

บทที่ 2

ความรู้พื้นฐานของสารเคลือบผิวและขบวนการโพลีเมอร์ไรเซชันของกรดอะคาติกใน CNSL

2.1 ความรู้พื้นฐานของการโพลีเมอร์ไรเซชันกรดอะคาติกใน CNSL

CNSL เหมาะในการผลิตเป็นสารเคลือบผิว เพราะตกแต่งวัสดุให้มีความสวยงาม (Decorative) และป้องกัน (Protective) แผลงกัดกิน คุณภาพของการเป็นสารเคลือบผิว วัสดุนี้ ขึ้นอยู่กับระดับความไม่อิ่มตัวของสารไม่อิ่มตัว (Degree of Unsaturation) โดยศึกษาได้จากปริมาณที่ดูดไอโอดีน (Iodine Value) อัตราเร็วของการแห้ง (Drying time) ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ดูดไอโอดีนดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปริมาณที่ดูดไอโอดีนของสารเคลือบผิววัสดุ⁽⁹⁾

ประเภทของสารเคลือบผิว	ปริมาณที่ดูดไอโอดีน (กรัมไอโอดีน/100 กรัมของ CNSL)
1. ชนิดแห้ง (Drying)	> 140
2. ชนิดกึ่งแห้ง (Semi-drying)	125-140
3. ชนิดไม่แห้ง (Non-drying)	< 125

2.1.1 ปฏิกริยาโพลีเมอร์ไรเซชันของ CNSL

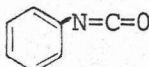
CNSL ประกอบด้วย กรดอะคาติกประมาณร้อยละ 90 ส่วนที่เหลือเป็น คาร์ตอลอีกประมาณร้อยละ 10 กรดอะคาติกซึ่งมีเป็นส่วนใหญ่ เป็นสารประกอบของอนุพันธ์เบนซีน (Benzene derivative) เป็นอะโรมาติก (Aromatic ring) ที่สามารถรวมตัวได้กับโมโนเมอร์ตัวอื่นเพราะมีกลุ่ม $-OH$, $-COOH$ (ดูบทที่ 1 หัวข้อ 1.4 หน้า 10)

ในทางอุตสาหกรรม CNSL ทำปฏิกิริยากับกรดเพื่อกำจัดสารอนินทรีย์ (Inorganic Compounds) ต่าง ๆ เช่น สารประกอบของไนโตรเจน และซัลเฟอร์ (Sulphur) ที่ปะปนอยู่ นำสารบริสุทธิ์แล้วไปทำปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันกับอัลดีไฮด์

(Aldehyde) โดยใช้ความร้อน จะเกิดปฏิกิริยาที่สำคัญ 2 ชนิด คือ

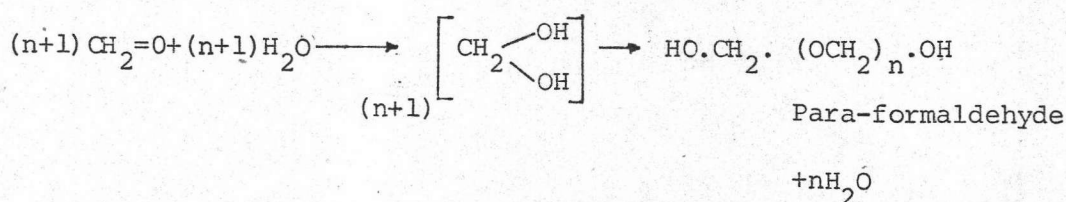
ก. โพลีเมอร์ไรเซชันแบบ Addition ของ CNSL เองขณะร้อน โดยกรดอนาคาติคซึ่งมีอยู่มาก จะทำปฏิกิริยากันได้สารโมเลกุลใหญ่ขึ้น

ข. ปฏิกิริยาคอนเดนเซชัน (Condensation) ของ CNSL กับอัลดีไฮด์ อันเนื่องมาจากสารประเภทฟีนอลใน CNSL ในการทดลองนี้ใช้พารา-ฟอร์มัลดีไฮด์ ปฏิกิริยานี้จะมีน้ำเกิดขึ้นด้วย⁽¹⁰⁾

