

# ADVANCE NDT กับงานตรวจสอบวัสดุผสมที่ใช้ในอากาศยาน

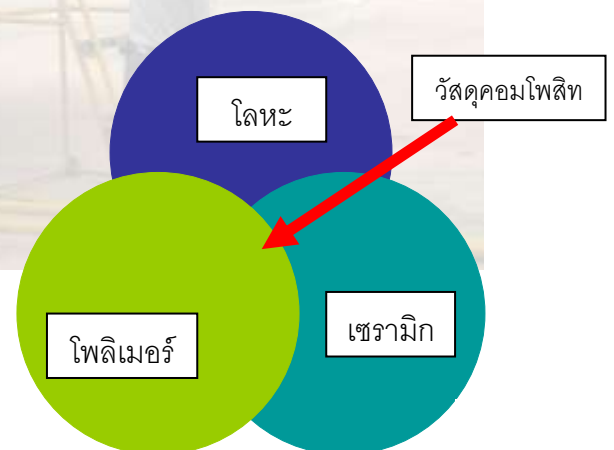
ตอนที่ 1

ร.ท.ปรัชญา กิตติศักดิ์กุล

ในยุคปัจจุบันอุตสาหกรรมการบินได้เจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง การแข่งขันทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการบินในทุกๆ ด้าน เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของตลาด และอีกเทคโนโลยีหนึ่งซึ่งพัฒนาควบคู่ไปกับเทคโนโลยีอากาศยานก็คือ เทคโนโลยีด้านวัสดุอากาศยานนั่นเอง จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยี ด้านวัสดุอากาศยานนั้นมีวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเริ่มจากการนำวัสดุไม้ และผ้าใบมาทำเป็นอากาศยาน สู่ยุคของการนำโลหะ และยุคโลหะอัลลอยด์ ที่มาใช้ในการประกอบกันจนเป็นอากาศยาน จนถึงยุคปัจจุบันที่อากาศยานยุคใหม่ๆ หันมาใช้วัสดุผสม (Composite Material) ที่ค่อยๆ มาแทนที่อากาศยานโลหะเรื่อยๆ เราจะเห็นได้ว่าอากาศยานที่ กองทัพอากาศไทยสั่งซื้อจากต่างประเทศ ตั้งแต่ Boeing 737-800 NG ซึ่งเป็นเครื่องบินพระราชพาหนะของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในปัจจุบัน เครื่องบินรบยุคใหม่อย่าง JAS-39 Gripen และ เครื่องบินฝึก 2 เครื่องยนต์ อย่าง Diamond DA-42 หรือแม้แต่เครื่องบินที่ กองทัพอากาศมีประจำการอยู่แล้วอย่างเครื่องบินสมรรถนะสูงอย่าง F-16 A/B เหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีส่วนประกอบที่มาจากวัสดุผสมทั้งสิ้น ดังนั้นเราจึงไม่อาจปฏิเสธว่าวัสดุผสมเป็นเรื่องใกล้ตัวอีกต่อไป เราจึงมีความจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับวัสดุประเภทนี้

## วัสดุผสมคืออะไร

ในทางวิศวกรรม วัสดุได้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ กลุ่มวัสดุโลหะ กลุ่มวัสดุพอลิเมอร์ และกลุ่มวัสดุเซรามิกส์ ซึ่งประเภทของวัสดุดังกล่าวได้แบ่งออกตามคุณลักษณะเฉพาะ ของแต่ละวัสดุ เช่น ความแข็ง การนำความร้อน การนำไฟฟ้า เป็นต้น ต่อมา ได้มีการพัฒนาโดยการนำวัสดุตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป มารวมกันแบบไม่ได้ผสมกัน โดยมีตัวประสานทำให้วัสดุทั้งสองยึดติดกันแน่น ทำให้เกิดเป็นวัสดุใหม่ขึ้นมา เรียกว่า วัสดุผสม (Composite Material) ที่จริงแล้ว การพัฒนาวัสดุผสมได้มีการเริ่มต้นพัฒนามานานแล้ว โดยวัสดุผสมยุคแรกๆ ที่นำมาใช้ในงานอากาศยาน คือ เป็นโครงสร้างแบบรังผึ้งนั่นเอง กล่าวคือ



