หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การออกแบบการส่องสว่างในแนวดิ่งภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติ

การออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร ตามวิธีของ CIE กล่าวถึงเฉพาะการออกแบบการส่องสว่างในแนวราบเท่านั้น แต่ในบางกิจกรรม การใช้งานจะอยู่ในแนวดิ่ง เช่น การแสดงภาพหรือการจัดบอร์ดนิทรรศการ จำเป็นต้องใช้การออกแบบการส่องสว่างในแนวดิ่ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการดัดแปลงข้อมูลของ CIE ให้สามารถนำมาคำนวณหาค่าความสว่างในแนวดิ่งภายในอาคารได้ โดยเฉพาะสำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งหนึ่งด้าน

4.1 อาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน (Vertical window in one wall)

การหาค่าความสว่างในแนวดิ่ง ในที่นี้จะถือว่าพื้นที่ใช้งานสมมติอยู่บนผนังด้านยาวของอาคาร ซึ่งตรงกันข้ามกับผนังที่มีหน้าต่างอยู่ หลักการวิธีคิดคำนวณค่าความสว่างในแนวดิ่งสำหรับอาคารประเภทนี้ จะจำลองและสมมติให้อาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน เปรียบเสมือนกับอาคารที่มีช่องเปิดบนหลังคาธรรมดาที่ให้แสงบนพื้นที่ทำงาน การคิดค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเบื้องต้น (Initial Daylight Factor) จะเป็นค่าเฉลี่ย (ADF) ซึ่งสามารถหาได้จากรูปผนวกที่ ก.7 ส่วนความสว่างในแนวดิ่งกลางแจ้งได้มาจาก คุณสมบัติของท้องฟ้ามืดตามมาตรฐานของ CIE โดยมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 4.1.1

$$Evo = \frac{Eho}{2.5} \qquad (4.1.1)$$

โดยมีข้อสมมติฐานเบื้องต้นดังนี้

1. อาคารจะต้องไม่มีกันสาด หรือบานเกล็ด
2. ค่า ADF จะเป็นครึ่งหนึ่งของค่า ADF ที่อ่านได้จากกรณีอาคารที่มีช่องเปิดบนหลังคาธรรมดา เนื่องจากมุมเชิงของแข็งในการรับแสงลดลงครึ่งหนึ่ง

ตัวอย่างการคำนวณค่าความสว่างในแนวดิ่งสำหรับอาคารที่มีหน้าต่างบนผนังหนึ่งด้าน

ตัวอย่างที่ 4.1.1

ห้องทำงานแห่งหนึ่งตั้งอยู่ในเขตชุมชนในกรุงเทพมหานคร มีขนาด 5 เมตร x 10 เมตร x 2.7 เมตร มีหน้าต่างหนึ่งด้านขนาด 1.5 เมตร x 6 เมตร ทำด้วยกระจกใสธรรมดา ถ้าทำความสะอาดหน้าต่างทุก ๆ 6 เดือน และมีชั่วโมงการใช้งานคิดเป็น 95% ของช่วงเวลา 09.00-17.00 น. ค่าความสว่างในแนวราบและในแนวดิ่งบนผนังด้านตรงข้ามหน้าต่างจะเป็นเท่าไร

การหาค่าความสว่างในแนวราบ

1. $Rd = \frac{5}{2.7-0.3-0.9} = 3.3$

2. $\%Ww = \frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$

3. จากรูปผนวกที่ ก.2 จะได้ MDF = 1.4%
4. จากตารางผนวกที่ ก.2 จะได้ CF(t) = 1.0
5. จากตารางผนวกที่ ก.4 จะได้ $CF(K_m)$ = 0.8
6. จากรูปผนวกที่ ก.1 จะได้ E_{ho} = 11400 ลักซ์
7. จากสมการที่ 3.1.1 และ 2.3.1 จะได้

$$E_{hi} = \frac{1.4\% \times 1.0 \times 0.8 \times 11400}{100} \text{ ลักซ์}$$

$$= 128 \text{ ลักซ์}$$

การหาค่าความสว่างเฉลี่ยในแนวดิ่ง

1. $\frac{Ag}{Af} = \frac{1.5 \times 6}{2.7 \times 10} = 0.33$

2. $\frac{Bl}{Bh} = \frac{10}{5} = 2$

3. จากรูปผนวกที่ ก.7 จะได้ ADF = 16.5%

ค่า ADF = 16.5% นี้ คิดในกรณีที่ช่องเปิดรับแสงจากท้องฟ้าที่เป็นครึ่งทรงกลมแต่

ในกรณีของหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน จะรับแสงจากท้องฟ้าเพียงหนึ่งในสี่ของทรงกลมเท่านั้น ดังนั้น ค่า ADF ลดลงครึ่งหนึ่งเป็น 8.25%

4. จากตารางผนวกที่ ก.2 จะได้ $CF(t) = 1.0$
5. จากตารางผนวกที่ ก.4 จะได้ $CF(K_m) = 0.8$
6. $$R_{av} = \frac{[(70x50) + (50x72) + (15x50) + (10x9)]}{(50+72+50+9)}$$
$$= 43.9\%$$

7. จากตารางผนวกที่ ก.3 จะได้ $CF(R_{av}) = 1.24$
8. จากสมการที่ 3.2.1 และ 2.3.1 จะได้

$$E_{vi} = 0.0825 \times 1.0 \times 0.8 \times 1.24 \times \frac{11400}{2.5}$$
$$= 373 \text{ ลักซ์}$$

เมื่อเปรียบเทียบ ค่าความสว่างเฉลี่ยที่คำนวณได้โดยวิธีนี้ กับค่าที่คำนวณได้โดยใช้วิธีแหล่งกำเนิดแสงที่มีพื้นที่ใหญ่ ๆ (Surface Radiator) ในภาคผนวก ข. ในตัวอย่างที่ ข.1 ซึ่งได้ค่า E_{vi} เฉลี่ยเท่ากับ 376 ลักซ์ จะเห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก

ตัวอย่างที่ 4.1.2

ใช้ข้อมูลของตัวอย่างที่ 4.1.1 เพียงแต่เปลี่ยนขนาดห้องเป็น 5 เมตร x 20 เมตร x 3.6 เมตร และหน้าต่างขนาด 2.4 เมตร x 18 เมตร

การหาค่าความสว่างในแนวราบ

1. $$Rd = \frac{5}{2.4} = 2.08$$

2. $$\%Ww = \frac{18}{20} \times 100 = 90\ \%$$

3. จากรูปผนวกที่ ก.2 จะได้ $MDF = 3.8\%$
4. จากตารางผนวกที่ ก.2 จะได้ $CF(t) = 1.0$
5. จากตารางผนวกที่ ก.4 จะได้ $CF(K_m) = 0.8$
6. จากรูปผนวกที่ ก.1 จะได้ $E_{ho} = 11,400$ ลักซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. จากสมการที่ 3.1.1 และ 2.3.1 จะได้

$$E_{hi} = 0.038 \times 1.0 \times 0.8 \times 11400$$
$$= 347 \text{ ลักซ์}$$

การหาค่าความสว่างเฉลี่ยในแนวดิ่ง

1. $\frac{Ag}{Af} = \frac{2.4 \times 18}{3.6 \times 20} = 0.6$

2. $\frac{Bl}{Bh} = \frac{20}{5} = 4$

3. จากรูปผนวกที่ ก.7 จะได้ ADF = 38.6%
   คิดที่ครึ่งหนึ่ง จะได้ ADF = 19.3%

4. $R_{av} = \frac{[(70 \times 100) + (50 \times 136.8) + (15 \times 100) + (10 \times 43.2)]}{(100 + 136.8 + 100 + 43.2)}$
   $= 41.5\%$

5. จากตารางผนวกที่ ก.3 จะได้ $CF(R_{av}) = 1.21$
6. จากสมการที่ 3.2.1 และ 2.3.1 จะได้

$$E_{vi} = 0.193 \times 1.0 \times 0.8 \times 1.21 \times \frac{11400}{2.5}$$
$$= 852 \text{ ลักซ์}$$

เมื่อเปรียบเทียบ ค่าความสว่างเฉลี่ยที่คำนวณได้โดยวิธีนี้ กับค่าที่คำนวณได้โดยใช้วิธีแหล่งกำเนิดแสงที่มีพื้นที่ใหญ่ ๆ (Surface Radiator) ในภาคผนวก ข. ในตัวอย่างที่ ข.2 ซึ่งได้ค่า E_{vi} เฉลี่ยเท่ากับ 931 ลักซ์ จะเห็นว่าแตกต่างกันเพียง 8% เท่านั้น ซึ่งเป็นผลมาจากจำนวนจุดที่นำมาคำนวณ มีจำนวนน้อยนั่นเอง

จากตัวอย่างทั้งสองข้างต้น และตัวอย่างในภาคผนวก ข. จะเห็นว่าค่า E_{vi} เฉลี่ยที่คำนวณได้จะมีค่าใกล้เคียงกัน นั่นย่อมแสดงว่าวิธีการคิดค่าความสว่างในแนวดิ่ง สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างบนผนังหนึ่งด้าน โดยการจำลองให้เป็นอาคารที่มีช่องเปิดบนหลังคาธรรมดานั้นถูกต้อง เพียงแต่ค่าที่คำนวณได้จะเป็นผลเฉลี่ย จากความสว่างโดยรวมบนผนังด้านตรงข้ามหน้าต่างนั่นเอง