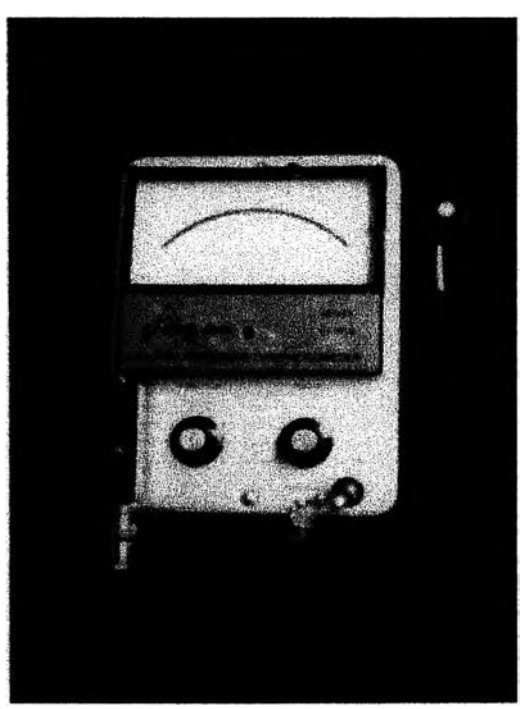
บทที่ 3
เครื่องมือและหุ่นจำลองที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter)

ลักซ์มิเตอร์ คือ เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณแสงสว่างมีหน่วยเป็นลักซ์ (lux) หรือ ฟุตแคนเดิล (fc) แล้วแต่ประเภทการทำงานของลักซ์มิเตอร์ เริ่มจากการที่อนุภาคของแสง (Flux) ตกกระทบในบริเวณจุดรับแสง แล้วทำให้เกิดความต่างศักย์ของไฟฟ้า เกิดขึ้นในบริเวณจุดรับแสงดังกล่าว ส่งผลให้เครื่องมือ ที่ใช้ตรวจวัดจะอ่านค่าความต่างศักย์ของไฟฟ้าที่เกิดขึ้น แล้วแปลข้อมูลดังกล่าวออกมาเป็นหน่วยความสว่างของแสงตามที่เราต้องการ ลักซ์มิเตอร์ หรือเครื่องมือวัดแสงที่ใช้ในงานวิจัย จะมีการใช้งานอยู่ 2 ประเภทคือ

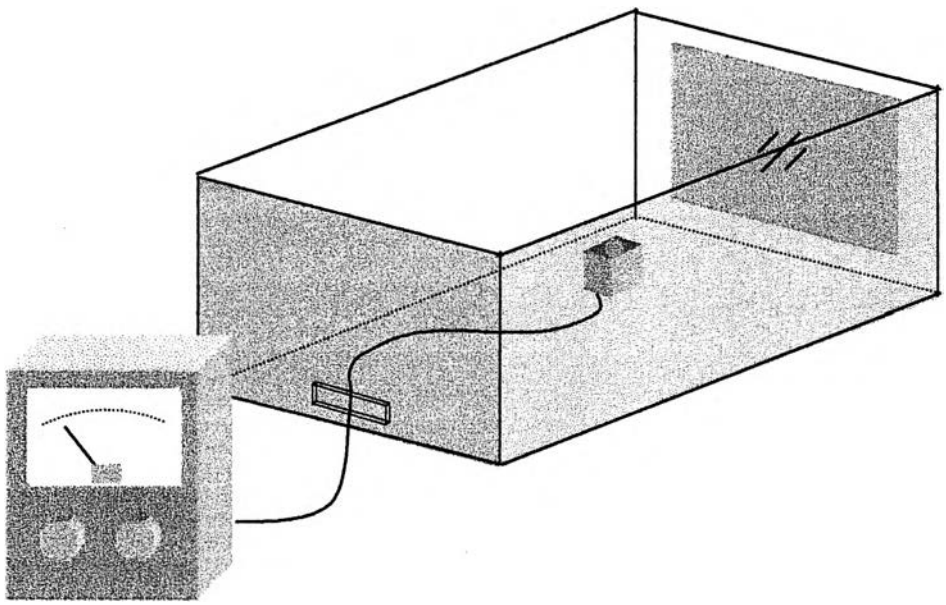
1. ควอนตัมมิเตอร์ (QUANTUM / RADIOMETER / PHOTOMETER)
2. โครมามิเตอร์ (CHROMA METER)

3.1.1 ควอนตัมมิเตอร์ (QUANTUM / RADIOMETER / PHOTOMETER) จะเป็นเครื่องมือวัดแสงที่ใช้วัดความสว่างที่เกิดขึ้นภายในหุ่นจำลอง(Model) โดยติดตั้งตัวรับแสง(sensor) ไว้บนฐาน ซึ่งสมมติให้ความสูงของฐานบวกกับความสูงของตัวรับแสงที่บริเวณจุดรับแสงมีความสูงเท่ากับความสูงระดับใช้งาน(Working plane) ที่ 0.75 เมตร โดยที่จุดรับแสงจะมีสายเชื่อมต่อมายังมิเตอร์ดังกล่าวภายนอกหุ่นจำลอง ซึ่งจอแสดงผลของเครื่องวัด จะตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกในการอ่านข้อมูล และไม่มีผลกระทบกับค่าความสว่าง และการกระจายแสงของหุ่นจำลอง



รูป 3.1 เครื่องมือที่ใช้วัดความสว่างควอนตัมมิเตอร์ (QUANTUM / RADIOMETER / PHOTOMETER)

การเก็บข้อมูล จะเก็บข้อมูลที่ระยะต่างๆของหุ่นจำลอง เพื่อให้ตำแหน่งของข้อมูลที่ได้มีความละเอียดมากพอ ในระยะความห่างของแต่ละจุดที่พอเพียง ที่ไม่ใกล้ หรือ ไกลเกินไป เนื่องจากจะมีผลต่อการนำข้อมูลมาสรุปเป็นกราฟ



รูป 3.2 การติดตั้งควอนตัมมิเตอร์ พร้อมอุปกรณ์รับแสง (SENSOR) ภายในหุ่นจำลอง

3.1.2 โครมามิเตอร์ (CHROMA METER) เป็นเครื่องมือวัดแสงที่เหมาะสมกับการวัดแสง ในพื้นที่กลางแจ้ง ทั้งในพื้นที่กลางแจ้งที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง(Direct sun) และพื้นที่ ที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์ โดยตรง (Indirect sun) เนื่องจากลักษณะพิเศษของโครมามิเตอร์ ที่สามารถจะวัดช่วงความสว่าง ของแสงได้ตั้งแต่ 10 ถึง200,000 ลักซ์ ซึ่งเพียงพอต่อการวัดแสงสว่าง ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย การวัดแสงจะเริ่มจาก การปรับเครื่อง (Calibrate) เพื่อให้เข้าสู่ สภาวะพร้องทำงาน (State ready) การวัดจะนำโครมามิเตอร์ไปติดตั้งยังขาตั้งที่ได้มีการเตรียมไว้ในสถานที่ ที่ต้องการวัดแสง ซึ่งจะเป็นกลางแจ้ง โดยขาตั้ง ที่ได้เตรียมไว้ จะสามารถปรับเปลี่ยนให้เกิดเงา แก่อุปกรณ์รับแสงที่ใช้วัดแสงได้ เนื่องจากมิเตอร์ที่ใช้บอกความสว่างของแสงจะติดตั้งอยู่เป็นชิ้นเดียวกับอุปกรณ์รับแสงทำให้การอ่านค่าของข้อมูลที่ต้องการ จะต้องทำการล็อค (lock) หรือทำการบันทึกข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลนั้นคงอยู่ ก่อนที่จะอ่านค่าความสว่างที่ต้องการ ไม่เช่นนั้น ข้อมูลที่ได้ อาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากเงาที่ตกกระทบบน จุดรับแสง

รายละเอียดจำเพาะของ โครมามิเตอร์ (CHROMA METER)

