บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การให้แสงสว่างบนท้องถนนในตอนกลางคืนได้รับการพัฒนาและเล็งเห็นความสำคัญมาช้านาน การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการมองเห็นวัตถุบนถนนหรือคนเดินถนน ขณะขับขี่ยวดยานได้ดำเนินกันเรื่อยมา เพื่อให้ได้สภาพการมองเห็นที่เหมาะสมที่สุด งานด้านไฟถนนส่วนใหญ่จึงเป็นเรื่องของการพัฒนา หลอดไฟฟ้า โคมไฟฟ้า การออกแบบไฟถนน การให้แสงสว่างบนพื้นถนน ทั้งนี้เพื่อความสดวกในการมองเห็นความปลอดภัยของผู้ขับขี่ยวดยาน เพิ่มความคล่องตัวของการจราจร เพิ่มความเจริญให้แก่ท้องถิ่น และยังช่วยลดอาชญากรรมอีกด้วย

ในประเทศไทยปัจจุบันนี้ เมืองใหญ่ ๆ โดยมากจะมีการจราจรคับคั่งในเวลาพลบค่ำ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เลิกงาน ซึ่งผู้คนต่างเดินทางกลับบ้าน คุณภาพของแสงไฟถนนช่วงนี้จึงมีความสำคัญมาก ไฟถนนที่ดีจะไม่ทำให้สายตาเมื่อยล้าเร็ว เพิ่มความสดวกปลอดภัยบนท้องถนน และทำให้เกิดความคล่องตัวของการจราจรบนท้องถนน ซึ่งการออกแบบไฟถนนได้พิจารณาเลือกใช้หลอดไฟฟ้าและโคมไฟฟ้าแบบต่าง ๆ กัน แต่ลักษณะการติดตั้งไฟถนนนั้น เท่าที่ปฏิบัติกันทั่วไปได้จากการคำนวณความสว่างของแสงไฟที่ตกบนพื้นถนนโดยไม่คำนึงถึงชนิดของพื้นผิวถนนเลย

1.2 ความสำคัญของปัญหา

การออกแบบไฟถนนในประเทศไทยปัจจุบันนี้ เป็นการหาค่าความสว่างของแสงไฟที่ตกบนพื้นถนน ซึ่งไม่เป็นผลโดยตรงต่อความสามารถในการมองเห็น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ความสว่างของแสงไฟที่ตกบนพื้นถนนไม่ใช่ปริมาณแสงที่เข้าสู่ตาของผู้ขับขี่ยวดยาน ดังนั้นจึงไม่มีผลต่อการมองเห็นของตาคนโดยตรง แต่เมื่อออกแบบไฟถนน โดยคิดค่าความส่องสว่างของผิวถนน และค่าแกล์แล้ว จะเป็นการออกแบบโดยคิดถึงปริมาณแสงที่ส่องจากโคมไฟแล้วสะท้อนจากผิวถนนเข้าสู่ตาคนขับขี่ยวดยาน และปริมาณแสงที่ส่องจากโคมไฟเข้าสู่ตาอีกส่วนหนึ่ง ปริมาณแสงดังกล่าวนี้จะเป็นพลังงานไปกระตุ้นประสาทตาให้มีความรู้สึกต่อการมองเห็นนั่นเอง ซึ่งการวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาผลของการติดตั้งไฟถนน โดยคิดจากค่าความสว่างบนผิวถนน และคิดจากค่า

ความส่องสว่างของผิวถนนซึ่งเป็นผิวถนนคอนกรีตและแอสฟัลท์ นอกจากนั้นยังได้ทำการวัดค่าความส่องสว่างในสนามของไฟถนนที่ติดตั้งใช้งานอยู่แล้ว เพื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณอีกด้วย

1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

การออกแบบด้านแสงสว่างของไฟถนนในต่างประเทศ ส่วนใหญ่เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการออกแบบไฟถนนโดยใช้ค่าความส่องสว่างของผิวถนนและค่าแกล์จะเป็นการออกแบบไฟถนนซึ่งคิดถึงปริมาณแสงที่เข้าสู่ตาคนขณะขับขี่ยวดยาน ซึ่งเป็นผลโดยตรงในการมองเห็นวัตถุ หรือคนเดินถนน แต่ถ้าหากออกแบบไฟถนนโดยคิดค่าความสว่างบนผิวถนนแล้ว จะเป็นเพียงการประมาณค่าปริมาณแสงที่เข้าสู่ตาผู้ขับขี่ยวดยานบนถนนเท่านั้น ดังนั้นในการทำวิจัยเรื่องนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับไฟถนนบนผิวถนนคอนกรีตและแอสฟัลท์ โดยพิจารณาทั้งค่าความสว่างบนผิวถนนและค่าความส่องสว่างของผิวถนน ซึ่งการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อคิดค่าความส่องสว่างของผิวถนนและค่าแกล์แล้ว จะรู้ถึงปริมาณแสงที่เข้าสู่ตาคนขับขี่ยวดยาน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการสังเกตเห็นวัตถุบนถนน ส่วนสาเหตุที่เลือกศึกษาเฉพาะผิวถนนที่เป็นคอนกรีตและแอสฟัลท์ ก็เพราะเป็นพื้นผิวถนนที่มีการใช้งานกับถนนสายหลัก ๆ ในประเทศไทย

