บทที่ 4

การวิเคราะห์เหตุการณ์ และความเร็วของยานพาหนะเกิดเหตุ

4.1 กล่าวนำ

การวิเคราะห์และลำดับเหตุการณ์ของการชนที่รุนแรงบนท้องถนน มีประโยชน์มากต่อการสืบสวนสาเหตุการชน เนื่องจากเหตุการณ์ในแต่ละขั้นตอนอาจมีสาเหตุแฝงอยู่ แต่การลำดับเหตุการณ์อาจเป็นเรื่องยาก หากผู้สืบสวนไม่ทราบว่าควรใช้ข้อมูลอะไรมาวิเคราะห์ และวิเคราะห์อย่างไร บทนี้ จะแสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์เหตุการณ์การชน และการประมาณความเร็วของยานพาหนะเกิดเหตุ จากความเสียหายและร่องรอยต่างๆ ที่เกิดขึ้น ณ สถานที่เกิดเหตุ

4.2 การวิเคราะห์เหตุการณ์การชน

เมื่อเกิดการชนของยานพาหนะบนท้องถนนขึ้น จะมีคำถามตามมาอยู่เสมอว่า “เหตุการณ์เป็นอย่างไร?” และ “ใครหรืออะไรเป็นสาเหตุ?” ซึ่งผู้ที่จะต้องตอบคำถามเหล่านี้ให้ได้ คือ ผู้สืบสวนการชน หัวข้อนี้จะกล่าวถึงการลำดับเหตุการณ์ลูกโซ่ (Chain of Events) และการตีความร่องรอยบนถนน

4.2.1 การลำดับเหตุการณ์ลูกโซ่ (Chain of Events)

ดังได้กล่าวแล้วว่า การชนบนท้องถนนเป็นผลจากเหตุการณ์ลูกโซ่ ดังนั้น จึงสามารถแบ่งเป็นเหตุการณ์ได้หลายขั้นตอน โดยขั้นตอนที่จะกล่าวถึงนี้อาจไม่ปรากฏครบทุกขั้นตอนในการชนบางกรณี ซึ่งจะได้อธิบายต่อไป เหตุการณ์ลูกโซ่ อาจอธิบายได้ตามจุดต่างๆ พร้อมภาพประกอบ 4.1 ซึ่งเป็นภาพของประเทศที่ขับรถชิดขวา แต่อย่างไรก็ตาม สามารถเทียบเคียงได้กับการขับรถชิดซ้าย อย่างประเทศไทย ดังนี้ (Military Police Traffic Operations Manual, 1977: 54) (ภาพประกอบ 4.1 แสดงลำดับเหตุการณ์ลูกโซ่ (Chain of Events))

ก. จุดที่สามารถรับรู้ได้ (Point of Possible Perception)

หมายถึง เวลาและตำแหน่งที่คนขับรถปกติมองเห็น แต่ไม่สามารถเข้าใจ หรือคาดการณ์การเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่อยู่เบื้องหน้าได้

ข. จุดรับรู้ (Point of Perception)

หมายถึง เวลาและตำแหน่งที่คนขับรถรับรู้ว่ากำลังจะมีอันตราย ซึ่งจุดนี้จะปรากฏอยู่หลังจุดที่สามารถรับรู้ได้ (Point of Possible Perception) ช่วงเวลาระหว่าง 2 จุดนี้ เรียกว่า “เวลาในการรับรู้ข้อมูล (Perception Time)” อย่างไรก็ตาม บางกรณีการชนอาจไม่ปรากฏจุดรับรู้ เช่น การชนที่คนขับรถกำลังสัปหงก หรือหลับใน เป็นต้น

ค. จุดที่ไม่รอดพ้นการชน (Point of No Escape)

หมายถึง เวลาและตำแหน่ง หลังจากที่คนขับรถไม่สามารถเลี่ยงการชนได้ ซึ่งจุดนี้อาจอยู่ก่อนหรือหลังจุดรับรู้ (Point of Perception) ก็ได้

ง. เหตุการณ์หลัก (Key Event)

เป็นลำดับเหตุการณ์ที่สำคัญที่สุด ซึ่งจะมีเพียงเหตุการณ์เดียวเท่านั้นในเหตุการชน โดยหมายถึงเหตุการณ์แรกที่ก่อให้เกิดอันตราย ทั้งนี้ เหตุการณ์หลัก อาจอธิบายได้ตามลักษณะการเกิดเหตุ ดังนี้

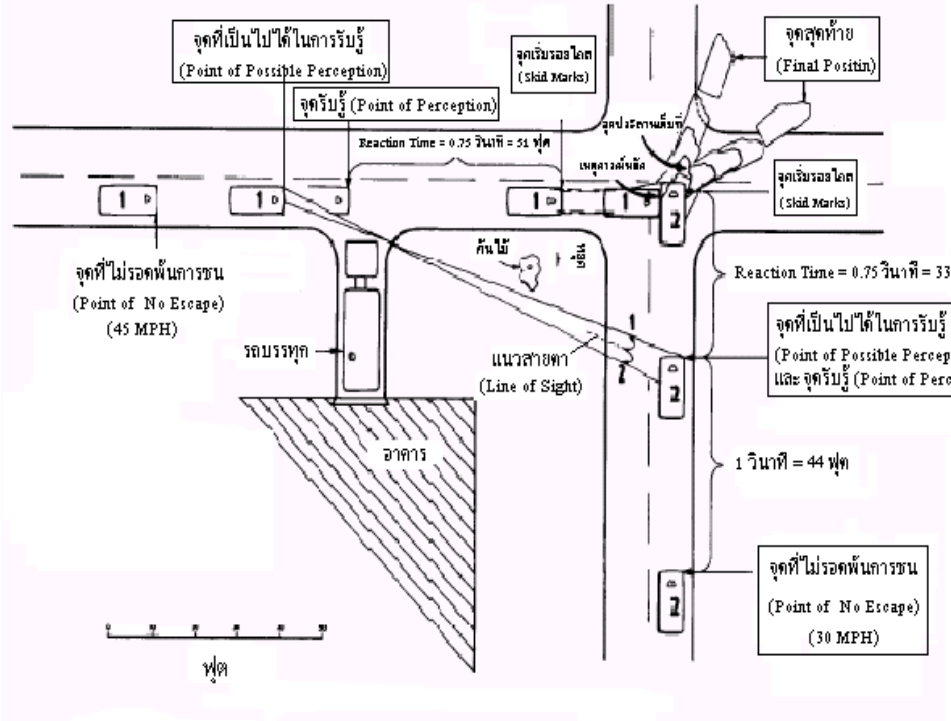
- **ชนกันบนถนน** กรณีนี้ เหตุการณ์หลัก จะเป็นเหตุการณ์ที่ยานพาหนะเริ่มกระแทก หรือเริ่มแตะกัน
- **ไม่ชนบนถนน** เป็นเหตุของยานพาหนะคันเดียว โดยเหตุการณ์หลักจะอยู่บนถนน เช่น เหตุการณ์ที่รถจักรยานยนต์ล้มเอง เป็นต้น
- **ชนหรือไม่ชนนอกถนน** กรณีที่เหตุการณ์แรกที่อันตราย เกิดขึ้นหลังจากยานพาหนะออกนอกถนนไปแล้ว เช่น คนขับรถหลบเด็กข้ามถนน แล้วไปชนกับต้นไม้ข้างทาง เหตุการณ์ที่ชนต้นไม้จึงเป็นเหตุการณ์หลัก เป็นต้น

จ. จุดที่ประสานเต็มที่ (Point of Maximum Engagement)

เป็นเวลา และตำแหน่งที่ยานพาหนะได้รับแรงกระแทกเต็มที่ ซึ่งเป็นจุดที่อยู่หลังจุดเริ่มกระแทก

ฉ. ตำแหน่งสุดท้าย (Final Position)

หมายถึง ตำแหน่งที่วัตถุทุกชนิดที่เกี่ยวข้องในการชนได้อยู่ ณ ตำแหน่งสุดท้ายแล้ว



ภาพประกอบ 4.1 ลำดับเหตุการณ์ลูกโซ่ (Chain of Events) (ขับชิดขวา)
ที่มา: Military Police Traffic Operations Manual, 1977: หน้า 54

จากภาพประกอบ 4.1 จะเห็นว่า ข้อมูลที่รู้จากที่เกิดเหตุ คือ 1. ตำแหน่งชน 2. ระยะจากตำแหน่งชน (Key Event) หรือจุดเริ่มต้นรอยไถล (Skid Marks) ถึงจุดรับรู้ข้อมูล (Point of Perception) และ 3. กำหนดค่า Reaction Time = 0.75 วินาที ทำให้สามารถหาความเร็วของยานพาหนะที่จุดรับรู้ข้อมูลได้ และยังสามารถระบุตำแหน่งจุดที่ไม่รอดพ้นการชน (Point of No Escape) ตามระยะเวลาที่ต้องการรู้ เช่น กรณียานพาหนะคันที่ 2 ไม่พบรอยไถล และระยะจากจุดชนถึงจุดรับรู้ข้อมูล เท่ากับ 33 ฟุต (~ 10 ม.) เมื่อค่า Reaction Time = 0.75 วินาที ดังนั้น ความเร็วที่จุดรับรู้ข้อมูล = (33 ÷ 0.75) × (3,600 ÷ 5,280) = 30 ไมล์ต่อชั่วโมง (~ 50 กม. /ชม.) และจุดที่ไม่รอดพ้นการชน ณ เวลาก่อนจุดรับรู้ข้อมูล 1 วินาที จะอยู่ที่ระยะ = (30 × 1 × 5,280 ÷ 3,600) = 44 ฟุต (~ 13 ม.) ก่อนจุดรับรู้ข้อมูล เป็นต้น *(1 ไมล์ = 5,280 ฟุต)* และในกรณียานพาหนะคันที่ 1 ก็ในทำนองเดียวกัน เพียงแต่เปลี่ยนจากระยะจากตำแหน่งชนถึงจุดรับรู้ข้อมูล เป็นระยะจากจุดเริ่มต้นรอยไถลถึงจุดรับรู้ข้อมูลแทน

ส่วนต่อไปจะกล่าวถึง การตีความร่องรอยบนถนน เพื่อเป็นแนวทางประกอบการหาตำแหน่งบางตำแหน่ง ดังที่กล่าวมา รวมถึงเพื่ออธิบายลักษณะการเกิดเหตุ

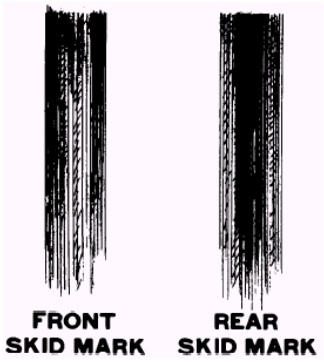
4.2.2 การตีความร่องรอยบนถนน

ร่องรอยต่างๆ บนถนน มีประโยชน์อย่างยิ่งในการใช้ลำดับเหตุการณ์ลูกโซ่ และเพื่อให้เข้าใจความหมายของร่องรอยต่างๆ บนถนน ส่วนนี้จะอธิบายความหมาย[1] ของรอยยางรถ (Tyre Marks) รอยเซาะร่อง (Gouges) รอยครูด (Scrapes) รอยของเหลว (Fluid) และเศษชิ้นส่วนเสียหาย (Debris)

ก. รอยยางรถ (Tyre Marks)

รอยยางรถ (Tyre Marks) สามารถบอกให้ทราบถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของรถก่อนและ/หรือหลังชน ตำแหน่งสุดท้ายของรถ และสามารถนำมาใช้คำนวณความเร็วของรถได้ รอยยางรถ แบ่งได้หลายชนิด คือ รอยไถล (Skid Marks) รอยถลอก (Scuff Marks) รอยร่องล้อ (Tracks) และ รอยแฉลบ (Yaw Marks) กล่าวคือ

- **รอยไถล (Skid Marks)** เป็นรอยยางที่เกิดจากล้อล็อคแล้วไถลไปบนถนน ทำให้รถเสียหลักและคนขับบังคับรถลำบาก จึงเป็นสาเหตุการชนได้ สังเกตได้จากเนื้อยางรถสีดำที่เกาะเป็นทางอยู่บนผิวจราจร ซึ่งอาจมีสาเหตุจาก การเหยียบเบรกแรงเกินไป การขับขี่บนถนนลื่น หรือระบบเบรกบกพร่อง อย่างไรก็ตาม ได้มีการพัฒนาด้านวิศวกรรมยานยนต์ เพื่อแก้ปัญหาล้อล็อค ที่เรียกว่า “ระบบเบรก ABS” (Anti-Lock Braking System) ทำให้การชนที่เกิดขึ้นปัจจุบัน มักไม่ปรากฏรอยไถลให้เห็นชัดเจนนัก (ภาพประกอบ 4.2 แสดงลักษณะของรอยไถล (Skid Marks) ที่ล้อหน้า และล้อหลังของรถยนต์)



ภาพประกอบ 4.2 ลักษณะของรอยไถล (Skid Marks)
ที่ล้อหน้า และล้อหลังของรถยนต์

---

[1] Horton, D. Documenting the Accident Scene and the Vehicles. Mississippi: Horton’s Investigative Services. Available at: http://www.legalinvestigator.com/articles.htm. Accessed January 17, 2002.