หลังจากให้ความร้อนในเวลาจำกัด ทั้งไว้ให้เย็น จึงเติมเฟนิล-ไอโซไซยาเนต ซึ่งมีสูตรโครงสร้างดังนี้  ลงไป เพื่อทำปฏิกิริยากับ Active group ของโพลีเมอร์ เกิดเป็น โพลียูรีเทน (Polyurethane) อันมีคุณสมบัติเคลือบผิววัสดุได้ดี การทดลองนี้ ได้ทำการทดลองโดยเปลี่ยนปริมาณของพารา-ฟอร์มัลดีไฮด์ และเฟนิล-ไอโซไซยาเนต เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันที่พอเหมาะได้โพลีเมอร์ที่มีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบผิววัสดุที่ดี โดยกำหนดอุณหภูมิระหว่าง 110-120 °C ในเวลา 1 ชั่วโมง

2.1.2 คุณสมบัติของพารา-ฟอร์มัลดีไฮด์⁽¹¹⁾

พารา-ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นคอนเดนเซชันโฮโมโพลีเมอร์ (Condensation homopolymer) ที่เกิดจาก Formalin ที่ระเหยน้ำออกไป



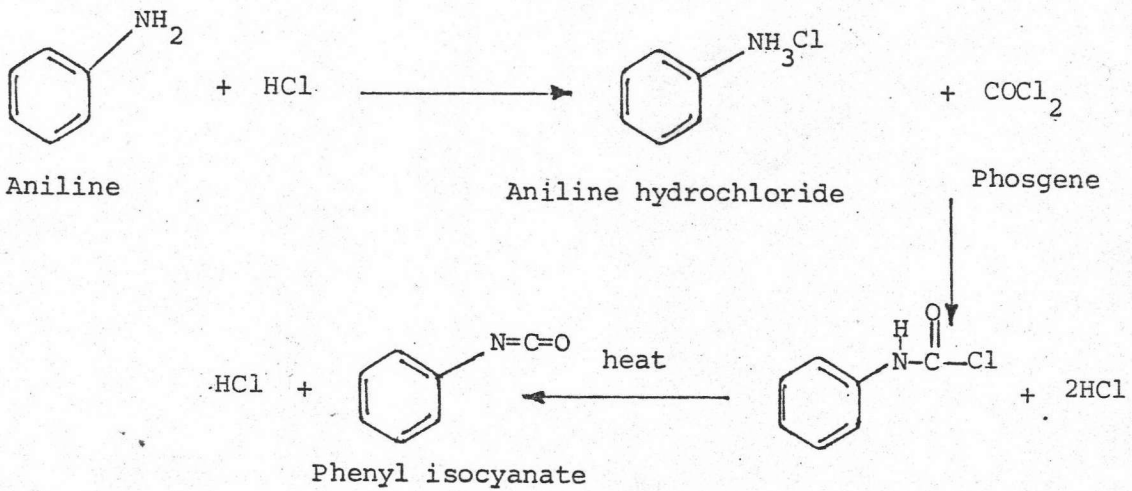
ลักษณะเป็นผงสีขาว มีช่วงอุณหภูมิที่ทำให้หลอมเหลว (Melting range) ประมาณ 120-170 °C ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของการโพลีเมอร์ไรเซชัน สามารถระเหยกลายเป็นไอได้บ้าง (Vaporized) ณ อุณหภูมิห้อง แต่ถ้าให้ความร้อนมากๆ ก็จะกลายเป็นก๊าซ (Formaldehyde gas) ที่อุณหภูมิประมาณ 180-200 °C

พารา-ฟอร์มัลดีไฮด์มีคุณสมบัติเป็น Cross-linked phenolic resin ละลายได้ในแอลกอฮอล์ ส่วนผสมของอีเธอร์และแอลกอฮอล์ หรือส่วนผสมของแอกอฮอล์และอโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Alcohol/aromatic hydrocarbon mixture) แต่ผลของ

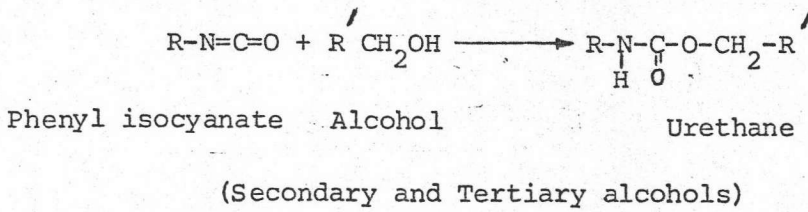
เรซินนี้จะลดอัตราเร็วของการแห้งของสารเคลือบผิว เพราะจะแข็งตัวในสภาวะปกติ จึงต้อง
ใช้ตัวนำละลายมาช่วยเหลือเพื่อลดความหนืด

