

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

อภิปราย(discussion)

การอภิปรายประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 การทดสอบหาค่า fracture toughness(K_{IC})ของวัสดุเหล็กเพลลาขาว

ส่วนที่ 2 การทดสอบอัตราการเติบโตของรอยร้าว(crack growth rate)ของวัสดุเหล็กเพลลาขาวภายใต้ภาวะความล้าปกติ(normal fatigue loading)

ส่วนที่ 3 การทดสอบอัตราการเติบโตของรอยร้าว(crack growth rate)ของวัสดุเหล็กเพลลาขาวเมื่อมีภาระเกินปกติกระทำด้วยคาบคงที่(periodic overloading)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 1 การทดสอบหาค่า fracture toughness(K_{IC}) ของวัสดุเหล็กเพลลาขาวจากผลการทดสอบ fracture toughness(K_{IC}) ดังรูปที่ นำมาคำนวณค่า fracture toughness โดยสมการ

$$K_{IC} = P_Q f(a/W) / BW^{1/2}$$

ดังแสดงตามตารางที่ 5.1

ชั้นทดสอบ No.	ภาระสูงสุดที่ 95% ของความชัน ส่วนที่เป็นบริเวณเส้นตรง(N)	K_{IC} (MPa \sqrt{m})
1	82404	119.67
2	74556	108.27
3	80442	116.82

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าภาระสูงสุดที่ได้จากการทดสอบ fracture toughness

จากการทดสอบข้างต้นและสมมุติฐานของ กลศาสตร์การแตกหักเชิงเส้น (linear elastic fracture mechanics) การทดสอบ fracture toughness จะเป็นที่ยอมรับได้ก็ต่อเมื่อต้องสอดคล้องตามเงื่อนไขดังนี้

1) ขนาดและมิติของชั้นทดสอบต้องถูกต้องตามเงื่อนไข

$$B(\text{ความหนาของชั้นทดสอบ}) > 2.5(K_{IC}/\sigma_Y)^2$$

$$a(\text{ความยาวของรอยร้าว precrack ของชั้นทดสอบ}) > 2.5(K_{IC}/\sigma_Y)^2$$

$$W-a(\text{ligament}) > 2.5(K_{IC}/\sigma_Y)^2$$

จากการทดสอบสามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 5.2

มิติต่างของชิ้นทดสอบ(m) (dimension of specimen)	$2.5(K_{IC}/\sigma_Y)^2$ (m)
B(0.0255)	0.02445
a(0.023)	0.02202
W-a(0.028)	0.0233

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของชิ้นทดสอบตามเงื่อนไขของการทดสอบ fracture toughness

2 ขนาดของภาวะที่ใช้ในการสร้างรอยร้าว precrack จะต้องต่ำกว่าภาวะสูงสุดที่ได้จากการทดสอบ fracture toughness(P_Q) จากการทดสอบจะเห็นว่าต่ำกว่าทุกกรณี จากเงื่อนไข 1 และ 2 จะเห็นว่าสอดคล้องตามเงื่อนไขของ กลศาสตร์การแตกหักเชิงเส้น (linear elastic fracture mechanics, LEFM) จึงสามารถสรุปได้ว่า

$$K_{IC} = K_Q$$

จากตารางที่ 5.1 จะได้ค่าเฉลี่ยของ fracture toughness ของวัสดุเหล็กเพลลาขาว (cold-finished steel bars) คือ $114.92 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ จะเห็นว่ามีค่าค่อนข้างต่ำซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติของวัสดุเปราะ (brittle materials) อย่างชัดเจนซึ่งสังเกตได้จากผิวของการแตกหัก (fracture surface)

การที่วัสดุเหล็กเพลลาขาวที่ใช้ในการวิจัยมีลักษณะเปราะทำให้สามารถใช้กลศาสตร์การแตกหักเชิงเส้น (linear elastic fracture mechanics, LEFM) ในการวิเคราะห์พฤติกรรมความเสียหายและอายุความล้าได้อย่างแม่นยำซึ่งแสดงไว้ในส่วนที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 1 การทดสอบหาค่า fracture toughness(K_{IC}) ของวัสดุเหล็กเพลลาขาวจากผลการทดสอบ fracture toughness(K_{IC}) ดังรูปที่ นำมาคำนวณค่า fracture toughness โดยสมการ

$$K_{IC} = P_Q f(a/W) / BW^{1/2}$$

ดังแสดงตามตารางที่ 5.1

ชั้นทดสอบ No.	ภาระสูงสุดที่ 95% ของความชัน ส่วนที่เป็นบริเวณเส้นตรง(N)	K_{IC} (MPa \sqrt{m})
1	82404	119.67
2	74556	108.27
3	80442	116.82

