บทที่ 2

การออกแบบไฟแสงสว่างสนามกีฬา

การออกแบบระบบแสงสว่างของไฟสนามกีฬา นอกจากจะคำนวณค่าความสว่างที่ตกบนระนาบนอน (Horizontal Plane) ที่แต่ละระดับจากพื้นสนามแล้ว ยังต้องมีการคำนวณค่าความสว่างที่ตกลงบนระนาบดิ่ง (Vertical plane) ที่ตั้งฉากกับ ระนาบดิ่งของแนวสายตาของผู้สังเกตการณ์ ณ จุดสังเกตการณ์ และยังจะต้องมีการพิจารณาถึง ค่าความส่องสว่างของวัตถุที่สะท้อนเข้าสู่ตาของผู้สังเกตการณ์ ซึ่งเป็นผลโดยตรงต่อการมองเห็นวัตถุ หรือ นักกีฬาในสนาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าในการแข่งขันกีฬานัดสำคัญนั้น มีการถ่ายทอดโทรทัศน์ด้วยแล้ว ยิ่งต้องมีการพิจารณาถึงสิ่งต่างๆดังกล่าวนี้โดยละเอียด เพื่อให้ภาพการแข่งขันที่ปรากฏต่อสายตาผู้ชม ทั้งในสนาม และ หน้าจอเครื่องรับโทรทัศน์ ออกมาสวยงามและน่าติดตามการแข่งขันมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่ควรทราบ ซึ่งใช้ในการออกแบบไฟแสงสว่างสนามกีฬา

2.1 นิยามของคำต่าง ๆ ทางด้านแสงสว่าง

มาตรฐานของออสเตรเลีย (Australian Standard[AS],1982, Part1)ได้อธิบายนิยยามของคำต่างๆทางด้านไฟแสงสว่างไว้ดังนี้

2.1.1 ปริมาณและหน่วยของแสง (Quantities and Units of Lights)

2.1.1.1 ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous flux ; O) หมายถึงปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง หรือ โคมไฟ หรือ ที่พื้นผิวซึ่งได้รับแสงใน

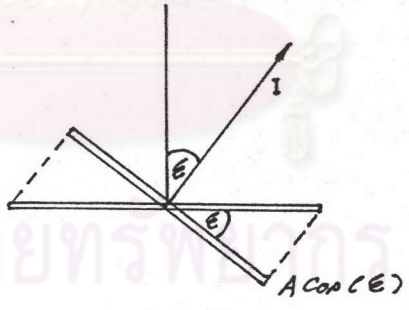
ทิศทางใด ๆ และมีการกระจายแสงออก มีหน่วยเป็นลูเมน(lumen ; lm.)

2.1.1.2 ความเข้มส่องสว่าง (Luminous intensity ; I) ของแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางหนึ่งๆหมายถึง ปริมาณฟลักซ์ส่องสว่างในหนึ่งมุมตัน(solid angle)ในทิศทางนั้น มีหน่วยเป็น แคนเดลา(Candela ; cd)

2.1.1.3 ความสว่าง (Illuminance ; E) หมายถึง ปริมาณฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นผิวใน 1 หน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux ; lx)

2.1.1.4 ความสว่างที่ให้ (Service illuminance) หมายถึงค่าความสว่างเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ ตลอดอายุการใช้งานเฉลี่ยของหลอดไฟ ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าลูเมนเริ่มต้น อัตราการเสื่อมสภาพ(rate of depreciation) และความถี่ในการทำความสะอาดโคมไฟ และหลอดไฟฟ้า

2.1.1.5 ความส่องสว่าง (Luminance ; L) ณ. จุดบนพื้นผิวในทิศทางหนึ่งๆ หมายถึง ความเข้มส่องสว่างต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ในทิศทางที่ต้องการหาค่าความส่องสว่าง มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร(cd/m^2)



$$L = \frac{I}{A\ \mathrm{Cos}(\epsilon)}$$

รูปที่ 2.1 แสดงการหาค่าความส่องสว่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 ระบบโคมไฟและแสงสว่าง (Luminaires and Lighting Systems)

2.1.2.1 โคมไฟ (Luminaire) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กระจาย กรอง หรือ ส่งผ่านแสงที่ได้รับจากหลอดไฟฟ้าหนึ่งหลอดหรือมากกว่า จะต้องมีอุปกรณ์ที่จับยึด และป้องกันหลอดไฟฟ้าเหล่านั้นไว้ พร้อมทั้งมีส่วนที่เตรียมไว้สำหรับต่อวงจรทางไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดไฟฟ้า ทั้งนี้จะไม่รวมถึงส่วนถาวรของอาคาร อย่างเช่น เพดาน หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ

2.1.2.2 โคมฉาย (Flood light) หมายถึง โคมไฟที่สามารถทนกับการติดตั้งภายนอก ถูกออกแบบมาสำหรับการให้แสงแบบฉายหรือให้แสงสว่างสนามกีฬา

2.1.2.3 แสงสว่างทั่วไป (General lighting) หมายถึงแสงสว่างที่ถูกออกแบบให้ปริมาณแสงทั่วทั้งพื้นที่ไม่จำเพาะเจาะจง ณ จุดใดจุดหนึ่ง

2.1.2.4 แสงสว่างเฉพาะที่(Local lighting) หมายถึงการให้แสงสว่างลงบนเฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง จากโคมไฟหนึ่งโคมหรือมากกว่า ซึ่งพื้นที่นั้นมีการใช้งานเฉพาะอย่าง

2.1.2.5 แสงกระจาย (Diffused lighting) หมายถึงแสงสว่างที่มาจากทิศทางต่างๆ หลายทิศทางจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดใหญ่หนึ่งแหล่งหรือมากกว่า หรือจากแหล่งกำเนิดแสงเล็กๆหลายแหล่ง ดังนั้นวัตถุที่ได้รับแสงกระจายจะไม่มีการเกิดเงาขึ้นที่พื้น

2.1.2.6 แสงโดยตรง (Directional lighting) หมายถึงแสงสว่างที่มาจากทิศทางหนึ่งๆ ดังนั้น จะมีผลทำให้เกิดเงาของวัตถุขึ้นที่พื้น

2.1.2.7 ความสูงที่ติดตั้ง (Mounting height) ระยะทางในแนวดิ่งระหว่างโคมไฟ(Luminaire)กับพื้น หรือระหว่างโคมไฟและพื้นที่ที่กำหนด อย่างเช่น พื้นโต๊ะเทเบิลเทนนิส เป็นต้น

2.1.2.8 แฟกเตอร์การบำรุงรักษา(Maintenance factor)หมายถึง อัตราส่วนของ ค่าความสว่างเฉลี่ยในสภาพใช้งานที่มีการบำรุงรักษาโคมไฟและหลอดไฟฟ้าที่ระดับหนึ่ง ต่อ ค่าความสว่างเมื่อเริ่มติดตั้งใช้งาน ค่าแฟกเตอร์การบำรุงรักษาจะมีค่าน้อยกว่า 1 เสมอ

2.1.3 The task and its surroundings

2.1.3.1 Visual task หมายถึงการมองดูเกมการเล่นกีฬาในบริเวณ task area

2.1.3.2 Task detail หมายถึง การมองเห็นภาพในรายละเอียดเพียงเสี้ยวนาที เช่น ลูกบอล นักกีฬา

2.1.3.3 Task area หมายถึงพื้นที่ซึ่งเรามีวัตถุประสงค์ในการให้แสงสว่าง ซึ่งอาจเป็นพื้นที่การเล่นทั้งหมด หรือ อาจเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด

2.1.3.4 Task surroundings หมายถึงพื้นผิวบริเวณรอบๆแนวการมองของสายตาที่อยู่ภายในช่วง 45 องศา จากแนวสายตา ซึ่งพื้นผิวนี้อาจเป็นระนาบเดียวกับระนาบที่เราให้แสง

2.1.3.5 Reference plane(plane of interest) หมายถึงระนาบนอน ระนาบดิ่ง หรือ ระนาบเอียง ที่เราให้แสงสว่าง แต่ในกรณีที่ไม่มีการกำหนด reference plane จะหมายถึงระนาบนอนที่พื้นสนามทั่วทั้งพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง

2.1.3.6 Visual field หมายถึงขอบเขตของการมองเห็นขณะที่เรามองไปยังทิศทางหนึ่งทิศทางใด

2.1.4 คุณสมบัติต่อการมองเห็นของวัตถุ (Optical properties of materials)

2.1.4.1 ค่าการส่งผ่าน(Transmittance) หรือแฟคเตอร์การส่งผ่าน (Transmittance factor) หมายถึงอัตราส่วนของปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างที่ส่งผ่าน ต่อ ฟลักซ์การส่องสว่างที่เข้ามา

2.1.4.2 ค่าการสะท้อน(Refleclance) หรือแฟคเตอร์การสะท้อน (Reflection factor) หมายถึงอัตราส่วนของปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างที่สะท้อนออกจากพื้นผิว ต่อฟลักซ์ที่ตกกระทบ โดยปกติจะบอกค่าการสะท้อนออกมาเป็นเปอร์เซนต์

