การศึกษาแนวการเลี้ยวของยวดยาน

นาย สมคิด อมรพงษ์มงคล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2528

ISBN 974-564-576-1

031149

i17658056

Vehicle Turning Paths Study

Mr. Somkid Amornpongmongkol

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

ISBN 974-564-576-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาแนวการเลี้ยวของยวดยาน
โดย	นาย สมคิด อมรพงษ์มงคล
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ครรชิต ผิวนวล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต

.....คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ศุกรี กัมปนานนท์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา)

.....กรรมการ

(นายทวีพัฒน์ ตินะมาส)

.....กรรมการ

(นายกิติพล อัศภาภรณ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ครรชิต ผิวนวล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาแนวการเลี้ยวของยวดยาน

ชื่อนิสิต นาย สมคิด อมรพงษ์มงคล

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตร์จารย์ ครรชิต ผิวนวล

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2527

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาถึงแนวการเลี้ยวของยวดยาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบส่วนต่างๆทางด้านเรขาคณิตของบริเวณทางร่วมทางแยก ซึ่งจะประกอบด้วย หัวเกาะบริเวณ ทางร่วมทางแยก, ลักษณะของขอบถนนบริเวณช่องทางการเลี้ยวซ้าย, เกาะแบ่งช่องทางการเลี้ยวซ้ายและ หัวเกาะบริเวณที่กลับรถ โดยแบ่งลักษณะทางเรขาคณิตตามการใช้งานออกเป็น 3 ขนาดคือ

รถบรรทุก

รถยนต์ส่วนบุคคล

รถโดยสาร

ทั้งนี้เพื่อจะได้ลักษณะทางเรขาคณิตของช่องการจราจรบริเวณทางร่วมทางแยกให้สอดคล้องกับลักษณะของยวดยานที่ใช้อยู่ในประเทศไทย

จากการศึกษาโดยทำการทดสอบและแยกชนิดของยวดยานดังกล่าวก็สามารถกล่าวได้ว่าขนาดของยวดยานเป็นสิ่งสำคัญมากในการออกแบบแนวการเลี้ยว เพราะรัศมีวงเลี้ยวของรถที่มีขนาดใหญ่ เช่นรถบัส กับรถที่มีขนาดเล็ก เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล มีความแตกต่างกันมากจนไม่สามารถนำเอารถยนต์ส่วนบุคคลมาออกแบบสำหรับรถบัสใช้ได้

Thesis Title : Vehicle Turning Paths Study

Name : Mr. Somkid Amornpongmongkol

Thesis : Associate Professor Kunchit Phiu-Nual

Department : Civil Engineering

Academec Year : 1984

Abstract

This research deals with study of vehicle turning paths. The objective of the study is to be able to understand turning behavior and to formulate geometric design standard for facilities at intersection or mid-block , such as median opening, left turn lane and end of median. Three types of vehicle were considered :

Truck,

Passenger car, and

Bus.

From the study, it is found that size of vehicle is an important factor for designing of vehicle turning path, for instant, the turning paths of the heavy vehicle such as the 12.0 meter-bus is 23.8 meter compared with the 4.50 metre-passenger car is 5.6 meter.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนของกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ครรชิต ผิวนวล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาและเสนอแนะ แนวทางในการศึกษารายละเอียดเพื่อให้งานวิทยานิพนธ์ มีคุณค่าเหมาะสมทางด้านวิชาการ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งการเขียนวิทยานิพนธ์สำเร็จลงด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ศุกรี กัมปนานนท์ รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศร เสนา ณ อยุธยา นายทวีพัฒน์ ตินะมาส นายกิติพล อัศภาภรณ์ และรองศาสตราจารย์ ครรชิต ผิวนวล ที่ได้ให้ความกรุณาซักถามตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