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าภาระสูงสุดที่ได้จากการทดสอบ fracture toughness

จากการทดสอบข้างต้นและสมมุติฐานของ กลศาสตร์การแตกหักเชิงเส้น (linear elastic fracture mechanics) การทดสอบ fracture toughness จะเป็นที่ยอมรับได้ก็ต่อเมื่อต้องสอดคล้องตามเงื่อนไขดังนี้

1) ขนาดและมิติของชั้นทดสอบต้องถูกต้องตามเงื่อนไข

$$B(\text{ความหนาของชั้นทดสอบ}) > 2.5(K_{IC}/\sigma_Y)^2$$

$$a(\text{ความยาวของรอยร้าว precrack ของชั้นทดสอบ}) > 2.5(K_{IC}/\sigma_Y)^2$$

$$W-a(\text{ligament}) > 2.5(K_{IC}/\sigma_Y)^2$$

จากการทดสอบสามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 5.2

ส่วนที่ 2 การทดสอบอัตราการเติบโตของรอยร้าว(crack growth rate) ของวัสดุเหล็ก
เพลลาขาวภายใต้ภาระความล้าปกติ(normal fatigue loading)

จากผลการวิจัยในส่วนที่ 1 แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้กลศาสตร์การแตกหักเชิงเส้นในการ
วิเคราะห์พฤติกรรมของอายุความล้า ของวัสดุเหล็กเพลลาขาวได้ ซึ่งตัวแปรที่สำคัญในการวิเคราะห์โดย
กลศาสตร์การแตกหักเชิงเส้นคือ fracture toughness(K) ซึ่งตรงกับแนวความคิดของ P.C. Paris จาก
ข้อมูลผลการวิจัย นำมาคำนวณอัตราการเติบโตของรอยร้าวได้ดังตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.1 โดย อัตรา
การเติบโตของรอยร้าว (da/dN) คำนวณโดยประมาณจาก

$$da/dN \approx (a_i - a_{i-1}) / (N_i - N_{i-1})$$

$$\text{และ } \Delta K = \Delta P_Q f(a/W) / BW^{1/2}$$

จากรูปที่ โดยสมมติฐานของ Paris

$$da/dN = C(\Delta K)^n$$

เมื่อ fit curve ในรูปที่ 5.1(log-log scale) จะได้อ่า ความชัน(slope) คือ n และ จุดตัดแกนตั้ง (y-
intercept) คือ C

จากรูปจะได้

$$C = 1.5 \times 10^{-6}$$

และ

$$n = 2.3$$

หรือสรุปได้ว่าความสัมพันธ์ของ P.C. Paris คือ

$$\frac{da}{dN} = 1.5 \times 10^{-6} (\Delta K)^{2.3}$$

โดย da/dN มีหน่วยเป็น(mm/cycles) และ ΔK มีหน่วยเป็น(MPa \sqrt{m})

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวและค่า fracture toughness(K_{IC})ที่คำนวณได้ในส่วนที่ 1 ทำ
ให้สามารถนำไปประยุกต์ในการวิเคราะห์อัตราการเติบโตของรอยร้าวของวัสดุเหล็กเพลลาขาวได้

สภาวะที่ใช้ทดสอบคือ

Mean stress 2 ton

Amplitude 0.5 ton

Cycles	Crack Length			da/dN	a/W	f(a/W)	K
	a1	a2	a(avg)				
500000	1.0	0.0	10.7				
700000	1.0	0.0	10.7	0	0.2098	4.3989	7493498
1184000	3.0	0.0	11.7	2.07E-06	0.2294	4.6525	7925562
1200000	3.0	0.0	11.7	0	0.2294	4.6525	7925562
1500000	5.0	0.0	12.7	3.33E-06	0.2490	4.9115	8366832
1600000	7.0	0.0	13.7	0.00001	0.2686	5.1774	8819688
1700000	8.0	0.4	14.4	7E-06	0.2824	5.3683	9145012
1800000	8.0	1.5	15.0	5.5E-06	0.2931	5.5217	9406197
1900000	10.0	2.0	16.2	1.25E-05	0.3176	5.8827	10021134
2000000	11.0	4.5	18.0	1.75E-05	0.3520	6.4242	10943632
2100000	13.0	5.0	19.2	1.25E-05	0.3765	6.8438	11658390
2200000	15.0	8.0	21.7	0.000025	0.4255	7.7933	13275861
2300000	18.5	11.0	25.0	3.25E-05	0.4892	9.3471	15922765
2350000	21.0	14.0	27.7	0.000055	0.5431	11.1011	18910785
2382500	23.0	18.0	30.7	9.23E-05	0.6020	13.7598	23439894

