สารให้สีสำหรับพลาสติก

รองศาสตราจารย์อรอุษา สรวารี
ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แฟกเตอร์หนึ่งที่ทำให้พลาสติกมีการนำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวางก็คือ พลาสติกสามารถทำให้มีสีต่างๆ ได้มากมาย ดูสวยงามและน่าใช้ การที่พลาสติกมีสีต่างๆ ขึ้นมาได้ต้องใส่สารที่ทำให้เกิดสีผสมเข้าไปกับพลาสติก สารที่ใส่เข้าไปเพื่อให้พลาสติกมีสีเรียกว่า colorants ซึ่งอาจแปลเป็นภาษาไทยได้ว่า **สารให้สี**

ประเภทของสารให้สี

สารให้สีสำหรับพลาสติกสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. สีย้อม (dyes)
2. ผงสีอนินทรีย์ (inorganic pigments)
3. ผงสีอินทรีย์ (organic pigments)

สีย้อมและผงสีต่างก็เป็นสารที่ให้สีทั้งคู่ แต่แตกต่างกันตรงที่ว่า สีย้อมสามารถละลายได้ในตัวทำละลายและพลาสติกทั้งหลาย ในขณะที่ผงสีเป็นสารมีสีซึ่งไม่ละลายในพลาสติกและตัวทำละลายทั้งหลาย ดังนั้น การทำให้พลาสติกมีสีโดยการใช้สีย้อมจะอาศัย**กระบวนการการละลาย** (dissolving process) ให้โมเลกุลของสีย้อมละลายเข้าไปในเนื้อพลาสติก ในขณะที่การทำให้พลาสติกมีสีโดยการใช้ผงสีจะอาศัยกระบวนการการกระจาย (dispersion process) กล่าวคือ ทำให้กลุ่มก้อนของผงสี (agglomerate) แตกตัวออกเป็นผงอนุภาคขนาดเล็กซึ่งละเอียดพอที่จะให้ผงสีสามารถเข้ากระจายตัวในเนื้อพลาสติกได้อย่างสม่ำเสมอ

ผงสีอนินทรีย์

ผงสีอนินทรีย์อาจได้จากธรรมชาติ เช่น หินแร่ธาตุ และดินต่างๆ ที่มีสีเป็นต้น หรือได้จากการสังเคราะห์โดยวิธีตกตะกอนจากปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีทำให้เกิดเป็นผงสีตกตะกอนลงมาแล้วกรองออก

ผงสีอนินทรีย์แบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ ผงสีสีขาว ผงสีสีดำ และผงสีสีอื่นๆ

ผงสีสีขาว ที่นิยมใช้กับพลาสติกมากที่สุดคือ **ทิทาเนียมไดออกไซด์** (titanium dioxide) ในขณะที่**คาร์บอนแบล็ก** (carbon black) เป็น*ผงสีสีดำ*ที่นิยมใช้มากที่สุด สำหรับผงสีอนินทรีย์ที่ให้*สีอื่นๆ* มีหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ เหล็กออกไซด์ (ให้สีต่างๆ กันถึง 4 สี คือ เหลือง แดง น้ำตาล และดำ) **สารประกอบแคดเมียม** (ให้สีเหลือง ส้ม และแดง) **อัลตรามารีน** (ultramarine ให้สีน้ำเงิน) **โครเมียมออกไซด์**(ให้สีเขียว) **สารประกอบของตะกั่วได้แก่ lead chromates & molybdates** (ให้สีเหลือง ส้ม และแดง)

ผงสีอนินทรีย์มีสมบัติดังต่อไปนี้คือ

1. ไม่ละลายในพลาสติกและตัวทำละลายใดๆ
2. โดยทั่วไปมีความทนทานต่อความร้อนและแสงสูง
3. กระจายเข้าไปในเนื้อพลาสติกได้ง่าย
4. โดยปกติ ทึบแสง
5. มีความแรงของสี (color strength) ต่ำ สีด้านไม่สดใส

ดังนั้น โดยทั่วไปแล้ว การใช้ผงสีอนินทรีย์เป็นสารให้สีกับพลาสติก จะใช้ในกรณีที่*การขึ้นรูปพลาสติกต้องใช้อุณหภูมิสูง และผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมีลักษณะทึบแสงหรือโปร่งแสง*

ผงสีอินทรีย์

ผงสีอินทรีย์ทุกชนิดได้จากการสังเคราะห์โดยปฏิกิริยาการตกตะกอนระหว่างสารเคมี โครงสร้างของผงสีอินทรีย์ประกอบด้วยวงเบนซิน (benzenoil structure) (ดูรูปที่ 1)

ผงสีอินทรีย์แบ่งได้เป็นหลายชนิดขึ้นกับโครงสร้างทางเคมี ได้แก่ ผงสีอะโซ (azo pigments ให้สีเหลือง ส้ม และแดง) ผงสีฟทาโลไซยานีน (phthalocyanine pigments ให้สีน้ำเงินและเขียว) ผงสีแว็ต (vat pigments ให้สีเฉดต่างๆ กัน) ผงสีไดออกซาซีน (dioxazine pigments ให้สีม่วง) ผงสีควินาคริโดน (quinacridone pigments ให้สีแดง ม่วง และส้ม) และผงสีไอโซอินโดลิโนน (isoindolinone pigments ให้สีเหลือง)

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างโครงสร้างทางเคมีของผงสีอินทรีย์ชนิดต่างๆ

เมื่องเปรียบเทียบกับผงสีอนินทรีย์แล้ว ผงสีอินทรีย์มีสมบัติโดยทั่วไปดังนี้คือ

1. มีขนาดของอนุภาคเล็กกว่า กล่าวคือ ผงสีอินทรีย์มีขนาดของอนุภาคโดยเฉลี่ย 0.1 ไมโครเมตร ในขณะที่ผงสีอนินทรีย์มีขนาดของอนุภาคโดยเฉลี่ย 1 ไมโครเมตร
2. ให้สีที่โปร่งใสกว่า
3. มีความแรงของสีสูงกว่า
4. ให้สีที่สะอาดและสดใสกว่า
5. มีความทนทานต่อความร้อนและแสงต่ำกว่า
6. ทำให้แตกกระจายตัวในเนื้อพลาสติกได้ยากกว่า
7. มีราคาแพงกว่า
8. เนื่องจากผงสีอินทรีย์บางตัวมีสมบัติละลายได้ ดังนั้นผงสีเหล่านี้จะเกิดปรากฏการณ์ migration ได้

migration หมายถึง การที่สารให้สีหลุดออกมาจากเนื้อพลาสติก ซึ่งเป็นผลมาจากการที่สารให้สีดังกล่าวสามารถละลายได้ ซึ่งโดยปกติแล้ว ผงสีอนินทรีย์มีสมบัติไม่ละลายในพลาสติกและตัวทำละลายใดๆ ดังนั้น การใช้ผงสีอนินทรีย์เป็นสารให้สีในพลาสติก จะไม่เกิด migration

ในทางตรงกันข้าม ผงสีอินทรีย์บางตัวและสีย้อมมีสมบัติละลายได้ ดังนั้น การใช้สารให้สีดังกล่าวอาจเกิด migration ได้

ดังนั้น เมื่อดูสมบัติโดยรวมแล้ว การใช้พงสีอินทรีย์เป็นสารให้สีกับพลาสติกจะใช้ในกรณีที่ต้องการให้**ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้มีสีเข้ม สดใส และโปร่งใส**

สีย้อม

สีย้อมเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสมบัติโปร่งใส มีความแรงของสีสูง ให้สีที่สดใสมาก มีความทนทานต่อแสงและความร้อนต่ำกว่าผงสี และมีสมบัติละลายได้ทั้งในน้ำและในตัวทำละลาย ซึ่งสีย้อมที่ใช้เป็นสารให้สีสำหรับพลาสติกจะเป็นชนิดละลายในตัวทำละลาย

จากสมบัติดังกล่าว จะเห็นได้ว่า การใช้สีย้อมเหมาะกับผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ต้องการสีที่โปร่งใส เช่น พลาสติกครอบไฟรถยนต์ เป็นต้น

ในกรณีที่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีสีจากการใช้สีย้อมทึบแสง ก็ทำได้โดยการใส่ทิทาเนียมไดออกไซด์ลงไประหว่างการขึ้นรูปด้วย

สีย้อมที่ใช้เป็นสารให้สีสำหรับพลาสติก มีหลายชนิดคือ สีย้อมอะโซ (azodyes) สีย้อมแอนทราควิโนน (anthraquinone dyes) สีย้อมแซนทีน (xanthene dyes) และสีย้อมแอซีน (azine dyes) สำหรับสีย้อมที่ใช้กันมากที่สุดคือ สีย้อมอะโซ และสีย้อมแอนทราควิโนน ซึ่งสีย้อมแอนทราควิโนนจะมีความทนทานต่อความร้อนและแสงได้ดีกว่าสีย้อมอะโซ

รูปแบบ (Forms) ของสารให้สี

สารให้สีมีการผลิตออกจำหน่ายในรูปแบบต่างๆ กันหลายแบบคือ เป็นผง เป็นของเหลว หรือเป็นสีเข้มข้นในรูปของของแข็งที่เรียกกันว่า สีสำเร็จรูป (color concentrates or master batch)

สารให้สีชนิดผง (Dry colors) สารให้สีชนิดนี้ผลิตออกจำหน่ายในรูปผง ซึ่งอาจจะเป็นผงสีเพียงชนิดเดียว (single pigments) หรือผงสีหลายชนิดผสมกันก็ได้ (pigment mixtures)

ในกรณีที่เป็นผงสีผสมชนิดพิเศษ (special pigment mixture) จะได้จากการใช้ผงสีอินทรีย์ซึ่งกระจายตัวในเนื้อพลาสติกได้ดี และมีความทึบแสงสูงผสมกับผงสีอินทรีย์ซึ่งมีความสามารถในการกระจายตัวต่ำ แต่มีความสดใสและความแรงของสีสูง เมื่อผสมกันแล้ว ผงสีที่ได้จะมีสีเข้ม สดใส ทึบแสง และกระจายตัวในเนื้อพลาสติกได้ง่าย

สีเข้มข้นในรูปของของเหลว (Liquid concentrates or liquid color or pigment dispersions or pigment pastes) สารให้สีชนิดนี้ได้จากการนำผงสีหรือสีย้อมไปกระจายหรือละลายในตัวกลางต่างๆกัน ซึ่งตัวกลางที่ใช้อาจเป็นตัวทำละลาย สารที่มีความหนืดต่ำๆ น้ำ หรือพลาสติไซเซอร์ก็ได้

สีเข้มข้นในรูปของของแข็งหรือสีสำเร็จรูป (color concentrates of master batch) สารให้สีชนิดนี้ได้จากการนำผงสีไปกระจายอย่างสม่ำเสมอในตัวกลางที่สามารถเข้าได้เป็นเนื้อเดียวกันกับพลาสติกที่ต้องการจะทำให้มีสี ซึ่งตัวกลางที่เหมาะสมก็คือ พลาสติกชนิดเดียวกันหรือพลาสติกที่อยู่ในตระกูลเดียวกัน เช่น ถ้าเป็นพลาสติกชนิดโพลิ-โอลิฟินส์ เช่น โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง(HDPE) และโพลิโพรพิลีน (PP) ตัวกลางที่เหมาะสมคือ LDPE แต่ถ้าเป็นพลาสติกจำพวกโพลิสไตรีน (PS) อะคริโลไนไตรล์-บิวตะไดอีน-สไตรีนเทอร์โพ-ลิเมอร์ (ABS) และสไตรีน-อะคริโลไนไตรล์โคโพลิเมอร์ (SAN) ตัวกลางที่เหมาะสมก็คือ PS

ผงสีที่นำไปกระจายในพลาสติกอาจเป็นผงสีเพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมกันก็ได้ ดังนั้นสามารถทำสีสำเร็จรูปได้เป็นสีเฉดต่างๆ กัน หรือที่ความเข้มของสีระดับต่างๆ กันได้ โดยการเลือกใช้ผงสีหรือพลาสติกให้เหมาะสม

สีสำเร็จรูปนี้ อาจอยู่ในรูปของเม็ดหรือผงก็ได้

การเลือกใช้สารให้สี

การเลือกใช้สารให้สีชนิดใด นอกจากจะขึ้นกับชนิดของพลาสติกที่ต้องการทำให้มีสีและภาวะของการขึ้นรูปแล้ว ยังขึ้นกับการใช้งานของผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้นๆ ด้วย ดังนั้น เพื่อให้ใช้สารให้สีได้เหมาะสมที่สุด จะต้องพิจารณาจากแฟกเตอร์ต่างๆ ต่อไปนี้คือ

1. ในกรณีที่การใช้งานของผลิตภัณฑ์พลาสติกจะต้องตากแดด หรือสัมผัสกับแสงแดดตลอดเวลา (เช่น เฟอร์นิเจอร์สนาม แผ่นป้ายโฆษณากลางแจ้ง) กรณีนี้สารให้สีจะต้องมีความทนทานต่อแสงสูงมาก

2. ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้งานภายนอก สารให้สีก็จะต้องมีความทนทานต่อลมฟ้าอากาศได้ดี

3. เสถียรภาพต่อความร้อนของสารให้สีก็เป็นสิ่งที่สำคัญ ถ้าการขึ้นรูปต้องใช้อุณหภูมิสูง หรือผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้นมีการใช้งานที่อุณหภูมิสูง

4. ความทนทานต่อสารเคมีของสารให้สีจะต้องนำมาพิจารณาในกรณีที่การใช้งานของผลิตภัณฑ์ต้องสัมผัสกับสารเคมีต่างๆ เช่น กรดด่าง นอกจากนี้ระหว่างการขึ้นรูปสารให้สีที่ดีจะต้องไม่เกิดปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่นๆ ในพลาสติก

5. พิจารณาโอกาสที่สารให้สีจะเกิด migration โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภาชนะหีบห่อบรรจุอาหารหรือของเล่นเด็ก

6. สมบัติการกระจายตัวของผงสีในพลาสติกแต่ละชนิด ยากหรือง่ายแตกต่างกันอย่างไร

7. ความเป็นพิษของสารให้สีโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ของเล่นเด็กหรือภาชนะหีบห่อบรรจุอาหาร

8. ราคา

เอกสารอ้างอิง

1. R. Gachter and H. Muller, Plastics Additives Handbook, 4th ed. Hanser Publishers, Munich, 1993.

2. J. Shore, Colorants and Auxiliaries, Vol.1 - Colorants, Society of Dyers and Colorists, England, 1990.

3. T.G. Webber, Coloring of Plastics, John Wiley & Sons, New York, 1979.

4. M. Ahmed, Coloring of Plastics - Theory and Practice, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1979.