

อิทธิพลของผิวดนตต่อความส่องสว่างและการวัดคุณภาพของแสงไฟถนน



นายจุมพล เลิศขวงศา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2521

000449

INFLUENCE OF ROADWAY SURFACES ON LUMINANCE AND  
THE QUALITY MEASUREMENT OF STREET LIGHTING

Mr.Choompon Lertchuwongsa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Electrical Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1978

หัวข้อวิทยานิพนธ์ อธิพจน์ของผิวดนตต่อความส่องสว่างและการวัดคุณภาพของแสงไฟถนน

โดย นายจุมพล เลิศชวงศา

แผนกวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุทโททัยะ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

*สุประดิษฐ์ นูนาค*

รักษาการในตำแหน่ง  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ นูนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

*สุทิน เวทย์วิฑณะ*

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิน เวทย์วิฑณะ)

*ประโมทย์ อุทโททัยะ*

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุทโททัยะ)

*ปิยพงศ์ นวรัตน์*

กรรมการ

(หม่อมหลวง ปิยพงศ์ นวรัตน์)

*เฉลิมชัย เป็รื่องเวช*

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เฉลิมชัย เป็รื่องเวช)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์      อิทธิพลของผิวถนนต่อความส่องสว่างและการวัดคุณภาพ  
 ของแสงไฟถนน

ชื่อ      นายจุมพล เลิศขวงศา

อาจารย์ที่ปรึกษา      รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุทโทไวยะ

แผนกวิชา      วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา      ๒๕๒๑



บทคัดย่อ

คุณภาพของแสงไฟถนน เกี่ยวกับการมองเห็นขึ้นอยู่กับความส่องสว่างเป็นอันดับแรก ในการคำนวณหาค่าความส่องสว่าง นอกจากจะต้องทราบค่าความสว่างบนพื้นผิวอย่างน้อยนั้น แล้วยังต้องรู้ค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่างของพื้นถนนด้วย การวิจัยนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่างที่มุมต่างๆ ทั้งในสภาวะแห้งและเปียกของพื้นถนนต่างๆ ไป ๓ ประเภทคือแบบ portland cement concrete, แบบ aggregate surface treatment และแบบ asphaltic concrete ในการวัดได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ ซึ่งสามารถจำลองลักษณะการตกของแสงไฟถนนจากโคมไฟ และแนวการมองของผู้สังเกต เพื่อใช้ในการวัดค่า reflection indicatrix ในห้องทดลองจากผลของการวัดได้นำไป หาค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่างเฉลี่ย  $q_0$  และค่าความมันผิว  $X$ , และได้คำนวณหาค่าความ ส่องสว่างของพื้นถนนคอนกรีตพร้อมกับการเปรียบเทียบผลจากการวัดจริงจากถนน จาก นั้นได้ทำการถ่ายภาพสไลด์ขาวดำของถนนส่วนนี้ เพื่อวัดค่าความส่องสว่างจากภาพสไลด์เทียบกับที่วัดได้จริงบนถนน นอกจากนี้ยังใช้ศึกษาลักษณะความส่องสว่างของถนนที่มองเห็น เป็นการ ตรวจสอบคุณสมบัติของแสงไฟถนนและลักษณะการติดตั้งของโคมไฟ

A

|                |  |
|----------------|--|
| Thesis Title   | Influence of Roadway Surfaces on Luminance<br>and The Quality Measurement of Street Lighting |
| Name           | Mr.Choompon Lertchuwongsa  |
| Thesis Advisor | Dr.Pramoht Unhavaithaya  |
| Department     | Electrical Engineering   |
| Academic Year  | 1978   |

ABSTRACT

The quality of roadway lighting with regard to sight depends in the first stage on the luminance. It is necessary to know the coefficient of luminance on the surface of the road besides the value of luminosity on superficiality. This research is the study and comparison of the coefficient of luminance on various angles both in dry and wet condition of the road surface of 3 types that is portland cement concrete, aggregate surface treatment and asphaltic concrete. An equipment which is able to duplicate the condition of lighting from the luminaire and the line of observation for the observer has been designed for measuring the value of reflection indicatrix in the laboratory. The result of the measurement is used to find the value of coefficient of luminance  $q_0$  in average and value of the glossy of the surface  $X$ , from the testing results. Selected sample points of the luminance on the portland cement concrete road were calculated and compared with the real values measured in the -

field. A black-white slide film was taken at the measuring point. From the projection of the slide, the luminance of the selected points were measured and compared with the real values, besides, the roadway lighting quality and the installation of luminaires could also be studied and investigated.

### กิติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุทโททัยะ ที่กรุณาแนะแนวทางปฏิบัติ ให้ความคิดอันเป็นประโยชน์และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิน เวทวัฒน์ ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ดังเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้รวมทั้งขอขอบคุณ มล.ปิยพงศ์ นวรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ เฉลิมชัย เป็รื่องเวช ที่ได้ให้คำวิจารณ์ที่เป็นประโยชน์บางอย่างเกี่ยวกับการวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อคุณนิพนธ์ วัฒนันท์ ผู้อำนวยการกอง กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง ที่ได้อนุเคราะห์พื้นผิวนนตัวอย่างเพื่อการวิจัยและขอขอบพระคุณทางแผนกไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ทุนค่าใช้จ่ายการสร้างอุปกรณ์เครื่องวัดในการดำเนินการวิจัย



สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....   | ข    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                                      | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ.....   | ง    |
| รายการรูปภาพและตารางประกอบ.....                              | ช    |
| รายการรูปประกอบ.....   | ช    |
| บทที่  |      |
| ๑. บทนำ.....   | ๑    |
| ๑.๑ ความเป็นมาของปัญหา.....                                  | ๑    |
| ๑.๒ ความสำคัญของปัญหา.....                                   | ๑    |
| ๑.๓ วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย.....                    | ๓    |
| ๑.๔ การดำเนินการวิจัย.....                                   | ๔    |
| ๑.๕ ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย.....                           | ๔    |
| ๑.๖ นิยามของคำต่างๆ.....                                     | ๔    |
| ๒. ทฤษฎีและการคำนวณเกี่ยวกับค่าแสงสว่างไฟถนน.....            | ๕    |
| ๒.๑ ระนาบทางแสงของโคมไฟฟ้า.....                              | ๕    |
| ๒.๒ ชนิดของโคมไฟถนน.....                                     | ๑๐   |
| ๒.๓ การคำนวณค่าความสว่างของไฟถนน.....                        | ๑๐   |
| ๒.๔ การคิดค่าความสว่างแบบจุดต่อจุด.....                      | ๑๐   |
| ๒.๕ การหาค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่างของพื้นผิวถนน.....      | ๑๓   |
| ๒.๖ การจัดประเภทของผิวถนน.....                               | ๑๕   |
| ๒.๗ การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่างเฉลี่ย $q_0$ ..... | ๑๖   |
| ๒.๘ การคำนวณหาค่าความมันผิว $X$ .....                        | ๑๗   |
| ๒.๙ การคำนวณค่าความส่องสว่างแบบจุดต่อจุด.....                | ๑๘   |





|     |   |    |
|-----|---|----|
| ๓.  | การวัดค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่างและผลที่ได้จากการวัด.....   | ๒๒ |
| ๓.๑ | เครื่องวัดค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่างของผิวถนนในห้องทดลอง...   | ๒๒ |
| ๓.๒ | ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง.....   | ๒๖ |
| ๓.๓ | สภาพของตัวอย่างที่วัด.....  | ๒๗ |
| ๓.๔ | หลอดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง.....  | ๒๗ |
| ๔.๔ | อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....  | ๒๗ |
| ๓.๖ | วิธีการดำเนินการวิจัย.....  | ๒๘ |
| ๓.๗ | ความหมายของคำย่อในตารางและกราฟ.....   | ๒๙ |
| ๔.  | การหาค่า $q_0$ และ $X$ จากผลการทดลอง.....   | ๔๒ |
| ๔.๑ | การคำนวณค่า $q_0$ ของพื้นผิวตัวอย่าง.....   | ๔๒ |
| ๔.๒ | การคำนวณค่า $X$ ของพื้นผิวตัวอย่าง.....   | ๔๔ |
| ๔.๓ | ตัวอย่างการคำนวณค่าความส่องสว่าง.....   | ๔๔ |
| ๕.  | การใช้ภาพถ่ายสไลด์ตรวจสอบคุณสมบัติของแสงไฟถนน.....  | ๔๕ |
| ๕.๑ | การวัดค่าความส่องสว่างจากภาพถ่ายสไลด์.....  | ๔๕ |
| ๕.๒ | การใช้ภาพถ่ายสไลด์แทนแสงไฟถนน.....  | ๔๕ |
| ๕.๓ | ข้อแนะนำในการถ่ายภาพสไลด์.....  | ๔๕ |
| ๕.๔ | อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....  | ๕๐ |
| ๕.๕ | วิธีการวัดค่าความส่องสว่างจากภาพถ่ายสไลด์.....  | ๕๐ |
| ๖.  | สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....   | ๕๓ |
|     | หนังสืออ้างอิง.....   | ๕๕ |
|     | ภาคผนวก   | ๕๖ |
| ๑.  | ตัวแปรเปลี่ยนหน่วยทางแสงสว่าง.....  | ๕๖ |
| ๒.  | ค่าการกระจายความสว่างในแนวราบของโคมเดี่ยวที่ติดตั้งบนถนนรัชดาภิเษก  | ๕๗ |
| ๓.  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ ที่วัดได้จากผิวตัวอย่างทดลอง.....  | ๕๘ |
| ๔.  | แสดงค่า $\cos\alpha d\alpha d\beta$ และค่า $q(\alpha, \beta) \cos\alpha d\alpha d\beta$ ของผิวตัวอย่างทดลอง | ๗๑ |
|     | ประวัติ.....  | ๘๓ |

รายการรูปภาพและตารางประกอบ

|              | หน้า  |
|--------------|---|
| กราฟรูป ๑.๑  | แสดงจำนวนยานพาหนะที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานคร..... ๒   |
| กราฟรูป ๑.๒  | แสดงจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงกลางคืน (๑๘.๐๐ - ๖.๐๐น.)... ๒   |
| กราฟรูป ๓.๑  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง PC(D) หลอด NaV250W. ๓๐  |
| กราฟรูป ๓.๒  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง PC(D) หลอด HQL250W. ๓๑  |
| กราฟรูป ๓.๓  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง PC(W) หลอด NaV250W. ๓๒  |
| กราฟรูป ๓.๔  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง PC(W) หลอด HQL250W. ๓๓  |
| กราฟรูป ๓.๕  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง AC(D) หลอด NaV250W. ๓๔  |
| กราฟรูป ๓.๖  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง AC(D) หลอด HQL250W. ๓๕  |
| กราฟรูป ๓.๗  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง AC(W) หลอด NaV250W. ๓๖  |
| กราฟรูป ๓.๘  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง AC(W) หลอด HQL250W. ๓๗  |
| กราฟรูป ๓.๙  | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง SF(D) หลอด NaV250W. ๓๘  |
| กราฟรูป ๓.๑๐ | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง SF(D) หลอด HQL250W. ๓๙  |
| กราฟรูป ๓.๑๑ | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง SF(W) หลอด NaV250W. ๔๐  |
| กราฟรูป ๓.๑๒ | แสดงค่า $q(\alpha, \beta)$ จากการวัดผิวตัวอย่าง SF(W) หลอด HQL250W. ๔๑  |
| ตารางที่ ๔.๑ | แสดงค่า $(q_0, X)$ ของสภาพตัวอย่างทุกแบบที่ทดลอง..... ๔๕  |
| ตารางที่ ๔.๒ | เปรียบเทียบค่าความส่องสว่างที่คำนวณได้และจากการวัดจริง..... ๔๗  |
| ตารางที่ ๔.๑ | แสดงค่าเปรียบเทียบความส่องสว่างที่วัดจากภาพสไลด์และ<br>ที่วัดจริงจากสนาม..... ๔๑                                |
| ตารางที่ ๔.๒ | เปรียบเทียบค่าความส่องสว่างที่อ่านจากภาพสไลด์โดยใช้กราฟ<br>เทียบกับค่าความส่องสว่างจริงที่วัดได้จากสนาม..... ๔๒ |
| กราฟรูป ๔.๓  | กราฟสอบเทียบค่าความส่องสว่างที่วัดจากภาพสไลด์และค่า<br>ความส่องสว่างจริง..... ๔๒                                |

## รายการรูปประกอบ

|          | หน้า   |
|----------|--|
| รูป ๑.๑  | รูปแสดงค่าของความส่องสว่าง ..... ๕   |
| รูป ๑.๒  | รูปแสดงมุมเชิงของแข็ง ..... ๘  |
| รูป ๒.๑  | รูประบบการแสดงระนาบทางแสงของโคมไฟถนน ..... ๙                                 |
| รูป ๒.๒  | รูปแสดงจุดใดๆบนพื้นถนนที่ต้องการหาค่าความส่องสว่าง ..... ๑๐                  |
| รูป ๒.๓  | รูปแสดงมุมระนาบต่างๆในการหาค่าความส่องสว่างของแสงไฟถนน ..... ๑๑              |
| รูป ๒.๔  | รูปแสดงมุมต่างๆที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่าง ..... ๑๓               |
| รูป ๒.๕  | รูปแสดงแนวและบริเวณที่ผู้ขับขี่มองเห็นบนถนน ..... ๑๔                         |
| รูป ๒.๖  | รูปแสดงลักษณะการสะท้อนแสงของผิวถนนแบบ indicatrix ..... ๑๕                    |
| รูป ๒.๗  | รูปแสดงลักษณะการสะท้อนแสงของผิวถนนที่มี $q_0$ ต่างกันแต่ค่า $X_p$ เท่ากัน ๑๖ |
| รูป ๒.๘  | รูปแสดงลักษณะการสะท้อนแสงของผิวถนนที่มี $q_0$ เท่ากันแต่ค่า $X_p$ ต่างกัน ๑๖ |
| รูป ๒.๙  | แสดงช่วงแนวตามยาวและตามขวางถนนที่ใช้ในการหาค่า $q_0$ ..... ๑๗                |
| รูป ๒.๑๐ | แสดงจุดใดๆบนพื้นถนนและระนาบของมุมที่ใช้คำนวณค่าความส่องสว่าง ... ๑๘          |
| รูป ๓.๑  | แสดงรูปเครื่องวัดค่าสัมประสิทธิ์ความส่องสว่าง ..... ๒๓                       |
| รูป ๓.๒  | แสดงรายละเอียดของเครื่องวัดที่ออกแบบ ..... ๒๔                                |
| รูป ๓.๓  | แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องวัด ..... ๒๕                                     |
| รูป ๓.๔  | ภาพถ่ายตัวอย่างทั้ง ๓ แบบที่ทดลองวัด..... ๒๕                                 |
| รูป ๓.๕  | ภาพถ่ายอุปกรณ์การดำเนินการวิจัย..... ๒๕                                      |
| รูป ๔.๑  | แสดงตำแหน่งโคมไฟและจุดที่คำนวณค่าความส่องสว่าง..... ๔๔                       |
| รูป ๔.๑  | ภาพถ่ายแสดงจุดที่ได้วัดค่าความส่องสว่างจากภาพถ่ายสไลด์..... ๕๐               |