โครงสร้างภายในจะนำแผ่นโลหะที่ทำเป็นรูปร่างผึ้ง(Honeycomb or Core) ประกบด้วยแผ่นอะลูมิเนียมทั้ง

สองข้าง(Doubler)และยึดติดกันด้วยกาวอีพ็อกซี(Epoxy) จนเป็นชั้นการยึดติด(Adhesive Bond Layer)

โครงสร้างแบบนี้จะเห็นได้ตามบริเวณปีก พื้นบังคับ และลำตัวบางส่วนของเครื่องบิน เพราะเนื่องจากใน

บริเวณดังกล่าว นั้น ต้องการวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แต่

สามารถรองรับภาระกรรมที่เกิดขึ้นบนตัวเครื่องบินได้

ต่อมาได้มีการนำวัสดุผสมอื่นๆมาใช้งานด้านอากาศยาน เช่น ไฟเบอร์กลาส เป็นต้น และในปัจจุบันได้มีการ

พัฒนาให้วัสดุผสมนั้น มีอย่างต่อเนื้อวัสดุผสมที่ใช้ใน

อากาศยานปัจจุบันจึงมีหลากหลาย วัสดุที่นำมาใช้ส่วน

ใหญ่ ได้แก่ วัสดุประเภท Carbon fiber laminated เช่น

Graphite/Epoxy เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีวัสดุผสมอื่นๆ

เช่น Titanium/Graphite(TiGr) ซึ่งวัสดุเหล่านี้จะทำให้อากาศยานมีน้ำหนักเบาลง แต่ความแข็งแรงนั้น

ยังคงเดิมหรือมากกว่า ทำให้ลดรายจ่ายในเรื่องของวัสดุสิ้นเปลืองต่างๆเช่น น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังเพิ่มสมรรถนะให้อากาศยานมากขึ้น ทำให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

ด้วย ในแง่ของการซ่อมบำรุง วัสดุผสมนั้นหากเทียบราคาวัสดุติดต่อกับโลหะอัลลอยด์แล้วถือว่าราคาถูกกว่า

มากทีเดียว แต่อย่างไรก็ดี วัสดุผสมนี้ยังมีข้อจำกัดคือ การผลิตวัสดุผสมนั้น ช่างจะต้องมีความชำนาญเป็น

พิเศษ ซึ่งหากช่างที่มีความรู้มีน้อยหรือไม่มีประสบการณ์ด้านการซ่อมวัสดุผสมแล้ว อาจทำให้งานล่าช้าทำ

ให้เครื่องบินไม่สามารถตอบสนองต่อภารกิจได้ตามเวลา อีกประการหนึ่ง ความเสียหายของวัสดุผสมนั้น

ส่วนใหญ่จะเกิดจากโครงสร้างภายใน กล่าวคือ โครงสร้างที่เป็นส่วนยึดติดระหว่างชั้นของวัสดุผสมเกิด

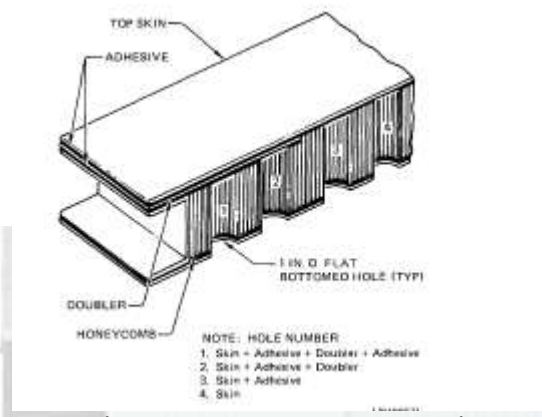
เสื่อมสภาพและแยกตัว หรือที่เรียกว่า Delamination และความเสียหายอันเกิดจากการล้มตัวของ

โครงสร้าง หรือที่เรียกว่า Debond ซึ่งสองสาเหตุดังกล่าว อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องบินเป็น

อย่างมาก หากไม่ได้รับการแก้ไข ดังนั้น การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย หรือ NDT (Nondestructive Testing)

จึงเข้ามามีบทบาทต่อการตรวจสอบวัสดุผสมที่ใช้ในงานด้านอากาศยาน เพื่อลดปัญหาการซ่อมบำรุง