อนึ่งผู้เขียนมีความสำนึกในพระคุณของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พร้อมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอนวิทยาการที่มีคุณค่าต่างๆ ให้กับผู้เขียนเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะรองศาสตราจารย์ ครรชิต ผิวนวล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาคนแรกของผู้เขียน และขอสำนึกในพระคุณของบิดามารดาและญาติพี่น้องรวมถึงเพื่อนทุกคนที่ให้การสนับสนุนทางด้านคำแนะนำและกำลังใจแก่ผู้เขียนจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ท้ายสุดนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อสำนักงานวิศวกรรมจราจร และกองวางแผน กรมทางหลวง ที่ได้อนุญาตให้เครื่องมือและข้อมูลต่างๆ และ กองวิชาการและวางแผนและกองวิศวกรรมการขนส่ง กรมการขนส่งทางบก ได้อนุเคราะห์สถานที่ใช้ในการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ความดีและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอใช้เป็นสิ่งตอบแทนพระคุณของบิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอนผู้เขียนทั้งในอดีตและปัจจุบัน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

รายการตารางประกอบแบบ ..... ฌ

รายการรูปประกอบแบบ ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1

2. การทบทวนผลงานที่ผ่านมา 7

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล 30

3.1 การเก็บข้อมูลของยวดยาน 30

3.2 การพิจารณาตัวแปรที่สำคัญในการศึกษา 35

3.3 วิธีการทดสอบลักษณะการเลี้ยวของยวดยาน 37

3.4 วิธีการเก็บข้อมูล 40

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและผลเพื่อหารูปแบบของสมการ 44

4.1 การหาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบมุม 90 องศา 44

4.2 การหาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบมุม 180 องศา 46

4.3 การหาความสัมพันธ์ของแนวการเลี้ยวของยวดยานกับช่วงการเลี้ยว ... 46

4.4 การหาความสัมพันธ์ช่วงการเลี้ยวในแนวแกน X กับช่วง
การเลี้ยวในแนวแกน Y. 50

4.5 ผลของการศึกษาวิเคราะห์ 50

5. การปรับปรุงรูปแบบของสมการการเคลื่อนที่ของยวดยาน 56

5.1 การปรับปรุงรูปแบบของสมการการเคลื่อนที่ของยวดยานแนวในวงเลี้ยว 56

5.2 การปรับปรุงรูปแบบของสมการการเคลื่อนที่ของยวดยานแนวนอกของวงเลี้ยว 63

6. การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบจำลองจากกร๊าฟ 66

6.1 การศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ 66

6.2 การเปรียบเทียบแนวในวงเลี้ยว 76

7. สรุปและข้อเสนอแนะในการนำไปใช้และศึกษาต่อไป 89

7.1 สรุปผลของการศึกษา 89

7.2 ข้อเสนอแนะในการดำเนินการศึกษาต่อไป 89

เอกสารอ้างอิง 91

ภาคผนวก ก. การใช้ผลการศึกษาในการออกแบบ 92

ข. ตารางแสดงตำแหน่งล้อหน้าและล้อหลัง ลักษณะการเลี้ยวความเร็วขณะเลี้ยว .. 96

ค. กร๊าฟแสดงพฤติกรรมการเลี้ยวของรถที่ใช้ในการทดสอบ 115

ง. แสดงผลของสมการการเคลื่อนที่ของรถที่ใช้ในการทดสอบ 134

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงค่าในการออกแบบระยะห่างระหว่างเกาะกลางถนน..... 18

2.2 แสดงการออกแบบแนวการเลี้ยวแบบโค้งปกติและโค้งประกอบ..... 22

2.3 ลักษณะแนวการเลี้ยวของยวดยานแบบมีเกาะแบ่งช่องการจราจร..... 29

3.1 แสดงขนาดของยวดยานของรถยนต์ส่วนบุคคล..... 32

3.2 แสดงขนาดของยวดยานของรถบรรทุก..... 33

3.3 แสดงขนาดของยวดยานของรถโดยสาร..... 34

3.4 แสดงขนาดของยวดยานที่ใช้ในการทดสอบ..... 39

4.1 แสดงความเร็วขณะเคลื่อนที่ของยวดยานกับรูปแบบสมการ
การเคลื่อนที่ในแนวราบ (90°)..... 45

4.2 แสดงความเร็วขณะเคลื่อนที่ของยวดยานกับรูปแบบสมการ
การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (90°)..... 45

4.3 แสดงความเร็วขณะเคลื่อนที่ของยวดยานกับรูปแบบสมการ
การเคลื่อนที่ในแนวราบ (180°)..... 47

4.4 แสดงความเร็วขณะเคลื่อนที่ของยวดยานกับรูปแบบสมการ
การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง (180°)..... 47

4.5 ตารางแสดงตัวแปรระหว่างสัมประสิทธิ์ a,b กับช่วงการ
เลี้ยวในแนวราบ (RX)..... 49

4.6 ตารางแสดงตัวแปรระหว่างสัมประสิทธิ์ (a,bกับช่วงการ
เลี้ยวในแนวดิ่ง (RY)..... 49

4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ระหว่างสัมประสิทธิ์
กับช่วงการเลี้ยวในแนวราบ (RX)..... 51

หน้า

ตารางที่

4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ b กับช่วงการเลี้ยว ในแนวราบ (RX)..... 52

4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ a กับช่วงการเลี้ยว ในแนวดิ่ง (RY)..... 53

4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ b กับช่วงการเลี้ยว ในแนวดิ่ง (RY)..... 54

4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงการเลี้ยวในแนวราบ (RX) กับช่วงการเลี้ยวในแนวดิ่ง (RY)..... 55

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงตำแหน่งล้อหน้าและล้อหลัง ลักษณะการเลี้ยว ความเร็วขณะเลี้ยว 96

รายการรูปประกอบแบบ

หน้า

รูปที่

1.1 รูปหน้าตัดของถนน ตามมาตรฐาน AASHO 1965..... 2

1.2 แสดงรูปหน้าตัดถนน ตามมาตรฐานของกรมทางหลวง..... 3

2.1.ก แสดงรัศมีและลักษณะการเลี้ยวของยวดยานชนิดต่างๆ
จากถนน4ช่องการจราจรไปถนน 2 ช่องการจราจร..... 9

2.1.ข แสดงรัศมีและลักษณะการเลี้ยวของยวดยานชนิดต่างๆ
จากถนน 2 ช่องการจราจรไปถนน 4 ช่องการจราจร..... 9

2.2 แสดงระยะทางน้อยที่สุดระหว่างทางเกาะกลางถนนบริเวณ
ทางแยกสำหรับรถขนาดเล็ก (Passenger Car)..... 10

2.3 แสดงระยะทางน้อยที่สุดระหว่างเกาะกลางถนนบริเวณทางแยก
สำหรับรถขนาดกลาง (Bus, Truck, Trailer WB-40)..... 11

2.4 แสดงระยะทางน้อยที่สุดระหว่างเกาะกลางถนนบริเวณทางแยก
สำหรับรถขนาดใหญ่ (Trailer WB-50)..... 12

2.5 การออกแบบหัวเกาะบริเวณทางแยกลักษณะไม่ให้จอดบริเวณ
หัวเกาะเพื่อรอที่จะเลี้ยว..... 14

2.6 การออกแบบหัวเกาะบริเวณทางแยกลักษณะให้จอดบริเวณ
หัวเกาะเพื่อรอที่จะเลี้ยว..... 15

2.7 การออกแบบความกว้างน้อยที่สุดระหว่างเกาะกลางจากผลของถนน
ที่ไม่ทำมุม 90 องศากัน..... 16

2.8 ลักษณะของยวดยานที่ใช้ในการทดสอบลักษณะของการเลี้ยวตาม
มาตรฐาน AASHTO..... 20

2.9 แสดงขนาดของเกาะกลางถนนสำหรับกลับรถ..... 21

2.10 เป็นการเปรียบเทียบแนวการเลี้ยวแบบโค้งปกติประกอบสำหรับ
รถขนาดเล็ก..... 23

หน้า

รูปที่

2.11 เป็นการเปรียบเทียบโค้งปกติและโค้งประกอบสำหรับรถขนาดใหญ่..... 24

2.12 เป็นการเปรียบเทียบโค้งปกติและโค้งประกอบสำหรับรถลากจูง..... 25

2.13 แสดงช่องทางการเลี้ยวแบบมีเกาะแบ่งช่องการจราจร..... 28

3.1 ลักษณะทางด้านเรขาคณิตของยวดขานชนิดต่าง ๆ..... 31

3.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของยวดยานในรูปแบบคณิตศาสตร์..... 35

3.3 แสดงลักษณะของสนามทดลองขนาด 30 เมตร x 30 เมตร..... 38

3.4 ลักษณะของเครื่องถ่ายภาพยนต์ 16 มิลลิเมตร..... 41

3.5 ลักษณะเครื่องฉายภาพยนต์ 16 มิลลิเมตร ซึ่งใช้สำหรับการวิเคราะห์..... 42

5.1 กร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงการเลี้ยวในแนวดิ่ง (แกน Y) กับ
ช่วงการเลี้ยวในแนวราบ (แกน X)..... 62

6.1 กร๊าฟแสดงการเคลื่อนที่ของล้อหน้ารถบรรทุก (TRUCK) ตามผลการทดสอบ... 67

6.2 กร๊าฟแสดงการเคลื่อนที่ของล้อหน้ารถยนต์ส่วนบุคคล (PASSENGER CAR)
ตามผลการทดสอบ..... 68

6.3 กร๊าฟแสดงการเคลื่อนที่ของล้อหน้ารถโดยสาร (BUS) ตามผลการทดสอบ.... 69

6.4 กร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร θ,XF,YF ของรถ HINO
ลักษณะการเลี้ยวแบบ 9: ความเร็วขณะเคลื่อนที่ 8.56 กม/ชม..... 70

6.5 กร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร θ,XF,YF ของรถ HINO ลักษณะ
การเลี้ยวแบบ 180° ความเร็วขณะเลี้ยว 6.14 กม/ชม..... 71

6.6 กร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร θ,XF,YF ของรถ TOYOTA HIACE
ลักษณะการเลี้ยวแบบ 90° ความเร็วขณะเลี้ยว 6.97 กม/ชม..... 72

6.7 กร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร θ,XF,YF ของรถ TOYOTA HIACE
ลักษณะการเลี้ยวแบบ 180° ความเร็วขณะเลี้ยว 3.10 กม/ชม..... 73

6.8 กร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร θ,XF,YF ของรถ NISSAN
ลักษณะการเลี้ยวแบบ 90° ความเร็วของการเคลื่อนที่ 11.65 กม/ชม..... 74

หน้า

รูปที่

6.9 กร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร θ,XF,YF ของรถ NISSAN ลักษณะการเลี้ยวแบบ 180° ความเร็วขณะเลี้ยว 16.23 กม/ชม..... 75

6.10 กร๊าฟแสดงแนวการเลี้ยวของรถบรรทุกเพื่อเปรียบเทียบกับสมการที่ใช้..... 77

6.11 กร๊าฟแสดงแนวการเลี้ยวของรถยนต์ส่วนบุคคลเพื่อเปรียบเทียบกับสมการที่ใช้. 78

6.12 กร๊าฟแสดงแนวการเลี้ยวของรถโดยสารเพื่อเปรียบเทียบกับสมการที่ใช้..... 79

6.13 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยววงในแบบ 90° ของรถบรรทุก..... 80

6.14 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยววงในแบบ 90° ของรถยนต์ส่วนบุคคล..... 81

6.15 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยววงในแบบ 90° ของรถโดยสาร..... 82

6.16 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยวแบบ 180° (U-TURN) ของรถบรรทุก.... 83

6.17 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยวแบบ 180° (U-TURN) ของรถยนต์ส่วนบุคคล..... 84

6.18 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยวแบบ 180° (U-TURN) ของรถโดยสาร.... 85

6.19 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยววงนอกแบบ 90° ของรถบรรทุก..... 86

6.20 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยววงนอกแบบ 90° ของรถยนต์ส่วนบุคคล..... 87

6.21 กร๊าฟแสดงลักษณะแนวการเลี้ยววงนอกแบบ 90° ของรถโดยสาร..... 88

7.1 แสดงลักษณะการเลี้ยวต่ำสุดของรถยนต์ส่วนบุคคล,รถบรรทุก,รถโดยสาร.... 90

ภาคผนวก ก.

ก.1 แสดงตำแหน่งที่เกิดความเสียหายบริเวณมุมเลี้ยว 146° 40' 94

ก.2 แสดงการปรับปรุงแนวการเลี้ยวจากผลการศึกษาบริเวณที่กลัยรถ..... 95

ภาคผนวก ค.

กร๊าฟแสดงพฤติกรรมการเลี้ยวของรถที่ใช้ในการทดสอบ..... 115