ตารางที่ 5.3 แสดงการคำนวณ da/dN และ K ของสภาวะการระปกติ(ขึ้นทดสอบที่ 1)

หมายเหตุ

a1 และ a2 เป็นความยาวรอยร้าวที่วัดจากปลาย notch ทั้งสองด้านของ specimen

a(avg) เป็นความยาวรอยร้าวเฉลี่ยวัดจากจุดศูนย์กลางของรูที่เกาะกระทำ

สภาวะที่ใช้ทดสอบคือ

Mean stress 2 ton

Amplitude 0.5 ton

Cycles	Crack Length(mm)			da/dN	a/W	f(a/W)	K
	a1	a2	a(avg)				
750000	1.2	0.0	10.8				
1000000	1.2	0.0	10.8	0	0.2118	4.4240	7613175
1150000	2.5	1.2	12.1	8.33E-06	0.2363	4.7425	8161197
1200000	3.7	1.2	12.7	0.000012	0.2480	4.8984	8429575
1500000	4.0	3.0	13.7	3.5E-06	0.2686	5.1774	8909593
1600000	4.5	5.0	15.0	1.25E-05	0.2931	5.5217	9502081
1700000	5.5	5.8	15.9	0.000009	0.3108	5.7797	9946059
1800000	5.5	6.0	16.0	1E-06	0.3127	5.8089	9996418
1900000	6.5	7.2	17.1	0.000011	0.3343	6.1398	10565739
2000000	8.5	8.0	18.5	0.000014	0.3618	6.5883	11337655
2100000	10.2	9.8	20.2	1.75E-05	0.3961	7.2038	12396771
2200000	13.0	12.2	22.8	0.000026	0.4471	8.2710	14233344
2300000	16.0	17.0	26.7	0.000039	0.5235	10.4035	17903058
2360312	22.0	20.0	31.2	7.46E-05	0.6118	14.3095	24624876

ตารางที่ 5.4 แสดงการคำนวณ da/dN และ K ของสภาวะการะปกติ (ขึ้นทดสอบที่ 2)

หมายเหตุ

a1 และ a2 เป็นความยาวรอยร้าวที่วัดจากปลาย notch ทั้งสองด้านของ specimen

a(avg) เป็นความยาวรอยร้าวเฉลี่ยวัดจากจุดศูนย์กลางของรูที่ภาระกระทำ



สภาวะที่ใช้ทดสอบคือ

Mean stress 2 ton

Amplitude 0.5 ton

Cycles	Crack Length(mm)			da/dN	a/W	f(a/W)	K
	a1	a2	a(avg)				
500000	1.1	0.0	10.8				
700000	1.1	0.0	10.8	0	0.2108	4.4114	7514916
1100000	2.3	1.3	12.0	3.13E-06	0.2353	4.7296	8056874
1200000	3.4	1.3	12.6	5.5E-06	0.2461	4.8723	8299964
1500000	3.7	3.3	13.7	3.83E-06	0.2686	5.1774	8819688
1600000	4.2	5.6	15.1	0.000014	0.2961	5.5640	9478358
1700000	5.1	6.4	16.0	8.5E-06	0.3127	5.8089	9895546
1800000	5.1	6.7	16.1	1.5E-06	0.3157	5.8531	9970732
1900000	6.1	8.0	17.3	1.15E-05	0.3382	6.2018	10564837
2000000	7.9	8.9	18.6	1.35E-05	0.3647	6.6385	11308715
2100000	9.5	10.9	20.4	0.000018	0.4000	7.2787	12399362
2200000	12.1	13.5	23.0	0.000026	0.4510	8.3626	14245809
2300000	14.9	18.9	27.1	0.000041	0.5314	10.6734	18182133
2350000	20.5	22.2	31.6	8.9E-05	0.6186	14.7170	25070459
2400000	21.5	22.5	32.2	0.000013	0.6314	15.5279	26451849
2450000	22.0	23.0	32.7	0.00001	0.6412	16.2045	27604386
2451263	23.5	25.0	34.5	0.001386	0.6755	19.0116	32386437