2.1.4.3 การกระจาย(Diffusion) หมายถึงการกระจายรังสีของแสงไปในทิศทางต่างๆ มากกว่าที่จะขนานกันไปในทิศทางที่แผ่รังสี ซึ่งการกระจายนี้อาจเกิดจากแสงที่ผ่านตัวกลางชนิดที่ทำให้เกิดแสงกระจาย เช่น opal glass หรือ โดยการสะท้อนจากพื้นผิวบางชนิด เช่น matt-finished plaster

2.1.5 ผลกระทบต่อการมองเห็น (Visual Effects)

2.1.5.1 การปรับสายตา(Adaptation)หมายถึงกระบวนการที่สายตาปรับตัวให้เข้ากับความจ้า(Brightness) หรือ สี

2.1.5.2 ระดับการปรับสายตา(Adaptation level) หมายถึงระดับที่ซึ่งสายตาจะต้องปรับสภาพการมองเห็นให้เป็นปกติในสภาวะแวดล้อมหนึ่งๆ

2.1.5.3 Contrast หมายถึง ความแตกต่างของส่วนของภาพที่ปรากฏสองส่วนซึ่งความแตกต่างนี้อาจเป็นในเรื่องของความจ้า(brightness) หรือ สี (colour) หรือ ทั้งคู่

2.1.5.4 แสงแยงตา(Glare) หมายถึงความรู้สึกที่ไม่สบายสายตาเมื่อส่วนหนึ่งของการมองเห็น เช่น ท้องฟ้า หรือ หลอดไฟมีความจ้าสูงกว่าส่วนรอบๆ ลักษณะ การเกิดแสงแยงตาพอจะสรุปได้เป็น 4 ลักษณะคือ

(a) Disability glare หมายถึงแสงแยงตาที่มีผลขัดขวางความสามารถในการมองเห็นรายละเอียด แต่จะไม่มีผลทำให้รู้สึกไม่สบายตา

(b) Discomfort glare หมายถึงแสงแยงตาที่มีผลทำให้การมองรู้สึกไม่สบายตา แต่จะไม่มีผลทำให้สูญเสียความสามารถในการเห็นรายละเอียด

(c) Direct glare หมายถึงแสงแยงตาที่เกิดขึ้นเมื่อส่วนของการมองเห็นที่มีความจ้ามากเกินไปนั้น สามารถมองเห็นได้โดยตรง เช่น หลอดไฟที่ไม่มีการบังอย่างเพียงพอ(inadequately shielded)

(d) Reflected glare หมายถึงแสงแยงตาที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อการมองเห็น รวมถึง Contrast ความสบายสายตาลดลง ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสงจากแหล่งกำเนิดแสง หรือ พื้นที่ที่มีความจ้าของพื้นผิวที่มันหรือผิวเรียบ

2.2 ข้อควรพิจารณาในการออกแบบไฟแสงสว่างสนามกีฬา

ในการออกแบบระบบไฟแสงสว่างของสนามกีฬาให้มีคุณภาพ และได้มาตรฐานนั้นควรพิจารณาดังต่อไปนี้(AS,1982,Part 1)

2.2.1 ความต้องการการมองเห็นของผู้เล่น(visual requirements of the players) ความต้องการการมองเห็นของผู้เล่นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเกมกีฬาและระดับของการเล่น ลักษณะของเกมกีฬาคือขนาดและความเร็วของอุปกรณ์การเล่นหรือของผู้เล่น ถ้าเกมกีฬาใช้อุปกรณ์การเล่นขนาดเล็กและใช้ความเร็วสูง อย่างเช่น เทนนิส ผู้ใช้จะต้องการการมองเห็นที่สูงกว่า เกมที่ใช้อุปกรณ์ขนาดใหญ่และมีความเร็วต่ำกว่า อย่างเช่น บาสเกตบอล ซึ่งผู้เล่นจะต้องการการมองเห็นต่ำกว่า นอกจากนี้ตำแหน่งของผู้เล่นจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งติดตั้งโคมไฟเพื่อให้เกิดแสงแยงตาผู้เล่นน้อยที่สุด ระดับของการเล่นกีฬา เช่น เล่นเพื่อการฝึกซ้อม เล่นเพื่อออกกำลังกาย หรือ เล่นเพื่อการแข่งขัน ก็มีส่วนที่จะเป็นตัวกำหนดการให้แสงในการออกแบบไฟสนามกีฬา การเล่นเพื่อการฝึกซ้อมหรือออกกำลังกายจะต้องการปริมาณแสงที่น้อยกว่าการแข่งขันซึ่งมีระดับการเล่นที่สูงกว่า

2.2.2 ความต้องการการมองเห็นของผู้ชม(Visual Requirements of the spectators)ความต้องการการมองเห็นของผู้ชม(โดยเฉพาะอย่างยิ่งกีฬาที่มีระดับการเล่นสูงๆ) ความสามารถในการมองเห็นการเล่นของผู้ชมอย่างชัดเจนและสบายตา เป็นสิ่งสำคัญต่อการออกแบบและติดตั้งไฟสนามกีฬาซึ่งความต้องการการมองเห็นจะขึ้นอยู่กับ ประเภทของเกมกีฬา และ ระยะห่างในการมองของผู้ชม ในกรณีของสนามกีฬาขนาดใหญ่ การออกแบบควรจะคำนึงถึงความต้องการการมองเห็นของผู้ชมมากกว่าของผู้เล่น เนื่องจากผู้เล่นอยู่ในสนามจะมีระยะการมองใกล้กว่าผู้ชม ถ้าผู้ชมสามารถมองเห็นภาพการเล่นได้อย่างชัดเจนและสบายตา ย่อมจะประกันได้ว่ามีแสงสว่างอย่างเพียงพอสำหรับผู้เล่น ซึ่งในกรณีนี้การออกแบบควรจะมุ่งมาให้ความสนใจในเรื่องแสงแยงตา(Glare) ต่อผู้เล่นและผู้ชมมากกว่า

2.2.3 ความต้องการcontrast(Contrast Requirements)วัตถุจะถูกมองเห็นได้เนื่องจากมี contrast ซึ่งอาจเป็น contrastของความจ้า (Brightness)หรือของสี หรือของทั้งสองอย่าง กับฉากหลัง(Background)ถ้ามี contrast มากวัตถุก็จะถูกมองเห็นได้ชัดเจนมากขึ้น

การcontrastของสี(Colour Contrast) จะมีความสำคัญสำหรับกีฬาบางประเภท แต่โดยปกติแล้วการcontrastของความจ้า(Brightness Contrast) ระหว่างวัตถุกับฉากหลัง จะมีความสำคัญมากที่สุด ความจ้าของพื้นผิวนั้นจะขึ้นอยู่กับว่าพื้นผิวนั้นมีการรับแสงอย่างไรและสะท้อนออกอย่างไร

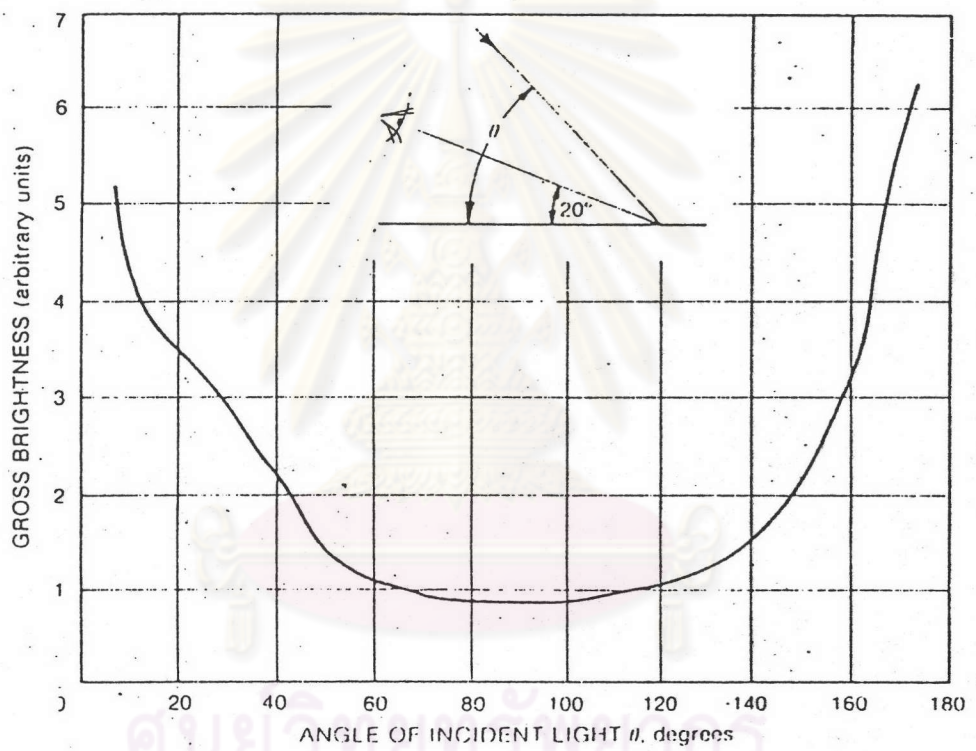
โดยหลักการแล้วผู้ออกแบบสามารถควบคุม การcontrastของความจ้า (Brightness Contrast) ได้โดยการปรับความจ้าของทั้งวัตถุและฉากหลัง

