอยร้าวขนาดเล็กนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของการหลุดล่อนของแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอน

2. ในการทดลองแผ่นเหล็กประกบกับคู่แบบสมมาตร พบว่าการวิบัติ (การหลุดล่อน) นั้นที่เมื่อเกิดรอยร้าว (ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นศูนย์โวลต์ทันที) โดยรอยร้าวที่พบนั้นอยู่ในบริเวณผิวสัมผัสระหว่างผิวเหล็กกับชั้นวัสดุประสาน แสดงดังรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 บริเวณพื้นที่ที่เกิดรอยร้าวล้าในแผ่นเหล็กประกบกับคู่แบบสมมาตร (DSJ703)

3. ในคานเหล็กพบว่าค่าลำดับเอกฐาน (order of singularity, α_1) ที่ได้จากวิธีซีพีโปรคอลเวิร์คคอนทัวริ่งทริกัล (RWCIM) และระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ที่ใช้โครงข่ายละเอียดมากมีค่าเท่ากับ 0.271 ส่วนค่าความเข้มของความเค้นในพิกัดเชิงขั้ว Q_{rr} , $Q_{r\theta}$ และ $Q_{\theta\theta}$ มีความแตกต่างเท่ากับ 4.73%, 3.61% และ 2.86% ตามลำดับ สำหรับในแผ่นเหล็กประกบกับคู่แบบสมมาตร เมื่อเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยในอดีต ค่าความเข้มของความเค้นในพิกัดเชิงขั้ว Q_{rr} , $Q_{r\theta}$ และ $Q_{\theta\theta}$ ในกรณีความเค้นระนาบมีความแตกต่างเท่ากับ -2.73%, -2.75% และ -2.75% ตามลำดับ ส่วนในกรณีความเค้นเฉียระนาบมีความแตกต่างเท่ากับ -3.78% -3.78% และ -3.77% ตามลำดับ

4. ระดับของช่วงของค่าความเข้มของความเค้นมีผลต่ออายุของจุดกำเนิดรอยร้าวของการทดลองคานเหล็กและอายุของจุดกำเนิดรอยร้าว (การหลุดล่อน) ของการทดลองแผ่นเหล็กประกบกับคู่แบบสมมาตรดังสมการที่ 6.1, 6.4 และ 6.5 ตามลำดับ

5. สมการทำนายการเกิดวิบัติของการทดลองแผ่นเหล็กประกบกับคู่แบบสมมาตรภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่ไม่สามารถนำมาใช้ทำนายอายุจุดกำเนิดรอยร้าวในผิวสัมผัส

ระหว่างผิวเหล็กกับชั้นวัสดุประสานของการทดลองคานเหล็กที่เสริมกำลังด้วยแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่ได้

7.2 ข้อเสนอแนะการศึกษาในอนาคต

การทดลองคานเหล็กที่เสริมกำลังด้วยแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่ในอนาคต

1. พิจารณาอัตราส่วนของแรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่และความถี่ของแรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่ที่มีผลต่อการหลุดล่อนของแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนในคานเหล็กที่เสริมกำลังภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่

2. พิจารณาปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการทำให้เกิดการหลุดล่อนของแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนในคานเหล็กที่เสริมกำลังภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่

3. พิจารณาประเภทของคุณสมบัติของวัสดุประสานกับแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนที่นำมาเสริมกำลังให้กับคานเหล็กเพื่อศึกษาพฤติกรรมการหลุดล่อนของแผ่นพลาสติกเสริมเส้นใยคาร์บอนในคานเหล็กที่เสริมกำลังภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่และสร้างกราฟเปรียบเทียบสมการทำนายการเกิดรอยร้าวในคานเหล็ก (สมการนี้ได้จากผลของการทดลองแผ่นเหล็กประกบกับคู่แบบสมมาตรภายใต้แรงกระทำเป็นรอบแอมพลิจูดคงที่) กับกราฟสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มของความเค้นกับจำนวนรอบของแรงกระทำ ณ จุดที่ 1 (N_{SL1}) ในการทดลองคานเหล็กที่เสริมกำลัง (ทิศทาง $\theta - \theta$ ในระบบพิกัดเชิงขั้ว)