ตารางที่ 5.5 แสดงการคำนวณ da/dN และ K ของสภาวะการะปกติ(ขึ้นทดสอบที่ 3)

หมายเหตุ

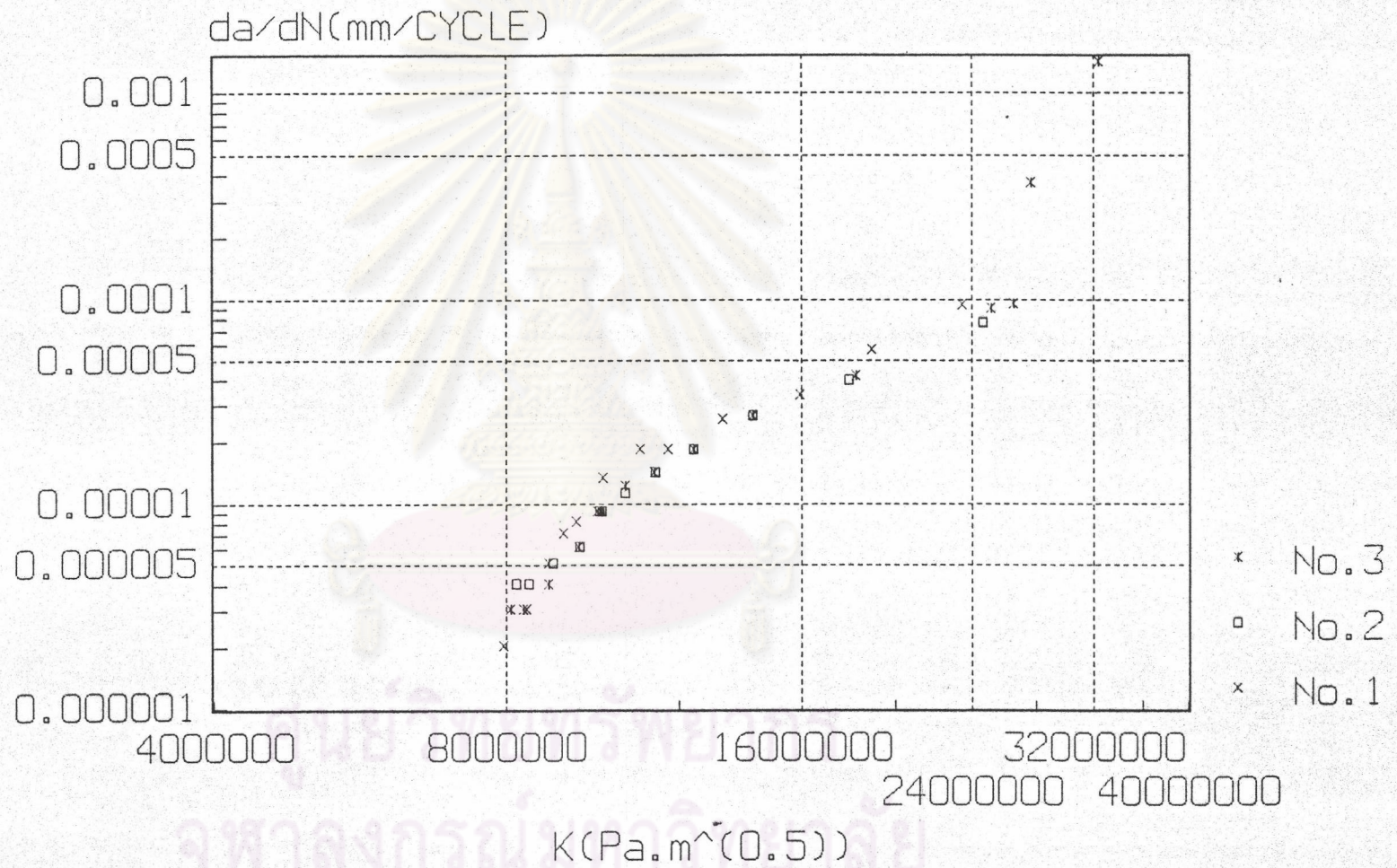
a1 และ a2 เป็นความยาวรอยร้าวที่วัดจากปลาย notch ทั้งสองด้านของ specimen

a(avg) เป็นความยาวรอยร้าวเฉลี่ยวัดจากจุดศูนย์กลางของรูที่ทำการกระทำ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIG.5.1 RELATION BETWEEN da/dN (mm/CYCLE)
 V.S. K (Pa.m^(0.5))



