

ภาคผนวก

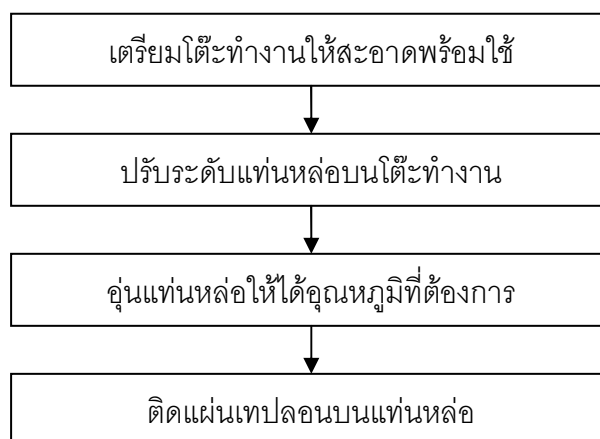
ภาคผนวก ก

การหล่อและขึ้นแผ่นเคลือบวัดความเค้นสำหรับประสานขึ้นทดสอบ

ในการขึ้นรูปขึ้นทดสอบจำเป็นใช้ PL-1 (Polycarbonate liquid) เป็นตัวประสานระหว่างวัสดุหลักที่เป็นแผ่น PS-1 (Polycarbonate sheet) กับวัสดุเสริมแรง (Inclusion) โดยใช้เทคนิค Photostress ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์หลายอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความเค้นในงานวิศวกรรม และวิธีนี้สามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาสามมิติได้กับอุปกรณ์ทางโครงสร้างและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล การหล่อและขึ้นแผ่นเคลือบวัดความเค้นสำหรับประสานขึ้นทดสอบนั้นมีขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ เหมือนการหล่อและขึ้นแผ่นเคลือบวัดความเค้นดังนี้

ก.1 การเตรียมแท่นหล่อขึ้นงาน (Preparing the Casting Plate)

มีขั้นตอนการเตรียมขึ้นงาน ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ ก.1

ขั้นตอนการเตรียมแท่นหล่อขึ้นทดสอบ

ก.1.1 เตรียมโต๊ะทำงานให้สะอาดพร้อมใช้งาน

วางแท่นหล่อที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ (Temperature Control Casting Plate) บนโต๊ะเตรียมงานที่แข็งแรงและมั่นคง ถ้าแท่นหล่อสกปรก ให้ทำความสะอาดด้วย

Isopropyl alcohol จากนั้นต่อ temperature sensor (สายขาว) และ Power cord (สายดำ) จาก แท่นหล่อ (Casting Plate) เข้ากับอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ดังภาพที่ ก.2



ภาพที่ ก.2

สายไฟสำหรับการทำงานของแท่นหล่อ

ก.1.2 ปรับระดับแท่นหล่อบนโต๊ะทำงาน

ชั้นสกรูสามตัวเพื่อปรับแท่นหล่อให้ได้ระดับ โดยใช้ระดับน้ำวัดระดับช่วย ดัง

ภาพที่ ก.3



ภาพที่ ก.3

การใช้ระดับน้ำในการช่วยวัดระดับความเอียงของผิวแท่นหล่อ

ก.1.3 อุ่นแท่นหล่อให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ

ในกระบวนการหล่อ (Casting process) อุณหภูมิของแท่นหล่อเป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะทำให้แผ่นงานที่ได้มีคุณภาพ ดังนั้นอุณหภูมิของแท่นหล่อจำเป็นต้องอยู่ในช่วงตามตารางข้อมูลของการหล่อ Photostress ซึ่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของसान Photostress โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้ PL-1 ในการประสานชิ้นงาน โดยก่อนที่จะเทเรซินบนแท่นหล่อมียุณหภูมิขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตั้งปุ่มควบคุมตามอุณหภูมิที่ต้องการ ในที่นี้คือ 38°C - 43°C
2. เปิดเครื่องที่ปุ่ม "ON"
3. เมื่ออุณหภูมิของแท่นหล่อเพิ่มขึ้นหลอดไฟฮีตเตอร์จะสว่างจนกระทั่งอุณหภูมิถึงค่าที่ตั้งไว้ แสงไฟของฮีตเตอร์จะดับ
4. ทิ้งแท่นหล่อไว้อย่างน้อย 20 นาที ก่อนที่จะเทปลอน

ก.1.4 ติดแผ่นเทปลอนบนแท่นหล่อ

หยิบแผ่นเทปลอนจากซอง โดยหยิบเฉพาะขอบแผ่น นำมาวางบนแท่นหล่อ แล้วอุ่นต่อ 5 นาที จากนั้นใช้สาลี่ดเพื่อกำจัดฟองอากาศภายในให้หมด ดังแสดงในภาพที่ ก.4



ภาพที่ ก.4

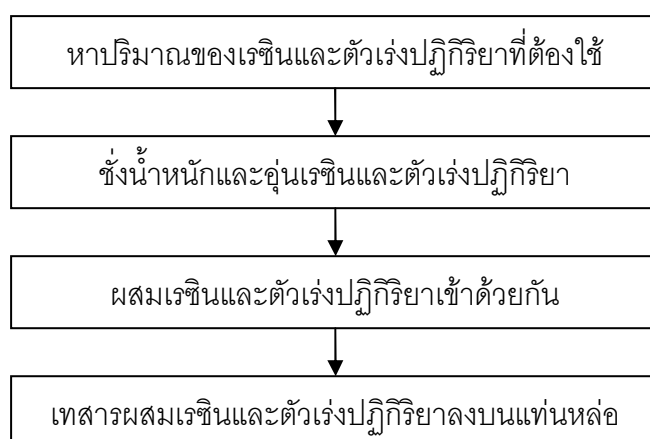
การติดแผ่นเทปลอน และรีดให้แนบกับแท่นหล่อ

ก.2 การเตรียมสารและการผสมการผสม

PL-1 (Polycarbonate liquid) เป็นโพลีเมอร์ที่แข็งที่อุณหภูมิห้อง โดยต้องมีเรซินและตัวเร่งปฏิกิริยา (Plastic resin and Hardener) ใช้ในการขึ้นรูปเป็นพลาสติกแผ่น มีค่า K-factor ที่สูง โดยจะเปลี่ยนเป็นสีคล้ำขึ้นเมื่อเวลานาน จึงไม่นิยมใช้การทดสอบที่ใช้เวลานาน

อายุการใช้งานคือ 12 เดือน โดยที่ไม่มีการเปิดขวด และเก็บอยู่ในที่เก็บที่ 24°C โดยที่ตัวเร่งปฏิกิริยา (PLH-1 hardener) มีความไวต่อแสงและความชื้นมาก แสงอาจทำให้สีของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีคล้ำ ส่วนความชื้นอาจทำให้เกิดช่วง polymerization ช้าลง เมื่อมีการเปิดใช้ ควรรีบใช้ให้หมด

การเตรียมสารและการผสมสารมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ ก.5 ขั้นตอนการเตรียมและเทสารผสม

ข้อควรระวัง : ควรเก็บตัวเร่งปฏิกิริยา (hardener) ในที่อุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 5°C) เพื่อคงคุณภาพ และเมื่อนำมาใช้งานจะต้องนำเรซินและตัวเร่งปฏิกิริยา (Plastic resin and Hardener) ไปปรับอุณหภูมิให้ถึงประมาณ 40°C ในเตาอบ หรือบนแท่นหล่อที่ปรับอุณหภูมิตามที่กำหนดก่อนทำการหล่อ

ก.2.1 การหาปริมาณเรซินและตัวเร่งปฏิกิริยาที่ต้องใช้

ปริมาณรวม (น้ำหนัก) ของสารผสม สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$W = d \cdot A \cdot t \quad (\text{ก.1})$$

โดยที่	W	คือ ปริมาณรวมที่ต้องการ (gm)
	d	คือ ความหนาแน่นของพลาสติก , 18.5 gm/in ³ (1.13 gm/cm ³)
	A	คือ พื้นที่ซึ่งแผ่นเคลือบวัดความเค้น
	t	คือ ความหนาของแผ่นเคลือบวัดความเค้น

โดยต้องเปิดตารางข้อมูลทีห่อ Photo stress ของ PL-1 เพื่อหาค่า pph จากตารางจะได้ค่า pph = 20 หมายถึงต้องผสม PLH-1 Hardener ปริมาณ 20 กรัม กับ PL-1 Resin ปริมาณ 100 กรัม

ก.2.2 การชั่งน้ำหนักและอุ่นเรซินและตัวเร่งปฏิกิริยา

แนะนำให้ใช้ถ้วยเคลือบพลาสติกขนาด 6 ออนซ์ (170ml) ทำการผสมเรซินและตัวเร่งปฏิกิริยา (Plastic Resin and hardener) โดยหลีกเลี่ยงการใช้ถ้วยที่ไม่มีการเคลือบหรือเคลือบด้วยซีฟิ่ง และถ้วยที่มีขนาดใหญ่เกินไป เพราะน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการเคลือบไม่ควรเกิน 0.01 กรัม และต้องชั่งน้ำหนักถ้วยเปล่าด้วย

ก่อนการผสมตัวเร่งปฏิกิริยา (Hardener) กับเรซิน ให้ทำการอุ่นจนมีอุณหภูมิ 38°C -43°C เป็นเวลา 30 นาที อาจใช้แผ่นอลูมิเนียมปิดฝาถ้วยไว้ขณะอุ่นเสร็จ เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิและไม่ให้เกิดการสูญเสียความร้อน

ก.2.3 การผสมเรซินและตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกัน

เมื่ออุ่นตัวเร่งปฏิกิริยา (Hardener) และเรซินตามกำหนดแล้ว จึงนำตัวเร่งปฏิกิริยาผสมกับเรซิน กวนให้เข้ากัน ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ดังภาพที่ ก.6 โดยการผสมนี้จะเกิดปฏิกิริยาการคายความร้อน ทำให้อุณหภูมิของสารผสมเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งมีอุณหภูมิประมาณ 52°C -55°C คืออุณหภูมิที่พร้อมจะทำการหล่อบนแท่นหล่อ โดยใช้ Stem thermometer เป็นตัววัดอุณหภูมิ ดังรูปที่ ก.7 โดยสารผสมจะต้องมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เกิดริ้วของสารที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน



ภาพที่ ก.6

การผสมผสมเรซินและตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกัน



ภาพที่ ก.7

การใช้ Stem thermometer วัดอุณหภูมิ

ก.2.4 การทดสอบผสมเรซินและตัวเร่งปฏิกิริยาบนแท่นหล่อ

เนื่องจากการใช้งานในการวิจัยนี้ไม่ต้องการแผ่น Photostress เพียงผสมสารดังกล่าวเพื่อตัวประสานระหว่าง PS-1 (แผ่นโพลีคาร์บอเนต) กับวัสดุเสริมแรงเท่านั้น ดังนั้น เมื่อได้อุณหภูมิตามที่กำหนดแล้วจึงสามารถนำมาใช้งานได้ ดังภาพที่ ก.8



ภาพที่ ก.8

แสดงตัวการการใช้งานของ PL-1 ที่ใช้เป็นตัวประสานระหว่าง PS-1 กับ Inclusion