อากาศยานให้สามารถตอบสนองต่อภารกิจอย่างรวดเร็ว



## ADVANCE NDT กับงานตรวจสอบวัสดุผสม

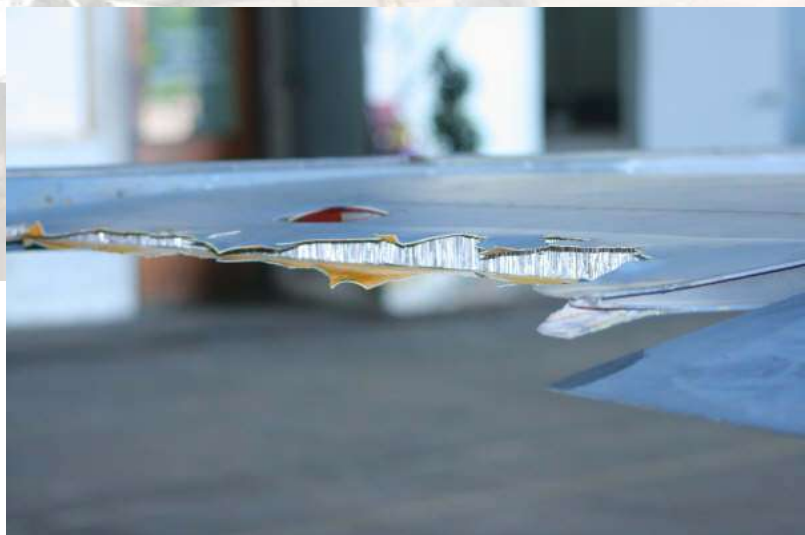
NDT หรือ การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย(Nondestructive Testing) ซึ่งนี่เราคงอาจไม่คุ้นเคยมากนัก เพราะงานด้าน NDT ในการตรวจสอบอากาศยาน ยังคงไม่แพร่หลายในเมืองไทย คงเป็นเพียงเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในการซ่อมบำรุงอากาศยานตามวงรอบเท่านั้น ในความเป็นจริงแล้ว NDT ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ได้ในทุกอุตสาหกรรม ตั้งแต่อุตสาหกรรมการถลุงเหล็ก

อุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมท่อและถังแรงดันสูง อุตสาหกรรมอากาศยาน รวมไปถึงอุตสาหกรรมการบินอีกด้วย NDT จัดเป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของงาน เพื่อที่จะตรวจสอบดูว่าผลผลิตหรือชิ้นงานนั้นสามารถนำไปใช้งานได้ดีหรือไม่ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการตรวจหาความเสียหายเนื่องจากการใช้งานอีกด้วย ดังนั้น ในทุกอุตสาหกรรมจึงต้องการ NDT เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทำให้ผู้ใช้หรือผู้บริโภค เกิดความมั่นใจมากขึ้นในการใช้งาน

สำหรับในงานการซ่อมบำรุงอากาศยานนั้น NDT ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญ ทั้งนี้ เพราะ NDT เป็นส่วนหนึ่งของการซ่อมบำรุงในทุกแง่มุม ทั้งการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา (Schedule Maintenance) การซ่อมบำรุงตามสภาพ (Condition Base Maintenance) และการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข (Collective Maintenance) เหล่านี้มีความจำเป็นที่จะต้องใช้งานด้านการตรวจสอบโดยไม่ทำลายทั้งสิ้น ด้วยเหตุผลที่ว่า การตรวจสอบโดยไม่ทำลายนั้นเป็นการตรวจสอบชิ้นงานโดยไม่ต้องทำลายชิ้นงานเพื่อหาผลการตรวจ ในงาน NDT เครื่องบินนั้นจึงไม่จำเป็นต้องถอดชิ้นส่วนออกมาตรวจ ทำให้ประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุง อีกทั้ง NDT นั้น ยังสามารถตรวจหารอยตำหนิต่างๆ เช่น รอยร้าว การกัดกร่อน (Corrosion) ความไม่สมบูรณ์ของชิ้นงานเนื่องจากการผลิต เหล่านี้ล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดอันตรายต่ออากาศยานได้ หากนำไปใช้ต่อไป ซึ่ง NDT จะสามารถตรวจหารอยต่างๆ เหล่านี้ได้ แม้ว่ารอยเหล่านี้จะไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าก็ตาม ดังนั้นจึงไม่แปลก ที่ NDT จะเป็นส่วนหนึ่งในการซ่อมบำรุงอากาศยานมานานกว่า 70 ปี

