การสืบสวนสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุเชิงลึก : กรณีศึกษาอุบัติเหตุรถบัส 2 ชั้น พลิกคว่ำบนถนนเพชรเกษม จ.ประจวบคีรีขันธ์

In-depth Accident Investigation : A Case Study Bus Accident on Petkasem Road, Prachuapkhirikhan Province

กฤษณ์ เจ็ดวรรณะ[1]* และ กิตติศักดิ์ ดวงปั้น[2]

[1]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10300

[2]วิศวกรจราจรและขนส่ง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการขนส่งและจราจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับรถบัส 2 ชั้น โดยใช้วิธีการสืบสวนอุบัติเหตุเชิงลึก (In-depth Accident Investigation) ในการสืบค้นหาสาเหตุของอุบัติเหตุโดยวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่สามารถอธิบายเหตุการณ์ในช่วงเวลาวิกฤตทั้งเหตุการณ์ก่อนชนหรือก่อนการอุบัติเหตุ (Pre-crash) เหตุการณ์ขณะชน (During-crash) และเหตุการณ์หลังชน (Post-crash) และเป็นวิธีที่สามารถบ่งชี้ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของอุบัติเหตุได้ดีที่สุด โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกกรณีศึกษาอุบัติเหตุที่เกิดกับรถบัส 2 ชั้น ที่เกิดอุบัติเหตุในลักษณะรถพลิกคว่ำ เนื่องจากปัจจุบันการเดินทางด้วยรถบัส 2 ชั้น เป็นที่นิยมในหมู่นักท่องเที่ยว และมักพบเห็นข่าวอุบัติเหตุของรถบัส 2 ชั้น พลิกคว่ำที่มีความรุนแรงในหน้าหนังสือพิมพ์อยู่บ่อยครั้ง ผลสรุปจากการศึกษา พบว่า สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุเกิดมาจากหลายปัจจัยประกอบกัน ได้แก่ ความเร็วในการขับขี่ มิติของรถบัส 2 ชั้น สภาพผิวจราจร และลักษณะเรขาคณิตของจุดเกิดเหตุ

Abstract

The objective of the study is to investigate the cause of double-decker accident by in-depth accident investigation method. The method could describe the critical conditions of the accident which include pre-crash, during-crash, and post-crash. Moreover, the influencing factors of the accident can also be best explained by the method. In this study the rollover of double-decker accident is selected as a case study. The main reason is that in Thailand the double-deckers are usually used for sight-seeing purpose and there are also many reported severe accidents. In this study, it is found that the factors of the accident consist of speed, dimension of double-decker, road condition, and geometry of the accident place.

คำสำคัญ : การสืบสวนอุบัติเหตุเชิงลึก รถบัส 2 ชั้น การพลิกคว่ำ

Keywords : In-depth Accident Investigation, Coach Rollover

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ jedwanna@yahoo.com โทร. 0 2282 9009-15 ต่อ 6143

1. บทนำ

อุบัติเหตุจากการจราจรบนท้องถนน เป็นปัญหาระดับชาติ และมีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ประเทศชาติสูญเสียทรัพยากรเป็นมูลค่ามหาศาลในแต่ละปี ข้อมูลสถิติคดีอุบัติเหตุจากการจราจรของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ พบว่า ปี 2553 มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 59,851 ครั้ง ทำให้มีผู้เสียชีวิต 3,677ราย บาดเจ็บ 13,920 ราย มูลค่าทรัพย์สินเสียหายกว่า 100 ล้านบาท

สำหรับการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับรถบัส 2 ชั้น เนื่องจากอุบัติเหตุที่เกิดกับรถบัส 2 ชั้น แต่ละครั้งมักมีความรุนแรง เช่น มีผู้เสียชีวิต และบาดเจ็บเป็นจำนวนมาก ซึ่งควรมีมาตรการในการป้องกันอุบัติเหตุอย่างเร่งด่วน โดยมีขอบเขตการศึกษาจากอุบัติเหตุที่เกิดกับรถบัส 2 ชั้น ในลักษณะการพลิกคว่ำ (Rollover) บนทางหลวง โดยการใช้วิธีการสืบสวนอุบัติเหตุเชิงลึก (In-depth Accident Investigation) ในการสืบค้นหาสาเหตุของอุบัติเหตุ

2. วิธีการศึกษา

การเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการสืบสวนอุบัติเหตุเชิงลึก(In-depth Accident Investigation) ประกอบด้วยการดำเนินการใน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุ ในสนาม 2) การสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ

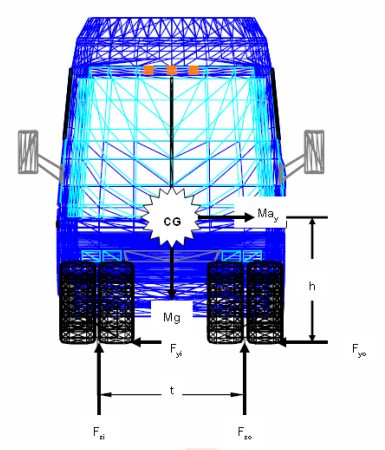
รูปที่ 1 ภาพถ่ายอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

2.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 การตรวจสอบเปรียบเทียบความเร็ว และพฤติกรรมการขับขี่ ผู้วิจัยทำการสำรวจความเร็วของรถบัส 2 ชั้น ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับรถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุ โดยสุ่มตรวจวัดความเร็วในการขับขี่ผ่านบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ ภายใต้สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่เกิดเหตุ ได้แก่ ช่วงเวลา และสภาพแวดล้อมเดียวกันกับวันที่เกิดเหตุ เพื่อเปรียบเทียบกับความเร็วที่แนะนำบนถนนช่วงดังกล่าว

2.1.2 การคำนวณความเร็วของรถบัสคันเกิดเหตุ จากอัตราทดเกียร์ และเฟืองท้ายโดยสมการ $v = (4.787D.RPM)/(1000FDR.IR)$ เมื่อ v คือความเร็ว, D = เส้นผ่าศูนย์กลางล้อ, RPM = ความเร็วรอบ, FDR = อัตราทดเฟืองท้าย, IR = อัตราทดเกียร์

2.1.3 การคำนวณความเร็วที่ทำให้รถเริ่มพลิกคว่ำ (Rollover) โดยสมการ $v = \sqrt{gR\left(\frac{t}{2h}\right)}$ เมื่อ v คือความเร็วที่ทำให้รถเริ่มพลิกคว่ำ, R คือรัศมีโค้ง, t คือระยะห่างระหว่างล้อด้านซ้ายและล้อด้านขวา และ h คือค่าความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของรถจากพื้นถนน



รูปที่ 2 แสดงแรงต่างๆ ที่กระทำกับรถขณะวิ่งในโค้ง

2.1.4 การคำนวณความเร็วที่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง (Sliding out of curve) โดยใช้สมการ $v=\sqrt{gR(e+f)}$ เมื่อ v คือความเร็วที่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง, R คือรัศมีโค้ง, e คือ อัตราการยกโค้ง และ f คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไถลทางด้านข้างระหว่างล้อกับผิวถนน (Side friction) ในการศึกษานี้ใช้ค่า 0.15 ซึ่งเป็นค่าแนะนำให้ใช้สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา (Koorey et al, 2001)

2.1.5 การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุโดยวิธี Haddon Matrix เป็นวิธีการที่คิดค้นโดย William Haddon (1) นำมาใช้อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ 3 ด้าน คือ คน รถ ถนนและสิ่งแวดล้อม ใน 3 ช่วงเวลาสำคัญ คือ ก่อนชน ขณะชน และหลังชน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นจากอุบัติเหตุ

ปัจจัยด้านคน คือ คนขับรถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุ ใช้ช่องจราจรขวาและใช้ความเร็วในการขับขี่ก่อนลงเนินอยู่ในช่วง 80-100 กม./ชม. ผู้ขับขี่เหยียบเบรก และใช้อุปกรณ์ retarder (Engine Braking Technical) ก่อนรถเสียหลักพลิกคว่ำ