2.2.4 ปริมาณแสงหรือค่าความสว่าง(Amount of light or illuminance) ค่าความสว่างของไฟสนามกีฬาจะถูกกำหนดโดย ความต้องการของผู้เล่น เจ้าหน้าที่สนาม และผู้ชม ที่ติดตามการแข่งขัน ซึ่งความต้องการนี้จะขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องมองและระยะห่างของการมอง ในกรณีของสนามกีฬาขนาดใหญ่ ค่าความสว่างจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ชมที่อยู่ไกลที่สุด มากกว่าความต้องการของผู้เล่น

2.2.5 การกระจายของแสงและความสม่ำเสมอ(Light distribution and Uniformity) ในทางอุดมคติ พื้นผิวการเล่นส่วนใหญ่ควรจะมีความจ้า(Brightness)สม่ำเสมอเมื่อมองจากทิศทางใดๆ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วความจ้าจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิวและการส่องสว่างบนพื้นผิว ในการออกแบบเพื่อให้มีความจ้าอย่างสม่ำเสมอนั้น ควรจะให้มีค่าความสม่ำเสมอของความสว่างที่ตกบนระนาบนอน เป็นไปตามมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบไฟแสงสว่างสนามกีฬาซึ่งสามารถคำนวณได้จาก อัตราส่วนระหว่างค่าความสว่างต่ำสุดกับค่าความสว่างเฉลี่ยทั่วพื้นสนาม(Australian Standard[AS],1982 ,Part 2.1-2.4)

ในกรณีของสนามหญ้า ความจ้าจะขึ้นอยู่กับมุมที่แสงตกกระทบสนามทิศทางการมอง วิธีการตัดหญ้า และความเปียกหรือแห้งของสนาม ดังแสดงในรูปที่ 2.2

ซึ่งแสดงค่าความจ้าของสนามหญ้า ในทิศทางการมองคงที่ ที่มุมตกกระทบของแสงค่าต่างๆ ความสม่ำเสมอนี้จะมีผลต่อเกมการเล่น ในกรณีที่ลูกบอลเคลื่อนที่จากบริเวณสว่างไปยังบริเวณมืด จะมีผลให้นักกีฬาหรือผู้เล่นตัดสินใจผิดพลาดได้ง่าย วิธีแก้ไขสามารถทำได้โดยการปรับแสงจากโคมไฟให้มีการเหลื่อมซ้อนทับกันบ้าง



รูปที่ 2.2 RELATIONSHIP BETWEEN GRASS BRIGHTNESS AND ANGLE OF INCIDENT LIGHT FOR CONSTANT ANGLE OF VISION (20°)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.6 การควบคุมแสงแยงตา(Glare Control)

บางครั้งการเกิดแสงแยงตาไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการรู้สึกไม่สบายตา ดังนั้น ระดับของแสงแยงตาควรจะถูกจำกัดไว้ไม่ให้มีผลต่อการมองเห็นมากนัก สามารถกระทำได้หลายวิธี ตัวอย่างเช่น ปรับโคมให้เบี่ยงเบนไปจากแนวทิศทางการมองและแสงจากหลอดไฟควรจะถูกกรองด้วย louvers หรือ deep reflectors การควบคุมไม่ให้เกิดแสงแยงตาบางทีก็จะไปขัดแย้งกับเงื่อนไขอื่นเช่น ผู้เล่นหรือผู้ชม อาจชอบกรณีที่มีการเกิดแสงแยงตา ซึ่งแสงจะเข้าหาตัวเขาในแนวนอน และจะทำให้สามารถมองเห็นลูกบอลที่ลอยอยู่ในอากาศได้ชัดเจน ดังนั้นการประนีประนอมระหว่างเงื่อนไขต่างๆจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด

2.3 ประเภทของโคมฉาย (CLASSIFICATION OF FLOODLIGHTS)

ระบบการจัดประเภทของโคมฉายสามารถจัดได้ 2 ระบบคือ(AS,1982, Part 1)

2.3.1 จัดประเภทตามรูปร่างของลำแสง(Classification according to beam shape)

โคมฉายจะถูกออกแบบออกมาเป็น Type A Type B และ Type C ตามรูปร่างลักษณะของลำแสงดังต่อไปนี้

Type A : เป็นโคมฉายที่ให้ลำแสงแบบสมมาตร ซึ่งโดยปกติจะใช้แผ่นสะท้อนแสงเป็นรูปพาราโบลาดังแสดงในรูปที่ 2.3(a) และ 2.4(a)

Type B : เป็นโคมฉายที่ให้ลำแสงออกมาเป็นรูปพัด(fanshaped beams)ซึ่งจะใช้หลอดไฟที่มีลักษณะทรงกระบอก สะท้อนแสงออกมาจากโคม แสดงดังรูป 2.3(b) และ 2.4(b)

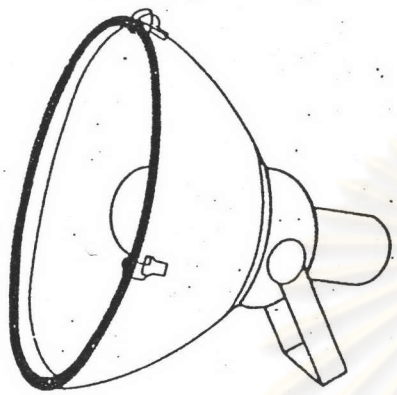
Type C : เป็นโคมฉายที่ให้ลำแสงในลักษณะรูปพัด และ มีการกระจายความเข้มแสงบนระนาบดิ่งแบบไม่สมมาตร แสดงดังรูปที่ 2.3(c) และ 2.4(c)

โคม Type A โดยส่วนใหญ่จะใช้สำหรับติดตั้งบนเสาที่อยู่ตรงมุมสนาม ส่วนโคม Type B กับ Type C จะใช้สำหรับส่องพื้นที่ต่างๆ ซึ่งโคมทั้ง 2 ชนิดนี้จะสามารถบังคับให้มีค่าความสม่ำเสมอของแสงได้ง่ายกว่า Type A

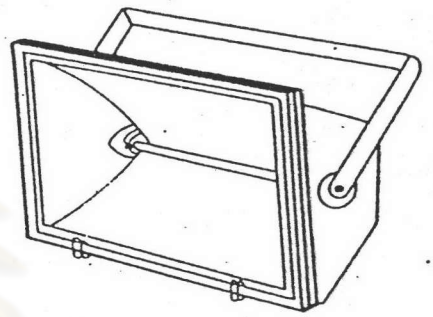
2.3.2 การจัดประเภทตามความกว้างของลำแสง (Classification According To Beam Divergence)

เป็นระบบการจัดประเภทของโคมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดยจัดตามขนาดความกว้างของลำแสงดังแสดงในตารางที่ 2.1 ความกว้างมุมเบี่ยงเบนของลำแสงจะพิจารณาทั้งในแนวดิ่ง (Vertical) และแนวนอน (Horizontal) ซึ่งความกว้างของลำแสงนี้จะกำหนดเป็นความกว้างของมุมที่มีค่าความเข้มแสงเป็น 10 เปอร์เซนต์ของความเข้มแสงสูงสุด

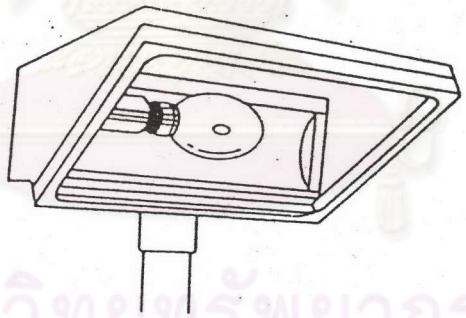
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(a) Type A floodlight giving a symmetrical beam



(b) Type B floodlight giving a fan-shaped beam

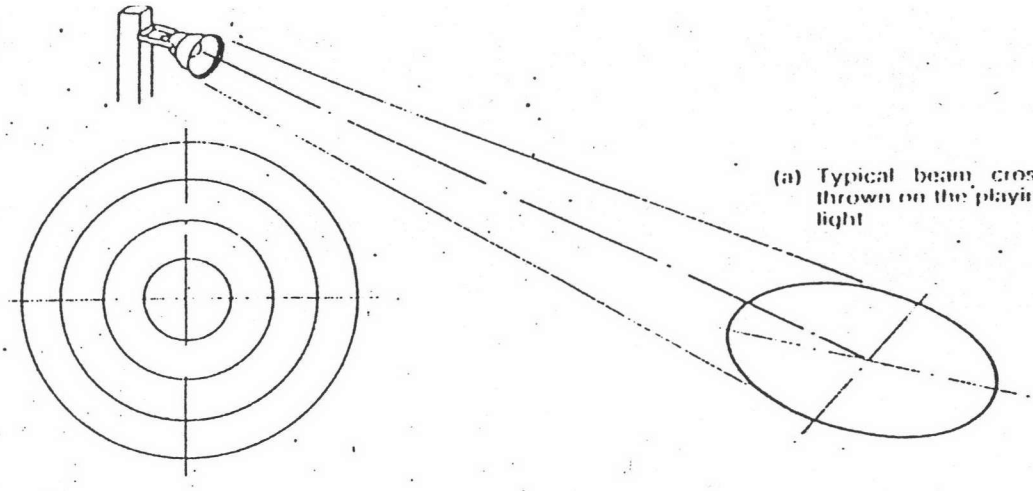


(c) Type C floodlight giving a fan-shaped beam, with asymmetric distribution in the vertical plane

