การทดสอบวัสดุสะท้อนแสงต่อความปลอดภัยในชีวิตบนท้องถนน

เสาวลักษณ์ อุกฤษฎาวิทิต*

ปัญหาความปลอดภัยในชีวิตบนท้องถนนนับเป็นปัญหาที่ทั่วโลกให้ความสนใจ สหประชาชาติร่วมกับองค์การอนามัยโลกได้ก่อตั้งโครงการ Decade of Action for Road Safety 2011-2020 เพื่อรณรงค์ให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ตระหนักถึงความปลอดภัยในชีวิตบนท้องถนน โดยเฉพาะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนน 9 ใน 10 มักเกิดขึ้นในประเทศกำลังพัฒนา

ประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุ ในปี 2551 มากกว่า 12,000 คน จากจำนวนอุบัติเหตุที่ได้รับรายงานมีมากกว่าหนึ่งแสนครั้งต่อปี โดยอุบัติเหตุทางถนนคิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 98 และก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจของประเทศอย่างมหาศาล จากข้อมูลดังกล่าวนอกจากรัฐบาลจะมีนโยบายการส่งเสริมวินัยจราจรในการใช้รถและถนนแล้ว ยังให้ความสำคัญกับอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัยบนท้องถนนอีกด้วย โดยอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจราจรโดยตรง ได้แก่ ป้ายเครื่องหมายจราจร ป้ายบอกทาง แผ่นหรือแถบสะท้อนแสงของอุปกรณ์ด้านการจราจร ตลอดจนอุปกรณ์สะท้อนแสงบนท้องถนน เช่น หมุดและลูกแก้วสะท้อนแสงต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนนสามารถมองเห็นได้ชัดเจน รวมทั้งป้ายทะเบียนรถทุกชนิด ซึ่งใช้เป็นสิ่งบ่งชี้และเป็นหลักฐานสำคัญเมื่อเกิดอุบัติเหตุ สำหรับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของผู้เกี่ยวข้องกับการใช้รถและถนน เช่น วัสดุสะท้อนแสงของเสื้อหรือชุดสำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจร เจ้าหน้าที่บำรุงรักษาเส้นทาง และเจ้าหน้าที่กู้ภัย อุปกรณ์เหล่านี้ ช่วยลดความเสี่ยงจากการได้รับอันตรายในขณะปฏิบัติงานการทดสอบวัสดุสะท้อนแสงจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบประสิทธิภาพของวัสดุในการสะท้อนแสง เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานต่าง ๆ เช่น มอก. 715-2530 แผ่นป้ายสะท้อนแสงสำหรับทำป้ายทะเบียนรถ หรือ มอก. 606-2549 แผ่นสะท้อนแสงสำหรับควบคุมการจราจร เป็นต้น

ในปัจจุบันกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยห้องปฏิบัติการแสง กลุ่มงานฟิสิกส์และวิศวกรรม 1 โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม ซึ่งได้รับการยอมรับในฐานะหน่วยงานของรัฐ ในการทดสอบคุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุสะท้อนแสงสำหรับงานด้านการจราจรและความปลอดภัย ได้แก่ ป้ายทะเบียนรถทุกชนิด แผ่นสะท้อนแสงสติ๊กเกอร์สะท้อนแสง แผ่นรีดความร้อนสะท้อนแสง หมุดสะท้อนแสงชนิดลูกแก้วและชนิดโลหะ แถบสะท้อนแสงที่ใช้บนเสื้อกั๊กหรือชุดปฏิบัติงานด้านความปลอดภัย แก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการจราจรและความปลอดภัย เช่น กรมการขนส่งทางบก กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท การทางพิเศษแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร ศูนย์บรรเทาสาธารณภัยจังหวัดต่าง ๆ โครงการสร้างถนนของแต่ละจังหวัด รวมทั้งภาคเอกชน

* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

ที่เป็นผู้ผลิตและจำหน่าย เพื่อให้วัสดุสะท้อนแสงเหล่านี้ได้รับการตรวจสอบคุณภาพให้มีค่าการสะท้อนแสงเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรม โดยผลการทดสอบวัสดุสะท้อนแสงเหล่านี้ถูกนำไปเพื่อการอ้างอิง เพื่อประกอบการพิจารณาในการนำไปใช้งานด้านความปลอดภัยในการจราจรทุกพื้นที่ของประเทศ ตลอดจนเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุสะท้อนแสงต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตามภาพที่ 1

ภาพที่ 1 วัสดุสะท้อนแสงชนิดต่าง ๆ แหล่งที่มา http://www.pstgroup1.com, http://c-safety.com, www.coeternity.net

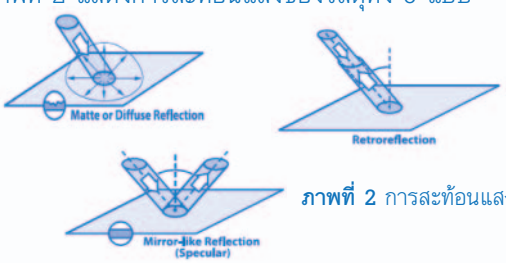
การสะท้อนแสงของวัสดุ

การสะท้อนแสงมี 3 รูปแบบ

1. Diffuse reflection เกิดจากลำแสงส่องลงมากระทบพื้นผิวที่หยาบ เช่น ผนังปูน พื้นถนนดิน แผ่นวัสดุต่าง ๆ ที่ขรุขระ เป็นต้น แสงที่สะท้อนกลับจะมีการกระจายออกทุกทิศทาง ทำให้เห็นความสว่างที่สะท้อนออกมาได้น้อยมาก

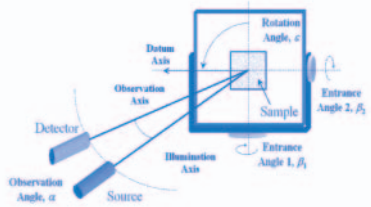
2. Mirror reflection เกิดจากลำแสงที่ส่องลงมากระทบวัสดุที่มีพื้นผิวเรียบ ลำแสงที่สะท้อนกลับจึงตั้งฉากกลับลำแสงที่ตกกระทบ ผู้สังเกตต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดแสง เพื่อให้แสงสะท้อนกลับเข้าสู่ตาของผู้สังเกตได้ดี

3. Retroreflection เกิดจากลำแสงส่องลงมากระทบผิวเรียบที่ฉาบด้วยวัสดุสะท้อนแสง เช่น ลูกแก้วใสวางเรียงแผ่ไปบนแผ่นพื้น ทำให้ลำแสงสะท้อนกลับมาทิศทางเดียวกับลำแสงที่ตกกระทบ หากผู้สังเกตอยู่ในตำแหน่งเดียวกับแหล่งกำเนิดแสงที่ทำให้เกิดลำแสงที่ตกกระทบ แสงสะท้อนกลับเข้าสู่ตาของผู้สังเกตได้ดี ภาพที่ 2 แสดงการสะท้อนแสงของวัสดุทั้ง 3 แบบ



ภาพที่ 2 การสะท้อนแสง

จากหลักการสะท้อนแสงแบบ retroreflection ถูกนำมาใช้พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้เพื่องานด้านการจราจร ทำให้ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นอุปกรณ์ สัญญาณต่าง ๆ และผู้ปฏิบัติงานบนท้องถนนได้อย่างชัดเจน ดังนั้นการทดสอบค่าการสะท้อนแสงใช้เพื่อบ่งบอกความสามารถในการ



ภาพที่ 3 การวัดการสะท้อนแสงในห้องปฏิบัติการ แหล่งที่มา http://www.nist.gov/pml/div685/grp05/photometry_charm.cfm

สะท้อนแสงของวัสดุเมื่อนำมาใช้จริงบนท้องถนน วิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการตามภาพที่ 3 จึงเป็นการจำลองการมองเห็นการสะท้อนแสงของวัสดุสะท้อนแสงในที่มืด โดยใช้เครื่องมือวัดที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง (light source) แทนไฟหน้าของรถส่องไปยังวัสดุสะท้อนแสงตามระยะและมุมต่าง ๆ ที่ระบุในมาตรฐานที่ใช้ แสงที่สะท้อนจากวัสดุสะท้อนแสงเข้าสู่ตัวตรวจหา (detector) ซึ่งเป็นตัวรับแสงที่เสมือนเป็นตาของผู้ขับขี่ ปริมาณแสงที่สะท้อนเข้าสู่ตัวตรวจหาบอกถึงความสามารถในการสะท้อนแสงของวัสดุนั้น

การทดสอบแผ่นสะท้อนแสง เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (coefficient of retroreflection) ในหน่วยแคนเดลาต่อลักซ์ต่อตารางเมตร (cd/lx/m^2) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$R' = \frac{I}{E_{\perp} A}$$

เมื่อ R' คือ สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

I คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างของวัสดุสะท้อนแสงในทิศทางการมอง มีหน่วยเป็นแคนเดลา (cd)

$E_{\perp}$ คือ ความสว่าง ที่พื้นผิวสะท้อนแสงซึ่งมีระนาบตั้งฉากกับทิศทางที่แสงตกกระทบ มีหน่วยเป็นลักซ์ (lx)

A คือ พื้นที่ของวัสดุสะท้อนแสง มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)

ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ได้มีความแตกต่างกันตามชนิดของแผ่นสะท้อนแสง ในปัจจุบันผู้ผลิตมีการออกแบบและเลือกใช้วัสดุสำหรับการสะท้อนแสงแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม ASTM D4956-04 (Standard Specification for Retroreflective Sheeting for Traffic Control) ได้แบ่งแผ่นสะท้อนแสงเป็น 10 แบบ แต่ละแบบจะมีสีต่าง ๆ และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงต่ำสุดเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง ที่ผู้ผลิต ผู้ซื้อและห้องปฏิบัติการสามารถใช้เป็นเกณฑ์พิจารณา ตัวอย่างเช่น แผ่นสะท้อนแสงแบบ I มักนำมาใช้สำหรับทำป้ายทะเบียนรถตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.715-2530 แผ่นป้ายสะท้อนแสงสำหรับทำป้ายทะเบียนรถ ได้กำหนดให้แผ่นป้ายทะเบียนรถต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ดังแสดงในตารางที่ 1 ค่าเหล่านี้ถูกนำไปใช้เพื่ออ้างอิงหรือเป็นเกณฑ์กำหนดในการจัดซื้อแผ่นป้ายทะเบียนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสำหรับแผ่นป้ายทะเบียนรถตาม มอก. 715-2530

มุมที่วัด (องศา)	มุมตกกระทบ (องศา)	ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (แคนเดลาต่อลักซ์ต่อตารางเมตร)			
		สีขาว	สีเหลือง	สีแดง	สีเขียว
0.2	-4	70.0	50.0	14.5	9.0
0.2	+30	30.0	22.0	6.0	3.5
0.5	-4	30.0	25.0	7.5	4.5
0.5	+30	15.0	13.0	3.0	2.2
2.0	-4	1.7	1.2	0.3	0.2
2.0	+30	1.4	1.0	0.2	0.14

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทำการทดสอบแผ่นป้ายทะเบียนรถและรายงานผลค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง ดังแสดงในตารางที่ 2 ตัวอย่างการทดสอบที่ได้ แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของแผ่นป้ายทะเบียนดังกล่าวผ่านเกณฑ์กำหนดของ มอก. 715-2530

ตารางที่ 2 ตัวอย่างผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสำหรับแผ่นป้ายทะเบียนรถจักรยานยนต์สีขาว

มุมของการวัด (องศา)	มุมที่แสงตกกระทบ (องศา)	ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (แคนเดลาต่อลักซ์ต่อตารางเมตร)
0.2	-4	97.1
0.2	+30	47.9
0.5	-4	50.8
0.5	+30	37.2
2.0	-4	11.7
2.0	+30	9.0

สำหรับวัสดุสะท้อนแสงอื่น ๆ เช่น หมุดสะท้อนแสงชนิดลูกแก้วและชนิดโลหะ แถบสะท้อนแสงที่ใช้บนเสื้อกั๊กหรือชุดปฏิบัติงานด้านความปลอดภัย ใช้หลักการทดสอบเดียวกันแต่มีระยะและมุมของการทดสอบที่แตกต่างกันตามมาตรฐานที่ใช้

เอกสารอ้างอิง

American Society for Testing and Materials. Standard specification for retroreflective sheeting for traffic control. In **Annual book of ASTM standard : road and paving materials; vehicle-pavement systems.** Vol.04.03. West Conshohocken : ASTM, 2004, p.1-9.

Miller, CC, Early, Edward and Heimer, T. **National calibration facility for retroreflective traffic control materials.** Gaithersburg, Md.: National Institute of Standards and Technology. 2005.

Richard L. Austin and Robert J. Schultz. **Guide to retroreflection safety principles and retroreflective measurements.,** Gamma Scientific, 2009.

United Nation Road Safety Collaboration. **[online]** [cite dated 4 August 2011] Available from internet : http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/en/

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **แผ่นสะท้อนแสงสำหรับควบคุมการจราจร. มอก. 606-2549.**

_____. **แผ่นป้ายสะท้อนแสงสำหรับทำป้ายทะเบียนรถ มอก. 715-2530.**