ในการวิจัยได้เลือกตัวอย่างการติดตั้งไฟถนน 4 แห่ง ซึ่งมีสภาพเป็นทางตรงและผิวถนนแห้ง ตามสภาพการใช้งานปรกติ คือ

ก. ถนนรัชดาภิเษก ช่วงที่มีผิวถนนเป็นคอนกรีต

ข. ถนนรัชดาภิเษก ช่วงที่มีผิวถนนเป็นแอสฟัลท์

ค. ทางด่วนดินแดง-บางนา ช่วงถนนเพชรบุรีตัดใหม่ถึงท่าเรือ ซึ่งมีผิวถนนเป็นแอสฟัลท์

ง. ถนนมุขมนตรี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีผิวถนนเป็นแอสฟัลท์

เป็นตัวอย่างในการวิจัย สำหรับการคำนวณค่าทางแสงสว่างต่าง ๆ ได้ใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย เพื่อเป็นแนวทางและความสดวกแก่ผู้สนใจศึกษาเรื่องไฟถนนต่อไป นอกจากการคำนวณค่าแล้วในการวิจัยยังได้ทำการวัดค่าความส่องสว่างจริงในสนามพร้อมทั้งถ่ายรูปสไลด์สีแล้วนำมาวัดเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในห้องปฏิบัติการ เพื่อแสดงให้เห็นผล ของการคำนวณและการวัดค่าความส่องสว่างของผิวถนนและค่าแกล์ด้วย

1.4 การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยได้ทำการศึกษาและการดำเนินเป็นขั้นตอนตามลำดับดังนี้ คือ

1.4.1 ศึกษาเกี่ยวกับการสังเกตเห็นวัตถุบนผิวถนน ลักษณะของแสงไฟชนิดของโคมไฟชนิดของการติดตั้งไฟถนน และคุณสมบัติการสะท้อนแสงของผิวถนน

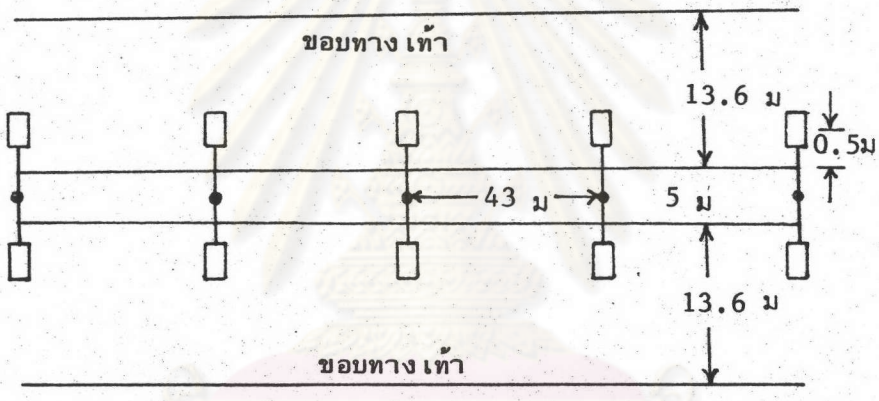
1.4.2 ศึกษาทฤษฎีการคำนวณค่าความสว่าง ความส่องสว่างและการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการคำนวณ

1.4.3 เลือกตัวอย่างในการคำนวณและการวัดของการติดตั้งไฟถนนที่มีสภาพเป็นทางตรงและผิวถนนแห้ง 4 แห่ง ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละแห่งดังนี้ คือ