ส่วนที่ 3 การทดสอบอายุความล้าของวัสดุเหล็กเปลือยภายใต้สภาวะของภาระที่เกิด
ภาระเกินพิกัดเป็นคาบ

การวิจัยกระทำโดยทดสอบอายุความล้าที่สภาวะของ load ต่างๆกันดังตารางที่ 5.6

ลักษณะของภาระที่ใช้ในการทดสอบอายุความล้าภายใต้สภาวะที่เกิดภาระเกินพิกัดเป็นคาบ		
กรณีที่ 1 (normal loading)	mean 2 ton / amplitude 0.5 ton	sine load
กรณีที่ 2 (overloading condition)	mean 2.5 ton/amplitude 0.7 ton	sine(overload 200 cycles for 2×10^5 cycles normal load)
กรณีที่ 3 (overloading condition)	mean 3 ton / amplitude 1.5 ton	sine(overload 200 cycles for 2×10^5 cycles normal load)
กรณีที่ 4 (overloading condition)	mean 3.5 ton / amplitude 2 ton	sine(overload 200 cycles for 2×10^5 cycles normal load)
กรณีที่ 5 (overloading condition)	mean 3.75 ton / amplitude 2.25 ton	sine(overload 200 cycles for 2×10^5 cycles normal load)
กรณีที่ 6 (overloading condition)	mean 4 ton / amplitude 2.5 ton	sine(overload 200 cycles for 2×10^5 cycles normal load)

ตารางที่ 5.6 แสดงลักษณะภาระที่ใช้ในการทดสอบอายุความล้าเมื่อมีภาระเกินพิกัดกระทำเป็นคาบ

จากข้อมูลการวิจัย(บทที่ 4 รูปที่ 4.1)จะพบว่า เมื่อขนาดของ amplitude overload มีค่าสูงขึ้นเราจะพบว่าสำหรับวัสดุเหล็กเปลือย(cold-finished steel bars, AISI 4140)ภายใต้ภาระความล้า (fatigue loading) ที่เป็นแรงดึง(tension) ในช่วงการ overload ระหว่างช่วงอัตราส่วนค่าสูงสุดของภาระ(maximum amplitude ratio)1-2.6จะพบว่า total life ของวัสดุมีแนวโน้มยาวขึ้นและสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ดังรูปที่5.2(maximum amplitude ratio) และ (total life ratio) โดยที่

อัตราส่วนค่าสูงสุดของภาระ(maximum amplitude ratio)

$$= \frac{\text{max. amplitude of overload}}{\text{max. amplitude of normal load}}$$

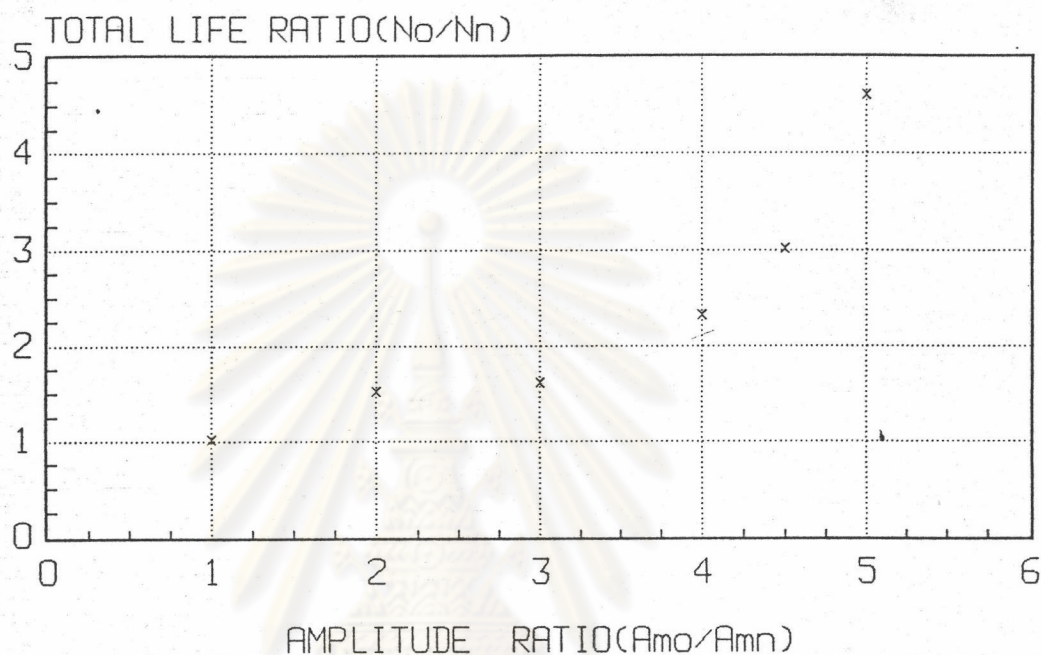
total life ratio = total life เมื่อเกิดภาระเกินพิกัด/total life ภายใต้ภาระปกติ

A_{MO} เป็นขนาดสูงสุด(maximum amplitude)ของสภาวะภาระเกินพิกัด

A_{MN} เป็นขนาดสูงสุด(maximum amplitude)ของสภาวะภาระปกติ

N_O เป็นอายุความล้าโดยรวม(total fatigue life) ของสภาวะภาระเกินพิกัด

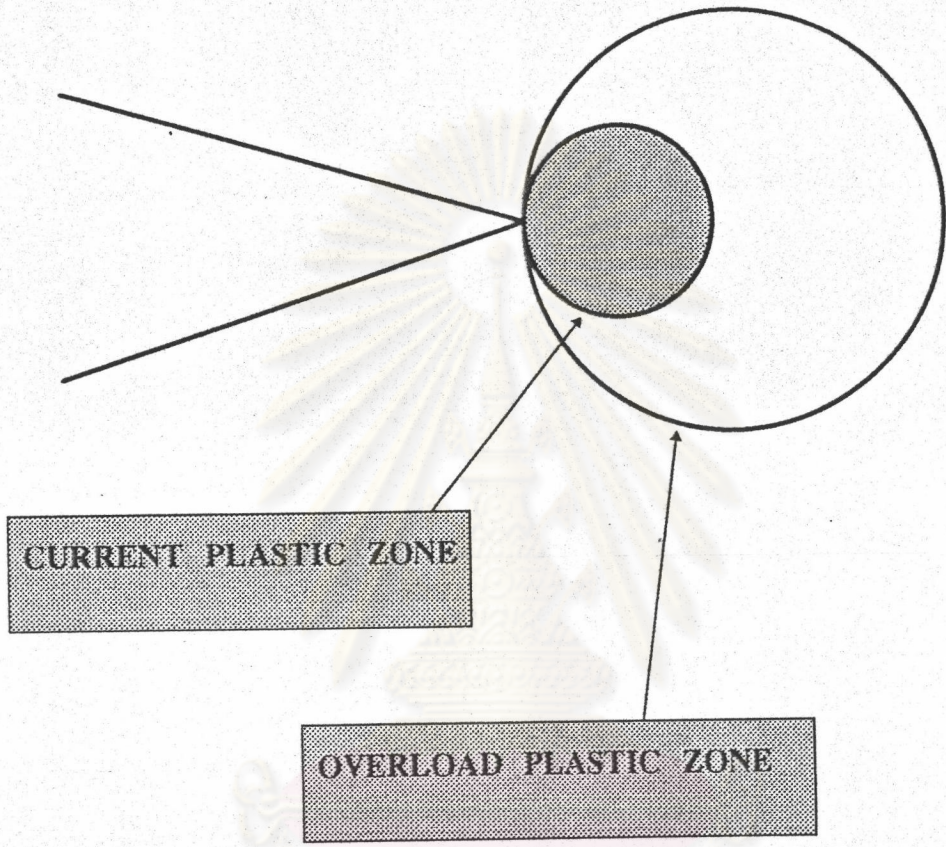
N_N เป็นอายุความล้าโดยรวม(total fatigue life) ของสภาวะภาระปกติ



รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ของ A_{MO}/A_{MN} (maximum amplitude ratio) และ N_O/N_N (total life ratio)

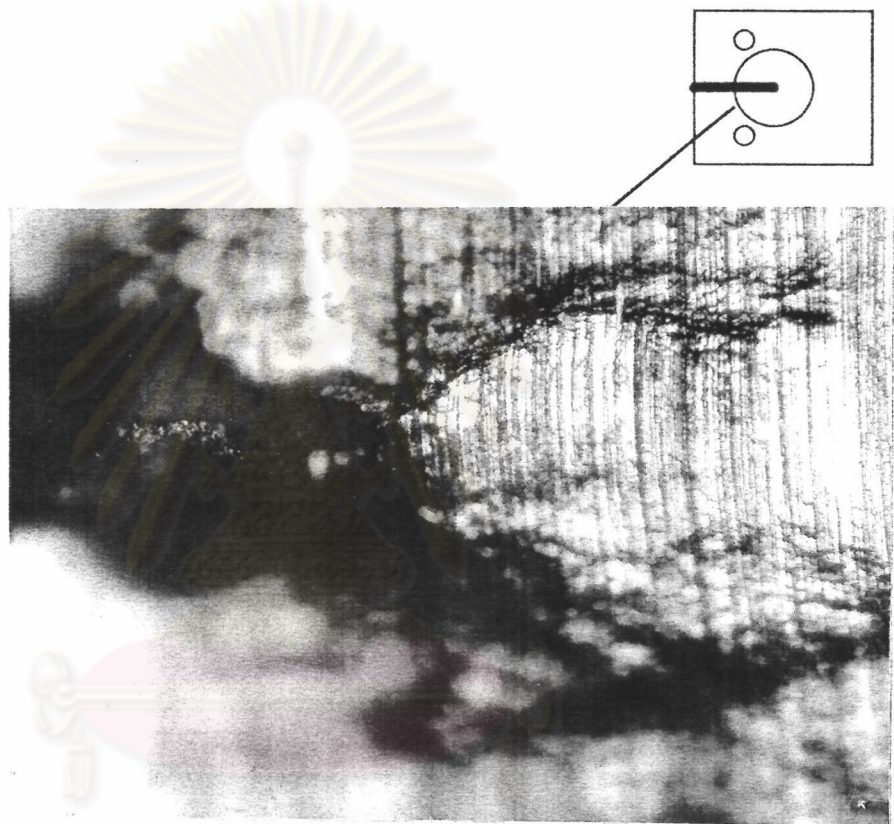
จากรูปที่ 5.2 ในกรณีที่ amplitude ของ overload มีขนาดน้อย เช่น กรณีที่ 2 จะเห็นว่าวัสดุจะมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและในกรณีที่ amplitude ของ overload มีค่ามากจะเห็นได้ชัดเจนว่าอายุความล้าของวัสดุเพิ่มขึ้นอย่างมากเช่นใน กรณีที่ 5 และ กรณีที่ 6

การที่วัสดุมีอายุการใช้งานเพิ่มมากขึ้นภายใต้สภาวะที่มีภาระเกินพิกัดกระทำเป็นคาบสาเหตุที่เป็นไปได้สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจาก ภายใต้ภาระความล้าปกติ เมื่อรอยร้าวโตออกไปบริเวณปลายของรอยร้าวจะมีความหนาแน่นความเค้น(stress concentration)สูงซึ่งทำให้เกิด plastic zone ขนาดหนึ่ง (แสดงดังรูปที่ 5.3) รอบๆรอยร้าวและเมื่อเกิดภาระเกินพิกัดขึ้น จะทำให้เกิด plastic zone ที่โตกว่าขนาดเดิม(ดังรูปที่ 5.3)หลังจากเกิดภาระเกินพิกัดแล้วภายใต้ภาระปกติรอยร้าวจะมีการเติบโตที่ช้าลงเพราะการที่เกิด plastic zone ซึ่งถูกล้อมรอบด้วย elastic zone จะทำให้เกิดสภาวะของความเค้นที่เป็นความเค้นกด (compressive stress) ที่มีค่าสูงขึ้นภายในบริเวณ plastic zone รอบๆรอยร้าวเนื่องจากเมื่อเกิด unloading ส่วนที่เป็น elastic zone จะกลับคืนตัวแต่ส่วนที่เป็น plastic zone จะไม่คืนรูปซึ่งเสมือนกับว่า plastic zone ถูกบีบด้วยส่วนที่เป็น elastic zone และทำให้เกิดสภาวะความเค้นที่เป็น compressive



รูปที่ 5.3 แสดง plastic zone ที่เกิดขึ้นบริเวณหน้ารอยร้าวเปรียบเทียบกับ plastic zone ที่เกิดจากภาระเกินพิกัด

ขึ้นบริเวณหน้ารอยร้าวซึ่งเมื่อ plastic zone มีขนาดโตขึ้นก็เป็นผลให้เกิดความเค้นที่เป็น compressive มีค่าสูงขึ้นไปด้วยและทำให้อัตราการเติบโตของรอยร้าวช้าลง(แสดงดังรูปที่ 5.3)ซึ่งได้ทำการถ่ายรูปโดยใช้กล้อง microscope ภายหลังจาก overload จะพบลักษณะคล้าย plastic zone ที่เกิดขึ้นบริเวณปลายรอยร้าวดังรูปที่ 5.4 ดังแสดงในส่วนของผลการวิจัยในบทที่ 4 รูปที่ 4.10 ในบางกรณีเช่นกรณีที่ 5 และ 6 รอยร้าวอาจจะมีการเติบโตในอัตราที่ช้ามากจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้



รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะบริเวณปลายรอยร้าวภายหลังการ overload

อัตราการเติบโตที่ช้าลง(crack retardation)จากการทดสอบสังเกตได้จากความชัน(slope, da/dN)ของกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรอยร้าว(crack-length)และจำนวนรอบ(cycles) ที่ทำการทดสอบจะสังเกตได้ว่าเมื่อเกิด overload ความชันของกราฟจะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ซึ่งกราฟจะค่อนข้างแบน(flat)และเมื่อยิ่งเพิ่มขนาด amplitude ของ overload ก็จะทำให้ crack มีอัตราการเติบโตที่ช้าลงมากยิ่งขึ้นอย่างไรก็ตาม overload ที่เกิดขึ้นก็ยังคงมีค่าไม่มากเมื่อเทียบกับ yield strength ของวัสดุ

แต่การทดสอบดังกล่าวได้มีการจำกัด parameter ไว้เป็นจำนวนมากเช่น

- overload range (overload amplitude)

- type of loading(sine wave)
- frequency
- number of overload(100 cycles of overload)
- periodic of overload(200000 cycles)

ดังนั้นจากแนวโน้มที่เกิดขึ้นจึงถือได้ว่าเป็นแนวโน้มภายใต้เงื่อนไขดังกล่าวข้างต้นเท่านั้นซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาพฤติกรรมของ fatigue ในวัสดุเหล็กเพลลาขาวได้ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบที่กล่าวมาแล้วสามารถสรุปได้ดังนี้

จากผลการวิจัยในส่วนที่ 1 จากการทดสอบ fracture toughness แสดงให้เห็นว่าวัสดุเหล็กเพลลาขาว(cold-finished steel bars,AISI 4140)มีคุณสมบัติค่อนข้างเปราะ(brittle materials) ซึ่งทำให้สามารถใช้การวิเคราะห์โดยหลักการของกลศาสตร์การแตกหักเชิงเส้น (linear elastic fracture mechanics,LEFM)ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวแปรที่สำคัญในการวิเคราะห์ได้แก่ fracture toughness (K_{IC}) สำหรับวัสดุเหล็กเพลลาขาวมีค่าโดยเฉลี่ย (จากการทำการทดสอบ 3 ชิ้น)คือ $114.92 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ หลังจากทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุและเงื่อนไขในการวิเคราะห์โดยกลศาสตร์การแตกหักเชิงเส้น จึงดำเนินการวิจัยต่อในส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบอัตราการเติบโตของรอยร้าว(crack growth rate)ของวัสดุเหล็กเพลลาขาว(cold-finished steel bars,AISI 4140)ภายใต้ภาระความล้าที่กำหนดโดยสมมุติฐานของ Paris ได้ความสัมพันธ์คือ

$$da/dN = C(\Delta K)^n$$

จากผลการคำนวณและ fit curve ระหว่าง da/dN และ ΔK จะได้ $C = 1.5 \times 10^{-6}$ และ $n = 2.3$ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในการศึกษาพฤติกรรมความล้าของวัสดุเหล็กเพลลาขาวได้และเมื่อทำการวิจัยต่อในส่วนที่ 3 ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบอัตราการเติบโตของรอยร้าว(crack growth rate)ของวัสดุเหล็กเพลลาขาว(cold-finished steel bars,AISI 4140)เมื่อมีภาระเกินพิกัดกระทำเป็นคาบ จะพบว่าอายุความล้าของวัสดุโดยรวม (total fatigue life)ยาวมากขึ้นและมีการลดลงของอัตราการเติบโตของรอยร้าว สาเหตุประการหนึ่งที่เป็นไปได้คือเนื่องจากภายใต้ภาระความล้าปกติจะทำให้เกิด plastic zone ขนาดหนึ่งและเมื่อมีการ overload จะทำให้เกิดขนาดของ plastic zone ที่โตขึ้นจากเดิม ซึ่งทำให้รอยร้าวมีการขยายตัวได้มากยิ่งขึ้น (อัตราการเติบโตมีค่าลดลง) ซึ่งในบางกรณีรอยร้าวอาจจะมีการเติบโตในอัตราที่ช้ามากจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้