ปัจจัยด้านถนน คือ ลักษณะเรขาคณิตของจุดเกิดเหตุเป็นทางลงเนินและต่อเนื่องด้วยทางโค้ง

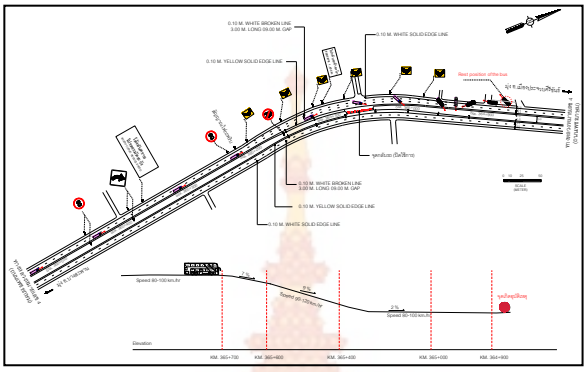
รูปที่ 3 กายภาพถนนที่จุดเกิดอุบัติเหตุ

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม คือ ขณะเกิดเหตุเป็นช่วงที่มีฝนตก

ปัจจัยด้านยานพาหนะ คือ รถบัส 2 ชั้นคันที่เกิดอุบัติเหตุ เป็นรถประกอบใหม่ ใช้งานมา ประมาณ 3 เดือน อุปกรณ์ต่างๆ ภายในรถครบถ้วน

3.2 การตรวจสอบเปรียบเทียบความเร็ว

การตรวจสอบเปรียบเทียบความเร็ว และพฤติกรรมการขับขี่ ของรถบัส 2 ชั้น ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับรถบัส 2 ชั้น ที่เกิดอุบัติเหตุ ภายใต้สถานการณ์ใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ พบว่า ล่องลงเนินรถบัส 2 ชั้น ใช้ความเร็วอยู่ในช่วง 80-100 กม./ชม. ในขณะที่ลงเนินช่วงของความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 90-100 กม./ชม. และขณะเข้าทางโค้งมีความเร็วในช่วง 80-100 กม./ชม. (บริเวณจุดเกิดเหตุเป็นเขตจำกัดความเร็ว 90 กม./ชม.)



รูปที่ 4 แสดงผลการสำรวจความเร็วของรถบัส

3.3 การคำนวณความเร็ว

ผลจากการคำนวณค่าความเร็วของรถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุ จากอัตราทดเกียร์ และเฟืองท้าย พบว่า รถบัส 2 ชั้น คันเกิดเหตุมีความเร็วอยู่ในช่วง 57.7 ถึง 103.8 กม./ชม. เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความเร็วที่ได้จากการสำรวจรถบัส 2 ชั้น ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับรถบัส 2 ชั้น ที่เกิดอุบัติเหตุ ภายใต้สถานการณ์ใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ สามารถสรุปได้ว่า ค่าความเร็วของรถบัส 2ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุ มีความเร็วอยู่ในช่วง 80-103.8 กม./ชม. สำหรับลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งสามารถประเมินเบื้องต้นจากการเปรียบเทียบกับค่าความเร็วที่ทำให้รถเริ่มพลิกคว่ำ (Rollover) ซึ่งมีค่า 120-130กม./ชม. และ ความเร็วที่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง (Sliding out of curve) 75.6-83.7 กม./ชม. พบว่า รถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุ มีลักษณะของการไถลออกนอกโค้งนอก

ตารางที่ 1 แสดงผลการคำนวณค่าความเร็วจากอัตราทดเกียร์และเฟืองท้าย

v = (4.787D.RPM)/(1000FDR.IR)	เกียร์	ความเร็ว (กม./ชม.)	
D = เส้นผ่าศูนย์กลางล้อ (= 40 นิ้ว)		RPM	
RPM = ความเร็วรอบ		min	max
FDR = อัตราทดเฟืองท้าย, (R660 = 2.92)		1100	1900
IR = อัตราทดเกียร์, รุ่น GR875R	8 (Top gear)	72.1	124.6
= 1 (เกียร์ 8)	6 (IR = 1.2)	60.1	103.8
= 1.2-1.25 (เกียร์ 6)	6 (IR = 1.25)	57.7	99.7

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าความเร็วที่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง (Sliding out of curve)

ความเร็วที่ทำให้รถเริ่มพลิกคว่ำ (Rollover) $v=\sqrt{gR\left(\frac{t}{2h}\right)}$ (กม./ชม.) โดย R = 300, t = 2.0 - 2.5	**ความเร็วที่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง (Sliding out of curve)** $v=\sqrt{gR(e+f)}$ (กม./ชม.) โดย R = 300 , f = 0.15	
	e = 0.0%	e = 3.4%
120-130	75.6	83.7

3.4 การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุโดยวิธี Haddon Matrix พบว่า มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ ดังนี้

ปัจจัยด้านคน คือ ขณะที่รถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุ แล่นลงเนินลาดชัน และกำลังเข้าทางโค้งด้วยความเร็วในช่วง 80-103.8 กม./ชม. ขณะนั้นผู้ขับขี่รถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุชะลอความเร็ว โดยการเหยียบแป้นเบรก และใช้อุปกรณ์ retarder (Engine Braking Technical) โดยอุปกรณ์นี้บริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้บริเวณทางภูเขา และเมื่อผู้ขับขี่รถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุใช้ในลักษณะชะลอความเร็วรถอย่างกะทันหัน ทำให้รถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุเกิดอาการท้ายสะบัด (Over-steer) ไปทางด้านซ้าย ขณะนั้นผู้ขับขี่พยายามควบคุมรถให้อยู่ในช่องจราจร โดยการหมุนพวงมาลัยไปทางซ้ายในลักษณะ Over-correction ในแง่ของ counter-steering ทำให้รถบัสเกิดอาการ “หมุน” (yaw) ขณะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า จนหลุดโค้งนอก ในลักษณะกลิ้งตกคันทางด้านซ้ายของถนน

ปัจจัยด้านถนนและสภาพแวดล้อม คือ สภาพผิวจราจรบริเวณจุดเกิดเหตุซึ่งบริเวณทางโค้ง เป็นผิวจราจรชนิดลาดยาง และเป็นผิวจราจรเก่าที่ผ่านการใช้งานมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง ทำให้ผิวจราจรด้านหน้ามีการสึกกร่อน ลักษณะดังกล่าวเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้สภาพถนนมีความฝืด (Friction) ลงลดจากสภาพถนนแห้ง ประกอบกับบริเวณจุดเกิดเหตุมีลักษณะเป็นทางโค้งขวา จึงมีการยกโค้งทำให้น้ำฝนไหลจากผิวจราจรด้านซ้ายไปสะสมยังผิวจราจรด้านขวาก่อนที่จะเข้าสู่ช่องระบายน้ำ ลักษณะเช่นนี้ ทำให้หน้ายางของรถบัสไม่สามารถสัมผัสกับผิวจราจรได้อย่างเต็มที่

ปัจจัยที่ส่งผลให้อุบัติเหตุมีความรุนแรง คือ ปัจจัยด้านถนนและสิ่งแวดล้อม คือ ความลาดชันของคันทางด้านซ้ายของถนน ทำให้รถเกิดอาการ “กลิ้ง” (Roll) เมื่อรถเสียหลักไปข้างทาง และปัจจัยด้านยานพาหนะ คือ การกลิ้งทำให้ส่วนที่มีน้ำหนักมากของรถ (คือ เครื่อง เกียร์ และเฟืองท้าย) ซึ่งอยู่รวมกันที่บริเวณส่วนท้ายของตัวรถ (Maximum mass-centroid) กระแทกและกดทับโครงสร้างหลังคา ซึ่งเป็นส่วนที่อ่อนแอของตัวรถทำให้หลังคายุบตัว (Deformed) อย่างมากทำให้ผู้โดยสารที่อยู่ด้านท้ายรถเสียชีวิต 8 ราย

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ

	ก่อนชน	**ขณะชน**	**หลังชน**
คน	-	- ผู้ขับขี่รถบัสใช้วิธีการชะลอความเร็วที่ไม่เหมาะสม	-
ยานพาหนะ	-	-	-

ถนนและสภาพแวดล้อม	- ลักษณะเรขาคณิตของถนน เป็นทางลงเนินที่ค่อนข้างชัน และต่อด้วยทางโค้ง - ผิวจราจรที่ทางโค้งมีสภาพเก่า - มีฝนตกทำให้สภาพผิวจราจรค่อนข้างลื่น	-	-

4. สรุป

4.1 ความเร็วของรถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดเหตุ อยู่ในช่วง 80-103.8 กม./ชม.

4.2 ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุในกรณีนี้คือ รถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุเกิดอาการอาการท้ายสะบัด (Over-steer) ไปทางด้านซ้าย เมื่อผู้ขับขี่พยายามควบคุมรถให้อยู่ในช่องจราจร โดยการหมุนพวงมาลัยไปทางซ้ายในลักษณะ Over-correction ในแง่ของ counter-steering ทำให้รถบัสเกิดอาการ “หมุน”(yaw) ขณะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าจนหลุดโค้งนอก จากนั้นรถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุกลิ้งตกคันทางด้านซ้ายของถนนในลักษณะพลิกคว่ำ

4.3 สาเหตุที่ทำให้รถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุไถลออกนอกโค้งและพลิกคว่ำ เกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน คือ

ปัจจัยด้านคน คือ ความเร็วของรถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุ (80-103.8 กม./ชม.) สูงกว่าที่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง (75.6-83.7 กม./ชม.)

ปัจจัยด้านถนนและสภาพแวดล้อม คือ กายภาพของถนนที่เป็นทางลงเนิน และต่อด้วยทางโค้ง ประกอบกับช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุมีฝนตกลงมา และสภาพผิวจราจรที่ค่อนข้างเก่า เมื่อเปียกน้ำฝนทำให้ค่าความฝืดของถนน (Side friction) ลดลงและในขณะที่ผู้ขับขี่รถบัส 2 ชั้น คันที่เกิดอุบัติเหตุใช้วิธีการชะลอความเร็วโดยการเหยียบแป้นเบรก และใช้อุปกรณ์ retarder (Engine Braking Technical) ซึ่งทำให้รถเกิดอาการท้ายสะบัด

4.4 สาเหตุที่ทำให้อุบัติเหตุมีความรุนแรง คือ ความลาดชันของคันทางด้านซ้ายของถนน ทำให้รถเกิดอาการ “กลิ้ง” (Roll) และทำให้ส่วนที่มีน้ำหนักมากของรถ (คือ เครื่อง เกียร์ และเฟืองท้าย) ซึ่งอยู่รวมกันที่บริเวณส่วนท้ายของตัวรถ (Maximum mass-centroid) กระแทกและกดทับโครงสร้างหลังคา ซึ่งเป็นส่วนที่อ่อนแอของตัวรถ ทำให้หลังคายุบตัว (Deformed) อย่างมากทำให้ผู้โดยสารที่อยู่ด้านท้ายรถเสียชีวิต 8 ราย

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณหน่วยงานที่สนับสนุนข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ ได้แก่ สำนักงานระบาดวิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สภ.บางสะพานน้อย รพ.บางสะพาน และมูลนิธิ อาสากู้ภัยในพื้นที่

6. เอกสารอ้างอิง

สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. 2553. **สถิติอุบัติเหตุจราจร.**Traffic Collision Investigation,
NORTHWESTERN UNIVERSITY CENTER FOR PUBLIC SAFETY, EVANSTON, ILLINOIS, 2006.
VIHICLE CRASH MECHANICS, CRC Press LLC, 2002.

Haddon W Jr. 1970. On the escape of tigers: an ecologic note**. Am J Public** (1970, December). **Health Nations Health 60.**

Gillespie, T. D. 1994**. Fundamentals of Vehicle Dynamics.** Michigan, Society of Automotive Engineers, Inc.,.

Koorey, G., et, al,. 2001. Curve advisory speeds in New Zealand. **Transfund New Zealand Research Report** No.226.