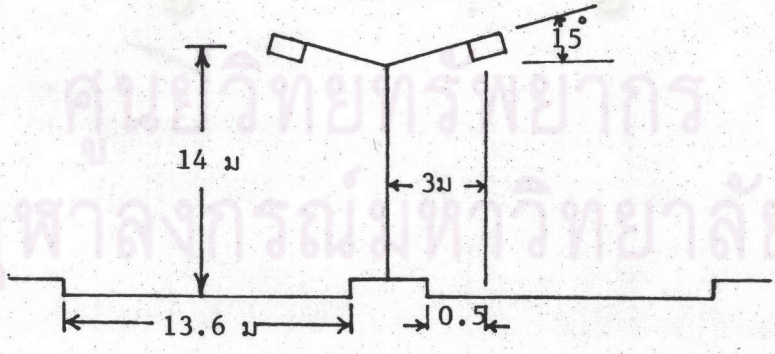
ก. ถนนรัชดาภิเษก ช่วงที่มีผิวถนนเป็นคอนกรีต มีสภาพถนนและการติดตั้งโคมไฟดังรูป 1.1 โดยใช้หลอดโซเดียมความดันไอสูงขนาด 400 วัตต์ โคมไฟแบบ cut-off ติดตั้งโคมไฟแบบ central twin bracket

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก)



(ข)



(ค)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.1 ก) ถนนรัชดาภิเษก ช่วงที่มีพื้นผิวถนนเป็นคอนกรีต ตอนกลางวัน

ข) รูปด้านบนของการติดตั้งโคมไฟถนน

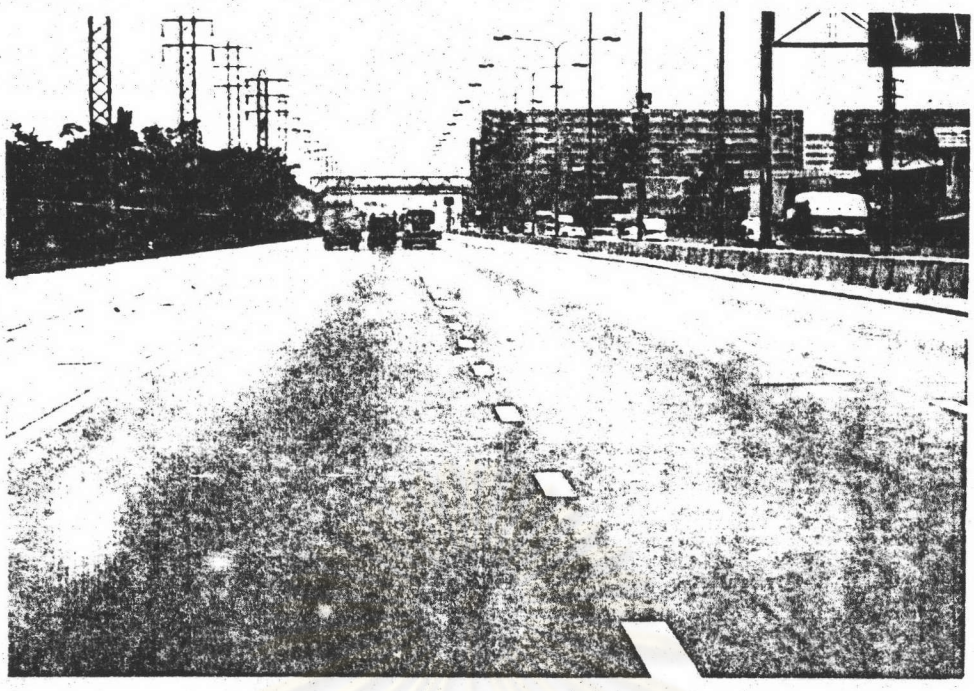
ค) รูปด้านข้างของการติดตั้งโคมไฟถนน

ข. ถนนรัชดาภิเษก ช่วงที่มีผิวถนนเป็นแอสฟัลท์ มีสภาพถนนและการติดตั้งโคมไฟ ดังรูป 1.2 โดยใช้หลอดไฟ โคมไฟ และการติดตั้งโคมไฟ เช่นเดียวกับข้อ ก.)

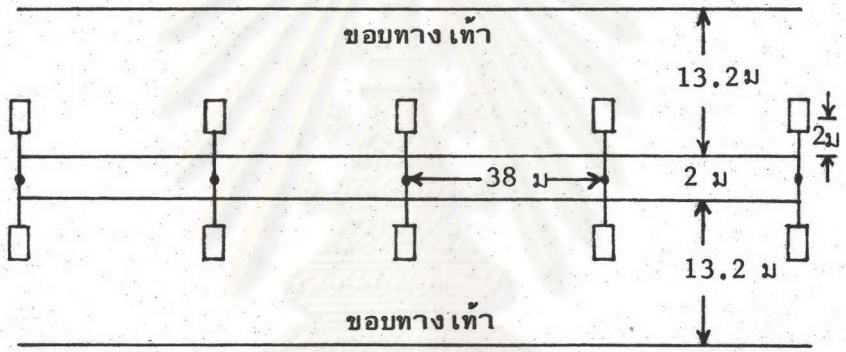
รูปที่ 1.2 ถนนรัชดาภิเษก ช่วงที่มีผิวถนนเป็นแอสฟัลท์ ตอนกลางวัน

ค. ทางด่วนดินแดง-บางนา ช่วงถนนเพชรบุรีตัดใหม่ถึงท่าเรือ มีผิวถนนเป็นแอสฟัลท์ สภาพถนนและการติดตั้งโคมไฟ ดังรูป 1.3 โดยใช้หลอดโซเดียมความดันไอสูงขนาด 400 วัตต์ โคมไฟแบบ cut-off และติดตั้งโคมไฟแบบ central twin bracket

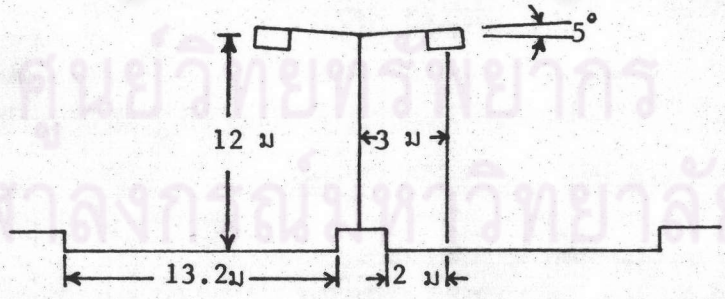
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก)



(ข)



(ค)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

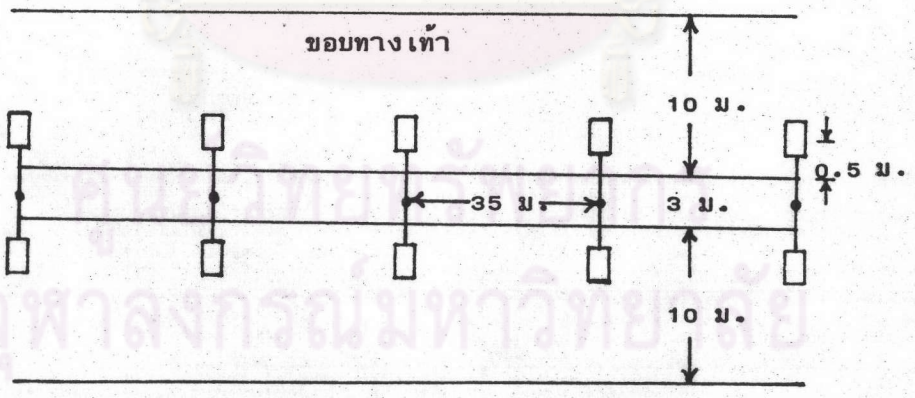
รูปที่ 1.3 ก) ทางด่วนดินแดง-บางนา ช่วงถนนเพชรบุรีตัดใหม่ถึงท่าเรือ ตอนกลางวัน

ข) รูปด้านบนของการติดตั้งโคมไฟถนน

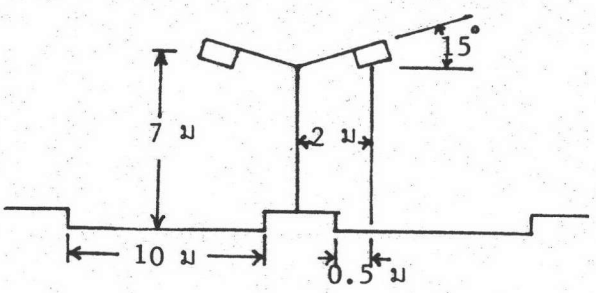
ค) รูปด้านข้างของการติดตั้งโคมไฟถนน

ง. ถนนมุขมนตรี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีผิวถนนเป็นแอสฟัลท์ สภาพถนนและการติดตั้งโคมไฟ ดังรูป 1.4 โดยใช้หลอดโซเดียมความดันไอต่ำขนาด 135 วัตต์ โคมไฟแบบ cut-off ติดตั้งโคมไฟแบบ central twin bracket

(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 1.4 ก) ถนนมุขมนตรี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตอนกลางวัน

ข) รูปด้านบนของการติดตั้งโคมไฟถนน

ค) รูปด้านข้างของการติดตั้งโคมไฟถนน

1.4.4 ใส่ข้อมูลจากข้อ 1.4.3 ให้แก่คอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณค่าต่าง ๆ

1.4.5 วัดค่าความส่องสว่างของผิวถนนในข้อ 1.4.3 บางจุด และถ่ายภาพสไลด์สีของถนนแล้ว นำมาสอบเทียบกับเครื่อง densitometer เพื่อหาค่าความส่องสว่างของผิวถนนทุก ๆ จุด ตามต้องการ ซึ่งผลที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้ในข้อ 1.4.4

1.4.6 สรุป วิเคราะห์ และวิจารณ์ผลการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

การวิจัยเกี่ยวกับไฟถนนบนผิวถนนคอนกรีตและแอสฟัลท์นี้ เป็นการแสดงให้เห็นผลการออกแบบไฟถนนที่ใช้ในประเทศไทยปัจจุบันนี้กับการออกแบบไฟถนนที่นิยมแพร่หลายในต่างประเทศ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการออกแบบไฟถนนโดยคิดถึงปริมาณแสงที่เข้าสู่ตาของผู้มองโดยตรง จึงสามารถระบุถึงความชัดเจนของการมองวัตถุหรือคนเดินถนนบนท้องถนนขณะขับขี่ยวดยาน อันจะเป็นการช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนนในเวลากลางคืน และยังเป็นแนวทางในการออกแบบไฟถนนเพื่อใช้กำลังไฟฟ้า และจำนวนของหลอดไฟถนน ให้ถูกต้องกับวัสดุที่ใช้ทำผิวถนน โดยที่ผู้ออกแบบสามารถลดขนาดหรือจำนวนหลอดไฟถนนลงได้ เมื่อวัสดุที่ทำพื้นผิวถนนมีคุณสมบัติในการสะท้อนดีและสม่ำเสมอ หรืออาจจะพิจารณาปรับปรุงการสะท้อนแสงของผิวถนน โดยใส่วัสดุบนผิวถนนแล้วทำให้การสะท้อนแสงของผิวถนนดีขึ้น และสม่ำเสมอมากขึ้น ดังที่บางประเทศในยุโรปใช้อยู่ ซึ่ง

จะเป็นการพิจารณาออกแบบไฟถนนให้ประหยัดเศรษฐกิจได้อีกทางหนึ่งด้วย

1.6 นิยามของค่าต่าง ๆ

1.6.1 มุมเชิงของแข็ง (Solid angle) เขียนย่อด้วย ω หรือ Ω คือพื้นที่บนผิวทรงกลม (A_s) ต่อรัศมีของทรงกลม (r) ยกกำลังสอง

$$\omega \text{ หรือ } \Omega = \frac{A_s}{r^2}$$

1.6.2 ฟลักซ์การส่องสว่าง (luminous flux) เขียนย่อด้วย ϕ เป็นพลังงานแสงสว่างที่แผ่ออกต่อวินาทีของแหล่งกำเนิดแสงสว่าง สามารถหาได้ดังนี้

ก. คำนวณจากการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่าง

$$\phi = \Sigma I_{\Delta\Omega} \cdot \Delta\Omega$$

ข. หาได้โดยตรงจากการวัดด้วย Integrating photometer หน่วยของ ϕ เป็น ลูเมน (lm)

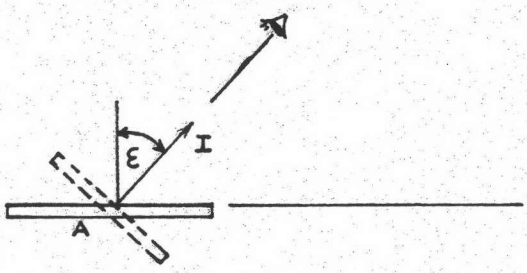
1.6.3 ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (luminous intensity) เขียนย่อด้วย I คือ ความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใด ๆ ต่อหน่วยมุมตัน

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega}$$

หน่วยของ I เป็นแคนเดล่า (Cd)

1.6.4 ความส่องสว่าง (luminance) เขียนย่อด้วย L หมายถึง ความเข้มแห่งการส่องสว่างในทิศทางที่มองของพื้นผิวย่อยนั้น หารด้วยพื้นที่ของส่วนย่อยนั้นในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางที่มอง ดังรูป 1.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.5 แสดงการหาค่าความส่องสว่าง

$$L = \frac{I}{A\cos\varepsilon}$$

ค่าความส่องสว่างอาจหาได้อีกแบบหนึ่งคือ ผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่าง (coefficient of luminance, q) ในทิศทางที่มองกับค่าความสว่างของพื้นผิวนั้น

$$L = q.E$$

หน่วยของ L เป็น แคนเดล่าต่อตารางเมตร (Cd/m^2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย