

SAFETY VERTICAL LANDING WITH PARACHUTE

นาย สุวิทย์ เรืองวิทย์ * ; ผศ.ดร. ปองวิทย์ สิริโพธิ์ **

ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศยาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิจัยนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากปี 2535 ทางภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศยาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับความไว้วางใจจาก สภาวิจัยแห่งชาติ ให้ทำการออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คน ซึ่งอากาศยานที่ทำการออกแบบ มีขนาดและน้ำหนักมาก การนำอากาศยานขึ้นลงโดยขึ้นตอนปกติเป็นไปได้ด้วยความยากลำบากเนื่องจากต้องไต่พื้นที่ในการขึ้นลงค่อนข้างมาก ทำให้เกิดแนวคิดในการที่จะนำอากาศยานลงในแนวตั้ง จากแนวคิดดังกล่าว ร่มชูชีพจึงน่าจะเป็นสิ่งแรกที่คิดถึงและมีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งสามารถใช้เป็นอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยในกรณีฉุกเฉินได้อีกด้วย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา เพื่อหาขนาดและรูปแบบที่เหมาะสมของร่มชูชีพที่จะนำมาใช้ ในขั้นตอนการศึกษาวิจัย พบว่า รูปทรง open cup - like bodies จะมีเปอร์เซ็นต์การกางของร่มสูงกว่าแบบอื่น ๆ และเมื่อทดสอบกับอุโมงค์ลม พบว่า รูปทรงครึ่งทรงกลมจะมีสัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศสูงสุดเท่ากับ 1.42 (ที่ $Re\ 10^5 - 10^6$) ความยาวของเส้นโยงจากตัวร่มถึงอากาศยาน ก็มีผลกับการสูญเสีย Projected Diameter พบว่าความยาวของเส้นโยงย่อยที่มีขนาด 0.7 ถึง 1 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางร่ม จะเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด

ในการหาขนาดของร่มต้องทำการทดสอบความแข็งแรงของอากาศยาน ด้วยวิธี Notched Bar Impacted Rending Test ซึ่งจะได้ $V_{impact\ max} = 6.5\ m/s$ ซึ่งความเร็วที่ได้จะนำไปหาขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางร่มได้

การทดสอบเป็นการทดสอบเพื่อหาอัตราการกางของร่ม , อัตราร่วงหล่น , ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของร่มแต่ละแบบกับความทนทานวัสดุ , ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีให้จำกัดในการร่อนลง กับอัตราสูงที่จะทิ้งร่มโดยปลอดภัย

- ขนาดของร่มชูชีพที่เหมาะสมจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 m. สายโยงจากตัวร่มถึงร่มถึงอากาศยาน 10 m.
- สำหรับอากาศยานที่ใช้ทดสอบ น้ำหนัก 35 kg. ปีกยาว 4 m.
- เมื่อความเร็วลมวัดได้ 4.5 m/s. และทดลองปล่อยที่ความสูง 200 m.

ผลการทดสอบพบว่า

ร่มทรงกลมธรรมดามีอัตราการกาง 6 s. อัตราร่วงหล่น 6 m/s. แรงกระชากครั้งแรกเฉลี่ย 330 N. ความสูงวิกฤติ 170 m. ต้องใช้พื้นที่ที่ใช้ในการทำการทดลองรัศมี 32.7 m.

ร่มครึ่งทรงกลมมีรอยเจาะข้างมีอัตราการกาง 6.5 s. อัตราร่วงหล่น 6 m/s. แรงกระชากครั้งแรกเฉลี่ย 315 N. ความสูงวิกฤติ 190 m. พื้นที่ที่ใช้ในการทำการทดลองรัศมี 38.4 m.

**** (ทดสอบรูปแบบอื่น 2 รูปแบบคือ รูปทรงครึ่งทรงกระบอกธรรมดา และครึ่งทรงกระบอกพร้อมเจาะที่ด้านข้าง) ****

* ; นิสิตชั้นปีที่ 4 ภาควิชาการบินและอวกาศยาน.

** ; อาจารย์ประจำ ภาควิชาการบินและอวกาศยาน.

INTRODUCTION

ปัจจุบันอากาศยานไร้คน RPV ได้รับความสนใจจากทั้ง ภาครัฐบาล และ เอกชน นำมาใช้งานในหลายรูปแบบ ทั้งนี้เนื่องจากอากาศยานไร้คน มีขนาดกระทัดรัดเคลื่อนย้ายสะดวก , ปฏิบัติภารกิจได้รวดเร็ว , ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา และการใช้งานมีราคาถูก เมื่อเทียบกับเครื่องบินจริง , การ TAKE OFF ก็อาจใช้ LANCHER ช่วยทำให้ร่อนขึ้นได้โดยใช้พื้นที่น้อย แต่ ปัญหาในการหาพื้นที่ในการร่อนลง ในเขตที่มีพื้นที่ไม่เหมาะสมเป็นปัญหาหลักที่จำเป็นต้องแก้ไข แนวคิดในการนำอากาศยานร่อนลงในแนวตั้ง น่าจะเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ดี ซึ่งมีวิธีการหลายวิธี วิธีหนึ่งที่น่าสนใจและมีความเหมาะสมคือการใช้ร่มชูชีพ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ไม่สลับซับซ้อน , ค่าใช้จ่ายในการผลิตและดูแลรักษามีราคาถูก อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย ขณะเกิดอุบัติเหตุได้อีกด้วย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา เพื่อหารูปแบบและขนาดที่เหมาะสมของร่มชูชีพที่จะนำมาใช้ และทำการทดสอบหาสมรรถนะของร่มเพื่อเก็บข้อมูลไว้ใช้ในการใช้งานจริง โดยแบ่งการศึกษาวิจัยออกเป็น 2 ช่วงคือ

	กระบวนการออกแบบร่มชูชีพ								
1.)	การศึกษาและออกแบบ								
	ศึกษาความแข็งแรงของอากาศยานและวัสดุ								
	ศึกษาหารูปแบบของร่มชูชีพ								
	ศึกษาหาขนาดที่เหมาะสมของร่มชูชีพ								
	ศึกษาผลกระทบของสายโยงร่มต่อขนาดร่ม								
	ศึกษาผลกระทบจากการเจาะรูด้านข้าง								
2.)	การทำการทดลองและเก็บข้อมูล								
	ทดลอง	เปรียบเทียบอัตราการกางของร่มทั้ง 2 แบบ (มี เจาะด้านข้างและไม่เจาะด้านข้าง)							
	ทดลองหาความสูงวิกฤติ								
	ทดสอบความสมดุลของร่มทั้ง 2 แบบ								
	ทดสอบหาพื้นที่ที่ต้องใช้ในการร่อนลง เมื่อถึงจากระยะสูงและความเร็วลมต่างกัน								

การศึกษาและออกแบบ

- ความแข็งแรงของอากาศยานและวัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นร่มเป็นปัจจัยแรกที่จะต้องคำนึงถึง ก่อนที่จะเริ่มทำการผลิตร่ม เนื่องจากเป็นตัวแปรต้น ซึ่งนำไปสู่การศึกษาหารูปแบบและขนาดที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน โดยอากาศยานและวัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นร่มไม่ได้รับความเสียหาย โดยจากการทดสอบและวิเคราะห์ได้ผลดังแสดง

ความเค้นดัดวิกฤตของเนื้อผ้า = 570.2 MPa

(ผ้าเป็นผ้า ripstop ในลอนแบบ 1 ขนาด 1.1 ออนซ์ ต่อ ตารางหลา , Porosity = 0)

(ทดสอบด้วย Universal Testing at speed = 499.99 mm/min)

ความเค้นดัดวิกฤตของสายโยงร่ม = 1.58 GPa

(สายโยงร่มทำด้วยเชือกกากบาท ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร จำนวน 18 เส้น)