ในยุคที่อากาศยานได้เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ด้านวัสดุจากยุคโลหะอัลลอยด์ มาเป็นยุควัสดุผสมนั้น งานด้าน NDT ก็มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ายุคที่ผ่านมาเช่นกัน ทั้งนี้เพราะวัสดุผสมนั้นแม้ว่าจะมีความคงทนต่อการใช้งานใน

สภาวะต่างๆ แต่ก็ยังมีจุดด้อยของวัสดุผสมเอง กล่าวคือ ตัววัสดุผสมนั้นเป็นการนำวัสดุมาเชื่อมต่อกัน ดังนั้น หากเกิดความไม่ต่อเนื่องภายในบริเวณชิ้นงานแล้ว วัสดุจะเกิดการแยกตัวและทำหน้าที่รับภาระไม่ได้ไม่เต็มที่ จนกระทั่งเกิดความเสียหายขึ้น ลองนึกภาพว่าหากเกิดความ



เสียหายขึ้นกลางอากาศ นั้นหมายถึงการสูญเสียอย่างหาค่าไม่ได้ ดังนั้น NDT จึงมีบทบาทต่อการตรวจสอบอากาศยานที่ใช้วัสดุผสม โดย รอยตำหนิที่เกิดขึ้นในงานวัสดุผสมนั้น ตาม T.O.33B-1-1 ได้แบ่งรอยตำหนิของวัสดุผสมของอากาศยานได้เป็น 5 ชนิดได้แก่

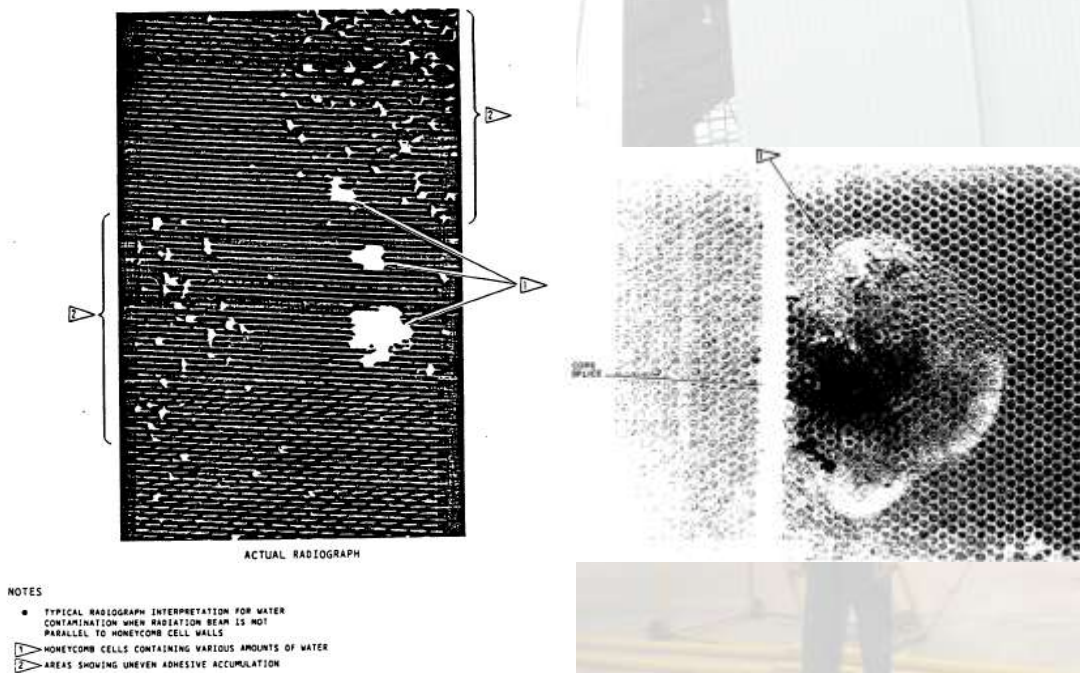
TYPE I Disbond ที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นผิวกับจุดเชื่อมต่อ

TYPE II Disbond ที่เกิดขึ้นบริเวณชั้นของการเชื่อมต่อกับแกนกลางของวัสดุ

TYPE III Delamination คือการแยกตัวระหว่างชั้นซิดผิวแต่ละชั้นซิดผิว

TYPE IV Void or Disbond ที่เกิดขึ้นตั้งแต่ชั้น ชั้นการเชื่อมต่อกับ ส่วนที่ใกล้ชั้นซิดผิว

TYPE V มีน้ำอยู่ในแกน น้ำ ถือเป็นอันตรายอย่างหนึ่งต่อวัสดุผสม เนื่องจากเมื่อเครื่องบินทำการบินบนอากาศ นั้น อุณหภูมิขณะทำการบินจะต่ำมาก ซึ่งอาจทำให้น้ำเกิดเป็นน้ำแข็ง และทำให้เกิดการDisbond ได้ อีกประการหนึ่ง น้ำอาจทำให้ชั้นเชื่อมต่อที่มีลักษณะคล้ายกาวเสื่อมสภาพ และทำให้เกิด Corrosion ได้



ภาพ:แสดงน้ำที่อยู่ภายในโครงสร้างวัสดุผสม

ภาพ:แสดงการDisbond ที่เกิดขึ้นใจวัสดุผสม

ในการตรวจสอบโดยไม่ทำลายวัสดุผสมนั้น แต่เดิมใช้การตรวจสอบด้วยกันคือ การใช้ Tap Hammer คือการใช้การเคาะเพื่อฟังเสียง การตรวจสอบด้วยการถ่ายภาพด้วยรังสี

(Radiographics Testing) และการตรวจสอบด้วยคลื่นเสียง

ความถี่สูง(Ultrasonics Testing) ซึ่งทั้งสามวิธีเป็นการ



ตรวจสอบภายในที่มีประสิทธิภาพในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ดี ทั้งสามวิธีก็ยังมีข้อจำกัดในการทำงานหลายประการ ได้แก่ ผู้ทำการตรวจจำเป็นต้องมีประสบการณ์ในการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ เครื่องมือที่ใช้มีหลายชิ้นจึงไม่สะดวกต่อการขนย้ายเครื่องมือ ความรวดเร็วในการทำงานน้อย เนื่องจาก จะต้องใช้เวลาในการตรวจสอบและกระบวนการอื่นๆ เช่น การล้างฟิล์มเอกซเรย์ การตีความหมายของสัญญาณของอัลตราโซนิก ซึ่งอาจเกิดจากรอยบ่งชี้เนื่องจากรูปร่างของชิ้นงาน จึงต้องตรวจซ้ำเพื่อความแน่ใจ เป็นต้น เหล่านี้ ทำให้งานซ่อมบำรุงเกิดความล่าช้า ประการสุดท้าย คืออันตรายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการตรวจสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการถ่ายภาพด้วยรังสี ซึ่งรังสีที่ใช้นั้นเป็นอันตรายต่อบุคคลผู้ปฏิบัติงาน และบุคคลรอบข้าง ดังนั้นขณะที่ปฏิบัติงานจำเป็นต้องจำกัดบริเวณที่เป็นอันตราย นั้นหมายถึง ช่างผู้ปฏิบัติงานอื่นๆ ไม่สามารถเข้าทำงานบนเครื่องบินได้เลย ซึ่งปัญหาเหล่านี้ได้มีการนำมาพิจารณาเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการตรวจสอบวัสดุผสม จึงได้นำวิธีการตรวจสอบวิธีใหม่ๆ เพื่อที่จะนำมาใช้ในการตรวจสอบวัสดุผสม เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งมีวิธีต่างๆ ได้แก่

1. การตรวจสอบด้วยการหาคลื่นความร้อน/รังสีอินฟราเรด ( Thermal/Infrared Testing)
2. การตรวจสอบด้วยแสงเลเซอร์ เชียโรกราฟี (Laser Shearography Testing)
3. การถ่ายภาพด้วยรังสี การถ่ายภาพด้วยรังสี โดยใช้ดิจิทัลเรดิโอกราฟี ( Digital Radiography )

