

## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

#### **2.1 ระยะเวลาการเดินทางและความล่าช้า (Travel Time and Delay Studies)**

##### 2.1.1 การสำรวจเวลาการเดินทางและความล่าช้า

การศึกษาเวลาการเดินทาง (Travel time studies) คือ เป็นการหาระยะเวลาที่ต้องใช้ในการเดินทางบนช่วงทางที่กำหนด ส่วนการศึกษาล่าช้า (Delay Studies) เป็นการหาข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุ ตำแหน่งระยะเวลา จำนวน และความถี่ของความล่าช้าติดขัด รวมถึงความเร็วเฉลี่ยของการเดินทาง จากจุดหนึ่ง ไปยังอีกจุดหนึ่ง

การศึกษาความล่าช้า (Delay Studies) คือ ระยะเวลาที่สูญเสียขณะเดินทางอันสืบเนื่องมาจากปัญหาการจราจรติดขัด หรือสาเหตุอื่นๆซึ่งในบางครั้งผู้ขับขี่ไม่สามารถจัดการได้

การเลือกเส้นทางในการเดินทาง โดยไม่ได้คำนึงถึงสภาพการจราจร ความล่าช้าที่เกิดขึ้นในการเดินทางมักเป็นผลมาจากเครื่องมือควบคุมการจราจร หรือเป็นผลมาจากสภาพการณ์อื่นๆ อาทิเช่นอุบัติเหตุเกิดขึ้น หรือมีการก่อสร้างบนเส้นทางที่ใช้ในการเดินทาง ผลรวมของการล่าช้าคงที่ (Fixed delay) กับความล่าช้าผันแปร (variable delay) ที่เกิดขึ้นในการเดินทาง ในที่นี้เรียกว่า ความล่าช้าทั้งหมด (total travel-time delay)

ความล่าช้าทั้งหมดแปรเปลี่ยนโดยขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการเดินทางว่าจะเป็นในช่วงชั่วโมงจราจรคับคั่งหรือช่วงเวลาชั่วโมงปกติ เป็นที่น่าสังเกตว่าความล่าช้าทั้งหมดในชั่วโมงจราจรคับคั่งจะสูงกว่า ในช่วงชั่วโมงปกติ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณจราจรที่สูงกว่า ดังนั้นการเลือกเส้นทางในการศึกษาจึงขึ้นอยู่กับเวลาที่เดินทาง ประเภทของเครื่องมือควบคุมจราจร รวมทั้งประสบการณ์ที่ผ่านมา และความรอบรู้เกี่ยวกับเส้นทางในการเดินทาง

2.1.2 องค์ประกอบที่สำคัญที่ต้องศึกษา และบันทึกในการดำเนินการศึกษาความล่าช้าในการเดินทางบนเส้นทางที่กำหนดประกอบด้วย

**ความล่าช้าคงที่** เป็นความล่าช้าที่เป็นผลมาจากเครื่องมือการควบคุมจราจร และเครื่องมืออื่น ๆ ที่ได้รับการติดตั้งบนถนน หรืออาจกล่าวได้ว่าความล่าช้านี้ไม่ใช่เป็นสาเหตุจากปริมาณจราจร และการกีดขวางของการจราจร โดยทั่วไปแล้วมักเกิดบริเวณทางแยก

**ความล่าช้าผันแปร** หรือความล่าช้าเนื่องมาจากการใช้งาน (Operational delay) เป็นความล่าช้าเนื่องจากอิทธิพลของการจราจรเกิดขึ้น ในขณะที่เดินทางตามเส้นทาง อาทิเช่น การเลี้ยวรถของรถยนต์ คนข้ามทาง การจอดรอ การเข้าเชื่อม ปริมาณการจราจรสูง และสาเหตุอื่นๆ

**ความล่าช้าทั้งหมด** เป็นผลต่างระหว่างเวลาเดินทางทั้งหมดกับเวลาในการเดินทางที่คำนวณได้จากการเดินทางนั้น ในช่วงชั่วโมงจราจรปกติด้วยความเร็วเฉลี่ย

**ความล่าช้า (Delay)** เป็นเวลาที่ล่วงเลยไป หรือเวลาขณะเกิดการติดขัดทางด้านการจราจร ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่นอกเหนือจากการควบคุมได้ มีหน่วยเป็นเวลาต่อคัน (วินาทีต่อคัน)

2.1.3 ความล่าช้าแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1. Fixed Delay เป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการจราจรเช่น สัญญาณไฟ ป้ายจราจร (ป้ายหยุด ป้ายระวัง) สัญญาณหยุดรถไฟ เป็นต้น
2. Operational Delay เป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากปัญหาจราจร เช่นการจราจรติดขัด การจราจรติดขัด การหยุดรถคันหน้าจอด หรือขับออกจากที่จอด หยุดเพื่อคนข้ามถนน หยุดรถเลี้ยว เป็นต้น
3. Stopped Time Delay เป็นช่วงระยะเวลาที่รถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุการฝัดปรกติด้วยความอยากรู้อยากเห็น เป็นต้น
4. Travel Time Delay เป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการชะลอ (Deceleration) เพื่อจะหยุดหรือการเร่ง (Acceleration) เพื่อจะเคลื่อนที่

สำหรับการศึกษาความล่าช้าหรือระยะเวลาการเดินทางมีวิธีการเก็บข้อมูลหลายวิธีคือ

1. วิธีรถทดลอง (Test Car Techniques)
2. วิธีป้ายทะเบียนรถ (License Plate Method)
3. วิธีรถเคลื่อนที่ของรถ (Moving Car Method)

## 1. วิธีรถทดลอง (Test Car Techniques)

วิธีนี้จะใช้รถขับปะบนกันอยู่กันอยู่บริเวณที่จะทำการศึกษา ผู้ศึกษาที่อยู่บนรถทดลองจะเริ่มจับเวลาเมื่อรถเคลื่อนที่ออกจากจุดเริ่มต้น เมื่อเกิดปัญหาความล่าช้าที่ทำให้รถต้องชะลอหรือหยุด ผู้ศึกษาจะบันทึกเวลาเหล่านั้น และเมื่อเดินทางถึงจุดปลายทางจะสามารถคำนวณระยะเวลาการเดินทางและระยะเวลาขณะรถวิ่ง โดยระยะเวลาขณะรถวิ่งจะเท่ากับผลต่างระหว่างเวลาการเดินทางกับระยะเวลาที่รถหยุดทั้งหมด

ในขณะที่ทำการศึกษานั้น ผู้ศึกษาควรขับด้วยความเร็วประมาณความเร็วเฉลี่ยของถนนสายทดลอง ซึ่งจะสังเกตโดย

1. แขงรถคันอื่นๆ ให้มีจำนวนเท่ากับรถที่แข่งรถทดลอง ซึ่งวิธีนี้มีชื่อเรียกว่า “Floating Car Technique” หรือ
2. ผู้ศึกษาจะใช้ประสบการณ์เลือกความเร็วซึ่งคิดว่าเหมาะสมในการศึกษา วิธีนี้เรียกว่า “Average Speed Method”

## 2. วิธีป้ายทะเบียนรถ (License Plate Method)

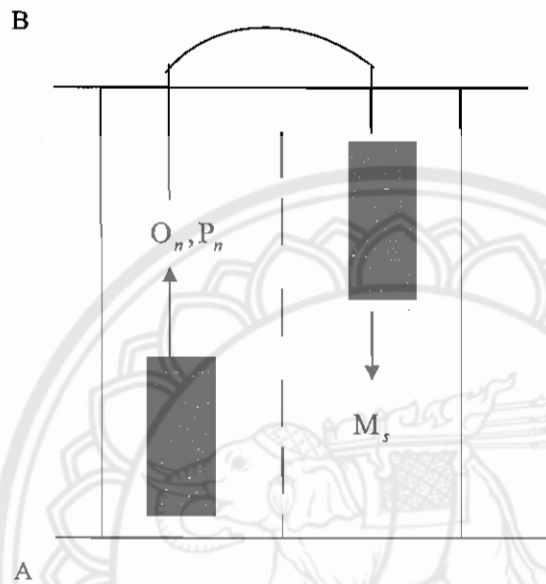
วิธีป้ายทะเบียนรถเป็นวิธีที่สะดวกและง่ายต่อการศึกษา โดยบันทึกเวลาพร้อมกับทำการจดหมายเลขทะเบียน 3 ตัวหรือ 4 ตัวท้าย ในกรณีที่ศึกษาระยะเวลาการเดินทางของรถเมล์ก็อนุโลมให้บันทึกหมายเลขข้างรถแทน วิธีการเก็บข้อมูลนั้นให้แบ่งผู้ทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกประจำอยู่ที่จุดเริ่มต้น และกลุ่มที่ 2 ประจำ ณ จุดปลายทาง เมื่อรถทดลองเล่นผ่านจุดที่กำหนดให้ บันทึกเวลา (เช่น 9:05) และบันทึกหมายเลขทะเบียนรถ เมื่อสิ้นสุดการเก็บข้อมูลให้นำหมายเลขทะเบียนที่ตรงกันมาคำนวณระยะเวลาการเดินทาง

## 3. วิธีการเคลื่อนที่ของรถ (Moving Car Method)

วิธีการเคลื่อนที่ของรถนอกจากจะใช้ศึกษาระยะเวลาการเดินทางแล้ว ยังสามารถใช้ศึกษาปริมาณการจราจรได้อีกด้วย วิธีนั้น โดยขับทดลองปนกับรถอื่นๆบนถนนพร้อมกับบันทึก

1. ระยะเวลาการเดินทาง
2. จำนวนรถซึ่งวิ่งสวนทาง (Opposing Traffic)
3. จำนวนรถซึ่งถูกรถทดลองแซงผ่าน (passed Traffic)
4. จำนวนรถที่แข่งรถทดลอง (Overtaking Traffic)

วิธีการศึกษา จากจุดเริ่มต้นที่ตำแหน่ง A (รูปที่ 2.1) ให้ขับรถทดลองพร้อมกับเริ่มบันทึกเวลา การเดินทาง นับจำนวนรถแล่นสวนทาง จำนวนรถแซง และจำนวนที่ถูกแซง เมื่อถึงตำแหน่ง B อัน เป็นจุดปลายทาง ให้วกรรถกลับ พร้อมกับเริ่มบันทึกระยะเวลาเดินทาง นับจำนวนรถ เป็นต้น เช่นเดียวกับการเดินทางครั้งแรก



รูปที่ 2.1 ภาพแสดงการศึกษา (Moving Car Method)

เพื่อให้การศึกษามีประสิทธิภาพให้ทำการศึกษาเช่นนี้ (ทั้งไปและกลับ) จนครบ 6 ครั้ง แล้วจึงนำผลบันทึกทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำมาประเมินผลโดยใช้สูตรคำนวณระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ย และปริมาณการจราจรดังต่อไปนี้

$$V_n = \frac{60(M_n + O_n - P_n)}{(T_n + T_s)}$$

$$\bar{T}_n = T_n - \frac{60(O_n + P_n)}{V_n}$$

โดย  $V_n$  = ปริมาณรถใน 1 ชั่วโมง (เดินทางสู่ทิศเหนือ)  
 $M_n$  = จำนวนรถที่เล่นสวนทางขณะเดินทางสู่ทิศใต้  
 $O_n$  = จำนวนรถที่แซงรถทดลอง (เดินทางสู่ทิศเหนือ)  
 $P_n$  = จำนวนรถที่ถูกรถทดลองแซง (เดินทางสู่ทิศเหนือ)  
 $\overline{T}_n$  = ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ยของปริมาณการจราจรทั้งหมดจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B (เดินทางสู่ทิศเหนือ)  
 $T_n$  = ระยะเวลาการเดินทางจากตำแหน่ง A ไปยัง B (เดินทางสู่ทิศเหนือ)

สำหรับการคำนวณระยะเวลาการเดินทางและปริมาณการจราจรจากตำแหน่ง B ไปยัง A (เดินทางสู่ทิศใต้) นั้น ให้สลับอักษร N เป็น S ในสูตรข้างต้น

## 2.2 การศึกษาความล่าช้าบริเวณทางแยก (Intersection Delay Studies)

ทางแยกของถนน หมายถึง บริเวณที่มีถนนตั้งแต่สองเส้นทางขึ้นไปมาเชื่อมเข้าด้วยกัน หรือแยกออกจากกันหรือตัดผ่านกันเพื่ออำนวยความสะดวกเคลื่อนที่ของการจราจรตรงบริเวณนั้น

ตามปรกติมักแบ่งทางแยกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆคือ

1. ทางแยกที่ระดับเดียว
2. ทางแยกแบ่งระดับไม่มีทางลาดเชื่อม
3. ทางแยกต่างระดับมีทางลาดเชื่อม หรือที่เรียกว่า ทางแยกต่างระดับ

ในการออกแบบทางแยกจะต้องพิจารณาหลักการต่างๆดังต่อไปนี้

- การลดจำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยกให้เหลือน้อยที่สุด ควรหลีกเลี่ยงไม่ให้มีทางแยกที่มากกว่า 4 ขา
- ลดพื้นที่ของการขัดแย้ง และแยกจุดขัดแย้งออกจากกัน
- จัดให้ช่องจราจรแยกกันตรงบริเวณที่มีปริมาณการจราจรเลี้ยวมาก
- ออกแบบเชิงเรขาคณิตให้สอดคล้องกับควบคุมการจราจร

### 2.2.1 ทางแยกที่ระดับเดียว

ทางแยกที่ระดับเดียวประเภทพื้นฐานทั่วไปได้แก่ สามแยกตัวทีหรือตัววาย (T หรือ Y) สี่แยกหลายแยก และวงเวียน ในบรรดาทางแยกเหล่านี้แบ่งย่อยอีกตามความแตกต่าง เช่น ทางแยกที่ไม่แบ่งกันช่องจราจร (Unchannelised intersections) ทางแยกที่แบ่งกันช่องจราจร (Channelised intersections) และทางแยกที่ปลายบานออก (flared intersections)

### 2.2.2 ทางแยกต่างระดับ

ทางแยกแบ่งระดับจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

#### 1. ทางแยกแบ่งระดับไม่มีทางลาดเชื่อม

มักจะก่อสร้างเมื่อปริมาณการจราจรที่ต้องการเลี้ยวมีไม่มากพอ เพื่อลดจำนวนทางแยกที่ระดับเดียวกันบนถนนสายหลัก วิธีนี้ช่วยให้การจราจรมีความปลอดภัยขึ้น และเคลื่อนที่อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 2. ทางต่างระดับที่มีทางลาดเชื่อม (ทางแยกต่างระดับ)

ทางแยกต่างระดับที่มีทางเชื่อม (Ramps)

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของระบบการควบคุมการจราจรชนิดต่างๆ ณ บริเวณทางแยกนั้น ควรคำนึงถึงปัจจัยหลายๆประการ ปัจจัยที่สำคัญอันดับแรกคือ การศึกษาความล่าช้าและปัจจัยอื่นๆ อาจประกอบด้วย

1. การเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างเครื่องมือควบคุมการจราจรประเภทต่างๆ เช่น ป้ายจราจรประเภทต่างๆ เช่น ป้ายหยุด สัญญาณไฟ การใช้เจ้าหน้าที่ตำรวจควบคุม
2. ความพึงพอใจของผู้ขับขี่
3. การเปรียบเทียบราคาติดตั้ง ค่าอุปกรณ์ ตลอดจนค่าบำรุงรักษา
4. ผลกระทบต่อผู้เดินทาง
5. สภาพแวดล้อม ณ บริเวณทางแยก

สำหรับปัจจัยที่มีส่วนร่วมทำให้เกิดความล่าช้าที่ทางแยกประกอบด้วย

1. ปัจจัยทางกายภาพ (Physical Factors) เช่น จำนวนช่องทางวิ่ง, ความกว้างของแต่ละช่องทาง บริเวณที่จอดรถประจำทาง เป็นต้น
2. ปัจจัยทางการจราจร (Traffic Factors) เช่น จำนวนในแต่ละทิศทางจำนวนรถเลี้ยว ชนิดของรถ ความเร็วของรถ มารยาทของผู้ขับรถ เป็นต้น
3. ปัจจัยทางระบบควบคุม (Traffic Controls) เช่น ระยะเวลาของสัญญาณไฟ ป้ายหยุด ป้ายห้ามจอด ป้ายกลับรถ เป็นต้น

เนื่องจากทางแยกต่างๆ ในบริเวณเขตกรุงเทพ ส่วนใหญ่จะติดตั้งสัญญาณไฟในการควบคุมการจราจร แต่ในบางโอกาสจะใช้เจ้าหน้าที่ตำรวจควบคุมมิได้หมายความว่า จะเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจรทุกครั้งเสมอไป แต่ในทางตรงกันข้ามอาจจะสร้างปัญหาความล่าช้าให้เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ดีเพื่อเน้นการศึกษาความล่าช้า ณ บริเวณทางแยก