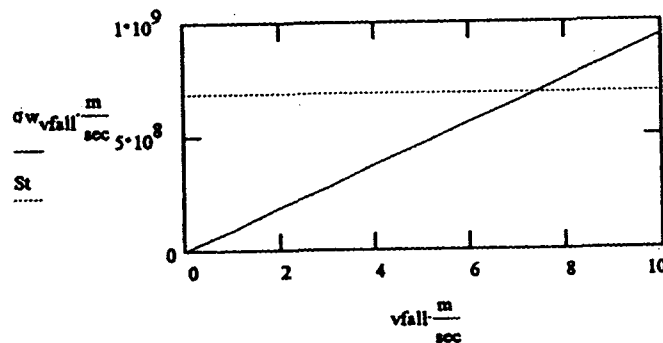
(ทดสอบด้วย Universal Testing at speed = 499.99 mm/min)

ความเค้นดัดวิกฤตของแกนล้อสามารถหาได้จากคุณสมบัติของวัสดุ (St)

(แกนล้อทำด้วยเหล็ก Cold Drawn Steel (G 10500CD) : tensile strength (St) = 690 Mpa)

(แกนล้อกว้าง 0.04 m เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.01 m)

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วตกกระทบกับความเค้นดัดของแกนล้อ



รูปที่ 1

ดังนั้นสามารถหาความเร็วตกกระทบวิกฤตจากความเค้นดัดวิกฤต (St) ได้

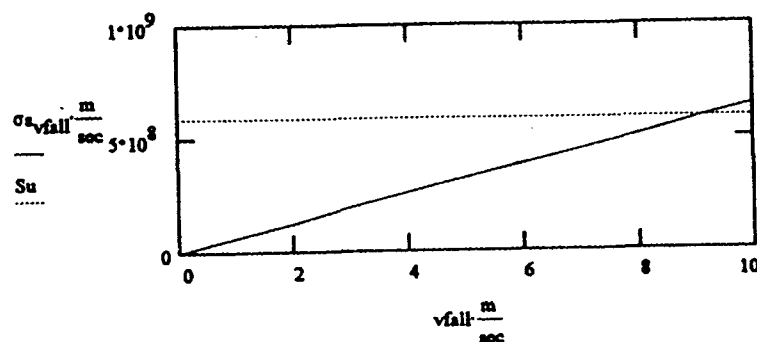
โดยความเร็วตกกระทบวิกฤต = 7.389 m/s

ความเค้นดัดวิกฤตของแนวปีกสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วตกกระทบกับ

ความเค้นดัดของแนวปีก (แนวปีกทำด้วย Aluminium alloy 7075T6 : ultimate strength (Su) = 593 MPa

แนวปีกยาว 4 เมตร , เส้นผ่าศูนย์กลางนอกท่อ 2.5 cm เส้นผ่าศูนย์กลางด้านใน 2 cm)

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วตกกระทบกับความเค้นดัดของแนวปีก



รูปที่ 2

โดยความเร็วตกกระทบวิกฤต = 9.28 m/sec

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อต้องการหารูปแบบและขนาดที่เหมาะสมรวมทั้งขีดความสามารถในการใช้งานของร่ม
ที่ผลิตได้ (อายุการใช้งาน , ความสูงวิกฤต , พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการร่อนลง)

- จากการวิจัยรูปทรงแบบต่าง ๆ พบว่ารูปทรงที่เป็นทรงถ้วย จะให้ความปลอดภัยสูงเนื่องจากมีความเสี่ยงต่อการ
เกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการปลดร่มต่ำมาก ทั้งยังสามารถจัดเก็บได้ง่ายและมีขนาดเล็ก ดังนั้นรูปทรงถ้วยจึง
เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการวิจัย จากการศึกษารูปทรงถ้วยด้วยการทดสอบอุโมงค์ลม

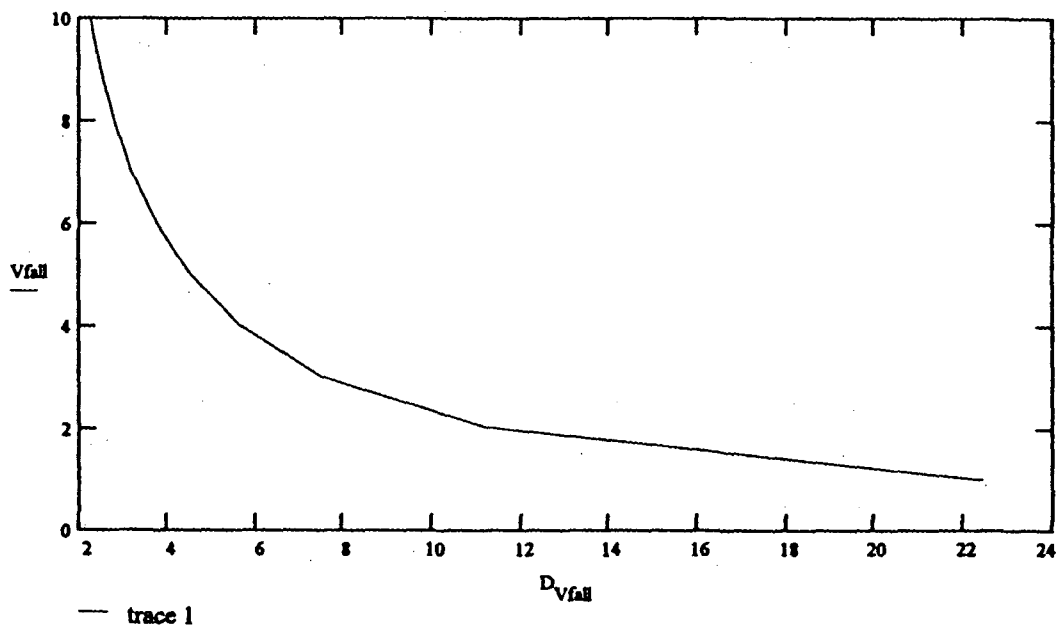
พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านของร่ม (Cd) มีค่าสูงสุด = 1.42

เมื่ออัตราส่วนระหว่างความสูงของร่มเทียบกับเส้นผ่า ศูนย์กลางร่ม = 0.5 (ครึ่งทรงกลม)

จากกราฟรูปที่ 1 และ 2 ความเร็วตกกระทบวิกฤต มีค่าเท่ากับ 7.389 m/sec

- จุดประสงค์ในการหาความเร็วตกกระทบวิกฤตก็คือต้องการหาขนาดของร่มชูชีพที่มีขนาดเล็กที่สุดที่สามารถนำ
มาใช้งานได้ โดยอากาศยานและตัวร่มชูชีพเองไม่ได้รับความเสียหาย เราต้องการให้อากาศยานและร่มชูชีพ
ตกลงด้วยความเร็วคงที่ หรือ ความเร่งมีค่าเท่ากับศูนย์นั่นเอง ดังนั้นขนาดของร่มชูชีพจะต้องมีขนาดใหญ่
เพียงพอที่จะทำให้ แรงต้านอากาศของร่ม (Drag Force) = น้ำหนักของอากาศยาน (W)

สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของร่มกับความเร็ตกกระทบได้ดังแสดง

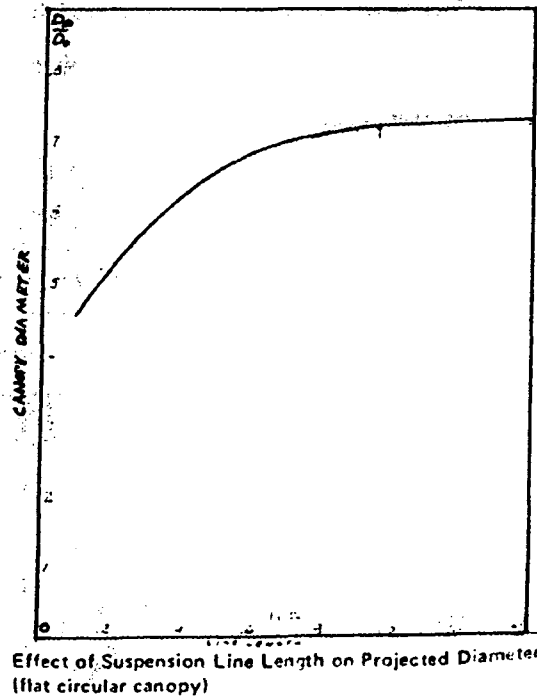


รูปที่ 3

ดังนั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวิกฤต เท่ากับ 3.034 m

- จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของสายโยงรุ่มมีผลต่อขนาด PROJECTED AREA

ของรุ่มรูปทรงกึ่งวงกลมที่ความยาวของสายโยงรุ่มจะมีผลในการ REDUCE PROJECTED AREA ดังที่ได้มีการทดลอง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวสายโยงรุ่มและเส้นผ่านศูนย์กลางรุ่มรูปทรงกึ่งวงกลม ใช้ งาน เทียบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรุ่มนอกที่ใช้ตัดเย็บไว้ดังกราฟ



รูปที่ 4

จากความสัมพันธ์ ข้างต้น พบว่า อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางรุ่มกึ่งวงกลมจริง (Do) กับเส้นผ่านศูนย์กลางรุ่มที่คำนวณและตัดเย็บ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเพิ่มขนาดความยาวของสายโยงรุ่ม จนกระทั่งเมื่อความยาวของสายโยงรุ่มมีขนาดใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางที่คำนวณไว้ (Do) พบว่าถึงแม้จะเพิ่มความยาวของสายโยงรุ่มต่อไปก็ มีผลกระทบต่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางรุ่มกึ่งวงกลมน้อยมาก ดังนั้น ช่วงของขนาดของสายโยงรุ่มจึงควรจะมีขนาดที่ทำให้อัตราส่วนระหว่าง ความยาวของสายโยงรุ่มกับเส้นผ่านศูนย์กลางรุ่ม อยู่ในช่วง 0.7 - 1

- จากความสัมพันธ์ ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรุ่มกับความเร็วยกของลม ที่เส้นผ่านศูนย์กลางรุ่มนั้นๆ

จะได้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรุ่มวิกฤต = 3.034 m (ความเร็ววิกฤต = 7.389 m/s) จากรูปที่ 3

เนื่องจากต้องการให้รุ่มที่ผลิตมีขนาดเล็กที่สุดจึงเลือกใช้รุ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = เส้นผ่านศูนย์กลางวิกฤต

ทำให้ขนาดของสายโยงรุ่ม = 3m = 10ft (ความยาวของสายโยงรุ่ม (L) / เส้นผ่านศูนย์กลางรุ่ม (Dp) = 1)

ซึ่งจาก กราฟรูปที่ 5 จะได้ว่า PROJECTED DIAMETER จะลดลงเหลือเพียง 71% ของ DIAMETER เดิม

ดังนั้น เมื่อต้องการ PROJECTED DIAMETER = DIAMETER วิกฤต จึงจำเป็นที่จะต้องตัดรุ่มให้มีขนาด

$3.04 / 0.71 = 4.273$ m เป็นอย่างน้อย และเนื่องจากเหตุผลด้านความปลอดภัย จึงเลือกตัดรุ่มรูปให้มีขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 m ซึ่งเมื่อกางเต็มที่แล้ว Projected Diameter ลดลงเหลือ $5 \times .75 = 3.55$ m ดังนั้น

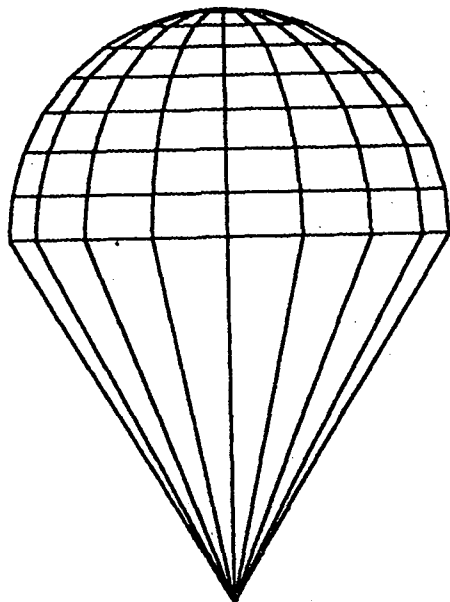
$$\text{Factor of Safety} = 3.55 / 3.034$$

.... ดังนั้น ความเร็วลมที่รุ่มตกสู่พื้นมีขนาด 6.341 เมตรต่อวินาที เมื่อ Projected diameter = 3.55m (รูปที่ 3)

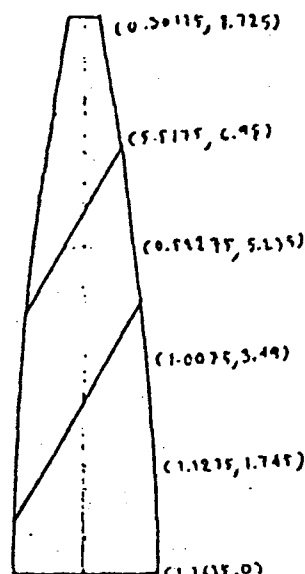
- จากผลการทดลอง เมื่อทราบความเร็วและรูปทรงของร่มชูชีพแล้ว ในเรื่องของสมรรถนะ ของร่ม ก็เป็นอีกส่วนที่
จะต้องหาเพื่อการใช้งานได้จริง ส่วนหนึ่งที่จะต้องทราบคือ อัตรากระชากร่ม แรงกระชากครั้งแรก
ความสูงวิกฤต พื้นที่ ที่ต้องใช้ในกรณี ความเร็วลมต่างๆ กัน และความสมดุลของร่ม โดยการศึกษาครั้งที่ได้
ทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างร่มชูชีพรูปทรงครึ่งทรงกลม 2 แบบ แบบแรกไม่ได้มีการเจาะ (Vent) ด้านข้าง
แต่แบบหลังเจาะ Vent ด้านข้างเพื่อดูความแตกต่าง รวมทั้ง ข้อดีข้อเสีย ของแต่ละแบบ

โดยได้มีการออกแบบดังแสดงดังภาพ

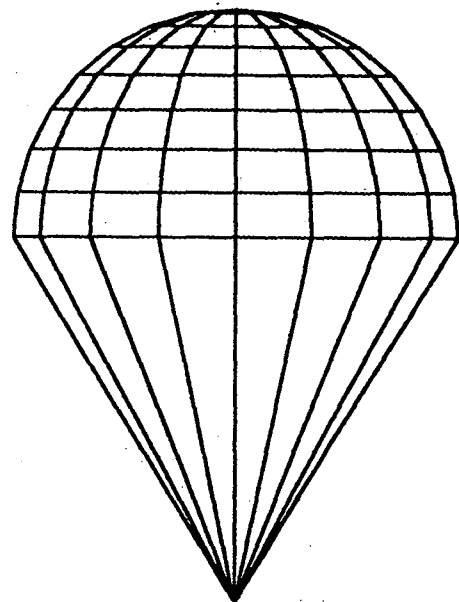
แบบแรกไม่มีการเจาะ Vent



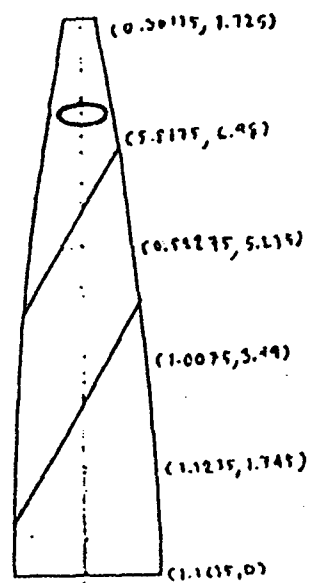
กลีบร่ม Rerngwi 1



แบบหลังเจาะ Vent ด้านข้าง



กลีบร่ม Rerngwi 2



..... หมายถึง เหตุผลในการทดลอง ตัดเย็บผ้าให้เป็น 3 ชั้น เพื่อเสริมความแข็งแรงของเนื้อผ้า เนื่องจาก
บริเวณ รอบรอยเชื่อมต่อระหว่างชั้น จะเป็นตะเข็บและใช้ผ้าซ้อนกัน เป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้เนื้อผ้า และการ
ตัดตะเข็บเป็นมุมก็ยังช่วยเพิ่มพื้นที่การรับแรงของ ตะเข็บ และ แดกแรงออกไปด้านข้างไม่ให้เนื้อผ้ารับแรงเฉพาะ
แนวตั้งแนวเดียว