● **รอยถลอก (Scuff Marks)** เป็นรอยไถล (Skid Marks) ที่เกิดขึ้นขณะรถมีลมยางอ่อนเกินไป ทำให้ขอบล้อที่เป็นโลหะสามารถสัมผัสผิวจราจรได้ สังเกตเห็นได้จากรอยขอบล้อรถที่กินลงไปบนผิวจราจร

● **รอยร่องล้อ (Tracks)** เป็นรอยที่เกิดขึ้นจากการที่ล้อรถวิ่งผ่านไปบนผิวจราจรที่มีของเหลว หรือเศษทรายอยู่บนผิวจราจร ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้รถเสียหลัก จนทำให้เกิดการชนขึ้น

● **รอยแฉลบ (Yaw Marks)** เป็นรอยไถล (Skid Marks) ที่มีลักษณะโค้ง เนื่องจากการสบัดออกด้านข้างของยานพาหนะ ซึ่งมักเกิดบริเวณทางโค้ง แต่บนทางตรงก็เกิดได้ หากเกิดการล็อคเฉพาะล้อหลัง (ภาพประกอบ 4.3 แสดงลักษณะของรอยแฉลบ (Yaw Marks))

ภาพประกอบ 4.3 ลักษณะของรอยแฉลบ (Yaw Marks) (การขับรถชิดขวา)
ที่มา: Horton, 2002

ข. รอยเซาะร่อง (Gouges)

รอยเซาะร่อง (Gouges) เป็นรอยที่มีร่องลึกไปบนผิวจราจร เกิดจากการพลิกคว่ำของรถยนต์ หรือการล้มลงของรถจักรยานยนต์ แล้วมีส่วนของอุปกรณ์ที่มีลักษณะแหลมคมถูไปบนผิวจราจร ดังนั้น ร่องรอยนี้ จึงบอกให้ทราบถึงจุดพลิกคว่ำ หรือจุดล้มของยานพาหนะ ตลอดจนทิศทางที่ยานพาหนะเคลื่อนที่ไป

ค. รอยครูด (Scrapes)

รอยครูด (Scrapes) เกิดจากการเสียดสีระหว่างส่วนของยานพาหนะที่มีลักษณะมนไปบนผิวจราจร ลักษณะคล้ายรอยเซาะร่อง (Gouges) แต่ความรุนแรงหรือความชัดเจนบนผิวจราจร

จะน้อยกว่า ซึ่งอาจพิจารณาความแตกต่างได้คร่าวๆ กล่าวคือ รอยครูดจะมีความลึกน้อยกว่ารอยเซาะร่อง แต่มักมีระยะทางยาวกว่า ทั้งนี้ หากรอยเซาะร่องยาวมาก อาจหมายถึงรถวิ่งมาด้วยความเร็วสูง (ภาพประกอบ 4.4 แสดงลักษณะของรอยครูด (Scrapes) ที่เกิดจากรถจักรยานยนต์)

ภาพประกอบ 4.4 ลักษณะของรอยครูด (Scrapes) ที่เกิดจากรถจักรยานยนต์

ง. ของเหลว (Fluid)

ของเหลว (Fluid) มักพบได้บริเวณที่เกิดเหตุ ของเหลวดังกล่าวอาจเป็น น้ำมันเชื้อเพลิงจากถังบรรจุที่ได้รับความเสียหาย น้ำมันหล่อลื่นจากชิ้นส่วนอุปกรณ์ของยานพาหนะที่ได้รับความเสียหาย หรือรอยเลือดของผู้ขับขี่ ผู้โดยสาร หรือคนเดินเท้าที่ได้รับบาดเจ็บ ร่องรอยของเหลวดังกล่าว อาจบอกให้ทราบถึงตำแหน่งของจุดชน ทิศทางการเคลื่อนที่ ตำแหน่งของคนเจ็บ และตำแหน่งสุดท้ายที่ยานพาหนะจอดอยู่ (ภาพประกอบ 4.5 แสดงจุดสุดท้ายที่รถจักรยานยนต์จอดอยู่ จากรอยน้ำมันเชื้อเพลิง)

ภาพประกอบ 4.5 จุดสุดท้ายที่รถจักรยานยนต์จอดอยู่ จากรอยน้ำมันเชื้อเพลิง

จ. เศษชิ้นส่วนเสียหาย (Debris)

เศษชิ้นส่วนเสียหาย (Debris) เช่น เศษกระจก หรือเศษชิ้นส่วนของยานพาหนะที่ได้รับความเสียหาย ซึ่งปรากฏอยู่บริเวณที่เกิดเหตุ มักแสดงตำแหน่งชน (ภาพประกอบ 4.6 แสดงตำแหน่งชนที่บ่งชี้จากเศษชิ้นส่วนที่ตกอยู่)

ภาพประกอบ 4.6 ตำแหน่งชนที่บ่งชี้จากเศษชิ้นส่วนที่ตกอยู่

จากความหมายของร่องรอยต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นเพียงแนวทางในการตีความเท่านั้น เนื่องจากร่องรอยแต่ละชนิดสามารถสื่อความหมายได้หลายอย่าง ดังนั้น ในการตีความหมายจึงจำเป็นต้องใช้ดุลยพินิจของผู้สืบสวนตามแต่ละสถานการณ์ที่แตกต่างกันร่วมด้วยเป็นสำคัญ

4.3 การประมาณความเร็วของยานพาหนะเกิดเหตุ

หัวข้อนี้จะเป็นการประมาณความเร็วของยานพาหนะเกิดเหตุ ที่อยู่นอกเหนือจากวิธีการที่ได้แสดงไว้ในภาพประกอบ 4.1 โดยใช้สมการที่ได้จากผลการทดสอบและวิธีการอื่น เท่าที่รวบรวมได้ โดยจะแสดงวิธีการประมาณความเร็วของยานพาหนะเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรถยนต์ และกลุ่มรถจักรยานยนต์

4.3.1 การประมาณความเร็วของรถยนต์

ส่วนนี้ จะอธิบายวิธีการประมาณความเร็วของรถยนต์ จากการชนในกรณีชนเสา ชนคนเดินเท้าหรือรถจักรยาน และชนรถจักรยานยนต์ ตามลำดับ

ก. การประมาณความเร็วของรถยนต์ที่ชนเสา

Nystrom และ Kost (1993) ได้ทำการทดสอบการชนระหว่างรถยนต์กับเสา และได้ผลการทดสอบเสนอเป็นสมการที่ใช้ประมาณความเร็วที่จุดชน (Impact Speed) ดังสมการ (4.1) (Kloeden, et al., 1997b: 306)

$$V_i = V_n + C_m(K_1 - K_2 W) \qquad \text{-----(4.1)}$$

เมื่อ

V_i คือ ความเร็วที่จุดชน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

V_n คือ ความเร็วที่ไม่ทำให้เกิดการชน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

เท่ากับ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

C_m คือ ระยะยุบตัวสูงสุดของรถยนต์ (มิลลิเมตร)

ในกรณีที่พบว่า ทั้งเสาและยานพาหนะมีการยุบตัว ให้คิดระยะยุบตัวของเสากับระยะยุบตัวสูงสุดของรถยนต์รวมกัน

K_1 คือ ค่าคงที่

เท่ากับ 0.06072

K_2 คือ ค่าคงที่

เท่ากับ 4.874×10^{-6}

W คือ น้ำหนักของรถยนต์ (กิโลกรัม)

จากการวิเคราะห์ความไวของสมการ (4.1) พบว่า ค่าระยะยุบตัวสูงสุด (C_m) มีความไวสูง การนำสมการนี้มาใช้ จึงควรวัดอย่างรอบคอบ ส่วนค่าน้ำหนัก (W) มีความไวต่ำมาก จึงสามารถประเมินได้คร่าวๆ

อนึ่ง ในกรณีที่ไม่พบรอยไถล (Skid Marks) ก่อนชนเสา จะถือว่าความเร็วที่จุดชน (Impact Speed) เท่ากับความเร็วเดินทาง (Travelling Speed) แต่ในกรณีที่พบรอยไถล จะต้องหาความเร็วเดินทาง จากสมการ (4.2) (Kloeden, et al., 1997b: 305)

$$V_t = 3.6 \times \sqrt{\frac{(0.278V_i)^2 + 2\mu g a}{L}} \qquad \text{----- (4.2)}$$

เมื่อ

V_t คือ ความเร็วเดินทาง (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

V_i คือ ความเร็วที่จุดชน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถกับผิวจราจร

(จากตาราง 4.1 โดยใช้ค่าความเร็วที่จุดชน เพื่อเลือกค่า μ ที่เป็นค่ากลาง)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.806 เมตรต่อวินาที ^{2})

a คือ ระยะจากจุดเริ่มต้นของรอยเบรกถึงจุดชน (เมตร)

L คือ ร้อยละที่เหลืออยู่ของพลังงาน ทันทีทันใดที่ล้อล็อคจากการเบรก เท่ากับ ร้อยละ 80

(Kloeden, et al., 1997b, quoting Reed and Keskin, 1989)

ตาราง 4.1 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานบนผิวจราจรที่แตกต่างกัน

ประเภทและลักษณะผิวจราจร	แห้ง		เปียก	
	< 48 กม. /ชม.	> 48 กม. /ชม.	< 48 กม. /ชม.	> 48 กม. /ชม.
คอนกรีต				
ใหม่และคม	0.80 – 1.20	0.70 – 1.00	0.50 – 0.80	0.40 – 0.75
มน	0.60 – 0.80	0.60 – 0.75	0.45 – 0.70	0.45 – 0.65
ลื่น	0.55 - 0.75	0.50 – 0.65	0.45 - 0.65	0.45 – 0.60
ลาดยาง				
ใหม่และคม	0.80 – 1.20	0.65 – 1.00	0.50 - 0.80	0.45 - 0.75
มน	0.60 – 0.80	0.55 – 0.70	0.45 – 0.70	0.40 – 0.65
ลื่น	0.55 – 0.75	0.45 – 0.65	0.45 - 0.65	0.40 - 0.60

ที่มา : Clifford R. Tyner.,1995, quoting Volume 2 of the Traffic Accident Investigation Manual by Lynn B. Fricke., published by Northwestern University Traffic Institute, http://crtynerassociates.ns.ca/docs/paper1.htm

ข. การประมาณความเร็วของรถยนต์ที่ชนคนเดินเท้าหรือรถจักรยาน

ในการชนระหว่างรถยนต์กับคนเดินเท้าหรือรถจักรยาน จะสมมติให้พลังงานสูญเสียเนื่องจากการชนมีค่าน้อยมากจึงตัดทิ้งไม่นำมาคิด เนื่องจากรถยนต์มีมวลมากกว่าคนเดินเท้าหรือรถจักรยานมาก และส่วนใหญ่รถยนต์มักได้รับความเสียหายน้อย

เงื่อนไขการประมาณความเร็ว จะแบ่งเป็น 3 กรณี คือ มีรอยไถลหลังชน มีรอยไถลก่อนชน และไม่มีรอยไถล กล่าวคือ

● มีรอยไถลหลังชน

เมื่อคนขับรถยนต์เบรกหลังจากชน แล้วเริ่มไถลจนถึงตำแหน่งที่รถหยุดสนิท ความเร็วเดินทางและความเร็วที่จุดชนจะมีค่าเท่ากัน ดังสมการ (4.3)

$$V_t = 3.6 \times \sqrt{\frac{2\mu g a}{L}} \qquad \text{-----(4.3)}$$

เมื่อ

V_t คือ ความเร็วเดินทาง (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถกับผิวจราจร (เลือกค่าจากตาราง 4.1)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.806 เมตรต่อวินาที ^{2})

a คือ ความยาวของรอยไถล (Skid Marks) (เมตร)

L คือ ร้อยละที่เหลืออยู่ของพลังงาน ทันทีทันใดที่ล้อล็อคจากการเบรก เท่ากับ ร้อยละ 80

(Kloeden, et al., 1997b, quoting Reed and Keskin, 1989)

● มีรอยไถลก่อนชน

กรณีที่คนขับรถยนต์เบรกก่อนชน (ปรากฏรอยไถลก่อนถึงจุดชน) สามารถประมาณความเร็วที่จุดชนได้ (ไม่นำค่า L มาคิด เพราะล้อล็อคขณะชน) ดังสมการ (4.4)

$$V_i = 3.6 \times \sqrt{2\mu g a} \qquad \text{-----(4.4)}$$

เมื่อ

V_i คือ ความเร็วที่จุดชน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถกับผิวจราจร (ค่าในตาราง 4.1)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.806 เมตรต่อวินาที ^{2})

a คือ ระยะจากจุดเริ่มต้นของรอยไถลถึงจุดชน (เมตร)

และนำค่าความเร็วที่จุดชน (Impact Speed) ที่ได้ ไปคำนวณตามสมการ (4.2) เพื่อได้ออกมาเป็นความเร็วเดินทาง (Travelling Speed)

● ไม่มีรอยไถล

ในกรณีที่ไม่พบรอยไถลหรือรอยไถลไม่ชัดเจน แต่รู้ระยะทางจากจุดชนถึงตำแหน่งสุดท้ายของคนเดินเท้าที่กระเด็นไป ค่าความเร็วที่จุดชนสูงสุดและต่ำสุด สามารถประมาณได้ดังสมการ (4.5) และ (4.6) (Kloeden, et al., 1997b, quoting Searle and Searle, 1983)

$$V_{\min} = 3.6 \times \sqrt{\frac{2\mu g s}{1+\mu^2}} \qquad \text{-----(4.5)}$$

$$V_{\max} = 3.6 \times \sqrt{2\mu g s} \qquad \text{-----(4.6)}$$

เมื่อ

$V_{\min}$	คือ	ความเร็วที่จุดชนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
$V_{\max}$	คือ	ความเร็วที่จุดชนสูงสุดที่เป็นไปได้ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
μ	คือ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถกับผิวจราจร
	เท่ากับ	0.66 (ของคนเดินเท้ากับถนนลาดยาง)
g	คือ	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.806 เมตรต่อวินาที ^{2})
s	คือ	ระยะจากจุดชนถึงตำแหน่งสุดท้ายของคนเดินเท้า (เมตร)

แล้วนำค่าความเร็วที่จุดชนสูงสุดกับต่ำสุดรวมกันหาค่าเฉลี่ย จะถือเป็นค่าความเร็วที่จุดชนโดยเฉลี่ย ดังสมการ (4.7)

$$V_{mean} = \frac{V_{\min} + V_{\max}}{2} \qquad \text{-----(4.7)}$$

และจากค่าความเร็วที่จุดชนโดยเฉลี่ย (V_{mean}) ที่ได้ จะถือว่าเท่ากับความเร็วเดินทาง (Travelling Speed)

ค. การประมาณความเร็วของรถยนต์ที่ชนรถจักรยานยนต์

การประมาณความเร็วของรถยนต์ที่ชนรถจักรยานยนต์ สามารถคิดได้จากสมการ (4.5) และ (4.6) หากทราบค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างรถจักรยานยนต์ที่ล้มแล้วครูดไปกับถนน(μ)และค่าระยะจากจุดชนถึงตำแหน่งสุดท้ายที่รถจักรยานยนต์จอดอยู่(s) Eubanks (1999)

ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรถจักรยานยนต์ที่ครูดไปบนถนน เท่ากับ 0.40 – 0.50 สำหรับรถจักรยานยนต์ที่ไม่มีชิ้นส่วนใดแตกหักเสียหาย และเท่ากับ 0.50 – 0.70 สำหรับรถจักรยานยนต์ที่มีชิ้นส่วนที่แตกหักเสียหาย อย่างไรก็ตาม ความเร็วของรถยนต์ที่ประมาณได้นั้นยังขึ้นอยู่กับความเร็วของรถจักรยานยนต์ และลักษณะการเข้าชนด้วย กล่าวคือ 1. รถยนต์ชนท้ายรถจักรยานยนต์ที่กำลังเคลื่อนที่ ความเร็วที่แท้จริงของรถยนต์จะต่ำกว่าความเร็วที่คำนวณได้ 2. รถยนต์ชนประสานงากับรถจักรยานยนต์ ความเร็วที่แท้จริงของรถยนต์จะสูงกว่าความเร็วที่คำนวณได้ และ 3. รถยนต์ชนข้างรถจักรยานยนต์ ความเร็วที่แท้จริงของรถยนต์จะเท่ากับความเร็วที่คำนวณได้

4.3.2 การประมาณความเร็วของรถจักรยานยนต์

ส่วนนี้ จะอธิบายวิธีประมาณความเร็วของรถจักรยานยนต์ในกรณีล้มเอง และชนรถยนต์

ก. รถจักรยานยนต์ล้มเอง

ในกรณีที่คนขับรถจักรยานยนต์ล้มเอง สามารถประมาณความเร็วได้จากสมการ (4.8)

$$V_t = 5.09 \times \sqrt{\mu g d} \qquad \text{-----(4.8)}$$

เมื่อ

V_t คือ ความเร็วเดินทางของรถจักรยานยนต์ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างรถจักรยานยนต์กับพื้นถนน เท่ากับ 0.40 – 0.50 สำหรับรถจักรยานยนต์ที่ไม่มีชิ้นส่วนใดแตกหักเสียหาย และเท่ากับ 0.50 – 0.70 สำหรับมีชิ้นส่วนที่แตกหักเสียหาย (Eubanks, 1999)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.806 เมตรต่อวินาที ^{2})

d คือ ความยาวรอยครูด (เมตร)

ข. รถจักรยานยนต์ชนรถยนต์

จากการทดสอบการชนระหว่างรถจักรยานยนต์กับรถยนต์ ที่ความเร็วของรถจักรยานยนต์ตั้งแต่ 20 – 40 ไมล์ต่อชั่วโมง (ประมาณ 32 – 64 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ทำให้สามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ดังสมการ (4.9) (Eubanks, 1999) (ภาพประกอบ 4.7 แสดงภาพตัวอย่าง

การทดสอบการชนของรถจักรยานยนต์กับรถยนต์ที่ความเร็ว 40ไมล์ต่อชั่วโมง (64 กม. /ชม.) หลังจากชนแล้ว 0.33 วินาที)

$$V_i = 188 \times \sqrt{\frac{\Delta l_{car} + \Delta l_{wb} - 5.6}{W_{mc}}} \qquad \text{----- (4.9)}$$