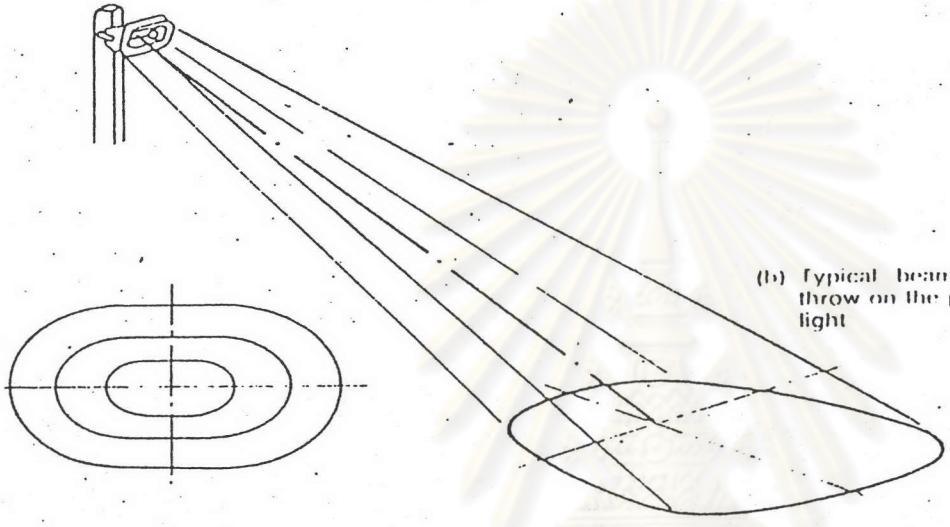
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.3 GENERAL TYPES OF FLOODLIGHTS

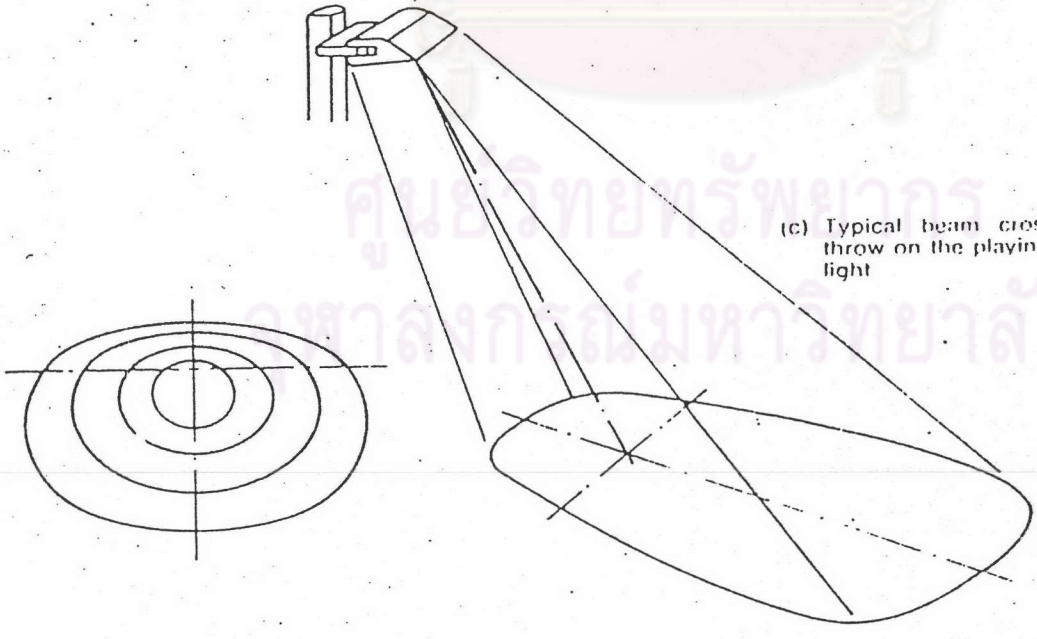
017556



(a) Typical beam cross-section and light pattern thrown on the playing surface by a Type A Flood light



(b) Typical beam cross-section and light pattern throw on the playing surface by a Type B Flood light



(c) Typical beam cross-section and light pattern throw on the playing surface by a Type C Flood light

รูปที่ 2.4 TYPICAL FLOODLIGHT DISTRIBUTIONS SHOWN DIAGRAMMATICALLY

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1

CLASSIFICATION OF FLOODLIGHTS BY

BEAM DIVERGENCE

Classification Number	Beam divergence (θ) (degrees)
NN	$5 \leqslant \theta$
N	$5 < \theta \leqslant 10$
1	$10 < \theta \leqslant 18$
2	$18 < \theta \leqslant 29$
3	$29 < \theta \leqslant 46$
4	$46 < \theta \leqslant 70$
5	$70 < \theta \leqslant 100$
6	$100 < \theta \leqslant 130$
7	$130 < \theta$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก่อนที่จะมีการจัดประเภทของโคมตามตารางที่ 2.1 นี้นั้น โคมจะถูกจัดอย่างหยาบ ๆ เป็น 3 ประเภท คือ ลำแสงแคบ(narrow beam) ลำแสงปานกลาง (medium beam) และลำแสงกว้าง(wide beam)

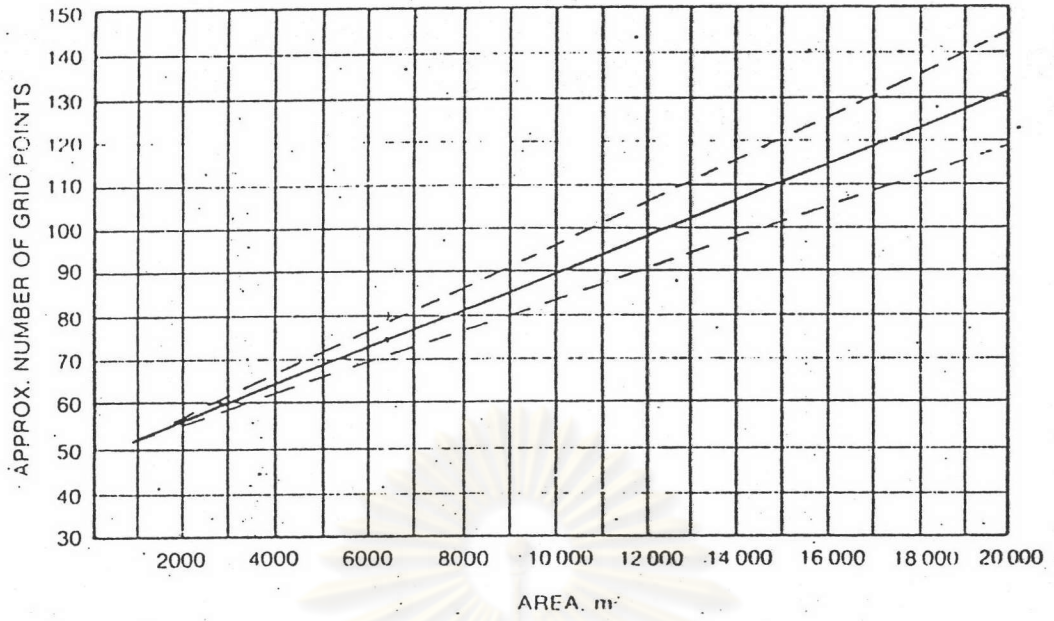
โคมที่มีลำแสงแบบสมมาตรจะถูกจัดอยู่ใน Class NN,N,.....,6,7

โคมฉายที่มีลำแสงเป็นรูปพัด(Fan-shaped) จะถูกจัดประเภทอย่างเช่น H4V3 ซึ่ง H หมายถึงมุมในแนวนอน(Horizontal) V หมายถึงมุมในแนวดิ่ง (Vertical) ความหมายของโคมชนิดนี้ก็คือ เป็นโคมที่มุมแสงในแนวนอนอยู่ระหว่าง 46-70 องศา และ แนวดิ่งอยู่ระหว่าง 29-46 องศา

