บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ได้ใช้วัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นเหล็กเหนียว (MILD STEEL) รีดขึ้นรูปเป็นแท่งกลม โดยทำการออกแบบชิ้นทดสอบ 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เหล็กเพลาที่ไม่มีรอยบากเพื่อมาทำการทดสอบดึงหาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุจากการทดสอบดึง จะได้การยืดตัวเป็นร้อยละเท่ากับ 8.9 เปอร์เซนต์ ซึ่งมากกว่า 5 เปอร์เซนต์ จะจัดให้เป็นวัสดุเหนียว ดังนั้นจึงสามารถใช้ SIMPLE PLASTIC THEORY ได้ ส่วนที่ 2 เหล็กเพลากลมที่มีรอยบากที่ไม่ได้ผ่านการดึงให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันมาทำการทดสอบความล้ากับเครื่องทดสอบความล้า ส่วนที่ 3 เหล็กเพลาที่มีรอยบากถูกดึงด้วยแรงดึง , F ต่าง ๆ กัน จะทำให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน จากนั้นจึงนำมาทำการทดสอบความล้ากับเครื่องทดสอบความล้า แล้วนำส่วนที่ 2 กับส่วนที่ 3 มาเปรียบเทียบเพื่อดูผลของขนาดบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันว่ามีผลต่อความล้าที่รอยบากอย่างไร

การทดลองจะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1. เหล็กเพลากลมที่มีรอยบากที่ไม่ได้ผ่านการดึงให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันกับจำนวนรอบของการขาด

จะเห็นว่าจำนวนรอบของการขาดจะใกล้เคียงกันมาก และการขาดจะเริ่มขาดตรงรากของรอยบากเข้าไปหาแกนกลาง เพราะว่าตรงรากของรอยบากมีผลของความเค้นหนาแน่นสูงกว่าบริเวณอื่นจึงทำให้การขาดเริ่มขาดตรงรากของรอยบาก ซึ่งจำนวนรอบของการขาดจะคำนวณได้จากสมการที่ (2.23) ส่วนการคำนวนจะหาได้จากสมการที่ (ข.4) ในภาคผนวก ข. คือ

$$N_1 = ((0.491212\pi d^3 \sigma_{ut} 10^{0.51})/(32Pl_t))^{(1/(1.3276/3+0.085))} \quad \text{รอบ}$$

2. <u>เหล็กเพลากลมที่มีรอยบากถูกดึงด้วยแรงดึง , F ต่าง ๆ กันจะทำให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน กับจำนวนรอบของการขาด</u>

จากสมการที่ (5.3) และสมการที่ (5.4) จะนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันที่มีต่อจำนวนรอบของการขาด คือ

$$F = K_t F_y d/[2(d-p)] \quad \text{.....(6.1)}$$

หรือ

$$2p/d = 2-K_t F_y/F \quad \text{.....(6.2)}$$

สมการที่ (6.1) และสมการที่ (6.2) คือความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงที่ทำให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน กับขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้แรงดึงน้อยจะเกิดบริเวณพลาสติกที่มีขนาดเล็ก แต่ถ้าใช้แรงดึงมากขึ้นจะเกิดบริเวณพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน ที่มีต่อจำนวนรอบของการขาดจะทำให้ได้สมการโดยประมาณดังสมการที่ (5.5) หรือสมการที่ (ข.12) ในภาคผนวก ข. จะได้

$$2p/d = 2-K_t F_y/F$$

$$= 0.00021N_1-1.94 \quad \text{.....(6.3)}$$

จากสมการที่ (6.3) จะเห็นว่าจำนวนรอบของการขาดจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นสัดส่วนกับขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน สาเหตุเพราะว่า เมื่อแรงดึง , F

ที่ทำให้เหล็กเพลากลมที่มีรอยบากเกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน นั่นคือ ผิวรอบนอกจะเป็นบริเวณพลาสติกที่แกนในจะเป็นแกนยืดหยุ่น ส่วนต่อระหว่างบริเวณยืดหยุ่น-พลาสติก เรียกว่า อินเทอเฟส (INTERFACE) เมื่อแรงดึง , F มีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ บริเวณพลาสติกก็จะเริ่มแผ่ลึกเข้าไปหาแกนกลางตามรัศมีมากยิ่งขึ้นจะทำให้ผลของพลาสติกนั้นจะมีอิทธิพล ต่อบริเวณผิวของชิ้นทดสอบที่ถูกทำให้อยู่ในบริเวณยืดหยุ่น-พลาสติกต่าง ๆ กัน จึงทำให้บริเวณพลาสติกเกิดความเครียดแข็ง (STRAIN HARDENING) มากยิ่งขึ้น นั่นคือ บริเวณพลาสติกนี้จะมีความแข็งมากกว่าบริเวณยืดหยุ่น ซึ่งจากผลอันนี้จะทำให้มีความเค้นตกค้างอยู่มากขึ้น จึงทำให้มีความสามารถในการรับภาระจากภายนอกได้มากกว่าบริเวณยืดหยุ่น และการขาดจะเริ่มขาดจากบริเวณยืดหยุ่นจากข้างในที่ผิวอินเทอเฟสออกมาข้างนอกสู่บริเวณพลาสติก

สมการที่ (6.3) จะทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันที่ไม่มีมิติ ที่มีต่อจำนวนรอบของการขาด นั่นคือ เมื่อต้องการให้อายุการใช้งานของวัสดุมีจำนวนรอบของการขาด , N_1 ตามที่ต้องการจะทำให้ประเมินขนาดของบริเวณพลาสติก , p จากนั้นจะทำให้รู้แรงดึง , F. ที่จะทำให้เหล็กเพลากลมที่มีรอยบากเกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันดังสมการที่ (6.1)

เปรียบเทียบจากทั้ง 2 กรณี จะเห็นว่า เหล็กเพลากลมที่มีรอยบากที่ไม่ได้ผ่านการดึงให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันมีจำนวนรอบของการขาดมากกว่าเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากถูกดึงด้วยแรงดึง , F ต่าง ๆ กันจะทำให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันเพราะว่าเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากเมื่อถูกดึงด้วยแรงดึง , F ต่าง ๆ กันจะทำให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน จะเกิดความเครียดแข็งขึ้นที่บริเวณพลาสติก ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อมารับความเค้นดัดที่ไม่เกินความเค้นจุดคลากกับการทดสอบความล้า จึงทำให้ที่แกนยืดหยุ่นรับความเค้นมากขึ้นกว่าเดิม และมากกว่าเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากที่ไม่ได้ผ่านการดึงให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันซึ่งไม่มีความเค้นตกค้างอยู่เลย จึงได้รับเฉพาะความเค้นดัดที่ไม่เกินความเค้นจุดคลาก กับการทดสอบความล้าเพียงอย่างเดียว

จากรูปที่ 5.1 จะเห็นว่าช่วงในการทดลองของจุดที่กำหนดคือ จุดที่ 1 ถึงจุดที่ 7 จะเป็นสมการเส้นตรง เนื่องจากมีการทดลองกับชิ้นทดสอบที่มีจำนวนน้อยชิ้นจึงใช้วิธีการคำนวณทางสถิติหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ จำนวนรอบของการขาด กับขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันที่ไม่มีมิติที่อยู่ในภาคผนวก ข. จึงเป็นการประมาณให้มี

ความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงในช่วงนี้ ดังนั้นในการวิจัยที่จะเป็นการพัฒนาต่อไป จะต้องทำการทดลองที่จุดอื่น ๆ นอกเหนือจาก จุดที่ 1 ถึง จุดที่ 7 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง หรือมีความสัมพันธ์กันในลักษณะอื่น (NONLINEAR)

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่า สามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบในการออกแบบชิ้นงานทางวิศวกรรมที่มีการเคลื่อนไหวที่รับภาระแบบความล้านั้น จะต้องพยายามหลีกเลี่ยงการออกแบบที่ให้ภาระอยู่ใกล้กับจุดคลากของวัสดุ เหตุผลดังที่ได้กล่าวมาแต่ต้น

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้ที่สนใจจะทำการศึกษาวิจัยในขั้นต่อไปอาจจะทำการวิจัยต่อไปดังนี้

1. ทำการทดลองโดยเปลี่ยนแปลงแรงใส่ที่ปลายเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากเพื่อให้เกิดความเค้นดัดที่รอยบากต่าง ๆ กัน

2. ทำการทดลองกับการทดสอบความล้าชนิดแรงตามแนวแกน และโมเมนต์บิด

3. ทำการทดลองกับวัสดุชนิดต่าง ๆ กัน

4. การปรับระยะที่ใส่แรงดึง เพื่อทำให้เกิดความเค้นดัดที่เครื่องทดสอบความล้าควรใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยเพื่อให้ค่าที่ละเอียด และถูกต้องแม่นยำขึ้น