บทที่ 3

เครื่องมือ และหุ่นจำลองที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำเครื่องมือวัดแสงที่อ่านค่าความสว่างเป็นลักซ์ (Lux) ทั้งสิ้น 3 ตัวมาเพื่อเปรียบเทียบหาเครื่องมือที่มีความใกล้เคียงในการอ่านค่าสำหรับนำมาหาค่าประสิทธิภาพความส่องสว่าง (Daylight Factor) ค่าการสะท้อนแสง และค่าการส่องผ่านของวัสดุที่ต้องการ เครื่องมือวัดแสงทั้ง 3 ตัวได้แก่

- ลักซ์มิเตอร์ (ดูรูปที่ 3.1 ก.)
- มินอลต้า โครมามิเตอร์ (ดูรูปที่ 3.1 ข.)
- มินอลต้า ลักซ์มิเตอร์ (ดูรูปที่ 3.1 ค.)

จากการทดสอบผลปรากฏว่า เครื่องมือที่อ่านค่าได้ใกล้เคียงกันได้แก่ ลักซ์มิเตอร์ และมินอลต้า โครมามิเตอร์ ดังนั้นในการวัดค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างจึงนำเครื่องมือทั้ง 2 ตัวมาใช้วัดค่าความสว่างภายใน และความสว่างภายนอกพร้อมกัน ในเวลาเดียวกัน ส่วนการหาค่าการสะท้อนแสง และค่าการส่องผ่านของวัสดุใช้ค่าที่วัดได้จากทั้ง 2 ตัวในเวลาและจุดที่วัดใกล้เคียงกัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

โดยใช้ ลักซ์มิเตอร์ที่มีช่วงการวัด (Measuring range) ระหว่าง 5 - 50,000 ลักซ์ วัดส่วนภายในอาคาร และใช้ และมินอลต้า โครมามิเตอร์ ที่มีช่วงการวัดระหว่าง 10 - 200,000 ลักซ์ (ข้อมูลจาก Instruction Mamual E Chroma meter xy-1,Minalta Camera Co.,Ltd) ในการวัดค่าระดับความส่องสว่างภายนอกที่ตกกระทบลงบนแนวระนาบนอน ไม่รวมรังสีตรงดวงอาทิตย์ (Exterior Illumination Horizontal exclude Direct Sun) และค่าระดับความส่องสว่างภายนอกที่ตกกระทบลงบนแนวระนาบตั้ง (Exterior Illumination Vertical exclude Direct Sun) ทั้ง 4 ทิศ ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้

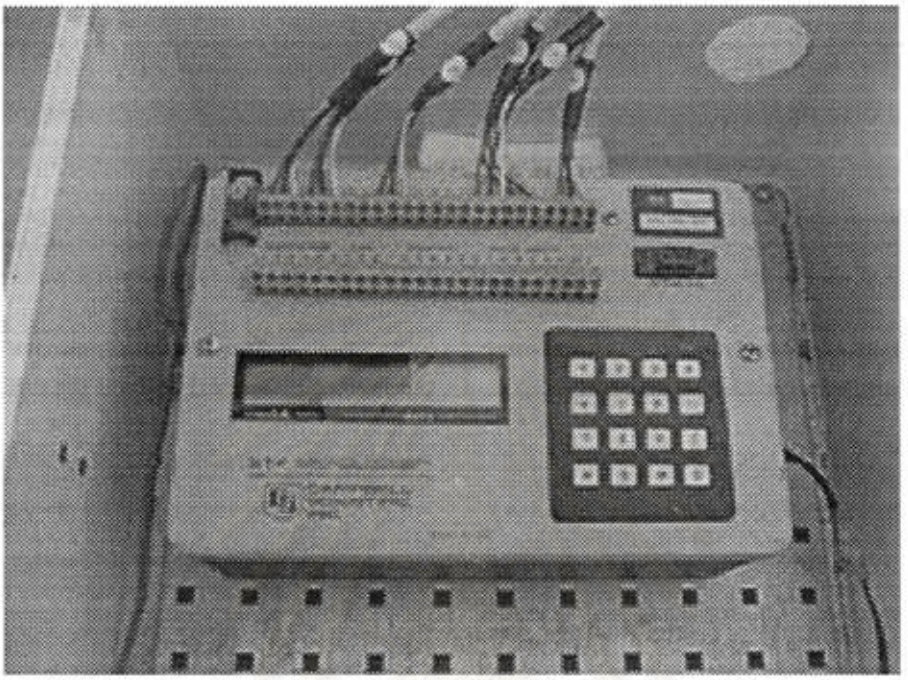
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.1 รูปแสดงเครื่องมือวัดแสงที่ใช้ในการศึกษา

(ก) ลักซ์มิเตอร์ (ข) มินอลต้า โครมามิเตอร์ (ค) มินอลต้า ลักซ์มิเตอร์

3.2 แคมเบลล์ เดต้าล็อกเกอร์ 21 X (Cambell Datalogger 21 X)