การทำการทดลองและเก็บข้อมูล

จากการทดลองสามารถสรุป เปรียบเทียบระหว่าง วัสดุซีพูปรีทิงทรงกลม 2 แบบ แบบแรกไม่มีการเจาะรูด้านข้างแบบที่สองมีการเจาะรูด้านข้าง (Vent)

พารามิเตอร์	6 m/s	6.5 m/s
ความสูงอาคาร	72 เมตร	90 เมตร
อัตราเร็วลมทางตรงเฉลี่ย	24 เมตร/วินาที	27.666 เมตร/วินาที
ลมความเร็ว 30 องศา	30 องศา	25.3 องศา
แรงกระทำครั้งแรก	6.386 kN	4.769 kN
ความหนาแน่นอากาศ 22.2 kg/m ³		
เวลาในการกระจาย	0.19 วินาที (จากความเร็ว 24 - 6.314 กม)	0.17 วินาที (จากความเร็ว 27.666 - 6.314 กม)
ความเค้นของสายโยงร่น (Stress Max = 1.08 GPa)	112.9 MPa	543.2 MPa
ความเค้นของเนื้อผ้าร่น (Stress Max = 670.2 MPa)	22.16 MPa	16.56 MPa

จากผลการศึกษาข้างต้น พบว่า การเจาะรูด้านข้างของวัสดุซีพูปรีทิงจะมีผลทำให้ อัตราการทางของร่นเพิ่มขึ้น 8.33 % (เพิ่มจาก 6 m/s เป็น 6.5 m/s) ซึ่งจะส่งผลให้ระยะสูงที่ต้องการใช้ในการทางเต็มที่เพิ่มขึ้นถึง 25 % (เพิ่มจาก 72m เป็น 90m) แต่ก็สามารถช่วยลดแรงกระทำครั้งแรกขณะทาง ได้ถึง 25.32 % (ลดจาก 6.386 kN เป็น 4.769 kN) มีผลให้ความเค้นในสายโยงร่น และ ความเค้นในเนื้อผ้าลดลงถึง 25.3 % อีกทั้งยังช่วยในการจัดสมดุลของตัวร่น และ อากาศยาน ด้วย เนื่องจาก เมื่อเจาะรูซีพูปรีทิงแล้ว พบว่า มุมในการแกว่งขณะเริ่มทางของร่น ลดลง 16.67 % (จาก 30 องศา เหลือ 25 องศา) มีผลให้ความเสี่ยงต่อการเสียหายจากการแกว่งชนของอากาศยาน ขณะร่นลง ลดลงทั้งยังช่วยเพิ่มความแม่นยำในการทิ้งร่นได้ใกล้เคียงเป้าหมายมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยในการหาสถานที่ที่เหมาะสมต่อการร่นลงแต่ละครั้งเมื่อเปลี่ยนสถานที่ร่นลง

จากการวิจัยข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่าการใช้วัสดุซีพูปรีทิงช่วยในการร่นลงแนวตั้งของอากาศยานมีความเหมาะสมหลายประการ คือ มีความปลอดภัยสูง , อุปกรณ์ไม่สลับซับซ้อน , ใช้งานได้ง่าย , น้ำหนักเบา , สามารถจัดเก็บในพื้นที่เล็กๆได้ทำให้เหลือพื้นที่สอยในการอากาศยานได้มาก , สามารถพัฒนาต่อไปให้สามารถบังคับทิศทางการร่นลงของวัสดุซีพูปรีทิงและอากาศยานให้มีทิศทางร่นตามที่ต้องการได้ และ สามารถใช้เป็นอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยเมื่อเกิดอุบัติเหตุ หรือ เหตุการณ์ฉุกเฉิน ได้อีกด้วย