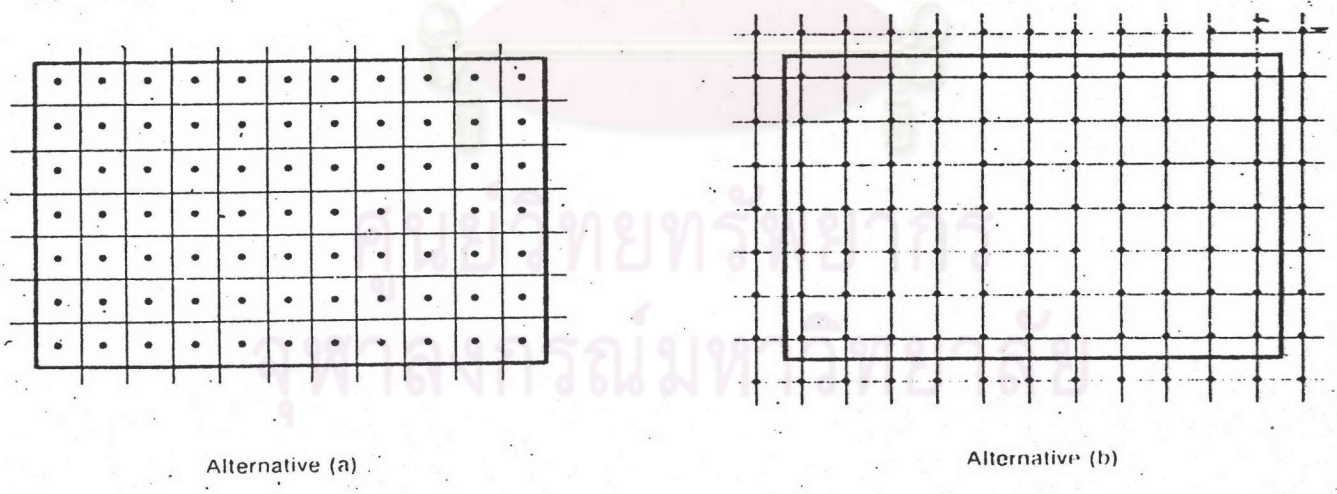
2.4 วิธีการวัดค่าความสว่างเฉลี่ยและค่าความสม่ำเสมอ(METHOD OF MEASURING AVERAGE ILLUMINANCE AND UNIFORMITY)

ในตรวจวัดหรือคำนวณค่าความสว่างนั้นยิ่งกระทำกับจำนวนจุดมากขึ้นเท่าใด ก็จะทำให้ผลที่ออกมามีความถูกต้องมากขึ้นเท่านั้นแต่ผลที่ตามมาก็คือ จะทำให้ต้องตรวจวัดหรือคำนวณมากเกินไป ดังนั้น ตามมาตรฐานของออสเตรเลีย(AS,1982, Part 1) จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการกำหนดจุดที่คำนวณหรือตรวจวัดโดยได้มีการประนีประนอมกัน ระหว่างความถูกต้องแม่นยำและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

เมื่อมีการออกแบบหรือติดตั้งโคมไฟเรียบร้อยแล้ว สามารถหาจำนวนจุดที่จะคำนวณหรือตรวจวัดค่าความสว่างในพื้นที่ได้จากรูปที่ 2.5 ซึ่งจำนวนจุดที่ได้จากตารางควรจะเลือกค่าที่เป็นผลคูณระหว่างจำนวนจุดในแนวความยาวและจำนวนจุดในแนวความกว้าง และถ้าจะให้ดีควรเลือกให้พื้นที่ของตารางเล็กๆเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสสำหรับการคำนวณซึ่ง โดยปกติจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณจะกำหนดให้ระยะห่างระหว่างจุดที่คำนวณมีค่าคงที่และเท่ากันในแนวกว้างและยาว เพื่อหลีกเลี่ยงความซับซ้อนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.5 RELATIONSHIP BETWEEN PLAYING AREA AND APPROXIMATE NUMBER OF GRID POINTS NEEDED FOR CALCULATING AVERAGE ILLUMINANCE AND UNIFORMITY RATIO



รูปที่ 2.6 GRIDS FOR CALCULATION AND MEASUREMENT OF AVERAGE ILLUMINANCE AND UNIFORMITY RATIO IN SPORTS STADIUMS

2.5 การจัดโคมไฟสนามกีฬา (LIGHTING ARRANGEMRNTS)

สำหรับสนามกีฬาที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า เช่น สนามฟุตบอล รักบี้ เทนนิส เป็นต้น จะมีการจัดวางตำแหน่งของเสาและโคมไฟใน 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

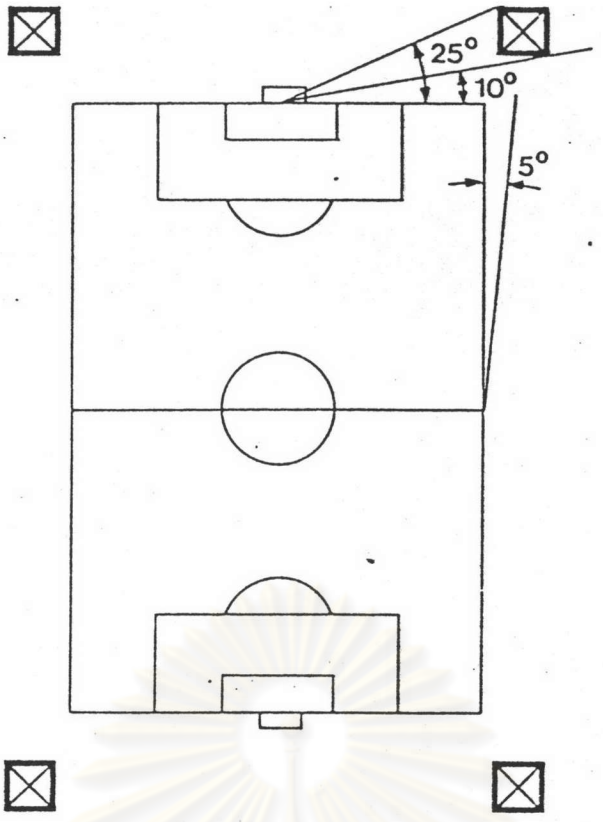
- วางตำแหน่งเสาอยู่ที่มุมทั้งสี่ของสนาม(Four - corner arrangement) ดังแสดงในรูปที่ 2.7
- วางตำแหน่งเสาอยู่ด้านข้างของสนาม(Side arrangement) ดังแสดงในรูปที่ 2.8

การจัดวางตำแหน่งเสาอยู่ด้านข้างของสนามนี้จะทำให้ค่าความสว่างในแนวดิ่ง(Vertical illuminance)เพียงพอ และมีความสม่ำเสมอ(uniformity)ที่ดีและสำหรับการจัดวางโคมเป็นแถวด้านข้างอยู่บนหลังคาอัฒจรรย์ ดังแสดงในรูปที่ 2.8(b) นี้จะให้ความสม่ำเสมอของค่าความสว่างในแนวดิ่งที่ดี และจะเกิดเงาน้อยที่สุดหรือไม่เกิดเงาในสนามเลย

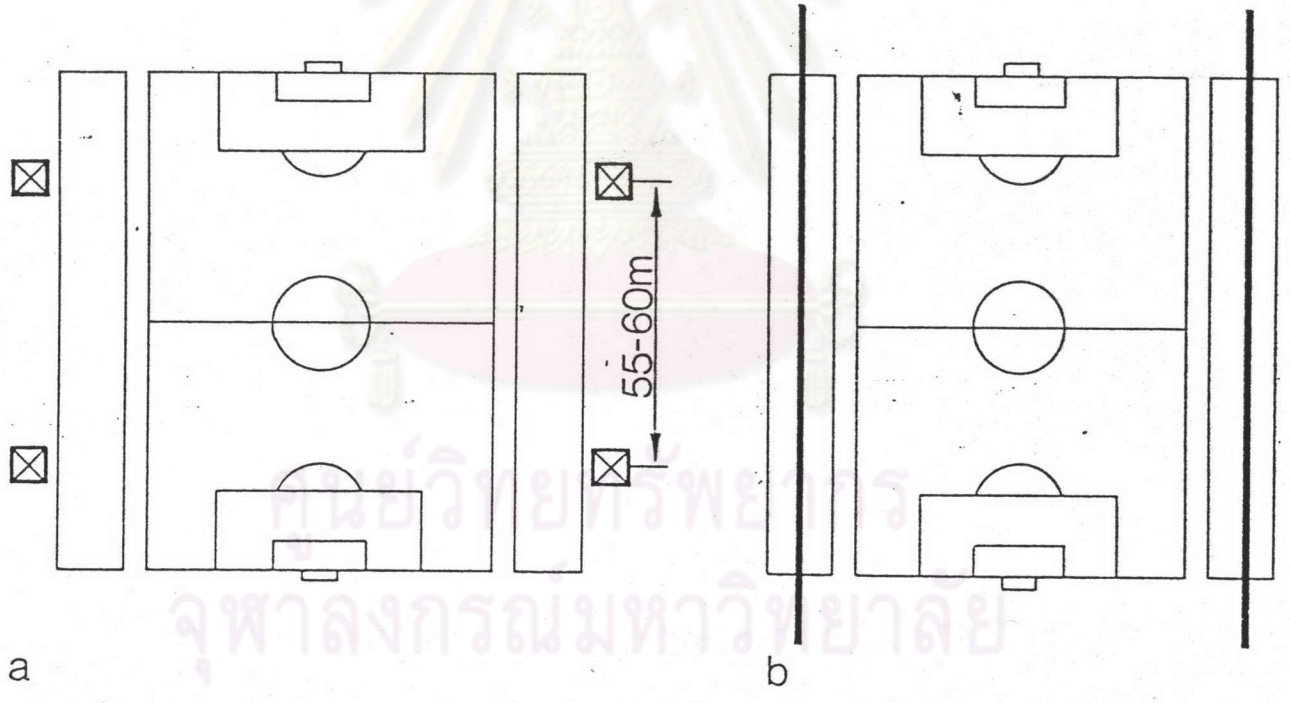
ส่วนกรณีของการจัดวางตำแหน่งเสาอยู่ทั้ง 4 มุมของสนามนี้ มักจะพบเห็นการติดตั้งอยู่ในสนามกีฬาขนาดใหญ่ และใช้ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งเสาหรือโคมไฟใน 2 ลักษณะแรกได้ในกรณีนี้ค่าความสว่างในแนวดิ่งจะออกมาน้อยอาจไม่เพียงพอ