ทำงานโดยอาศัยหลักความต่างศักย์ของแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกัน ซึ่งแรงดันไฟฟ้าสามารถวัดและแปลงออกมาโดยเครื่อง Cambel scientific Data Logger เป็นตัวเลข Digital ที่อ่านค่าได้ โดยใช้หลักการทำงานของ Wihstone Bridge ในการเก็บข้อมูลค่ารังสีดวงอาทิตย์ หน่วย วัตต์ต่อตารางเมตร อาศัยโปรแกรมการใช้งาน P 02 (Instruction P 02) ของคู่มือการใช้งาน และใช้เครื่องมือไพโรโนมิเตอร์ต่อเข้าเครื่องให้แปลงค่าเป็นตัวเลข



รูปที่ 3.2 รูปแสดงเครื่องมือแคมเบลล์ เดต้าล็อกเกอร์ 21 X (Cambell Datalogger 21 X)

3.3 ไพโรโนมิเตอร์ (Pyronometer)

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่ารังสีดวงอาทิตย์ *(ดูรูปที่ 3.3)* โดยใช้ร่วมกับ แคมเบลล์ เดต้าล็อกเกอร์ 21 X (Cambell Scientific Datalogger 21 X) โดยที่ตัววัดแต่ละตัวจะมีค่าตัวคูณประกอบแตกต่างกัน ซึ่งค่าที่อ่านได้จะต้องคูณค่าประกอบดังกล่าวเพื่อให้อ่านค่าเป็นหน่วยของ วัตต์ต่อตารางเมตร และอ่านได้ใกล้เคียงกัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้เก็บค่าดังนี้

- ค่ารังสีตรงดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนแนวระนาบ (Direct Horizontal Solar Radiation)
- ค่ารังสีกระจายดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนแนวระนาบ (Diffuse Horizontal Solar Radiation)

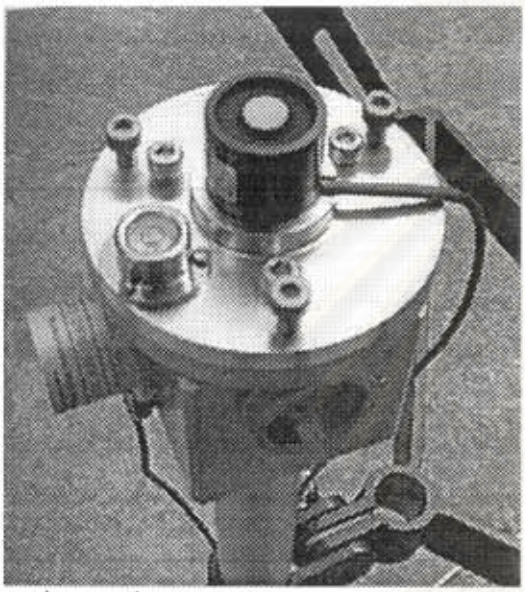
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าตัวคูณประกอบของไพโรโนมิเตอร์สำหรับวัดค่ารังสีดวงอาทิตย์

หมายเลข	ค่าตัวประกอบ วัตต์ / ตรม.	หมายเลข	ค่าตัวประกอบ วัตต์ / ตรม.	หมายเลข	ค่าตัวประกอบ วัตต์ / ตรม.
PY 27692	118	PY 27697	151	PY 27702	109
PY 27693	99	PY 27698	155	PY 27703	97
PY 27694	102	PY 27699	103	PY 27704	103
PY 27695	100	PY 27700	111	PY 27705	99
PY 27696	134	PY 27701	142	PY 27706	95

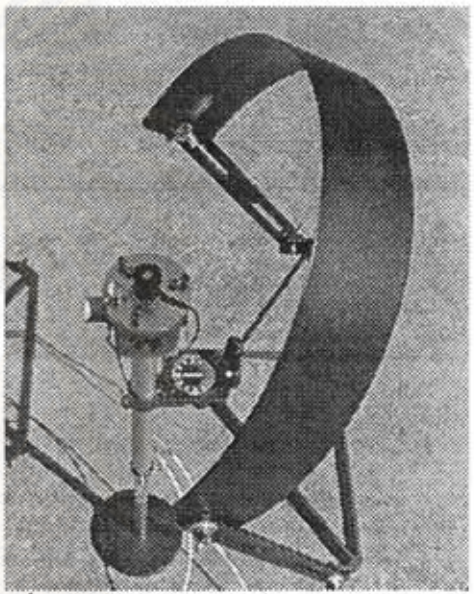
ที่มา : Met One Instruments,USA

ในการใช้ตัววัด (Sensor) มีการปรับระนาบของตัววัดโดยอาศัย ลูกน้ำปรับระนาบเพื่อให้ตัววัดอยู่ในระนาบนอน (Horizontal) การใช้ตัววัดร่วมกับแคมเบลล์ เดต้าล็อกเกอร์จำเป็นจะต้องต่อผ่านตัวต้านทาน (resistor) 100 โอมห์ ที่มีค่าความคลาดเคลื่อน + / - ไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์ โดยต่อแบบขนาน

ในการวัดค่าระดับรังสีดวงอาทิตย์ และความส่องสว่างภายนอกไม่รวมแสงตรงของดวงอาทิตย์อาศัยอุปกรณ์บังแดดที่เป็นแถบเงา (Shadow Band) มีความทึบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้ตัววัดได้รับอิทธิพลของรังสีตรงของดวงอาทิตย์ ความกว้างของแถบเงากำหนดให้มีความกว้างน้อยที่สุด เพื่อให้ตัววัดสามารถรับค่ารังสีกระจายดวงอาทิตย์มากที่สุด แถบเงานี้มีลักษณะเป็นแถบโค้งพาดไปตามวงโคจรของดวงอาทิตย์ *(ดูรูปที่ 3.4)* โดยอาศัยตารางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ปรับตั้งแถบเงาให้สามารถบังดวงอาทิตย์ได้ในวัน และเวลาที่ต้องการ ซึ่งหากมีการคลาดเคลื่อนการปรับมุมของแถบเงาก็สามารถปรับด้วยมือโดยการสังเกตเงาที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

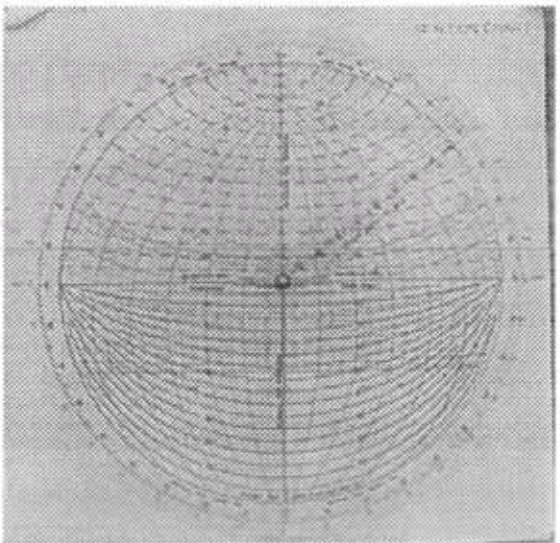


รูปที่ 3.3 เครื่องมือวัดรังสีดวงอาทิตย์ไพโรโนมิเตอร์



รูปที่ 3.4 รูปแสดงอุปกรณ์บังเงา (Shadow Band)

รูปที่ 3.5 รูปแสดงการใช้อุปกรณ์ปรับเครื่องมือวัด



รูปที่ 3.6 รูปแสดงตารางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์

3.4 หุ่นจำลองที่ใช้ในการทดสอบ

ในการศึกษาปรับปรุงอาคารที่มีการใช้งานอยู่นั้น การพิจารณาการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบใดๆของทั้งภายนอกและภายในอาคารมีความไม่สะดวกในการทำการศึกษา หรือในบางกรณีไม่สามารถทำได้ อีกทั้งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ คือสภาพของท้องฟ้าซึ่งไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาในการศึกษาให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ ดังนั้นเพื่อความสะดวก จึงเลือกใช้การสร้างหุ่นจำลอง โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- หุ่นจำลองที่สร้างขึ้นสร้างตามรูปแบบของอาคารเดิมที่ต้องการศึกษา และจำลองสภาพ เช่น ค่าการสะท้อนของแสง ให้มีความใกล้เคียงกับอาคารเดิมมากที่สุด
- สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบทั้งภายนอกและภายในได้ เพื่อการพิจารณาแต่ละแนวทางการปรับเปลี่ยน
- มาตราส่วนของหุ่นจำลองต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับการทดสอบ ซึ่งหากมีขนาดเล็กจนเกินไปก็อาจทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบไม่สามารถใช้ได้ และหากหุ่นจำลองมีขนาดใหญ่จนเกินไป ความแข็งแรงของหุ่นจำลอง การเคลื่อนย้าย และความสะดวกในการปรับเปลี่ยนรูปแบบของหุ่นจำลองก็จะไม่สามารถทำได้ใน เวลา งบประมาณของการศึกษาวิจัยที่มีจำกัด ซึ่งสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดมาตราส่วนของหุ่นจำลองที่ใช้คือ 1 : 25 ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัด (มินอลต้า ลักซ์มิเตอร์) และสะดวกในการทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบ และเคลื่อนย้ายหุ่นจำลอง
- ทดสอบหุ่นจำลองในห้องทดสอบแสง (Sky Dome) เพื่อจำลองสภาพของท้องฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมตัวแปร เช่น ความสว่างของท้องฟ้าได้ ทำให้ผลทดสอบที่ได้จากหุ่นจำลองสามารถเปรียบเทียบกันได้

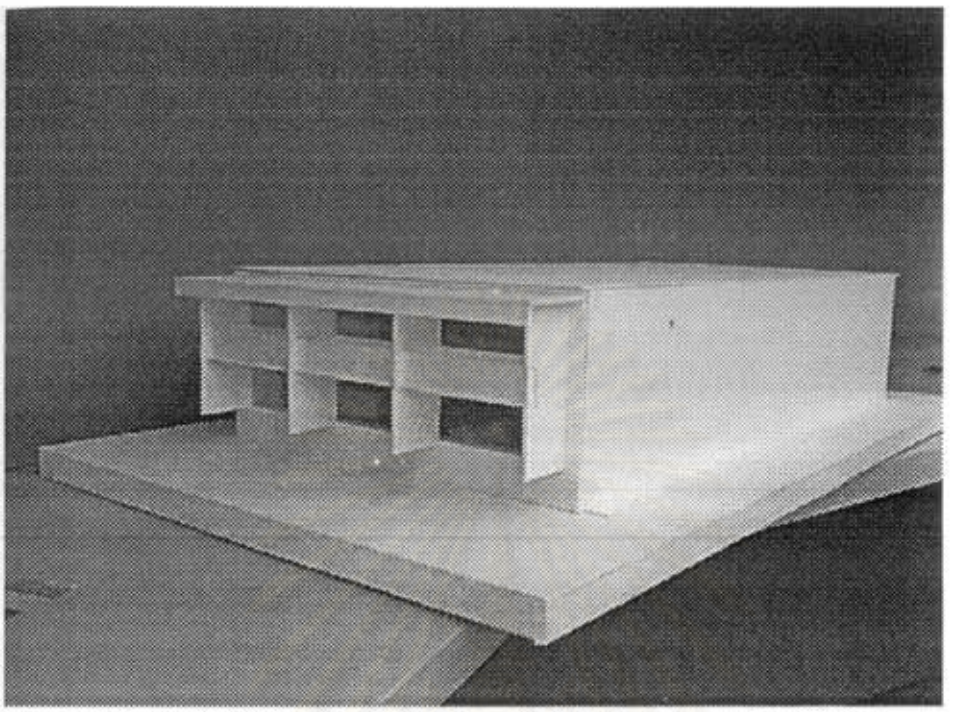
วัสดุที่ใช้ทำโครงหุ่นจำลองคือ กระดาษชานอ้อยความหนา 2 มิลลิเมตร เป็นวัสดุที่มีความทึบแสงและมีน้ำหนักเบา มีความสะดวกในการตัด ประกอบเพื่อให้หุ่นจำลองมีขนาด รูปร่างตามที่ต้องการ ในขณะเดียวกันก็มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการเคลื่อนย้าย และทำการวิจัย อีกทั้งขนาดของกระดาษชานอ้อยมาตราฐานที่ผลิตต่อ 1 แผ่น สามารถครอบคลุมรูปแบบหุ่นจำลองของอาคารเดิมได้ ทำให้ไม่เกิดรอยต่อซึ่งอาจทำให้ค่าที่ทดสอบได้เกิดความผิดพลาด

วัสดุที่ใช้เป็นพื้น ผนัง ฝ้าเพดาน ใช้กระดาษโปสเตอร์สี ส่วนฝ้าเพดานสร้างองค์ประกอบเป็นตารางเพื่อให้ใกล้เคียงกับฝ้าเพดานของอาคารจริง (ฝ้าชนิดรวงผึ้ง) ที่ได้ทดสอบค่าการสะท้อนแสงโดยมีค่าดังนี้

- ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุที่ทำพื้น = 40 % อาคารจริงมีค่า = 38.2 %
- ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุที่ทำผนัง = 10 % อาคารจริงมีค่า = 10.7 %
- ค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดานที่ทำ = 50 % อาคารจริงมีค่า = 48.2 %

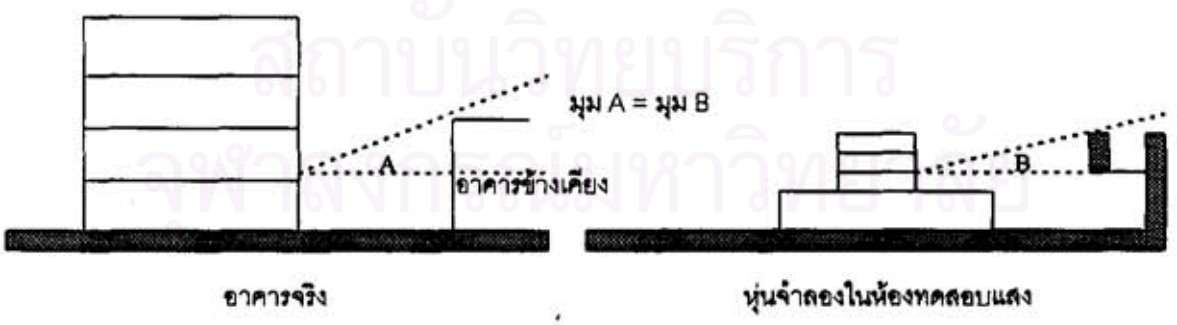
ส่วนวัสดุที่เป็นช่องเปิด คือ กระจกใส ในหุ่นจำลองที่ใช้จะเปิดเป็นช่องโล่ง โดยใช้ค่า การส่องผ่านของแสง (Daylight Transmission) ของช่องเปิดที่วัดได้จากอาคารจริง คือ 82 เปอร์เซนต์ เป็นตัวคูณปรับค่าความส่องสว่างที่วัดได้จากหุ่นจำลอง เพื่อให้ค่าที่ได้เสมือนผ่านวัสดุที่มีค่าการส่องผ่านเท่ากับวัสดุของอาคารจริง

เช่น หากวัดค่าความส่องสว่างภายในหุ่นจำลองได้ 500 ลักซ์ ค่าจริงที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยจะเท่ากับ 500 * 82 % = 410 ลักซ์ เป็นต้น



รูปที่ 3.7 รูปแสดงหุ่นจำลองที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 ตำแหน่งการตั้งหุ่นจำลองที่ใช้ทดสอบในห้องทดสอบแสง กำหนดให้ระดับของความสูงของหุ่นจำลองได้รับอิทธิพลจากภายนอกใกล้เคียงกับสภาพของที่ตั้งอาคารจริง อันได้แก่อาคารข้างเคียง ต้นไม้โดยรอบอาคาร โดยพิจารณามุมกระทำของสภาพแวดล้อมที่กระทำต่ออาคารจริงเป็นหลัก



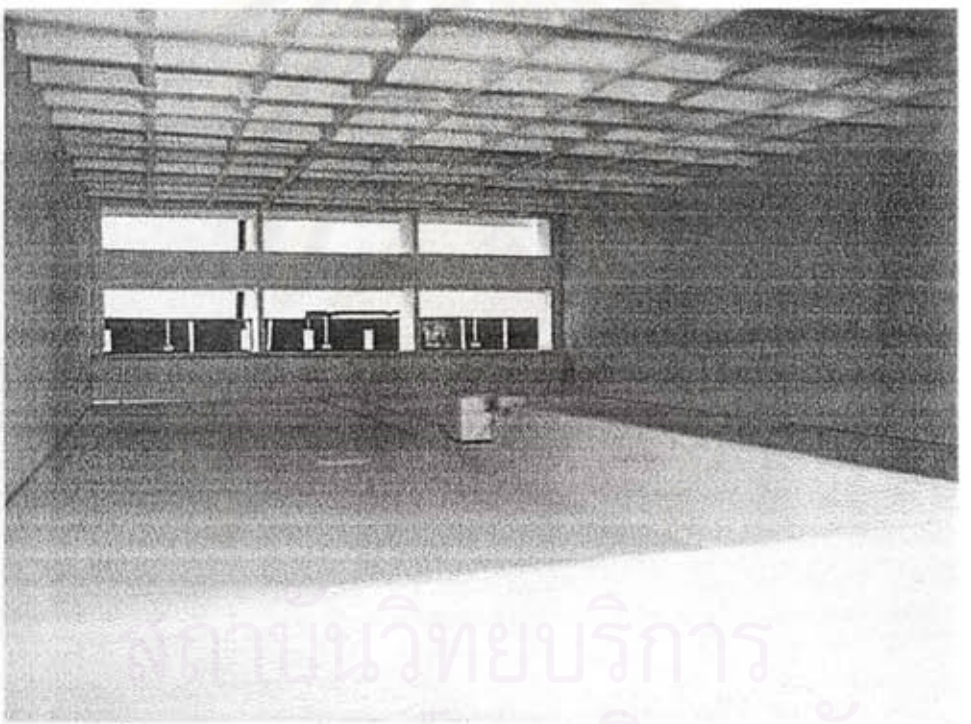
รูปที่ 3.8 รูปแสดงระดับการวางหุ่นจำลองในการวิจัย เทียบกับอาคารจริงโดยอาศัยการพิจารณามุมกระทำ

ที่มา : คมกฤช ฐเกียรติมั่น

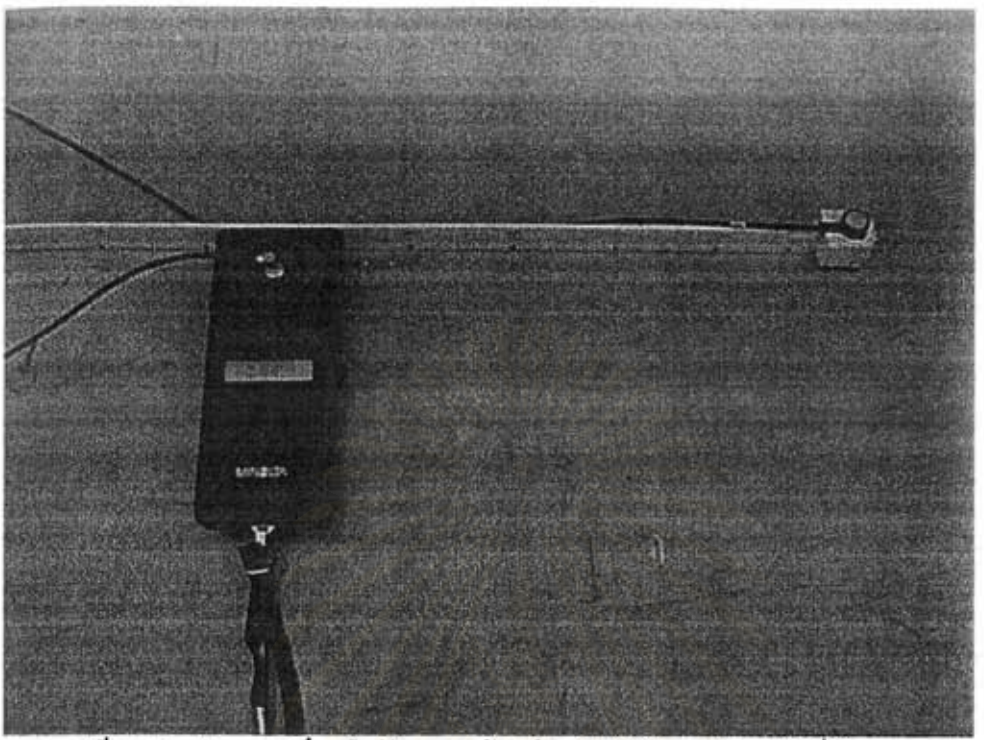
3.4.2 ตำแหน่งที่ทำการวัดกำหนดให้จุดที่วัดค่าความส่องสว่างอยู่กึ่งกลางภายในของช่องเปิดของหุ่นจำลอง และตั้งฉากกับระนาบช่องเปิด โดยจุดที่วัด มีระยะห่างที่ระยะ 0.50 เมตร 1.50 เมตร 3.00 เมตร 4.50 เมตร 6.00 เมตร และ 7.50 เมตร จากช่องปิดตามลำดับ เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าความส่องสว่างที่ระยะต่างๆ ของช่องเปิด ส่วนระดับความสูงที่วัด วัดที่ระดับความสูง 0.75 เมตร (ระดับ working plane) ตามอัตราส่วนของหุ่นจำลอง

3.4.3 เครื่องมือที่ใช้วัดค่าความส่องสว่างภายในหุ่นจำลอง ใช้เครื่องมือวัดแสง มินอลต้า ลักซ์มิเตอร์ โดยติดตั้งตัวรับแสง (Sensor) ไว้ภายในหุ่นจำลอง ส่วนจอแสดงผลจะอยู่ภายนอก ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อค่าความสว่างและการกระจายแสงภายในหุ่นจำลอง และติดตั้งตัวรับแสงไว้ที่ระดับ 0.75 เมตร ตามมาตราส่วนของหุ่นจำลอง

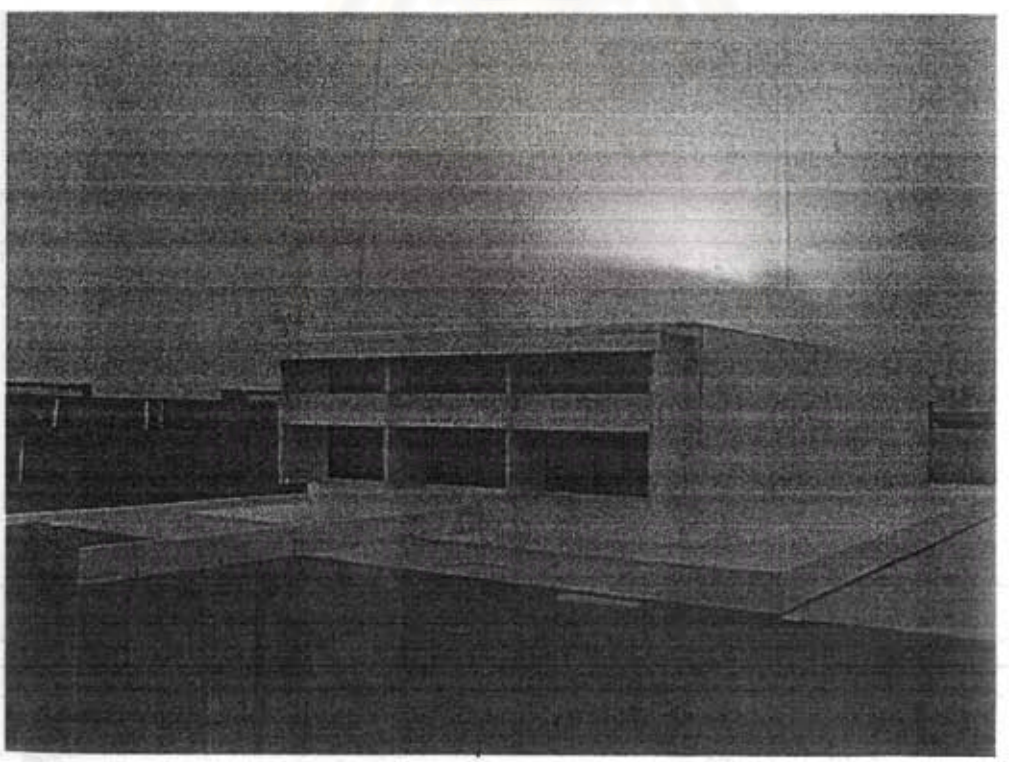
ส่วนการเก็บข้อมูลความสว่างที่จุดต่างๆตามที่กำหนดไว้ภายในหุ่นจำลอง เพื่อให้ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลมีความเที่ยงตรงและมีความละเอียด ได้ติดยึด ตัวรับแสง ลายของตัวรับแสง บนก้านกระดาษแข็ง พร้อมทั้งทำแครื่องหมายบอกตำแหน่งของ ตัวรับแสง ที่ระยะต่างๆบนก้านกระดาษ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากภายนอกหุ่นจำลอง



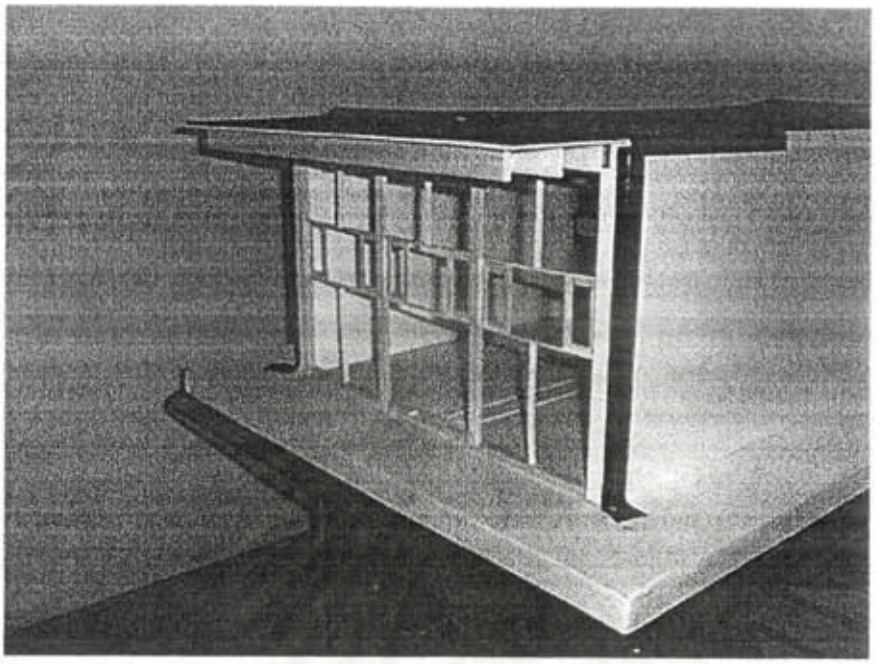
รูปที่ 3.9 รูปแสดงภายในหุ่นจำลองสำหรับวัดค่าระดับความส่องสว่าง



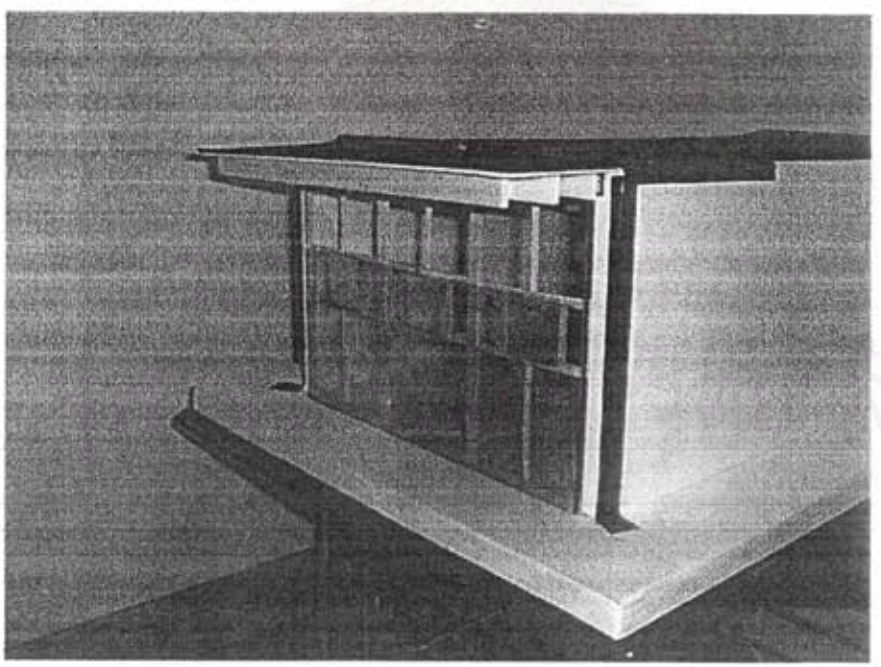
รูปที่ 3.10 รูปแสดงเครื่องมือวัดแสง พร้อมก้านติดตัวรับแสงในระดับที่ต้องการ



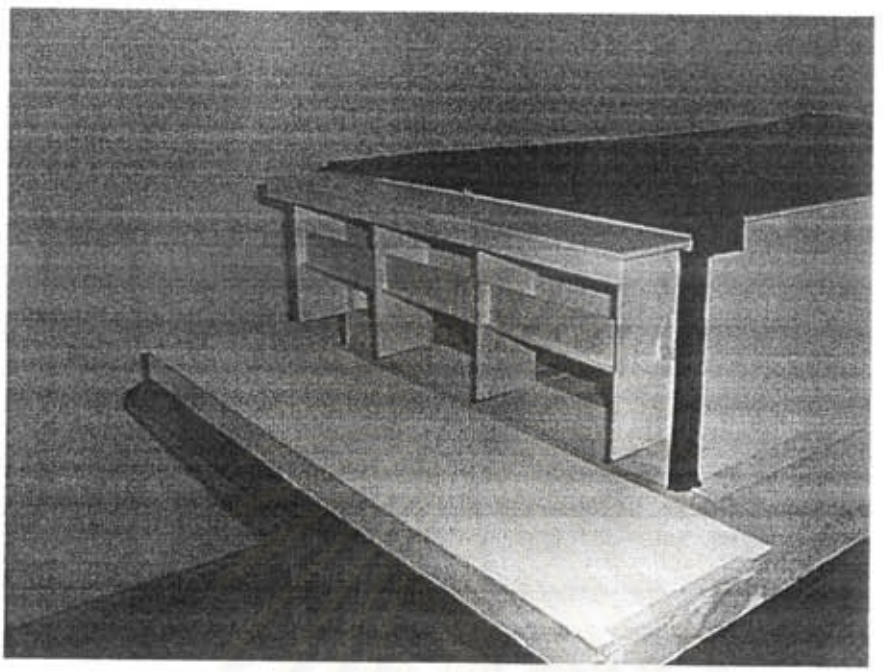
รู)ที่ 3.11 รูปแสดงหุ่นจำลองใน ห้องทดสอบแสง (Sky -Dome)



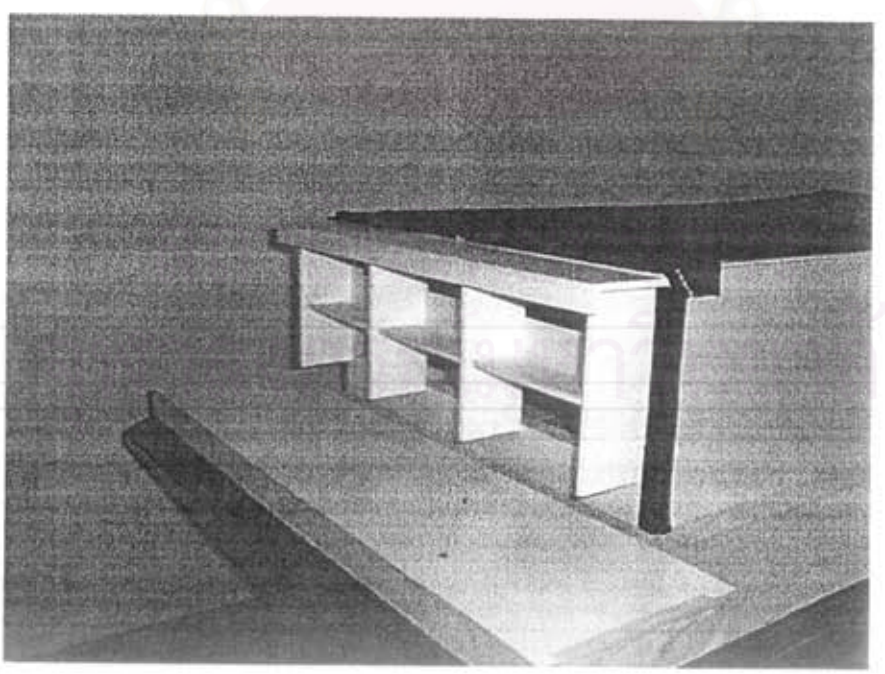
รูปที่ 3.12 รูปแสดงหุ่นจำลองชั้น ล่าง -ชั้นลอย สำหรับทดสอบในห้องทดสอบแสง



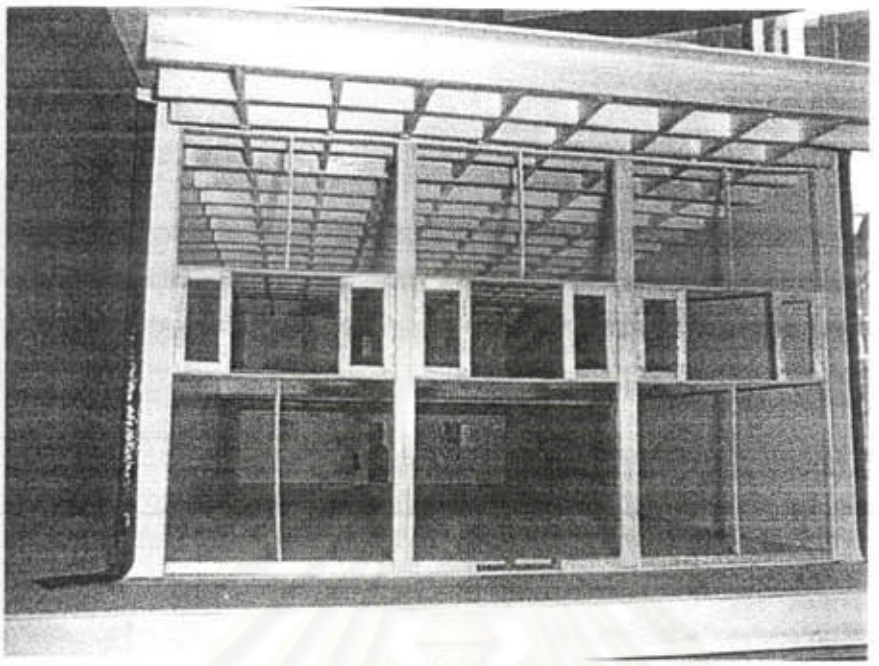
รูปที่ 3.13 รูปแสดงหุ่นจำลองชั้น ล่าง -ชั้นลอย ที่เปลี่ยนกระจกช่วงบน



รูปที่ 3.14 รูปแสดงหุ่นจำลองชั้น 2-4 แผงกันแดดตามลักษณะอาคารเดิม



รูปที่ 3.15 รูปแสดงหุ่นจำลองชั้น 2-4 ที่ปรับลักษณะของแผงกันแดด



รูปที่ 3.16 รูปแสดงภายในหุ่นจำลองชั้น ล่าง - ชั้นลอย และฝ้าเพดานตามลักษณะอาคารเดิม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย