หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8.

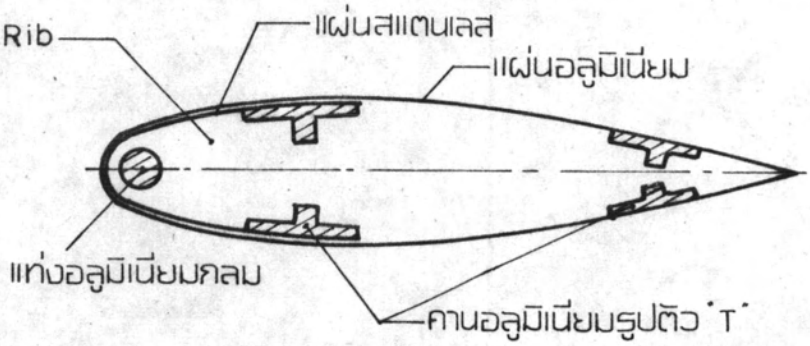
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะทั่วไป

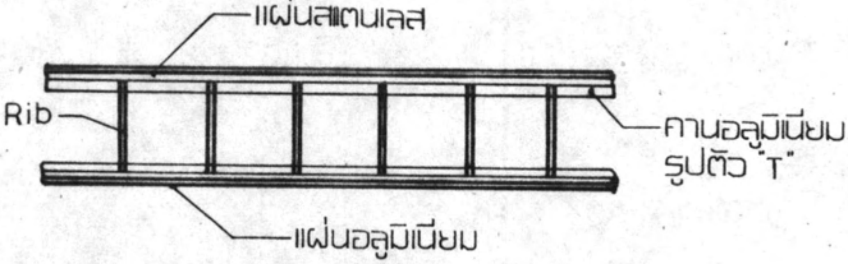
จากการประมาณอายุการใช้งานของปีกเฮลิคอปเตอร์นั้นจะเห็นได้ว่า ปีกเฮลิคอปเตอร์ที่ได้สร้างขึ้นมีอายุการใช้งานน้อยมาก ถึงแม้ว่าค่าอายุการใช้งานที่ได้เป็นเพียงค่าประมาณก็ตาม แต่ก็เป็นค่าที่ใกล้เคียงความจริงอยู่ ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังไม่ได้ทำการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับจำนวนรอบที่ปีกเฮลิคอปเตอร์เสียหายหรือ S–N Curve ของปีกเฮลิคอปเตอร์จริง ๆ จึงขอใช้ค่าอายุการใช้งานของปีกเฮลิคอปเตอร์โดยประมาณนี้ไปก่อน จากบทที่ 5. อายุการใช้งานของปีกเฮลิคอปเตอร์มีเพียง 58 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งมีค่าน้อยมาก ดังนั้นจึงควรที่จะปรับปรุงแก้ไขปีกเฮลิคอปเตอร์ที่ได้สร้างขึ้นนี้เสียใหม่ เพื่อให้มีอายุการใช้งานยืนยาวกว่านี้ ข้อเสนอแนะมีดังนี้

ก. <u>โครงสร้างปีกเฮลิคอปเตอร์</u> โครงสร้างของปีกเฮลิคอปเตอร์ที่ได้สร้างขึ้น ดังแสดงในบทที่ 3. นั้นจะเห็นได้ว่า การทำงานของชิ้นส่วนบางชิ้นของปีกเฮลิคอปเตอร์ไม่เหมาะสม คือ ส่วนที่เป็นผิวของปีกจะรับแรงดึงและแรงอัดเมื่อปีกเกิดการดัดไม่เต็มที่ จึงอาจทำให้ส่วนผิวของปีกเสียหายได้ง่าย จากบทที่ 4. จะแสดงให้เราทราบว่า โมเมนต์ดัดและแรงดึงในแนวแกนเกิดขึ้นสูงสุดที่ส่วนผิวของปีก ดังนั้นส่วนนี้จึงต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรับแรงนี้ได้ ต่อมาพิจารณาคานอลูมิเนียมหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งเป็นแกนกลางของปีก ชิ้นส่วนนี้มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก และยังรับความเค้นที่เกิดขึ้นในปีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งดูได้จากค่า M_{12C}, N_{12C} และ V_{12C} ในบทที่ 4. ดังนั้นชิ้นส่วนนี้จึงใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก วิธีแก้ไขโครงสร้างปีกเฮลิคอปเตอร์ที่ได้สร้างขึ้นก็คือ จะต้องทำให้ส่วนผิวของปีกมีความต้านความเค้นได้สูงกว่านี้ โดยเอาคานอลูมิเนียมหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสออก เพราะไม่มีความจำเป็นต้องใช้ แล้วเสริมคานอลูมิเนียมหน้าตัดรูปตัว T เข้าไปที่บริเวณผิวส่วนที่

กว้างที่สุดและส่วนท้ายของหน้าตัดปีก ดังแสดงในรูปที่ 44. และ 45. จากการแก้ไขโครงสร้างของปีกเฮลิคอปเตอร์ใหม่นี้ อาจจะทำให้แรงหนีศูนย์กลางของปีกมีค่าน้อยลง ซึ่งจะทำการแก้ไขได้โดยการติดน้ำหนักถ่วงที่สามารถปรับได้ที่ปลายของปีก



รูปที่ 44. แสดงหน้าตัดของโครงสร้างปีกเฮลิคอปเตอร์เมื่อแก้ไขแล้ว



รูปที่ 45. แสดงรูปตัดตามยาวของปีกเฮลิคอปเตอร์เมื่อแก้ไขแล้ว

ข. วัสดุที่ใช้ทำปีกเฮลิคอปเตอร์ วัสดุที่ใช้ทำปีกเฮลิคอปเตอร์ที่ได้สร้างขึ้นนี้ ยังมีความแข็งแรงไม่พอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอลูมิเนียมแผ่นที่ใช้ทำผิวของปีก ซึ่งเป็นอลูมิเนียมผสม 1100-H12 มีค่าขีดจำกัดความล้า 6 ksi.[8] จะเห็นได้ว่า ความต้านความล้าของอลูมิเนียมผสมชนิดนี้ต่ำมาก จึงไม่สมควรใช้ทำผิวของปีกเฮลิคอปเตอร์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ส่วนผิวของปีกจะได้รับความเค้นอย่างเปลี่ยนแปลงมากกว่าชิ้นส่วนอื่น ดังนั้นจึงต้องแก้ไขโดยการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำผิวของปีกเสียใหม่ โดยขอแนะนำให้ใช้อลูมิเนียมผสม 2024-T4 ซึ่งมีคุณสมบัติทางกลดังนี้[8] $\sigma_u = 68$ ksi. , $\sigma_y = 47$ ksi. และ $\sigma_n = 20$ ksi.

จากคุณสมบัติทางกลนี้ จะเห็นได้ว่าวัสดุชนิดนี้มีความทนทานต่อความล้าสูงมาก และจะทำให้อายุการใช้งานของปีกเฮลิคอปเตอร์ยืนยาวกว่าที่เป็นอยู่ อลูมิเนียมผสม 2024-T4 นี้ใช้ในการทำผิวของปีกเฮลิคอปเตอร์ในปัจจุบัน[13]

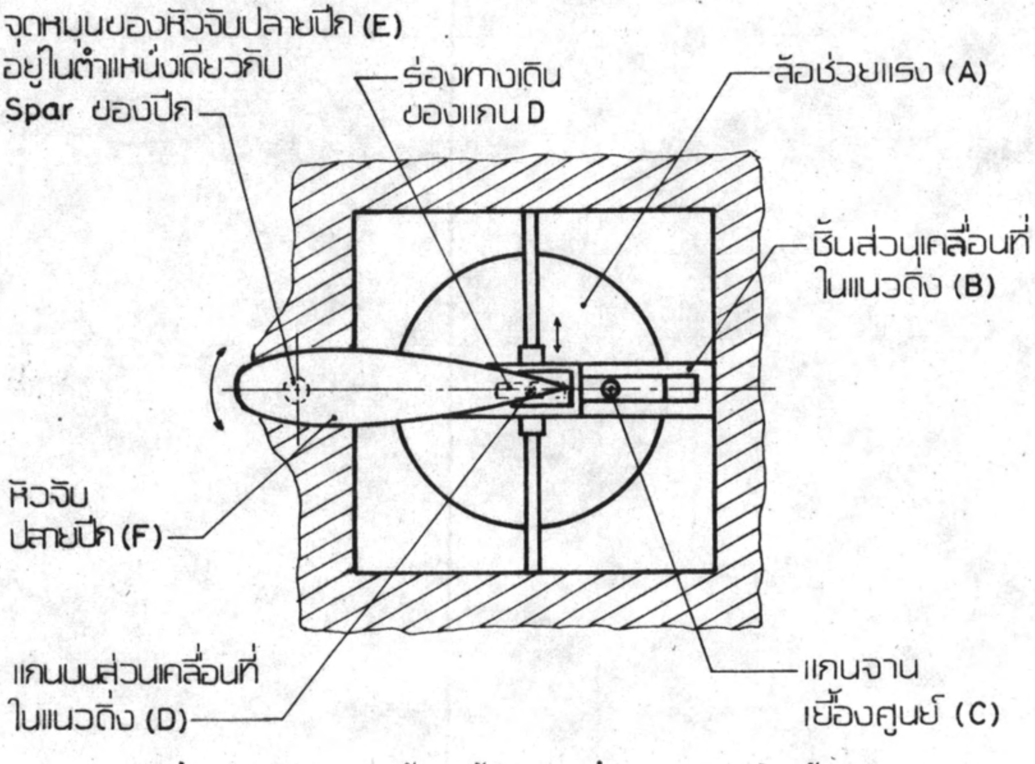
ค. <u>อุปกรณ์สำหรับยึดผิวปีก</u> ปีกเฮลิคอปเตอร์ที่ได้สร้างขึ้นนั้น มีอุปกรณ์สำหรับยึดผิวปีกเข้ากับโครงปีกโดยใช้สกรูและหมุดย้ำ ซึ่งต้องมีการเจาะรูที่ผิวปีก เพื่อใช้สำหรับร้อยสกรูและหมุดย้ำ ทำให้เกิดความเค้นหนาแน่นขึ้นที่บริเวณรูที่เจาะนั้น ความแข็งแรงของผิวปีกจะลดลงทั้งความต้านแรงดึงและความต้านความล้า จากบทที่ 5. จะเห็นได้ว่าผลเนื่องจากความเค้นหนาแน่นที่มีต่อความต้านความล้านั้นมีมาก ซึ่งจะทำให้ปีกเฮลิคอปเตอร์ที่ได้สร้างขึ้นนี้มีความต้านความล้าต่ำลง ดังนั้นจึงขอเสนอแนะในการแก้ไขปัญหานี้โดยใช้กาวเป็นตัวยึดผิวของปีกให้ติดกับโครงปีก เพราะกาวในปัจจุบันมีประสิทธิภาพสูงมาก สามารถยึดโลหะให้ติดกันได้อย่างแน่นหนา และยังช่วยแก้ปัญหาเรื่องความเค้นหนาแน่นได้อีกด้วย

ส่วนการสร้างเครื่องทดสอบความล้าของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงดัดนั้น เท่าที่ผ่านมาผู้เขียนอยากจะเสนอข้อแนะนำบางประการ อันอาจจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจทางด้านนี้ คือ เครื่องทดสอบความล้าที่ได้สร้างขึ้นมีปัญหาเกี่ยวกับการเกิดเสียงดังรบกวน เนื่องจากการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังเพลากำลังใช้เฟืองตรงต่อกันโดยตรง การทำเช่นนี้จะมีผลดีที่ได้ความเร็วรอบในการโยกปลายปีกคงที่ ซึ่งถูกต้องตามทฤษฎี แต่ผลเสียก็คือเกิดเสียงดัง ดังนั้นจึงต้องทำกล่องสำหรับเก็บเสียงครอบตัวเครื่องไว้อีกทีหนึ่ง เพื่อลดระดับเสียงลง ในการแก้ไขปัญหานี้คือ อาจจะใช้เฟืองเฉียงหรือ Timing belt ส่งกำลังแทนเฟืองตรง ซึ่งจะเป็นการลดเสียงดังลงได้ แต่ต้องแน่ใจว่าเฟืองเฉียงหรือ Timing belt ที่นำมาใช้แทนเฟืองตรงนั้นสามารถรับภาระการโยกของปลายปีกได้

<u>ข้อเสนอแนะในการสร้างเครื่องทดสอบความล้าของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงบิด</u>

ปีกเฮลิคอปเตอร์ได้รับทั้งแรงดัดและแรงบิดพร้อมกัน ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2. ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ได้ออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบความล้าของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงดัดเพียงอย่างเดียว แต่ในการวิจัยเรื่องนี้ต่อไปข้างหน้านั้นจะต้องทดสอบความล้า

ของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงบิดเพียงอย่างเดียวด้วย ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงเป็นการแนะนำเครื่องมือสำหรับทดสอบความล้าของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงบิด ซึ่งเครื่องมือนี้ดัดแปลงมาจากเครื่องทดสอบความล้าแบบแรงดัดที่ได้สร้างขึ้นในการทำวิทยานิพนธ์นี้ โดยจะดัดแปลงส่วนหัวจับโยกปลายปีกให้ทำงานในลักษณะการบิด ส่วนหัวจับยึดโคนปีกนั้นยังคงเหมือนเดิม ดังแสดงในรูปที่ 46. หลักการทำงานนั้น เมื่อล้อช่วยแรง A หมุนไป แกนจานเยื้องศูนย์ C จะบังคับให้ชิ้นส่วนเคลื่อนที่ B เคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง ทำให้แกน D ที่ติดอยู่กับชิ้นส่วนเคลื่อนที่ B เคลื่อนขึ้นลงในแนวดิ่งด้วย แกน D จะบังคับให้หัวจับปลายปีก F แกว่งไปมารอบแกนหมุน E เมื่อนำปีกมาประกอบกับหัวจับนี้ จะทำให้ปลายปีกบิดไปมา



<u>รูปที่ 46.</u> แสดงภาพด้านหน้าของเครื่องทดสอบความล้า
ของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงบิด

ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยขั้นต่อไป

ในการทำการวิจัยนี้ เป็นเพียงการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบความล้าของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงดัดเท่านั้น ดังนั้นงานขั้นต่อไปก็คือต้องทำการทดสอบความล้าของปีกเฮลิคอปเตอร์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเค้นกับจำนวนรอบที่ปีกเฮลิคอปเตอร์เสียหาย และทำการหาอายุการใช้งานจริง ๆ ของปีกเฮลิคอปเตอร์ ดังได้แนะนำวิธีการทดสอบในบทที่ 7 ต่อจากนั้นก็ดัดแปลงเครื่องทดสอบความล้าของปีกภายใต้แรงดัดนี้ให้เป็นเครื่องทดสอบความล้าของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายใต้แรงบิด ซึ่งการดัดแปลงนี้ได้ทำการเสนอแนะ ดังหัวข้อที่แล้ว เมื่อดัดแปลงเรียบร้อยแล้วจึงทำการทดสอบความล้าของปีกเฮลิคอปเตอร์ภายแรงบิดต่อไป