เมื่อ

V_i	คือ	ความเร็วที่จุดชนของรถจักรยานยนต์ (ไมล์ต่อชั่วโมง)
Δl_{car}	คือ	ระยะยุบตัวของรถยนต์ (นิ้ว)
Δl_{wb}	คือ	ระยะยุบตัวของฐานล้อ (นิ้ว)
W_{mc}	คือ	น้ำหนักรถจักรยานยนต์ (ปอนด์)

ภาพประกอบ 4.7 ภาพตัวอย่างการทดสอบการชนของรถจักรยานยนต์กับรถยนต์ที่ความเร็ว 40 ไมล์ต่อชั่วโมง (64 กม./ชม.) หลังจากชนแล้ว 0.33 วินาที
ที่มา: Eubanks, 1999

เพื่อความสะดวกในการแทนค่า สามารถใช้สมการ (4.10) ซึ่งได้จากการแปลงหน่วยต่างๆ ในสมการ (4.9) แล้ว ดังนี้

$$V_i = 128 \times \sqrt{\frac{\Delta l_{car} + \Delta l_{wb} - 14.2}{W_{mc}}} \qquad \text{----- (4.10)}$$

เมื่อ

V_i	คือ	ความเร็วที่จุดชนของรถจักรยานยนต์ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

Δl_{car} คือ ระยะยุบตัวของรถยนต์ (เซนติเมตร)

Δl_{wb} คือ ระยะยุบตัวของฐานล้อ (เซนติเมตร)

W_{mc} คือ น้ำหนักรถจักรยานยนต์ (กิโลกรัม)

จากการวิเคราะห์ความไวของสมการ (4.9) และ (4.10) พบว่า การนำสมการนี้มาใช้จะต้องพยายามวัดค่าระยะยุบตัวของรถยนต์ (Δl_{car}) และค่าประเมินน้ำหนักจักรยานยนต์ (W_{mc}) ให้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด เนื่องจากตัวแปรเหล่านี้มีความไวสูง

แม้ว่าสมการ (4.9) หรือ (4.10) จะได้จากการทดสอบเฉพาะลักษณะการชนกับด้านข้างรถยนต์ แต่อย่างไรก็ตาม สมการนี้น่าจะประยุกต์ใช้ได้กับการชนระหว่างรถจักรยานยนต์กับวัตถุอื่นที่อยู่นิ่ง ซึ่งอาจไม่ใช่รถยนต์ก็ได้ เช่น ต้นไม้ เสาไฟฟ้า ขอบทางเท้า หรือเกาะกลาง เป็นต้น และหากใช้สมการนี้กับการชนในลักษณะอื่น เช่น การชนในลักษณะประสานงา ความเร็วที่แท้จริงของรถจักรยานยนต์จะต่ำกว่าความเร็วที่คำนวณได้ เนื่องจากการยุบตัวส่วนหนึ่ง เกิดจากพลังงานจลน์ของรถยนต์ที่วิ่งสวนมา ขณะที่หากเป็นการชนท้าย ความเร็วที่แท้จริงของรถจักรยานยนต์จะสูงกว่าความเร็วที่คำนวณได้ เนื่องจากระยะยุบตัวลดลงส่วนหนึ่ง จากความเร็วในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของรถยนต์ที่ถูกชนท้าย เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม สมการ (4.9) หรือ (4.10) ยังมีข้อจำกัดอีกประการหนึ่ง คือ ความเสียหายของทั้งรถจักรยานยนต์และวัตถุที่ชน (Δl_{car} + Δl_{wb}) จะต้องมีระยะยุบตัวรวมกันแล้วไม่ต่ำกว่า 5.6 นิ้ว (14.2 เซนติเมตร) มิเช่นนั้น สมการดังกล่าวจะไม่สามารถใช้ได้

จากรายละเอียดในหัวข้อ 4.2 และ 4.3 ที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการวางแผนดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคสนาม เพื่อใช้วิเคราะห์เหตุการณ์การชนบนท้องถนนที่เกิดขึ้น ตลอดจนการประมาณความเร็วของยานพาหนะที่เกิดเหตุ เพื่อประโยชน์ในการสรุปสาเหตุการชนอย่างมีเหตุผลต่อไป อย่างไรก็ตาม การรับฟังความเห็นของผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด ก็ไม่อาจละเลยได้ เนื่องจากอาจมีบางประเด็นที่ไม่สามารถทราบได้จากการพิจารณาสภาพที่เกิดเหตุเพียงอย่างเดียว