จากข้อดีและข้อเสียของการวางตำแหน่งเสาหรือโคมไฟดังกล่าว การติดตั้งอาจเป็นการรวม 2 ลักษณะเข้าด้วยกัน คือ วางตำแหน่งเสาทั้ง 4 มุมและด้านข้างของสนามก็ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.7 FOUR-CORNER ARRANGEMENT OF STADIUM LIGHTING SHOWING THE POSITION OF THE COLUMNS



รูปที่ 2.8 SIDE ARRANGEMENT OF STADIUM LIGHTING IN WHICH THE LUMINAIRES ARE MOUNTED

(a) ON FOUR COLUMNS AND

(b) IN ROWS ALONG THE ROOFS OF THE STANDS

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6 คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบไฟแสงสว่างของสนามกีฬาแต่ละประเภท (CHARACTERISTICS OF SPORT AND IMPLICATIONS FOR LIGHTING)

มาตรฐานออสเตรเลีย (AS,1982,Part 2.1-2.4) ได้อธิบายถึงคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบไฟแสงสว่างของสนามกีฬาแต่ละประเภทดังนี้

2.6.1 รักบี้ (Rugby)

เป็นเกมกีฬาที่ต้องใช้ความเร็วในการเล่นสูง ผู้เล่นต้องวิ่งถือลูกบอลไว้ มีการกระทบกระแทกทางร่างกายอย่างรุนแรงขณะเล่น บางครั้งจะมีการเตะลูกรักบี้ให้ลอยสูงไปในอากาศ ดังนั้นความต้องการแสงสว่างของผู้เล่นจะต้องการแสงสว่างตั้งแต่ที่ระดับจากพื้นสนามไปจนถึงระดับประมาณ 15 เมตร จากพื้นสนาม

จากลักษณะของสนามเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และเกมการเล่นจะมีการรุกและรับไปในทิศทางตามความยาวของสนามและมีการเล่นลูกกลางอากาศเป็นบางครั้ง ดังนั้นการวางตำแหน่งเสา และโคมไฟควรจะจัดวางทางด้านข้างของสนาม เพื่อให้เกิดแสงแยงตาผู้เล่นน้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะเล่นลูกกลางอากาศ

2.6.2 ฟุตบอล (Soccer)

กีฬาฟุตบอลจะมีลูกบอลกลมเป็นอุปกรณ์การเล่น ทิศทางการเล่นอาจเป็นไปในแนวยาวหรือแนวขวางของสนามก็ได้ อาจมีการกระทบกระแทกกันของผู้เล่นในบางครั้งขณะที่มีการแย่งโหม่งลูกฟุตบอลที่ลอยมากลางอากาศ โดยเฉพาะลูกฟุตบอลที่ถูกเตะมาจากผู้รักษาประตู

ผู้รักษาประตูจะต้องคอยตัดสินใจที่จะรับลูกฟุตบอลที่อาจมาได้ที่แต่ละระดับความสูง หรือ ทิศทางต่างๆ การพิจารณาในเรื่องแสงสว่างควรจะให้ความสว่างสม่ำเสมอ ทั้งระดับจากพื้นสนามไปจนถึงที่ระดับความสูง 15 เมตรจากพื้นสนาม และเนื่องจากผู้รักษาประตูต้องการแสงสว่างที่จะช่วยให้มองเห็นลูกฟุตบอลที่อาจมาได้จากทิศทางต่างๆอย่างชัดเจน ดังนั้นอาจจะต้องมีการให้แสงทางด้านหลัง (back

lighting) จากเสาตรงมุมของสนาม

2.6.3 เทนนิส (Tennis)

ขณะที่มีการเล่นหรือแข่งขัน ผู้เล่นจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงไปรอบๆ พื้นที่ที่เล่น ในหลายๆทิศทาง และทิศทางการมองมีโอกาสที่จะมองได้ในทิศทางต่างๆ นอกจากนี้ ลูกเทนนิสยังมีความเร็วสูงและผู้เล่นมีโอกาสได้มองในระยะใกล้ๆ ดังนั้น ผู้เล่นจึงมีเวลาน้อยที่จะตัดสินใจที่จะตีหรือเล่นลูกได้อย่างไม่ผิดพลาด การให้แสงจึงต้องช่วยให้ผู้เล่นเกิดความมั่นใจที่จะสามารถเล่นลูกได้อย่างถูกต้อง

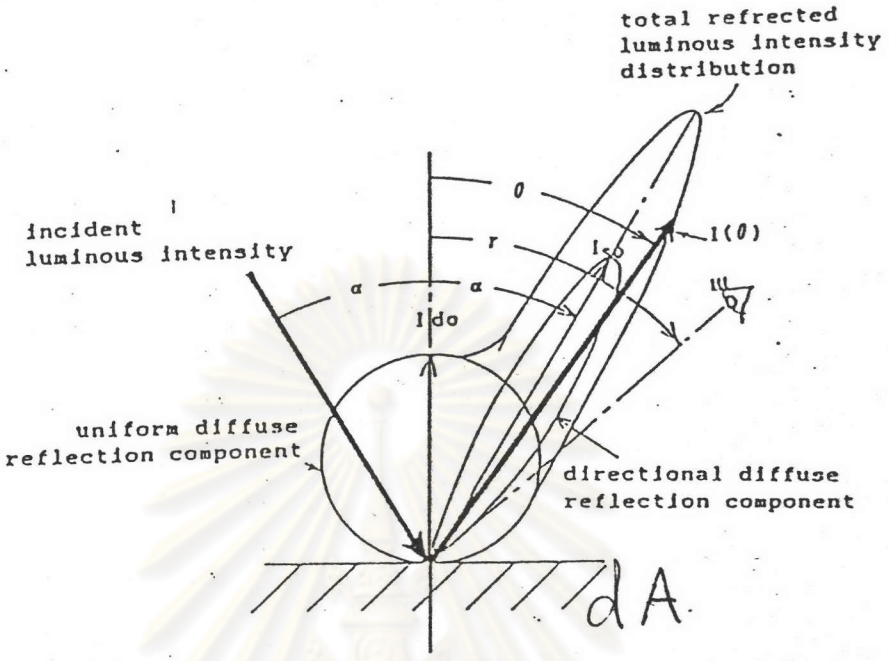
2.6.4 บาสเกตบอล (Basketball)

ขณะที่มีเกมการเล่นหรือแข่งขันบาสเกตบอล ผู้เล่นจะวิ่งไปทั่วทั้งสนามในทุกๆทิศทาง และต้องการที่จะมองได้ในทิศทางต่างๆ ไม่เพียงแต่แค่ระดับสายตาเท่านั้น แต่ยังต้องมองขึ้นข้างบนด้วย ซึ่งลูกบอลอาจถูกโยนขึ้นข้างบนสูงถึง 8 เมตร นอกจากนี้ผู้เล่นยังต้องคอยติดตามลูกบอลเพื่อที่จะแย่งลูกมา และ คอยติดตามกิริยาท่าทางของผู้เล่นอื่นๆ ทั่วทั้งพื้นที่การเล่น แม้ว่าลูกบอลจะมีขนาดใหญ่ แต่เกมการเล่นเป็นไปด้วยความรวดเร็ว ดังนั้นจึงต้องการค่าความสว่างสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7 คุณลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นผิว

(REFLECTION CHARACTERISTICS MODEL)



รูปที่ 2.9 REFLECTED LUMINOUS INTENSITY DISTRIBUTION CHARACTERISTICS MODEL

โมเดลของการสะท้องแสงของพื้นผิว เป็นไปตามสมการที่ (2.1)

$$I(\theta) = Ido.\cos\theta + Iso.\cos^{n}(\theta - \alpha)$$

$$= (dF.Rd/\pi)\cos\theta + (dF.Rs)\cos^{n}(\theta - \alpha).(2\pi/(n+1)) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่

$I(\theta)$ = ความเข้มส่องสว่างของแสงสะท้อนที่มุม θ (cd)

Ido = ค่าความเข้มส่องสว่างสูงสุดในส่วนขององค์ประกอบการสะท้อนแบบกระจายสม่ำเสมอ(cd)

Iso = ค่าความเข้มส่องสว่างสูงสุดในส่วนขององค์ประกอบการสะท้อนแบบส่งผ่านแสง(cd)

dF = ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นที่ย่อยเล็กๆ(lm)

Rd = ค่าการสะท้อนแสงแบบกระจาย ($0 \leqslant Rd \leqslant 1$)

Rs = ค่าการสะท้อนแสงแบบเส้น(specular reflectance)
($0 \leqslant Rs \leqslant 1$)
ค่าการสะท้อนรวมเท่ากับ (Rd + Rs)

พิจารณาจากรูปที่ 2.9 และสมการที่ 2.1 จะเห็นค่าการสะท้อนแสงจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การสะท้อนแบบกระจายสม่ำเสมอ(uniform diffuse reflection) และการสะท้อนแสงแบบ(directional reflection)

และจากสมการที่ 2.1 จะเห็นได้ชัดว่า ค่าความเข้มส่องสว่างของแสงที่สะท้อนออกมาที่มุม จะสามารถหาได้ ถ้าเราทราบค่ามุมตกกระทบของแสง(α) ฟลักซ์ส่องสว่างที่ตกกระทบ(dF) และค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงแบบกระจาย(Rd) และค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงแบบส่งผ่านแสง(Specular reflectance,Rs)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.8 การออกแบบไฟสนามกีฬาที่มีการถ่ายทอดโทรทัศน์หรือถ่ายภาพ

CIE Pub.(TC-5.05),1987 ได้ให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบไฟสนามกีฬาที่มีการถ่ายทอดโทรทัศน์ไว้ดังนี้

2.8.1 เทคนิคเครื่องรับโทรทัศน์และฟิล์ม (Television and film techniques)

ในกรณีที่มีการใช้กล้องถ่ายภาพหรือกล้องโทรทัศน์สีจับภาพการแข่งขันกีฬานั้นลักษณะการทำงานของกล้อง ความต้องการในคุณภาพของภาพที่ออกมาและรายการแข่งขันจะเป็นตัวกำหนดความต้องการแสงสว่าง

2.8.1.1 ภาพสี(Colour pictures) มีอยู่ 2 ประการที่เกี่ยวข้องกับภาพที่ออกมาคือ คุณภาพของภาพ(Quality of the pictures)และความสามารถในการจับภาพที่สนใจภายใต้ข้อจำกัดของแสงสว่างที่ให้

(ก) คุณภาพของภาพ(Quality of the pictures) เราสามารถจะพูดได้ว่า ภาพสีที่ออกมามีคุณภาพดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับว่าภาพที่ออกมาสมจริงขนาดไหน อีกสิ่งหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของภาพ ก็คือการที่ภาพไม่มีสัญญาณรบกวน(a noise-free pictures)ซึ่งจะมีผลกับกล้องโทรทัศน์สีแบบอิเล็กทรอนิกส์ เราจะใช้อัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน(signal to noise ratio,s/n) เป็นตัววัดคุณภาพของภาพที่ออกมา ถ้า s/n มีค่าต่ำ ภาพที่ออกมาก็จะมีคุณภาพต่ำ และถ้า s/n ยิ่งมีค่ามากเท่าไหร่ยิ่งจะทำให้ภาพที่ออกมา มีคุณภาพดีมากขึ้นเท่านั้น ในราวๆปลายศตวรรษที่ 16 s/n ratio ที่กำหนด หรือใช้กันโดยทั่วไป สำหรับการถ่ายทอดสด จะมีค่าเพียงประมาณ 37 เดซิเบล(db) แต่ในปัจจุบันการถ่ายทอดสดการแข่งขันกีฬา ต้องการค่า s/n ratio ประมาณ 45 db ไปจนถึงมากกว่า 50 db สำหรับกล้องโทรทัศน์รุ่นเก่านั้นจะมี 2 ปัญหาที่มีผลต่อภาพที่ออกมา คือ เกิดการ lagging และ comet-tailing บนจอภาพสำหรับการจับภาพวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่อย่างเร็ว (เช่น ลูกบอล และนักกีฬา) ซึ่งการแก้ปัญหานี้สามารถทำได้โดยการให้แสงสว่างอย่างพอ

เพียงในกล้องโทรทัศน์รุ่นใหม่ๆ ผลกระทบจากปัญหานี้จะลดลง

(ข) ความเป็นไปได้ในการจับภาพ(Picture shooting possibilities)เป็นการยากที่จะจับภาพวัตถุที่เคลื่อนที่เร็วๆให้ออกมาดี และยิ่งถ้าขนาดของวัตถุมีขนาดเล็กลง หรือ contrast ของวัตถุ กับ background ลดลง ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวตัดกับแนวสายตา จะมีผลมากกว่าวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวเดียวกับสายตาในการที่จะให้ตากล้องสามารถจับภาพวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงได้ดี ตำแหน่งของกล้องควรจะอยู่ไกลจากวัตถุและใช้เลนส์เลื่อนภาพเข้ามาใกล้ๆ ขนาดของวัตถุที่ปรากฏนั้น ขึ้นอยู่กับระยะในการจับภาพและขนาดจริงของวัตถุ ขนาดของวัตถุที่เล็กมากๆต้องใช้เลนส์ที่มีกำลังขยายสูงๆ แต่เลนส์ที่มีกำลังขยายสูงๆ จะทำให้ภาพที่ออกมาแคบลง ในการที่จะชดเชยกับการที่ปริมาณแสงข้ากระทบหลอดภาพลดลง เมื่อหน้ากล้องลดลง ก็คือต้องใช้ระดับแสงสว่างมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นระดับแสงสว่างจึงขึ้นอยู่กับประเภทของกีฬา คุณลักษณะทางด้านความเร็วและขนาด และระยะห่างในการจับภาพ

(ค) รายการแข่งขันสำหรับการถ่ายทอดโทรทัศน์(Television programme requirements) ในการแข่งขันนัดสำคัญ การให้แสงจะต้องพิจารณาในสิ่งเหล่านี้ด้วยตัวอย่าง เช่น

- การให้แสงในบริเวณผู้ชมการแข่งขัน
- รูปแบบการแข่งขัน อาจมีการเปลี่ยนแปลง เช่นในการแข่งขันเทนนิส หรือ แบดมินตัน ในตอนแรกอาจมีการแข่งขันสองสนามหรือมากกว่า แล้วอาจถูกลดลงมา เหลือเพียงสนามเดียวในการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศ
- กล้องที่ถูกตัดออกจากกล้องหลักบ่อยๆ จะต้องพิจารณาในการให้แสงเป็นพิเศษเพื่อการจับภาพเฉพาะ หรือจับภาพใกล้ๆ
- สำหรับการถ่ายทอดธรรมดา อาจพิจารณาใช้ระดับแสงที่ต่ำลง ดังนั้นในการออกแบบติดตั้งระบบไฟแสงสว่าง จะต้องให้มีความยืดหยุ่นตัวในการใช้งานได้สะดวก

2.8.1.2 กล้องโทรทัศน์สี (CTV Cameras) ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีเครื่องรับโทรทัศน์มีมากขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ขนาด น้ำหนัก และคุณภาพ ทั้งๆที่ มีการปรับปรุง ความไวของ โฟโตเลเยอร์เพียงเล็กน้อย กล้องรุ่นใหม่จะมีค่า s/n ratio สูงเพียงพอ

2.8.2 ความต้องการสำหรับระบบแสงสว่าง (Requirements for lighting)

2.8.2.1 การใช้ค่าความสว่างในแนวดิ่ง (Use of vertical illuminance) ความสว่างในแนวดิ่ง (Vertical illuminance)มีความสำคัญต่อภาพที่ปรากฏของวัตถุที่วางตัวในแนวดิ่ง ว่าจะออกมาดีหรือไม่ดี ด้านข้างของนักกีฬาที่กล้องมองเห็นสามารถประมาณได้ว่าเป็นระนาบในแนวดิ่ง (Vertical plane)

ดังนั้นความสว่างในแนวดิ่งบนระนาบที่ตั้งฉากกับสนาม จะเป็นเกณฑ์พื้นฐานของแสงสว่างสำหรับกล้องโทรทัศน์สีและกล้องถ่ายภาพ(CIE technical commitee 5-11 กำลังพิจารณาต่อไปว่าข้อแนะนำในอนาคต จะให้พิจารณาค่าความสว่างของวัตถุที่เป็นรูปครึ่งทรงกระบอก ซึ่งจะเป็นเกณฑ์ที่ดีกว่าในปัจจุบัน) ทิศทางของระนาบดิ่งจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของกล้อง

ในสถานที่ที่ยังไม่ได้มีการกำหนดตำแหน่งของกล้องให้แน่นอน เพียงแต่รู้ว่ากล้องจะตั้งอยู่ด้านใดของสนาม ทิศทางของระนาบดิ่ง ที่จะคำนวณค่าความสว่างจะหันไปยังด้านของสนามที่เป็นบริเวณตำแหน่งที่ตั้งของกล้อง (ดังรูปที่ 2.10) พร้อมทั้งคำนวณหาค่าความสว่าง และค่าความสม่ำเสมอให้มีค่าใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 2.8.2.2 และ 2.8.2.3 ตามลำดับ

ในกรณีที่มีการกำหนดตำแหน่งของกล้องแน่นอน ให้พิจารณาค่าความสว่างบนระนาบดิ่งที่หันหน้าไปยังตำแหน่งของกล้อง (ดังรูปที่ 2.11) ค่าความสว่าง และค่าความสม่ำเสมอจะต้องเป็นไปตามหัวข้อ 2.8.2.2 และ 2.8.2.3

ในสถานที่ที่กล้องอาจตั้งอยู่หลายด้านของสนาม ค่าความสว่างในแนวดิ่งบนระนาบดิ่ง ที่หันหน้าไปทางด้านของสนามที่ตั้งกล้องจะต้องเป็นไปตามหัวข้อ 2.8.2.2 และ 2.8.2.3 และในกรณีที่ไม่ได้มีการกำหนดว่ากล้องจะตั้งอยู่ด้านใด

ของสนาม ให้พิจารณาค่าความสว่างบนระนาบดิ่งที่หันหน้าไปทั้ง 4 ด้านของสนาม (ดังรูปที่ 2.12)

2.8.2.2 ระดับค่าความสว่างในแนวดิ่ง (Level of vertical illuminance) กีฬาถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ A B C ซึ่งแบ่งตามลักษณะการเล่นหลักๆ คือ ความรวดเร็วในการแข่งขันที่ปรากฏระหว่างกล้องจับภาพอยู่

กลุ่ม A

ได้แก่ กรีฑา ม้ากระโดด ม้าแข่ง ยูโด บิลเลียด ว่ายน้ำ มวยปล้ำ

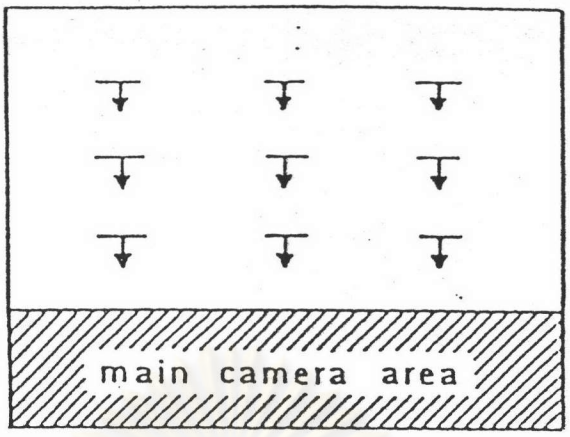
กลุ่ม B

ได้แก่ แบดมินตัน เบสบอล บาสเกตบอล โบล์ลิ่ง cricket ฮ็อกกี้กลางแจ้งยิมนาสติก แฮนด์บอล สเก็ตน้ำแข็ง สกีกระโดด ฟุตบอล / อเมริกันฟุตบอล ซอฟบอล การแข่ง (มอเตอร์ไซด์ รถยนต์ จักรยาน สุนัข) รักบี้ เทนนิส วอลเลย์บอล สกีความเร็ว

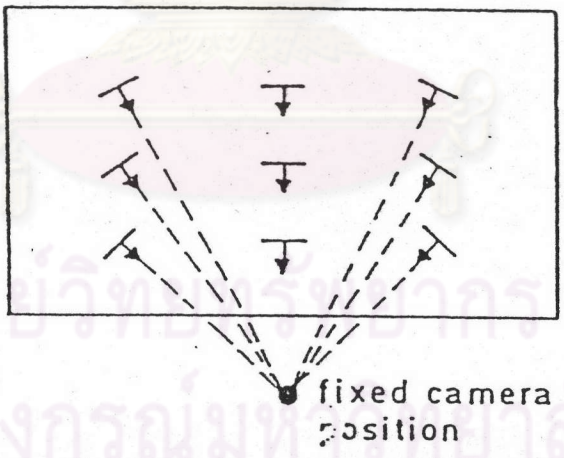
กลุ่ม C

ได้แก่ การชกมวย ฮ็อกกี้น้ำแข็ง ดำน้ำ สควอช เทเบิลเทนนิส จากแต่ละกลุ่มของกีฬาเหล่านี้ จะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระยะห่างของกล้อง ซึ่งแต่ละกลุ่มเหล่านี้เราจะใช้ค่าความสว่างในแนวดิ่งเฉลี่ย (average vertical illuminance) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา (ตารางที่ 2.2)

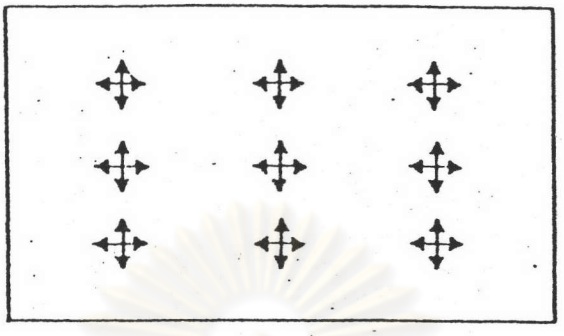
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.10 VERTICAL PLANES AT EACH GRID POINT FACE THE SIDE-LINE BORDERING THE MAIN CAMERA AREA.(NUMBER OF GRID POINTS GIVEN IS ONLY FOR ILLUSTRATIVE PURPOSES)



รูปที่ 2.11 VERTICAL PLANES AT EACH GRID POINT FOR THE FIXED CAMERA POSITION (NUMBER OF GRID POINTS GIVEN IS ONLY FOR ILLUSTRATIVE PURPOSES)



รูปที่ 2.12 THE FOUR VERTICAL PLANES FACING THE SIDE-LINES

$$Ev = 1/n \sum_{i=1}^{n} E_{vi} \text{ (Lux)}$$ และ n = จำนวนจุดที่คำนวณค่าความสว่าง

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงค่าความสว่างในแนวดิ่ง ที่เหมาะสมสำหรับกีฬาแต่ละประเภทที่ระยะห่างของกล้อง 3 ระดับ

ระยะห่างสูงสุดระหว่างกล้องกับจุดจับภาพ		25 เมตร	75 เมตร	150 เมตร
กลุ่มของกีฬา	A	500	700	1000
	B	700	1000	1400
	C	1000	1400	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* ระดับค่าความสว่างที่ไม่ได้กำหนดไว้ในตารางสามารถหาได้โดยการทำ linear interpolation

ในการออกแบบค่าความสว่างที่ออกแบบจะต้องคิดค่าแฟคเตอร์บำรุงรักษาด้วย เพื่อชดเชยการเสื่อมสภาพของหลอดไฟ แผ่นสะท้อนแสงและกระจกครอบของโคมไฟสกปรก ซึ่งแฟกเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับสภาพใช้งาน แต่โดยปกติจะใช้ค่า 0.80 และ ค่าต่างๆที่กำหนดในตารางนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานค่า signal/noise ratio 50 dB (สำหรับกล้องมาตรฐาน)

2.8.2.3 ความสม่ำเสมอของค่าความสว่างในแนวดิ่ง (Uniformity of vertical illuminance)

ก. ความสม่ำเสมอบนระนาบที่หันหน้าไปยังด้านของสนาม หรือตำแหน่งที่ตั้งกล้อง (Uniformity on planes facing a side-line or a fixed main camera posision)

ความแตกต่างของค่าความสว่างในแนวดิ่ง ที่แต่ละจุดบนสนามจะมีผลรบกวนขณะเมื่อเราหันทิศทางของกล้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อจับภาพการแข่งขันกีฬาที่มีความเร็วสูงๆ ดังนั้น ค่าความสม่ำเสมอของความสว่างในแนวดิ่ง บนระนาบที่หันหน้าไปยังด้านของสนามที่มีกล้องตั้งอยู่ (ดังรูปที่ 2.10)หรือ ระนาบที่หันหน้าไปยังตำแหน่งของกล้อง (ดังรูปที่ 2.11) ควรจะมีค่าดีกว่า

$$Evmin : Evmax \geq 0.4$$

ข. ความสม่ำเสมอบนระนาบดิ่งที่ grid point

ค่าความสว่างในแนวดิ่งใน grid point บนระนาบที่หันหน้าไปทั้ง 4 ด้านของสนาม (ดังรูปที่ 2.12) ควรจะมีค่า

$$Evmin : Evmax \geq 0.3$$

การทำตามข้อแนะนำดังกล่าวจะเป็นการยืนยันว่า ในกรณีของพื้นที่ตั้งของกล้องหลักตั้งแต่หนึ่งกล้องขึ้นไป ระนาบดิ่งที่หันหน้าไปยังตำแหน่งของกล้องมีความสว่างเพียงพอ

ค. ความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างบนระนาบนอนและระนาบดิ่ง
(Relation between horizontal and vertical illuminance)

เนื่องจากค่าความสว่างเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อภาพที่ออกมาของการจับภาพของกล้อง การให้ค่าความสว่างในแนวนอนให้เพียงพอก็มีความสำคัญ

ความสมดุลระหว่างระดับแสงในแนวนอน และแนวดิ่งหาได้จากค่าความสว่างเฉลี่ยในแนวนอนต่อค่าความสว่างเฉลี่ยในแนวดิ่ง (ซึ่งสัมพันธ์กับบริเวณตำแหน่งกล้องหรือตำแหน่งของกล้อง)

$$E_{hav} : E_{vav} \text{ อยู่ระหว่าง } 0.5 \text{ และ } 2$$

ง. ความสม่ำเสมอของความสว่างบนระนาบนอน
(Uniformity of horizontal illuminance)

ความสม่ำเสมอของความสว่างบนระนาบนอน ก็มีส่วนสำคัญที่จะหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นกับกล้อง ความสม่ำเสมอของความสว่างบนระนาบนอนบนพื้นสนาม ควรมีค่า

$$E_{hmin} : E_{hmax} \geq 0.5$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย