บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยได้ดำเนินการทบทวนเอกสารและงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาอุบัติการณ์จราจรบนทางด่วน เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทางและระเบียบของวิธีดำเนินการวิจัย การทบทวนดังกล่าว แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. แนวคิดพื้นฐานของอุบัติการณ์จราจร
2. การรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาอุบัติการณ์จราจร
3. การศึกษารูปแบบของอุบัติการณ์จราจรบนทางด่วน
4. การศึกษาระยะเวลาของอุบัติการณ์
5. การศึกษาผลกระทบต่อการจราจรเนื่องจากอุบัติการณ์บนทางด่วน
6. การบริหารจัดการอุบัติการณ์จราจรบนทางด่วน

2.1 แนวคิดพื้นฐานของอุบัติการณ์จราจร

Giuliano (1989) ให้ความหมายของอุบัติการณ์จราจร (Incident) ว่าเป็นเหตุการณ์ที่ไม่มีความแน่นอน ไม่สามารถกำหนดหรือทราบล่วงหน้า และไม่สามารถทำซ้ำที่ตำแหน่งเดิมในลักษณะเดิมได้ ส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรทั้งในทิศทางการเดินทางและในทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้น อุบัติการณ์จราจรจึงหมายถึงเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาการจราจรที่ไม่เกิดขึ้นเป็นประจำ

เมื่อเกิดเหตุ ความสามารถในการให้บริการของทางด่วน ณ จุดเกิดเหตุมีค่าลดลงเนื่องจากมีบางส่วนหรือทั้งหมดของช่องจราจรถูกกีดขวาง หากความสามารถในการให้บริการของทางด่วนที่ลดลงมีค่าน้อยกว่าปริมาณยวดยานที่ต้องการทางผ่านจุดเกิดเหตุ ส่งผลให้ผู้ใช้ทางบางส่วนไม่สามารถผ่านจุดเกิดเหตุได้ เกิดสะสมเป็นแถวคอย ภายหลังการกู้ภัยหรือช่วยเหลือผู้ประสบเหตุและเปิดการจราจรเป็นปกติ ยวดยานในแถวคอยสามารถผ่านจุดเกิดเหตุในปริมาณเท่ากับความสามารถในการให้บริการสูงสุดของทางด่วน จนกระทั่งสภาพการจราจรกลับคืนสู่สภาวะปกติ หรืออุบัติการณ์จราจรเป็นสาเหตุให้ผู้ใช้ทางรายอื่นสังเกตเหตุการณ์อย่างแปลกใจทั้งในทิศการเดินทางและในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้ความเร็วของยวดยานลดลง ส่งผลให้ปริมาณยวดยานที่สามารถผ่านจุดเกิดเหตุไปได้มีค่าลดลงและสะสมในแถวคอย ยวดยานในแถวคอยต้องเสียเวลาในการเดินทางมากขึ้น บางเหตุการณ์ผู้ประสบเหตุอาจสูญเสียชีวิตหรือทรัพย์สิน ก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและสังคม และเป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.2 การรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาอุบัติการณ์จราจร

จากการทบทวนเอกสารและงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปถึงวิธีการและระยะเวลาของการรวบรวมข้อมูล สำหรับการศึกษาอุบัติการณ์จราจรบนทางด่วน ดังนี้

1. การศึกษาที่ John C Lodge Freeway เมือง Detroit ประเทศสหรัฐอเมริกา

ศึกษาโดย De Rose (1964) ที่ John C Lodge Freeway มีระยะทาง 3.2 ไมล์ จัดการจราจรเป็น 3 และ 4 ช่องจราจรต่อทิศทาง ติดตั้งระบบสังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (Television surveillance system) จำนวน 14 ตัว รวบรวมข้อมูลอุบัติการณ์จราจรเป็นระยะเวลา 1 ปี ระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2505 ถึงวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2506 เฉพาะวันทำงาน รวมทั้งสิ้น 255 วัน ตั้งแต่เวลา 6.00 น. ถึง 20.00 น. พื้นที่ศึกษามีปริมาณจราจรโดยเฉลี่ยทั้ง 2 ทิศทางประมาณ 160,000 คันต่อวัน การศึกษาครั้งนี้แยกประเภทของอุบัติการณ์จราจรเป็น 2 ประเภท ได้แก่ อุบัติเหตุจราจรและเหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง โดยมีแบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 2.1

MICHIGAN STATE HIGHWAY DEPARTMENT PAGE___OF___ FORM1578B

OFFICE OF WNGINEERING-TRAFFIC DIVESION (Rev. 4/63)

T.V. SURVEILLANCE DALLY LOG

DATE _____ 19_____ OPERATOR _____ OBSERVER _____

Incident Number	Time		Cause	Location		Lanes Affected	Assistance				Pav't Surface	Weather	Remarks
	Start	End		Camera	Lane		Non official	Official	Time Arrived	Action Taken			

รูปที่ 2.1 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลอุบัติการณ์จราจร การศึกษาที่ John C Lodge Freeway

2. การศึกษาที่ Gulf Freeway เมือง Houston ประเทศสหรัฐอเมริกา

ศึกษาโดย Goolsby และ Smith (1971) ที่ Gulf Freeway มีระยะทาง 6.5 ไมล์ แต่ละทิศทางจัดการจราจรเป็น 3 ช่องทาง กว้าง 12 ฟุต มีไหล่ทางกว้าง 4 ฟุต ติดตั้งระบบสังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (Television surveillance system) จำนวน 14 ตัว พร้อมเครื่องวีดีทัศน์ ทำการรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2511 ถึง พ.ศ. 2512 เฉพาะวันจันทร์ถึงวันศุกร์ ตั้งแต่เวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. โดยแยกประเภทของอุบัติการณ์จราจรเป็น 5 ประเภท ได้แก่ เหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง อุบัติเหตุที่ไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บ อุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บ เหตุการณ์สิ่งของตกหล่น และเหตุการณ์อื่นๆ

เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ควบคุมทางด่วนทำหน้าที่บันทึกเวลาของอุบัติการณ์ลงแบบฟอร์ม รูปที่ 2.2

HOUSTON POLICE DEPARTMENT

GULF FREEWAY TRAFFIC – SURVEILANCE

DATE _____ DAY OF WEEK_____

OFFICER _____ HOURS _____ OFFICER _____ HOURS _____ OFFICER _____ HOURS _____

TYPE INCIDENT	LOCATION & DIR. OF TRVL.	LANES INVOLVED	LANES BLOCKS	TIME OF DAY						WEATHER CONDITION	REMARKS
				OBSERVED	UNIT ARRIVED	OBSTRUCTION REMOVED	TOTAL TIME OBSTRUCTED	TRAFFIC NORMAL	INVEST. COMPLESED		

รูปที่ 2.2 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลอุบัติการณ์จราจร การศึกษาที่ Gulf Freeway

3. การศึกษาที่ I-10 Freeway เมือง Los Angeles ประเทศสหรัฐอเมริกา

ศึกษาโดย Giuliano (1989) ที่ I-10 Freeway มีระยะทาง 12 ไมล์ แต่ละทิศทางจัดการจราจรเป็น 5 ช่องทาง สำหรับการวิเคราะห์ความถี่และรูปแบบของอุบัติเหตุจราจร ใช้ข้อมูลจาก TASAS (Traffic Accident Surveillance and Analysis System) ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2526 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2528 ยกเว้นเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2527 เนื่องจากมีการจัดแข่งขันกีฬาโอลิมปิก โดยแบ่งประเภทของอุบัติการณ์จราจรออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ อุบัติเหตุจราจร เหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง และเหตุการณ์อื่นๆ ส่วนการวิเคราะห์ระยะเวลาของเหตุการณ์ใช้วิธีการสุ่มข้อมูลจาก CHP (California Highway Patrol) จำนวน 22 วัน ในช่วงเวลาเดียวกับการวิเคราะห์รูปแบบของอุบัติเหตุจราจร โดยแบ่งประเภทของอุบัติการณ์จราจรออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ อุบัติเหตุจราจร และเหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง

2.3 การศึกษารูปแบบการเกิดอุบัติการณ์จราจรบนทางด่วน

อุบัติการณ์จราจรเป็นเหตุการณ์ที่มีความไม่แน่นอน ดังนั้นผลการศึกษารูปแบบการเกิดอุบัติการณ์จราจรจึงมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีการรวบรวมข้อมูล สภาพแวดล้อม และการแบ่งประเภทของอุบัติการณ์จราจร

เนื่องจากในแต่ละพื้นที่ศึกษามีลักษณะทางกายภาพและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ขนาดของพื้นที่ศึกษา ลักษณะแนวเส้นทางทั้งแนวราบและแนวดิ่ง ปริมาณจราจร สภาพอากาศ และการจัดการจราจร ดังนั้นอัตราการเกิดอุบัติการณ์จราจร (Incident Rate) จึงใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับการศึกษาในพื้นที่ศึกษาอื่น ซึ่งอัตราการเกิดอุบัติการณ์จราจรเป็นค่าแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของอุบัติการณ์จราจรกับปริมาณจราจรและระยะทางในการเดินทางที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของอุบัติการณ์จราจรรายชั่วโมงกับจำนวนช่องจราจรและระยะทางในการเดินทางที่มีลักษณะเหมือนกัน

ผลจากการศึกษารูปแบบการเกิดอุบัติการณ์จราจรที่ผ่านมา พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการเกิดอุบัติการณ์จราจร มีดังนี้

1. แนวโน้มของอุบัติการณ์จราจรในแต่ละฤดูกาล

อิทธิพลเนื่องจากฤดูกาล สามารถใช้ความถี่ของอุบัติการณ์จราจรในแต่ละเดือนเป็นตัวอธิบายได้ เนื่องจากปริมาณจราจรและปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมอื่นที่ไม่สามารถวัดได้ เช่น แสงแดด ลม อุณหภูมิ และความผันแปรในการเดินทางของจุดเริ่มต้นและปลายทางของผู้ใช้ทาง

ในแต่ละเดือนไม่คงที่ จากการศึกษาของ De Rose พบว่า อุบัติการณ์จราจรในเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมมีอัตราการเกิดเหตุสูงสุด เนื่องจากเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำและมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศอย่างกะทันหัน

2. แนวโน้มของอุบัติการณ์จราจรในสัปดาห์

วันของสัปดาห์เป็นตัวแปรอิสระที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาแนวโน้มของอุบัติการณ์จราจรในสัปดาห์ เนื่องจากปริมาณจราจรในแต่ละวันมีความแตกต่างกัน การศึกษาของ De Rose พบว่า จำนวนอุบัติการณ์จราจรในแต่ละวันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เพียงแต่วันศุกร์มีโอกาสเกิดอุบัติการณ์จราจรสูงที่สุด เนื่องจากมีปริมาณจราจรสูงสุด ส่วนการศึกษาของ Giuliano พบว่า วันจันทร์ถึงวันศุกร์มีอัตราการเกิดอุบัติการณ์จราจรสูงกว่าวันเสาร์และวันอาทิตย์ และวันศุกร์มีอัตราการเกิดอุบัติการณ์จราจรสูงที่สุด ส่วนวันอาทิตย์มีอัตราการเกิดเหตุต่ำที่สุด

3. แนวโน้มของอุบัติการณ์จราจรในช่วงเวลาของวัน

เวลาของวันเป็นตัวแปรวัดแนวโน้มของอุบัติการณ์จราจรในช่วงเวลาของวัน เนื่องจากมีความแปรปรวนของปริมาณจราจรในแต่ละชั่วโมง เช่น ชั่วโมงเร่งด่วนและช่วงนอกเวลาเร่งด่วน ผลการศึกษาของ De Rose แสดงให้เห็นว่า รูปแบบของอุบัติการณ์จราจรจะเหมือนกับรูปแบบของปริมาณจราจรในแต่ละวัน กล่าวคือ ในชั่วโมงที่มีปริมาณจราจรสูง ความถี่ของอุบัติการณ์จราจรสูงตามด้วย ส่วนการศึกษาของ Giuliano ได้แบ่งช่วงเวลาออกเป็น 5 ช่วง พบว่าชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า (6.00 น. ถึง 9.00 น.) และตอนเย็น (15.00 น. ถึง 18.00 น.) มีความถี่ของอุบัติการณ์จราจรสูง ส่วนในช่วงกลางคืน (0.00 น. ถึง 6.00 น.) มีความถี่ของการเกิดเหตุต่ำที่สุด และการศึกษาของ Goolsby และ Smith พบว่า ในช่วงเวลา 7.00 น. ถึง 8.00 น. และ ช่วงเวลา 16:00 น. ถึง 18.00 น. มีเปอร์เซ็นต์ของจำนวนอุบัติการณ์จราจรสูงกว่าช่วงเวลาอื่น

4. แนวโน้มของอุบัติการณ์จราจรกับความรุนแรงของเหตุการณ์

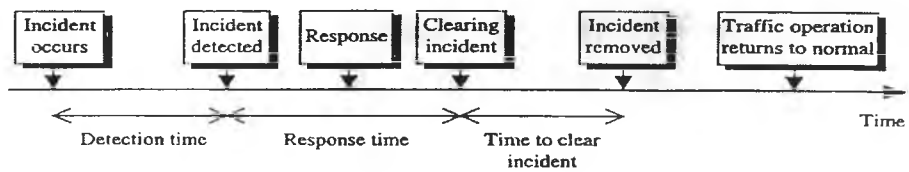
ตัวแปรสำหรับจัดอันดับความรุนแรงของเหตุการณ์มีด้วยกันหลายตัว เช่น จำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บ จำนวนยวดยานที่ประสบเหตุ จำนวนช่องจราจรที่ถูกกีดขวาง หรือลักษณะของอุบัติเหตุจราจร เป็นต้น การศึกษาโดย Giuliano พบว่า 63 เปอร์เซ็นต์ของอุบัติเหตุจราจรเป็นเหตุการณ์ที่ไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บ ส่วนมากมีสาเหตุจากยวดยาน 2 คันชนท้ายและไม่กีดขวางในช่องจราจร ส่วนการศึกษาของ Goolsby และ Smith พบว่า อุบัติการณ์จราจรส่วนมากกีดขวางช่องจราจรไป 1 ช่องทาง โดยช่องจราจรที่ติดกับไหล่ทางเป็นช่องจราจรที่เกิดอุบัติเหตุจราจรและเหตุการณ์ยวดยานขัดข้องบ่อยครั้งที่สุด

5. แนวโน้มของอุบัติการณ์จราจรกับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอื่นๆ

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอื่นๆ ได้แก่ สภาพผิวจราจร และสภาพอากาศขณะเกิดเหตุ การศึกษาของ De Rose พบว่า ในช่วงฝนตกหรือมีหิมะและสภาพผิวทางเปียก มีอัตราการเกิดเหตุการณ์ยวดยานขัดข้องและอุบัติเหตุจราจรสูงกว่าสภาวะปกติ

2.4 การศึกษาระยะเวลาของอุบัติการณ์

ช่วงเวลาของอุบัติการณ์จราจร แบ่งเป็น 4 ช่วง ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ระยะเวลาของอุบัติการณ์จราจร

- ช่วงเวลาตรวจพบ (Detection time) คือ ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มเกิดเหตุจนถึงเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ควบคุมทางด่วนได้รับแจ้งเหตุ การตรวจพบอุบัติการณ์จราจรส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 5-15 นาทีหลังเกิดเหตุ (Beaubien, 1994) เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ควบคุมทางด่วนสามารถตรวจพบอุบัติการณ์จราจรโดยการรายงานจากสายตรวจ รับแจ้งจากโทรศัพท์ฉุกเฉิน วิทยุสื่อสาร หรือโทรศัพท์มือถือ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อัตโนมัติช่วยในการตรวจพบ เช่น Wire – loop detectors กับ Software ที่เหมาะสม ระบบสังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทัศน์วงจรปิด เป็นต้น

- ช่วงเวลาตอบรับ (Response time) คือ ช่วงเวลาตั้งแต่เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ควบคุมทางด่วนรับแจ้งเหตุประสานงานกับพนักงานกู้ภัยหรือหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ความช่วยเหลือ จนกระทั่งพนักงานกู้ภัยเข้าถึงจุดเกิดเหตุ ระยะเวลาของช่วงเวลาตอบรับขึ้นอยู่กับการจัดการของเจ้าหน้าที่ การประเมินสถานการณ์ และอำนาจการตัดสินใจของพนักงาน

- ช่วงเวลานำพ้นกีดขวาง (Clearance time) คือ ช่วงเวลาตั้งแต่พนักงานกู้ภัยเข้าถึงที่เกิดเหตุ ให้ความช่วยเหลือ จนกระทั่งนำยวดยานออกจากสถานที่เกิดเหตุและเปิดการจราจรเป็นปกติ

- ช่วงเวลากลับสู่สภาพการจราจรปกติ (Recovery time) คือ ช่วงเวลาตั้งแต่เปิดการจราจรเป็นปกติจนกระทั่งยวดยานในแถวคอยสามารถเคลื่อนที่ผ่านจุดเกิดเหตุได้ทั้งหมด

เนื่องจากแต่ละพื้นที่ศึกษามีอุปกรณ์และการดำเนินงานที่แตกต่างกัน ดังนั้น การกำหนดความหมายของระยะเวลาของอุบัติการณ์จึงมีความสำคัญ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาของอุบัติการณ์มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาที่ John C Lodge Freeway โดย De Rose

De Rose ได้กำหนดความหมายของระยะเวลาของอุบัติการณ์ว่าเป็นช่วงเวลาที่ยวดยานยังคงกีดขวางในช่องจราจร ไม่รวมช่วงเวลาที่ยวดยานถูกนำไว้ที่ไหล่ทาง โดยแยกประเภทของอุบัติการณ์จราจรเป็น 2 ประเภท ได้แก่ อุบัติเหตุจราจรและเหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง จากกลุ่มตัวอย่าง 927 เหตุการณ์ พบว่า ระยะเวลาเฉลี่ยของอุบัติการณ์จราจรเท่ากับ 5.24 นาที ค่ามัธยฐานเท่ากับ 3 นาที และ 88 เปอร์เซ็นต์ของอุบัติการณ์จราจรทั้งหมดมีระยะเวลาของอุบัติการณ์น้อยกว่า 10 นาที ระยะเวลาของอุบัติเหตุจราจรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.14 นาที และ 86 เปอร์เซ็นต์ของอุบัติเหตุจราจรทั้งหมดมีระยะเวลาของเหตุการณ์น้อยกว่า 10 นาที ส่วนระยะเวลาของเหตุการณ์ยวดยานขัดข้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 นาที และ 90 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ยวดยานขัดข้องทั้งหมดมีระยะเวลาของเหตุการณ์น้อยกว่า 10 นาที

2. การศึกษาที่ Gulf Freeway โดย Goolsby และ Smith

การศึกษาครั้งนี้ได้แยกประเภทของอุบัติการณ์จราจรเป็น 2 ประเภท ได้แก่ อุบัติเหตุที่ไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บและเหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง แต่ละประเภทยังแบ่งระยะเวลาของอุบัติการณ์เป็นช่วงเวลาย่อยๆ ได้แก่ ช่วงเวลาตอบรับ ช่วงเวลานำพ้นกีดขวาง และช่วงเวลาการสอบสวน พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาต่างๆในแต่ละสถานการณ์ดังแสดงในตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าทางสถิติของระยะเวลาในแต่ละช่วงเวลาของอุบัติการณ์จราจร ที่ Gulf Freeway

ช่วงเวลาของอุบัติการณ์จราจร	จำนวนเหตุการณ์	ค่าเฉลี่ย (นาที)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (นาที)
อุบัติเหตุจราจรที่ไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บ			
ช่วงเวลาตอบรับ	810	12.0	10.8
ช่วงเวลานำพ้นกีดขวาง	597	7.0	11.9
ช่วงเวลาสืบสวน	903	25.6	19.1
เหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง			
ช่วงเวลาตอบรับ	314	9.4	9.8
ช่วงเวลานำพ้นกีดขวาง	285	8.9	14.5

ที่มา : Goolsby และ Smith (1971)

3. การศึกษาที่ I-10 Freeway โดย Giuliano

สำหรับการศึกษาที่ I-10 Freeway ได้นิยามระยะเวลาของอุบัติการณ์ คือช่วงเวลาตั้งแต่ได้รับแจ้งเหตุจนถึงเวลาที่ได้รับรายงานว่าสามารถนำพ้นจุดเกิดเหตุ กรณีจำนวนช่องจราจรที่ถูกกีดขวางไม่คงที่ตลอดเหตุการณ์ จำนวนช่องจราจรที่ถูกกีดขวางยึดถือสัดส่วนของเวลาที่ช่องจราจรถูกกีดขวางเป็นตัวกำหนด เช่น อุบัติเหตุจราจรในช่องทางด้านขวากีดขวางการจราจร 5 นาที จากนั้นนำยวดยานของผู้ประสบเหตุเข้าไหล่ทาง เพื่อสอบสวนถึงสาเหตุและบันทึกรายละเอียดของเหตุการณ์ หลังจากนำเข้าไหล่ทางอีก 15 นาทีต่อมาจึงนำยวดยานพ้นกีดขวาง จากเหตุการณ์ดังกล่าวถือว่าเป็นอุบัติเหตุจราจรที่ไม่กีดขวางช่องจราจร

การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งประเภทของอุบัติการณ์จราจรเป็น 12 สถานการณ์ โดยมีปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลต่อระยะเวลาของเหตุการณ์ 3 ตัวแปร ได้แก่ ประเภทของอุบัติการณ์จราจร ความรุนแรงของเหตุการณ์ (พิจารณาจากการกีดขวางการจราจร) และเวลาเกิดเหตุ ผลการศึกษา พบว่า ระยะเวลาของอุบัติการณ์มีการกระจายตัวแบบ Log-normal ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ยกเว้นสถานการณ์ยวดยานขัดข้องไม่กีดขวางช่องจราจรและเกิดในเวลากลางคืน แต่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละสถานการณ์แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าทางสถิติของระยะเวลาของอุบัติการณ์จราจร ที่ I-10 Freeway

ประเภทของอุบัติการณ์จราจร	จำนวนเหตุการณ์	ค่าเฉลี่ย (นาที)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(นาที)
อุบัติเหตุจราจรไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บ			
ไม่กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางคืน	41	47	24
ไม่กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางวัน	79	41	24
กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางคืน	10	66	41
กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางวัน	20	38	22
อุบัติเหตุมีผู้ได้รับบาดเจ็บ			
ไม่กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางคืน	33	62	40
ไม่กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางวัน	39	47	29
กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางคืน	21	66	58
กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางวัน	27	54	28
เหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง			
ไม่กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางคืน	73	30	24
ไม่กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางวัน	104	29	22
กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางคืน	12	18	22
กีดขวางการจราจรและเกิดเหตุตอนกลางวัน	53	14	11

ที่มา : Giuliano (1989)

2.5 การศึกษาผลกระทบต่อการจราจรเนื่องจากอุบัติการณ์บนทางด่วน

ผลกระทบต่อการจราจรเนื่องจากอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นบนทางด่วน สามารถแยกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผลกระทบต่อความสามารถในการให้บริการของทางด่วน และผลกระทบต่อเวลาการเดินทาง

1. ผลกระทบต่อความสามารถในการให้บริการของทางด่วน

การศึกษาผลกระทบเนื่องจากอุบัติการณ์จราจรที่มีต่อความสามารถในการให้บริการของทางด่วน โดยนับจำนวนยวดยานที่ผ่านจุดเกิดเหตุในคาบเวลาที่กำหนด เนื่องจากอุบัติการณ์จราจรเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถทราบได้ล่วงหน้า ดังนั้น พื้นที่ศึกษาจำเป็นต้องมีระบบสังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและเครื่องวีดีทัศน์ Goolsby และ Smith ศึกษาผลกระทบต่อการจราจรของอุบัติการณ์บน Gulf Freeway โดยเริ่มต้นบันทึกภาพเหตุการณ์ทันที

ที่พนักงานประจำศูนย์ควบคุมระบบทางด่วนรับแจ้งเหตุและตรวจสอบความถูกต้องด้วยกล้องโทรทัศน์วงจรปิด จนกระทั่งยวดยานคันที่ประสบเหตุสามารถเคลื่อนย้ายออกจากจุดเกิดเหตุและเปิดการจราจรเป็นปกติ ความสามารถในการให้บริการของทางด่วนที่จุดเกิดเหตุคือจำนวนยวดยานในแถวคอยที่สามารถผ่านจุดเกิดเหตุในคาบเวลา จากกลุ่มตัวอย่างเหตุการณ์ทั้งหมด 27 เหตุการณ์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ทางด่วนที่จัดการจราจรเป็น 3 ช่องทาง หากอุบัติการณ์จราจรกีดขวาง 1 ช่องทาง ทำให้ความสามารถในการให้บริการของทางด่วนลดลงร้อยละ 50 ซึ่งไม่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพที่ลดลงร้อยละ 33 ถ้าอุบัติการณ์จราจรนั้นทำให้กีดขวางช่องจราจรถึง 2 ช่องทาง ทำให้ความสามารถในการให้บริการของทางด่วนมีค่าลดลงถึงร้อยละ 79 โดยที่ความสามารถในการให้บริการของทางด่วนที่ลดลงเนื่องจากอุบัติเหตุจราจรมีค่าไม่แตกต่างกับเหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง

ตารางที่ 2.3 ความสามารถในการให้บริการของทางด่วน ณ. จุดเกิดเหตุ การศึกษาของ Goolsby และ Smith

สถานการณ์	จำนวนตัวอย่าง (นาที)	ค่าพิสัย (คัน/นาที)	ค่าเฉลี่ย (คัน/นาที)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (คัน/นาที)	อัตราปริมาณจราจรเฉลี่ย (คัน/ชั่วโมง)
สภาพการจราจรปกติ	312	70-108	92.6	6.3	5,560
อุบัติเหตุจราจรกีดขวาง 1 ช่องทาง					
ช่องจราจรด้านซ้าย	46	28-75	48.1	11.7	2,880
ช่องจราจรกลาง	42	18-77	42.7	11.4	2,560
ช่องจราจรด้านขวา	79	21-77	46.1	8.8	2,770
เหตุการณ์ยวดยานขัดข้องกีดขวาง 1 ช่องทาง	43	30-77	47.9	8.6	2,880
อุบัติเหตุจราจรกีดขวาง 2 ช่องทาง	53	4-39	19.1	7.3	1,150
อุบัติเหตุจราจรบนไหล่ทาง	254	20-102	67.1	13.1	4,030

ที่มา : Goolsby และ Smith (1971)

ส่วนการศึกษาของ Morales (1989) ได้แนะนำความสามารถในการให้บริการของทางด่วนในช่วงเวลาที่ช่องจราจรหรือไหล่ทางถูกกีดขวาง ดังนี้

ตารางที่ 2.4 ความสามารถในการให้บริการของทางด่วน ณ. จุดเกิดเหตุ การศึกษาของ Morales

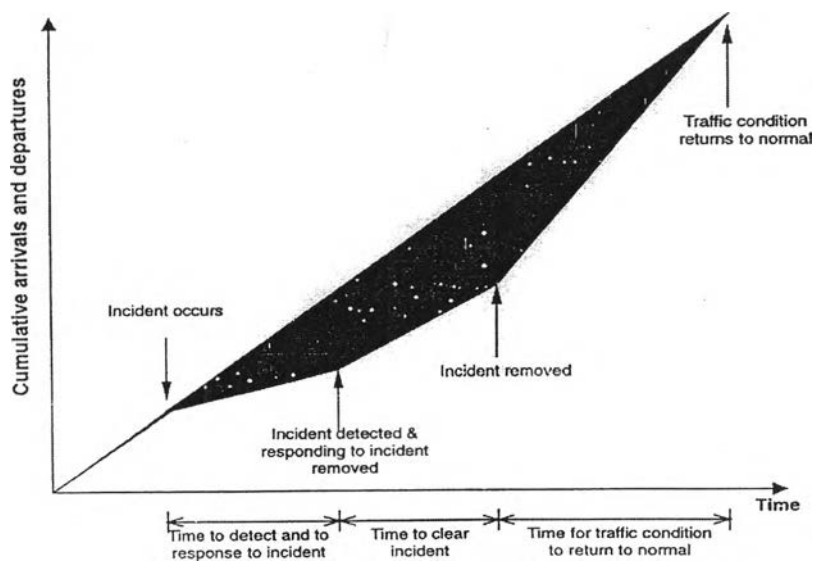
จำนวนช่องจราจรในแต่ละทิศทาง	ความสามารถในการให้บริการสูงสุดของทางด่วน (คัน/ชั่วโมง)	ความสามารถในการให้บริการของทางด่วน กรณีกีดขวาง 1 ช่องทาง (คัน/ชั่วโมง)	ความสามารถในการให้บริการของทางด่าน กรณีกีดขวางไหล่ทาง (คัน/ชั่วโมง)
2	3,700	1,300	3,000
3	5,550	2,700	4,600
4	7,400	4,300	6,300

ที่มา : Morales (1989)

2. ผลกระทบต่อเวลาการเดินทาง

อุบัติการณ์จราจรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้ใช้ทางในแถวคอยมีเวลาการเดินทางเพิ่มขึ้น เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่สูญเปล่า และปัญหามลพิษทางอากาศ ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความล่าช้าในการเดินทาง (Delay) ได้แก่ ความสามารถในการให้บริการของทางด่วนทั้งในขณะเกิดเหตุและภายหลังเปิดการจราจรเป็นปกติ ปริมาณจราจรที่ต้องการผ่านจุดเกิดเหตุ และระยะเวลาของอุบัติการณ์

การประมาณความล่าช้าในการเดินทางทั้งหมดในแถวคอย ด้วยวิธี Queuing Analysis สามารถอธิบายด้วยแผนภาพอุบัติการณ์จราจร ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนภาพอุบัติการณ์จราจร

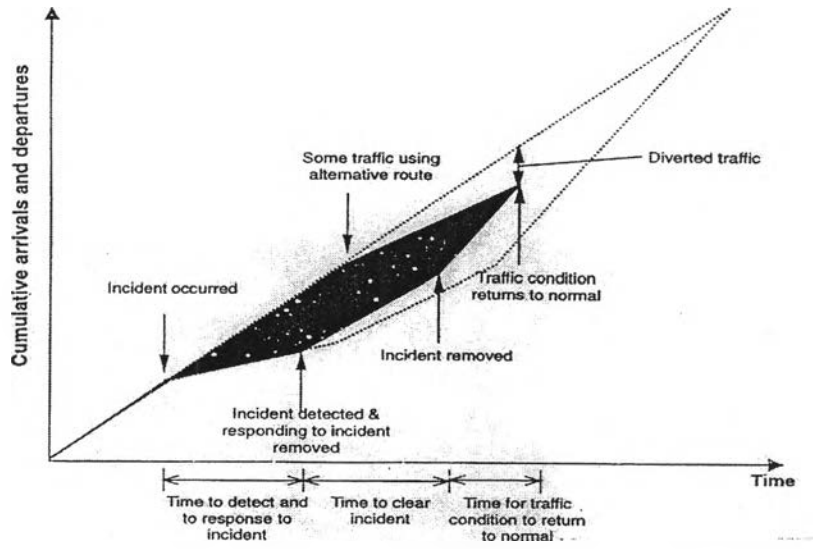
จากรูปที่ 2.4 กำหนดให้แกนนอนแสดงเวลาของเหตุการณ์ ส่วนแกนตั้งเป็นปริมาณจราจรสะสม เส้นกราฟเส้นบนคือปริมาณจราจรสะสมที่ต้องการผ่านจุดเกิดเหตุ ขณะที่เส้นกราฟเส้นล่างคือปริมาณจราจรสะสมที่สามารถผ่านจุดเกิดเหตุได้ เมื่อเกิดอุบัติการณ์จราจรทำให้ช่องจราจรบางส่วนหรือทั้งหมดถูกกีดขวาง ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการให้บริการของทางด่วน ทำให้มีค่าต่ำกว่าปริมาณจราจรที่ต้องการผ่านจุดเกิดเหตุ ยวดยานที่เหลือจึงสะสมอยู่ในแถวคอย หลังจากผู้ประสบเหตุได้รับความช่วยเหลือ สามารถนำยวดยานพ้นกีดขวางและเปิดการจราจรได้เป็นปกติ ยวดยานในแถวคอยสามารถเคลื่อนที่ผ่านจุดเกิดเหตุได้ทั้งหมดหรือสภาพการจราจรกลับเป็นปกติ ช่วงเวลาหลังจากเปิดการจราจรเป็นปกติจนถึงเวลาที่ยวดยานคันสุดท้ายในแถวคอยสามารถเคลื่อนที่ผ่านจุดเกิดเหตุได้หรือสภาพการจราจรกลับเป็นปกติ คือ ช่วงเวลาที่ความสามารถในการให้บริการที่จุดเกิดเหตุเท่ากับความสามารถในการให้บริการสูงสุดของทางด่วน พื้นที่ใต้เส้นกราฟทั้งสองตั้งแต่เริ่มเกิดเหตุจนกระทั่งสภาพการจราจรเป็นปกติ คือ ความล่าช้าที่เกิดขึ้นสะสมทั้งหมดของยวดยานทุกคันในแถวคอย

ความแตกต่างทางดิ่งของเส้นกราฟทั้งสอง คือจำนวนยวดยานสะสมในแถวคอยในเวลาขณะนั้น ความแตกต่างของเส้นกราฟสูงสุด แสดงถึงจำนวนยวดยานสะสมในแถวคอยสูงสุด มักจะเกิดขึ้น ณ เวลาที่ปริมาณจราจรที่จุดเกิดเหตุมีการเปลี่ยนแปลง ส่วนความแตกต่างทางแนวราบของเส้นกราฟทั้งสองคือความล่าช้าในการเดินทางของผู้ใช้ทางคันหนึ่งได้รับ

การศึกษาของ Goolsby และ Smith ด้วยวิธี Queuing Analysis โดยใช้ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเป็นปริมาณจราจรที่ต้องการผ่านจุดเกิดเหตุสูงสุด และความชันของเส้นกราฟสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยของการศึกษาความสามารถในการให้บริการของทางด่วนในช่วงเวลาต่างๆ ของเหตุการณ์ พบว่า ความล่าช้าในการเดินทางทั้งหมดเท่ากับ 2,940 คัน-ชั่วโมง และ 4,620 คัน-ชั่วโมง สำหรับอุบัติเหตุจราจรที่กีดขวาง 1 ช่องทางและ 2 ช่องทาง ตามลำดับ ส่วนความล่าช้าในการเดินทางเนื่องจากเหตุการณ์ยวดยานขัดข้อง มีค่าเท่ากับ 1,610 คัน-ชั่วโมง

2.6 การบริหารจัดการอุบัติการณ์จราจรบนทางด่วน

การบริหารจัดการอุบัติการณ์จราจรบนทางด่วน หมายถึง การประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและการวางแผนสำหรับจัดการกับการจราจรที่ติดขัดอันเนื่องจากอุบัติการณ์จราจรที่มีโอกาสเกิดขึ้นบนทุกๆส่วนของระบบทางด่วน โดยใช้ความสามารถของพนักงานและอุปกรณ์ สำหรับการตรวจพบ การตรวจสอบความถูกต้อง การตอบรับอุบัติการณ์อย่างรวดเร็วและปลอดภัย เพื่อปรับปรุงให้สภาพการจราจรกลับสู่สภาวะปกติโดยเร็วที่สุด



รูปที่ 2.5 แผนภาพการบริหารจัดการอุบัติการณ์จราจร

การบริหารจัดการอุบัติการณ์จราจรอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยพื้นฐานสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1. การตรวจพบและตรวจสอบความถูกต้องของเหตุการณ์

เป็นขบวนการที่ทำให้ทราบถึงการเกิดของอุบัติการณ์จราจร ซึ่งขบวนการดังกล่าวจะต้องมีความรวดเร็วและต้องตรวจสอบความถูกต้องของอุบัติการณ์ด้วย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการแจ้งประสานงานแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น ได้แก่ ตำแหน่งที่เกิดเหตุ สภาพการจราจรในขณะนั้น ลักษณะของอุบัติการณ์ อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการช่วยเหลือหรือกู้ภัย เป็นต้น โดยมีวิธีการสำหรับตรวจพบอุบัติการณ์ ดังนี้

- ตรวจพบจากระบบเครื่องตรวจพบอุบัติการณ์จราจร (Incident Detector System) ที่ติดตั้งบนระบบทางด่วน
- ตรวจพบจากโทรศัพท์ฉุกเฉินที่ติดตั้งไว้ข้างทาง
- ตรวจพบจากโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้ทาง
- ตรวจพบจากการรายงานของสายตรวจบนทางด่วน
- ตรวจพบจากระบบสังเกตการณ์ด้วยกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่สามารถควบคุมได้ในระยะไกล

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของเหตุการณ์และเพื่อทราบถึงข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นเพิ่มเติม สามารถตรวจสอบได้จากการส่งสายตรวจที่อยู่ใกล้จุดเกิดเหตุที่สุดไปตรวจสอบ หรือตรวจสอบจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่สามารถควบคุมได้ในระยะไกลที่ติดตั้งบนระบบทางด่วน โดยกล้องโทรทัศน์วงจรปิดต้องมีความสามารถได้เหมาะสม เช่น สามารถส่ายกล้องเป็น

มุมกว้างได้ สามารถกระดกขึ้นลงได้ และสามารถเปลี่ยนการขยายในการจับภาพได้ ซึ่งการติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิดต้องครอบคลุมและสามารถเห็นภาพได้ทุกจุดของทางด่วน

2. การบริหารจัดการอุบัติการณ์จราจร

เนื่องจากศูนย์ควบคุมระบบทางด่วนเป็นศูนย์รวมของข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ตำแหน่งที่เกิดเหตุ ตำแหน่งของพนักงานกู้ภัยที่ใกล้จุดเกิดเหตุที่สุด สภาพการจราจรหลังเกิดเหตุ รวมถึงแผนการก่อสร้างหรือแผนการบำรุงรักษาทางด่วน ดังนั้นศูนย์ควบคุมระบบทางด่วนจึงมีหน้าที่ประสานงาน กระตุ้น และจัดการขอความร่วมมือไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามความเหมาะสมของแต่ละบุคคลและอุปกรณ์ของหน่วยงานนั้นๆ นอกจากการบริหารจัดการของศูนย์ควบคุมระบบทางด่วนแล้ว ณ จุดเกิดเหตุยังต้องมีการบริหารจัดการด้วย โดยยึดหลักความปลอดภัยเป็นสำคัญ พนักงานกู้ภัยที่เข้าถึงที่เกิดเหตุต้องประเมินสถานการณ์ จัดลำดับก่อนหลังในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งนำพ้นกีดขวางอย่างรวดเร็ว ดังนั้นยวดยานของพนักงานกู้ภัยต้องสามารถเข้าถึงจุดเกิดเหตุได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่นสูง สามารถบรรทุกเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยเหลืออื่นๆ เช่น แม่แรง น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ น้ำสะอาด สายลาก ถังลม ถังดับเพลิง และสารเคมีทำความสะอาดผิวจราจร เครื่องมือพื้นฐาน กรวยยาง และสัญญาณไฟลูกศร

3. การให้ข้อมูลข่าวสารแก่ผู้ใช้ทาง

เป็นขบวนการหนึ่งที่ช่วยลดผลกระทบต่อการจราจรได้ เมื่อผู้ใช้ทางรับทราบข้อมูลอย่างทันเหตุการณ์ มีความถูกต้อง และเป็นประโยชน์ ทำให้ผู้ใช้ทางสามารถตัดสินใจเปลี่ยนเส้นทางเดินทาง ลดปริมาณยวดยานในแถวคอย ทำให้สภาพการจราจรกลับสู่สภาวะปกติโดยเร็ว ช่วยลดปัญหาอุบัติเหตุซ้ำซ้อนในแถวคอย โดยมีวิธีการแจ้งข้อมูลอุบัติการณ์จราจรแก่ผู้ใช้ทางดังนี้

- รายงานอุบัติการณ์จราจรทางสถานีวิทยุกระจายเสียง
- ประชาสัมพันธ์ทางสิ่งพิมพ์ สำหรับอุบัติการณ์จราจรที่มีแผนการที่แน่นอน
- ประกาศเป็นสัญลักษณ์หรือข้อความด้วยป้ายสัญญาณปรับได้และป้ายปรับเปลี่ยนข้อความแบบถาวรหรือรถบรรทุกป้ายปรับเปลี่ยนข้อความ