มาตราฐานการวัด : มาตราฐานการวัดจะเทียบกับมาตราฐานซีไอเอ (CIE-Standard)
ตัวรับแสง : ตัวรับแสงชนิด ซิลิคอน (silicon) 3 ตัว เพื่อใช้รับแสงที่เป็นแม่สี ที่มีความเข้มต่างกัน คือ แสงสีแดง สีเหลือง และแสงสีน้ำเงิน ซึ่งจะบรรจุอยู่ภายในตัวกรองแสง filter อีกชั้นหนึ่ง
ความละเอียด : จะวัดความสว่างของแสงได้ตั้งแต่ ความสว่างของแสงที่ 10 จนถึง 200,000 ลักซ์ (lux) วัดอุณหภูมิของสีได้ตั้งแต่ 1,600 ถึง 40,000 เคลวิน (Kelvin, K)
อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงาน : 0 – 40 องศาเซลเซียส
ขนาด : 170 x 72 x 33 มิลลิเมตร
นำหนัก : 230 กรัม

3.2 หุ่นจำลองที่ใช้ในการวิจัย (Model)

3.2.1 ลักษณะของหุ่นจำลอง

หุ่นจำลองเพื่อใช้ในงานวิจัย มีจุดประสงค์ที่จัดทำขึ้น เพื่อตรวจสอบค่าความสว่าง ที่ได้จากการวัดจริงภายในหุ่นจำลองกับค่าที่ได้จาการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในลักษณะของห้องหรือรูปทรงอาคารแบบเดียวกัน ดังนั้นลักษณะของหุ่นจำลองจะต้องมีความคล้ายคลึงกับสภาพจริงมากที่สุด เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง

จากทฤษฎีการคำนวณที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะเป็นทฤษฎี ที่อ้างถึงองค์ประกอบของแสงธรรมชาติภายในอาคาร ที่เกิดจากองค์ประกอบของความสว่างของแสง ในสองลักษณะ คือ ความสว่างของแสงโดยตรงจากช่องเปิด (Direct Component) และ ความสว่างของแสง จากการสะท้อนภายในอาคาร (Indirect Component) ซึ่งความสว่างของแสง ณ จุดที่ต้องการจะเกิดจากการรวมกัน ขององค์ประกอบของความสว่างทั้งสอง

Reference point Illuminant (lux) = Direct Component (lux) + Indirect Component (lux)

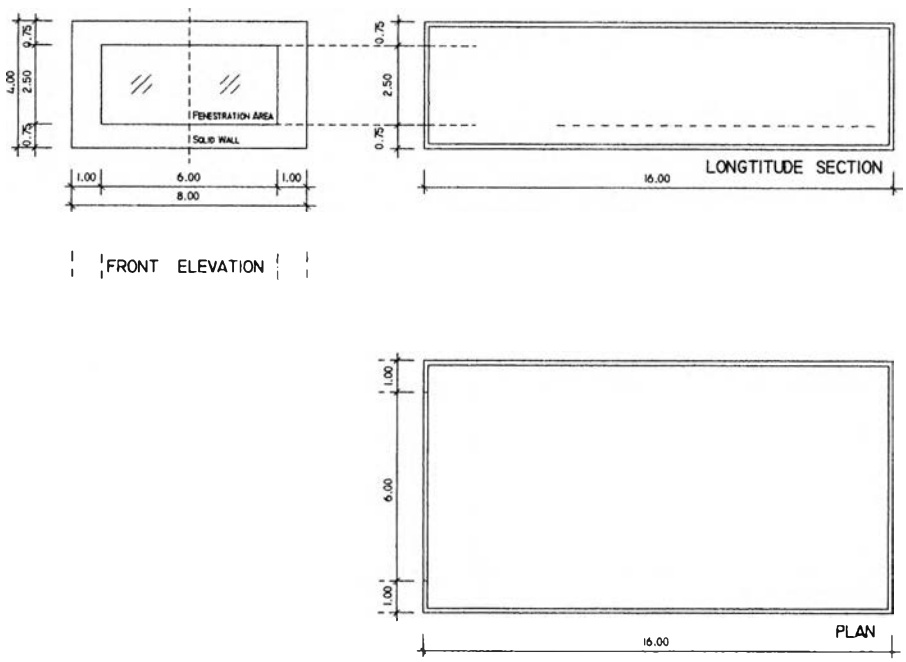
ดังนั้นหากต้องการผลการทดสอบจากหุ่นจำลองที่ถูกต้อง ตามทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณ จึงต้องมีการแบ่งการทดสอบจากหุ่นจำลอง ตามลักษณะขององค์ประกอบของแสงอย่างชัดเจน คือ เป็นหุ่นจำลองที่สามารถแสดงถึงแสงสว่างโดยตรงจากช่องเปิด (Direct Component) และหุ่นจำลองที่แสดงถึงความสว่างจากการสะท้อนแสงของอาคาร (Indirect Component) โดยผลลัพธ์ที่ได้จากหุ่นจำลองทั้งสอง จะทำให้ทราบถึงองค์ประกอบของแสงภายในอาคาร

ความแตกต่างของหุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบ ทั้งสองลักษณะ

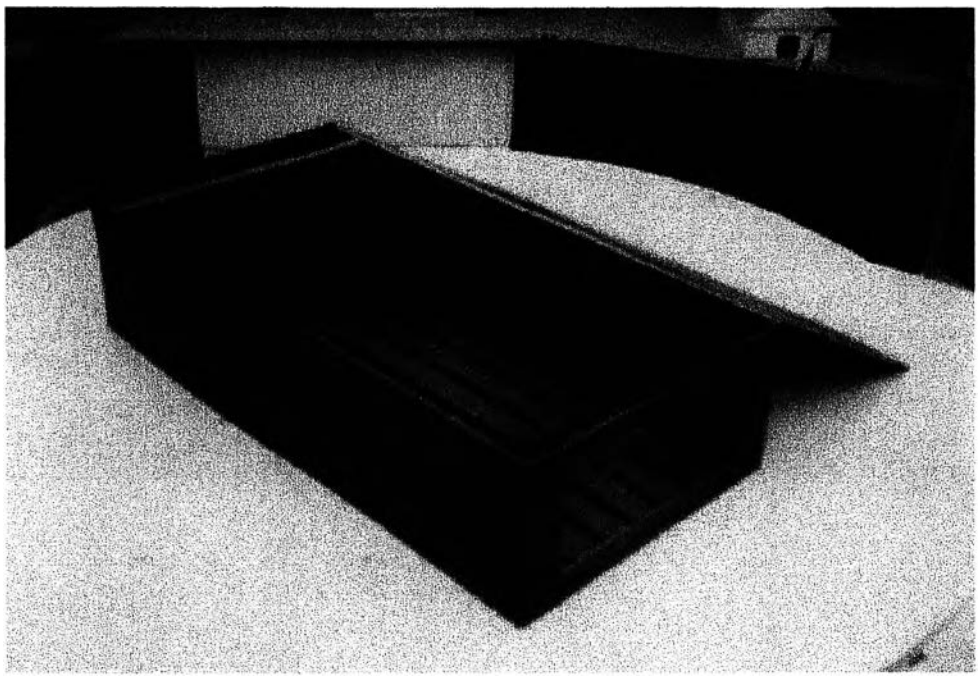
ก. หุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบความสว่างขององค์ประกอบของแสงโดยตรงจากช่องเปิด (Direct Component) จะต้องเป็นหุ่นจำลองที่มีลักษณะของผนังภายในที่มีค่าการสะท้อนแสงน้อยที่สุดหรือเกือบจะเป็นศูนย์ ดังนั้นวัสดุผิวภายในของห้อง ควรจะเป็นสีดำ และ มีลักษณะของวัสดุพื้นผิวที่ด้านด้วยเช่นกัน ซึ่งวัสดุที่ได้เลือกใช้เป็นผนังภายในของหุ่นจำลอง จะเลือกใช้ผ้าสักหลาดสีดำ ซึ่งจะให้ค่าการสะท้อนของแสงเกือบเป็นศูนย์ ดังนั้นผลลัพธ์ของค่าความสว่างที่ได้ ภายในห้องจะถือว่าเป็นค่าความสว่างที่ได้จากช่องเปิดของอาคารเท่านั้น เนื่องจากถือว่าไม่มีการสะท้อนแสงใดๆ ทั้งสิ้นภายในอาคาร

ข. หุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบความสว่าง ขององค์ประกอบของแสงจากการสะท้อนของแสง ภายในอาคาร (Indirect Component) จะต้องเป็นหุ่นจำลอง ที่มีลักษณะของผนังภายในของหุ่นจำลองที่มีค่าการสะท้อนแสงสูงมาก ซึ่งวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุผิวภายใน ควรจะเป็นวัสดุ ที่มีการสะท้อนแสงสูง เช่นวัสดุสีขาว หรือผิวมัน แต่ถ้าหากต้องการค่าการสะท้อนแสง ที่สมบูรณ์ที่สุด ก็ควรจะใช้วัสดุจำพวกกระจกเงา เนื่องจากจะให้ผลของค่าการสะท้อนแสงที่มากที่สุด แต่เนื่องจากกระจกเงา เป็นวัสดุที่เปราะและแตกง่ายและลำบากในการเคลื่อนย้ายในการทำหุ่นจำลอง ดังนั้นผนังภายในหุ่นจำลอง จึงใช้วัสดุที่เป็นอลูมิเนียมฟลอย์ ที่สามารถสะท้อนเงาของวัตถุได้ และมีผิวที่ลื่นมัน ซึ่งจะมีลักษณะใกล้เคียงกับคุณสมบัติของกระจกเงา

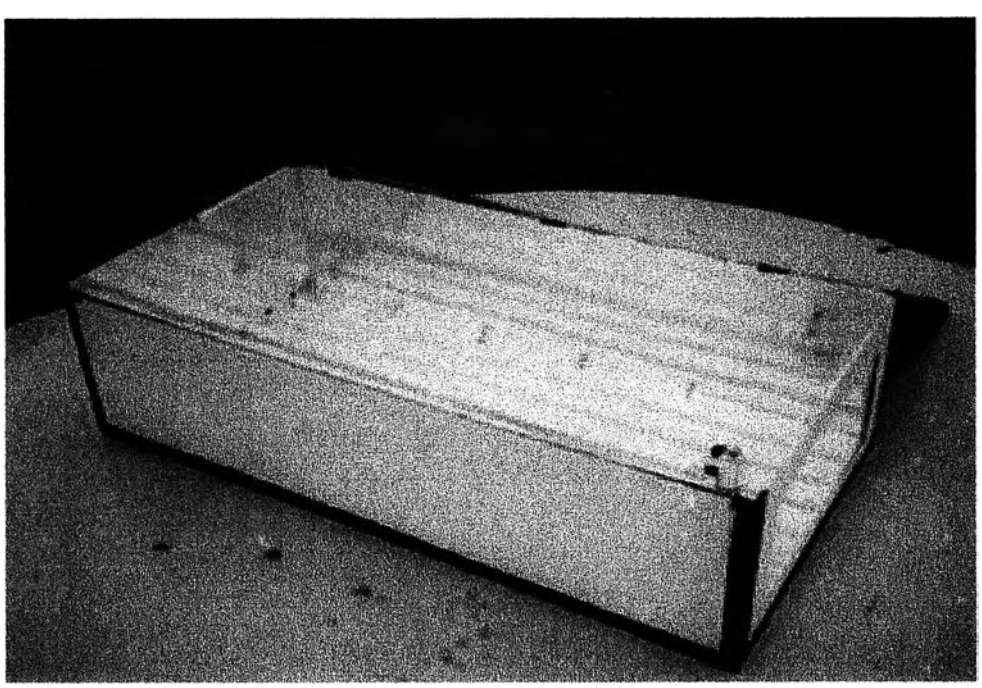
ขนาดมาตราส่วนของหุ่นจำลองที่ใช้ คือ 1 : 20 ซึ่งจะเป็นมาตราส่วน ที่มีความเหมาะสมเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ และเหมาะสมต่อการเคลื่อนย้าย ทำให้สะดวกต่อการเก็บข้อมูลนอกสถานที่



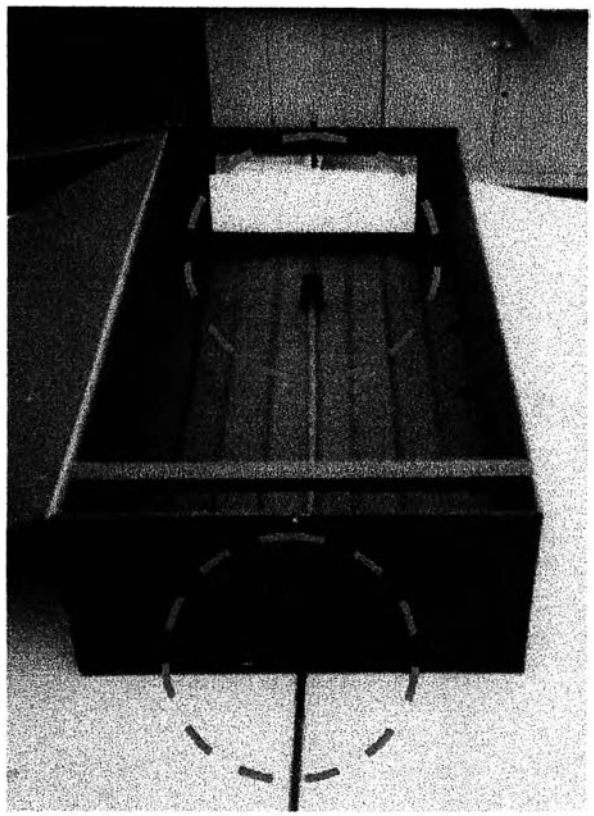
รูป 3.3 ขนาดของหุ่นจำลองที่ใช้ในการวิจัย



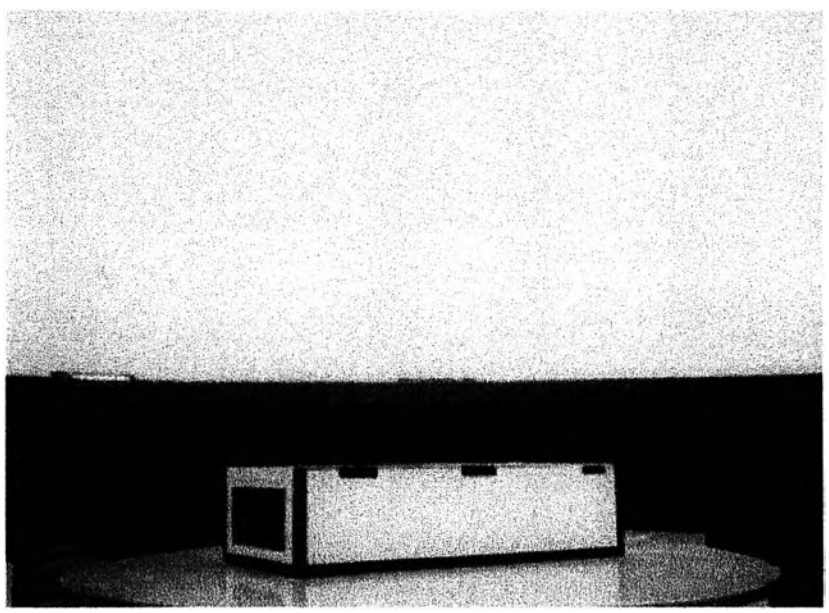
รูป 3.4 หุ่นจำลองเพื่อทดสอบปริมาณความส่องสว่างแสงตรงจากช่องเปิด มีค่าการสะท้อนแสงของวัสดุภายใน เท่ากับ 0.06



รูป 3.5 หุ่นจำลองเพื่อทดสอบปริมาณความสว่างสะท้อนกระจายภายใน มีค่าการสะท้อนแสงของวัสดุภายใน เท่ากับ 0.92



รูป 3.6 แท่นติดตั้งอุปกรณ์รับแสง Sensor ในระดับ working plane และก้านจับสำหรับเลื่อนตำแหน่ง



รูป 3.7 สภาพภายในห้องท้องฟ้าจำลอง (Sky Dome)

3.2.2 วัสดุที่ใช้ในการทำหุ่นจำลอง และการตรวจสอบ

วัสดุที่ใช้ในการทำหุ่นจำลอง คือโฟมอัด หนา 5 มิลลิเมตร ผิวทั้งสองด้านของโฟม เป็นกระดาษดำด้าน เพื่อทำให้วัสดุนั้น มีความทึบแสง แต่ในขณะเดียวกัน ก็มีน้ำหนักไม่มาก ซึ่งจะทำให้หุ่นจำลอง ไม่เกิดการชำรุดเนื่องจากการขนย้าย แต่วัสดุภายในที่ใช้ จะแตกต่างกันไปในแต่ละลักษณะของหุ่นจำลองที่ต้องการทดสอบ และ เพื่อให้แน่ใจเรื่องการเล็ดลอดผ่านของแสง (Leakage) ที่อาจทำให้การทดสอบมีค่าผิดไป จากความเป็นจริงได้ จะมีการปิดรอยต่อต่างๆ ของหุ่นจำลองด้วยวัสดุสีดำทึบ (เทปกาวสีดำ)

และเพื่อให้เกิดความถูกต้องมากที่สุด ในการทดสอบ จะมีการวัดค่าความสว่างของแสง ภายในหุ่นจำลองก่อนการทดสอบที่จะต้องมีค่าความสว่างเท่ากับศูนย์ จึงจะถือว่าหุ่นจำลองดังกล่าวนี้ ไม่เกิดการเล็ดลอดของแสง และแน่ใจว่าแสงภายในหุ่นจำลองจะเป็นแสงจากช่องเปิดเท่านั้น

จากการที่ลักษณะของหุ่นจำลองที่จะต้องมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับอาคารจริง ดังนั้นจึงได้มีการทดสอบค่าการสะท้อนแสงของวัสดุที่สมมติให้เป็น พื้น ผนัง และ เพดานของห้อง ซึ่งวัสดุที่ใช้จะเป็นกระดาษโปสเตอร์ชนิดต่างๆ ซึ่งการวัดค่าการสะท้อนของแสง ที่เกิดขึ้นจากวัสดุต่างๆ จะวัดได้ โดยการนำควอนตัมมิเตอร์ วัดปริมาณแสงที่มากระทบวัตถุ และปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ แล้วนำมาหาอัตราส่วนร้อยละ จะได้ค่าการสะท้อนแสงที่เกิดขึ้นกับวัตถุนั้นๆ

ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้ในการทำหุ่นจำลองจะมีรายละเอียด ดังนี้
ค่าการสะท้อนแสง ของวัสดุที่ใช้ในหุ่นจำลอง ก.

วัสดุที่ใช้ คือ ผ้าสักหลาดสีดำด้าน มีค่าการสะท้อนแสงเท่ากับ = 1 %
ค่าการสะท้อนแสง ของวัสดุที่ใช้ในหุ่นจำลอง ข.

วัสดุที่ใช้ คือ อลูมิเนียมฟลอย์ผิวมันวาว มีค่าการสะท้อนแสงเท่ากับ = 98 %

เนื่องจากงานวิจัยนี้ ต้องการศึกษาเพียง ค่าความส่องสว่าง ที่เกิดจากแสงตรงจากช่องเปิด และแสงสะท้อนกระจายภายในอาคารเท่านั้น ดังนั้นจึงกำหนดให้ ช่องเปิด ของหุ่นจำลอง ที่ใช้ในการทดสอบ ไม่มีการปกคลุมหรือปิดกั้นจากวัสดุใดๆ รวมถึงวัสดุที่เป็นกรอบของช่องเปิด และค่าการส่องทะลุผ่านของแสง ผ่านช่องเปิด (Visible Transmission) จะมีค่าเท่ากับ 1

3.2.3 ตำแหน่งที่ทำการวัด

ก่อนทำการวัดความสว่างภายใน หุ่นจำลองทุกครั้ง จะมีการวัดความสว่างภายนอก ของหุ่นจำลองเพื่อใช้เป็น ค่าความสว่างมาตราฐาน ในการอ้างอิงทุกครั้ง จากนั้น จึงเริ่มดำเนินการวัดความสว่าง ภายในหุ่นจำลอง โดยจะวัดที่ตำแหน่ง กึ่งกลาง (Center line) ของช่องเปิดเป็นแนวอ้างอิง และ ทำการวัดขยายออกมาในลักษณะที่สมมาตรทั้งสองด้าน จากแนวกึ่งกลาง ที่ตั้งฉากกับระนาบของช่องเปิด เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างที่ระดับต่างๆ จากช่องเปิด การวัดความสว่าง จะวัดในระนาบแนวนอน (Horizontal Illumination) ที่ระดับใช้งานทั่วไป (Working Plane) ที่มีความสูงเท่ากับ 0.75 เมตร จากพื้นห้อง