2.1.3 คุณสมบัติของเฟนิล-ไอโซไซยาเนต ⁽¹¹⁾

การเตรียมเฟนิล-ไอโซไซยาเนต เตรียมได้จากอนิลิน (Aniline) และ
กรดเกลือ ดังนี้



ปฏิกิริยาของกลุ่มไอโซไซยาเนต (-N=C=O) กับสารประกอบที่มีอะตอม
ไฮโดรเจนที่พร้อมจะทำปฏิกิริยา จะได้สารประกอบยูรีเทน (Urethane) ดังนี้

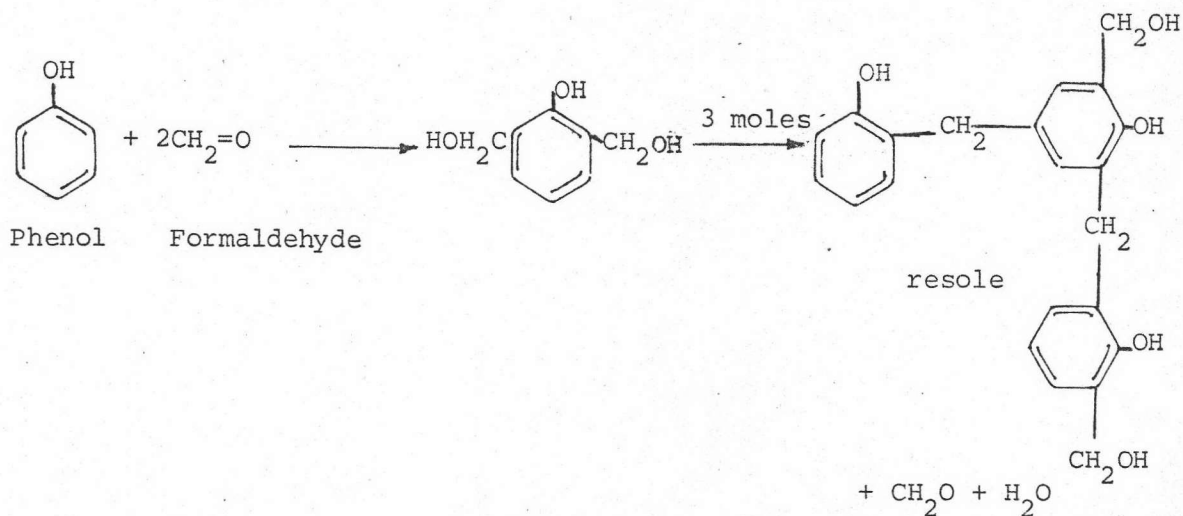


คาร์ดิอลและอนาคาติค (หรือคาร์ดานอล) อันเป็นส่วนประกอบใน CNSL
มีกลุ่ม -OH ทำให้เกิดปฏิกิริยากับเฟนิล-ไอโซไซยาเนต ได้ ปฏิกิริยาจะเกิดต่อเนื่องจนเป็น
โพลียูรีเทน

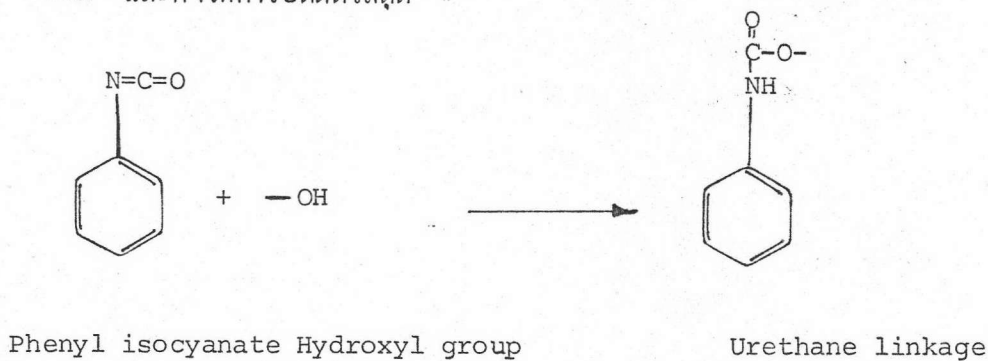
2.1.4 ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องในการโพลีเมอไรเซชันของกรดมาคาติค

CNSL ประกอบด้วยกรดมาคาติคเป็นส่วนใหญ่ มีกลุ่ม -OH และ -COOH
จัดเป็นสารประเภทฟีนอล ทำให้เกิดปฏิกิริยากันเองได้เอสเทอร์ (Esters) และมีน้ำเกิดขึ้น
ปฏิกิริยาของฟีนอลกับ ฟอรัมาลดีไฮด์ ที่กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้ ฟีนอลิก เรซิน
(Phenolic resins) ดังต่อไปนี้

ถ้าเติมตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นด่าง (Alkaline catalyst) ปฏิกิริยาจะช้าลง จนกระทั่งหยุดก่อนการ Cross-linkage จะเกิดขึ้น สารที่ได้เรียกว่า resole⁽¹¹⁾



หลังจากเติมเฟนิล-ไอโซไซยาเนต จะเกิดปฏิกิริยากับกลุ่ม -OH ที่เหลือในเรซินได้อัลสารโพลียูรีเทน เหมาะในการเคลือบผิววัสดุ สารที่ได้มีคุณสมบัติทนต่อรอยขีดข่วน เคมี และทำให้การยึดติดวัสดุดี⁽¹²⁾



2.2 ความรู้พื้นฐานของสารเคลือบผิววัสดุ

2.2.1 ลักษณะของสารเคลือบผิววัสดุ

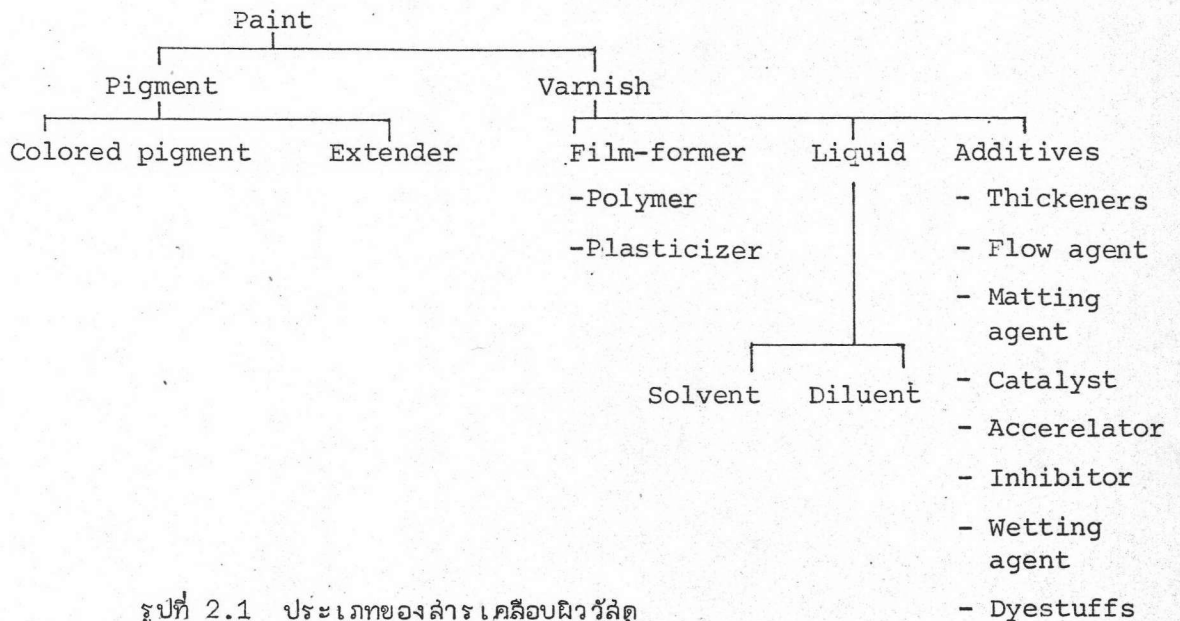
จุดประสงค์ในการเคลือบผิววัสดุ เพื่อความสวยงาม และป้องกันความเสียหายอันเกิดแก่วัสดุ สารเคลือบผิววัสดุจะประกอบด้วย

2.2.1.1 สีมง (Pigment) มีคุณสมบัติป้องกันวัสดุ และช่วยให้มีความสวยงาม เช่น ปูนขาว เมื่อนำไปทาผนังเวลาแห้งจะเป็นสีขาว ดังนั้นปูนขาวจึงเป็นสีมงสีขาว ซึ่งเป็นสีของแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) กระจายทั่วไปตามบริเวณที่ทา แต่การยึดติดผนังไม่ดีนัก จึงไม่ทนทาน

2.2.1.2 สารช่วยยึดติด (Binder) จะช่วยรวมผงสีให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้ผิววัสดุเรียบ

2.2.1.3 ตัวทำละลาย (Solvent) ช่วยทำให้สารละลายไม่แข็งตัวขณะทา ทำให้การเคลือบสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นวัสดุ

สารเคลือบผิวที่ไม่เติมสีมง เรียกว่า วาร์นิช (Varnishes) ถ้าเป็นสารที่มีสีมง เรียกว่าสี (Paint) สารเคลือบ (Enamel) แลคเกอร์ (Lacquer) น้ำยาชักเงา (Finish) ขึ้นอยู่กับขบวนการผลิต โดยทั่วไปแลคเกอร์เป็น Thermoplastic solution หรือวาร์นิช ส่วนสารเคลือบจะเป็น Thermosetting paints มีลักษณะไหลคล้ายแก้ว สารเคลือบผิววัสดุแยกประเภทได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ประเภทของสารเคลือบผิววัสดุ

2.2.2 คุณสมบัติของแผ่นฟิล์มที่แห้งแล้ว (Dry film Properties)

สารเคลือบผิววัสดุที่ดีเมื่อใช้เคลือบแล้ว ฟิล์มเคลือบต้องหนาและแข็งเพียงพอ ทำให้เกิดความสวยงามและความคงทนถาวร ทั้งยังสามารถซ่อมแซมหรือเคลือบใหม่ได้อีก

คุณสมบัติของฟิล์มที่ดีพิจารณาจากลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

2.2.2.1 แรงยึดเกาะระหว่างโมเลกุล (Adhesion)

แรงยึดเกาะที่ดี คือ 10 nm ถ้าน้อยกว่านี้จะทำให้ความแข็งแรงของแรงยึดเกาะน้อยลงตามลำดับ ในการใช้สารเคลือบผิววัสดุก่อนทามักต้องทำความสะอาดพื้นระนาบที่กระจายอยู่บนผิวที่ต้องการเคลือบ และขัดกระดาษทรายในกรณีวัสดุเป็นไม้ เพื่อให้สารเคลือบผิวติดได้ง่าย โดยทั่วไปคุณสมบัติของฟิล์มที่ดี ขึ้นอยู่กับความเปียกชื้น (Wetting) และความมากน้อยของแรงดึงดูดกันทางเคมีระหว่างอะตอม เช่น กลุ่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด (Acid group) ในโพลีเมอร์ จะสร้างพันธะทางเคมี (Chemical bond) กับพื้นที่ต้องการเคลือบผิวได้ดี

2.2.2.2 ความแข็ง (Hardness) ความเหนียว (Toughness) และความทนทาน (Durability)

คุณสมบัตินี้ขึ้นอยู่กับว่าเป็น Cross-linked film ซึ่งมักจะแข็งแรงและเหนียวขึ้น แต่ในกรณีที่โพลีเมอร์มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก แม้จะเป็น Linear form ก็แข็งแรงและเหนียวเช่นกัน

2.2.2.3 ความสามารถโค้งงอได้ (Flexibility)

โพลีเมอร์ถ้ามีความแข็งมักจะเปราะด้วย เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แผ่นฟิล์มเคลือบก็จะร้าวแยกได้ง่าย ส่วนใหญ่เป็นพวก Cross-linked film แต่ Linear polymers มีความสามารถโค้งงอได้ดีกว่า เพราะมีการเติมสารโมเลกุลเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่าสาร Plasticizers เพื่อลดแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล และทำหน้าที่คล้ายน้ำมันหล่อลื่น ทำให้โมเลกุลของโพลีเมอร์ไหลผ่านไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งได้ง่ายเข้า

2.2.2.4 การเปลี่ยนแปลงของสี และความแข็งแรงของฟิล์ม

น้ำ ออกซิเจนในอากาศ และแสงอุลตราไวโอเล็ต สามารถทำลายพันธะทางเคมีของโพลีเมอร์ ให้แตกออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ได้ ทั้งยังทำให้หมดความเป็นเงาอีกด้วยฟิล์มที่ทิ้งไว้แล้วสีจางลง เนื่องมาจากคุณภาพของสีมันนั่นเอง

2.2.2.5 ความยากง่ายของการซ่อมแซม และการทาสีเคลือบวัสดุใหม่

หลังจากทาสีเคลือบผิวจนวัสดุแล้ว สำหรับประเภท Linear polymers จะละลายโดยตัวทำละลายได้ แต่ Cross-linked polymers ไม่ละลาย จะเห็นการขุดส่วนเก่าที่เคลือบออก สำหรับ linear polymers ใช้เพียงกระดาษทรายชนิดละเอียด และมีตัวทำละลายอีกเล็กน้อย ก็จะขุดออกได้ โดยทั่วไปในการทำเฟอร์นิเจอร์ ส่วนที่เป็น Cross-linked polymers ต้องขุดออกแล้วจึงเคลือบใหม่ นั่นคือ Linear polymers หนตอตัวทำละลายได้ไม่ด้เท่ากับ Cross-linked polymers