

อุปกรณ์เสริมท้ายรถบรรทุกเพื่อประหยัดเชื้อเพลิง

The Truck Rear Accessories for Saving Fuel

ปรัชญา มุขดา^{1*}, พิเชฐ นิลดวงดี¹, ชวงชัย ชูปวา¹, อุทัย ผ่องรัชมี¹, วิระพันธ์ สีหนาม² และกุลเชษฐ์ เพียรทอง²

¹สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ตำบลนาวัน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตำบลศรีโค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

*ผู้ติดต่อ ปรัชญา มุขดา: mukdaen@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 087-959-7828, เบอร์โทรสาร 032-414455

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาด้านอากาศพลศาสตร์ของรถบรรทุก เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะ การไหลของอากาศ เช่น การกระจายตัวของความดัน การกระจายตัวของความเร็ว การหมุนวนของอากาศ และการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์แรงต้าน โดยมีเงื่อนไขคือ การเปลี่ยนแปลงรูปทรงท้ายกระบะของรถบรรทุก โดยใช้โปรแกรมการคำนวณเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ CFD เป็นเครื่องมือในการทดสอบ ซึ่งมีกรณีศึกษา 5 กรณี ประกอบด้วย (1) กรณีรถบรรทุกปกติ (2) กรณีปิดกระบะบรรทุก (3) กรณีเปิดกระบะบรรทุกออก (4) กรณีเสริมท้ายกระบะด้วยแผ่นเอียง และ (5) กรณีเสริมท้ายกระบะแบบทรงรี ซึ่งจากผลการทดสอบแรงต้านโดย CFD ทำให้สามารถนำมาคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้ ซึ่งถูกเปรียบเทียบกับกรณี (1) รถบรรทุกปกติ ให้ผลดังนี้คือ กรณี (2) ปิดกระบะบรรทุก อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เพิ่มขึ้น 7.76% กรณี (3) เปิดกระบะบรรทุกออก ลดลง 8.63% กรณี (4) เสริมท้ายกระบะด้วยแผ่นเอียง ลดลง 12.73% และ กรณี (5) เสริมท้ายกระบะแบบทรงรี ลดลง 21.86 % นอกจากนี้ ได้นำกรณีเสริมท้ายกระบะ ด้วยแผ่นเอียง เป็นกรณีศึกษาในการสร้างและทดสอบจริง ซึ่งสามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้จริง 10.10%

คำหลัก: อากาศพลศาสตร์, รถบรรทุก, ค่าแรงต้านเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์

Abstract

This research is a study on aerodynamics of trucks in order to investigate the characteristic of airflow, such as pressure distribution, velocity distribution, the recirculation of airflow and the drag coefficient variation. Tested conditions are variations of truck box rear shapes. The 3 dimensional computational fluid dynamics (CFD) techniques are used as a tool for the testing. Five studied cases are, (1) the normal truck (2) the truck close box (3) the box off (4) inner flaps all side and (5) the ellipsoid flaps. Obtaining drag force by CFD, the fuel consumption can then be calculated and compared to case study (1) the normal truck. Resulting are, (2) the box off, the fuel consumption increases by 7.76 percent, (3) the truck close box, the fuel consumption decreases by 8.63 percent, (4) Inner flaps all side, the fuel consumption decreases by 12.73 percent, and (5) the ellipsoid flaps, the fuel consumption decreases by 21.86 percent. In addition, the inner flaps all side has been tested in the real traffic condition and gives the decreases in actual fuel consumption by 10.10 percent.

Keyword: Aerodynamics, Truck, Computational Fluid Dynamics.

CST-63

1. บทนำ

การขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ เป็นตัวแปรที่มีผลทำให้เกิดวิกฤตด้านพลังงานของประเทศไทย เพราะพลังงานเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ระบบเศรษฐกิจสามารถขับเคลื่อน ซึ่งจากข้อมูลการใช้พลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจปี 2554 [1] ซึ่งการขนส่งมีปริมาณการใช้พลังงานมากที่สุดเทียบเท่ากับการใช้พลังงานในอุตสาหกรรม

ตาราง 1 ปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการขนส่ง แยกตามประเภทการขนส่ง ปี 2554 [1]

ประเภทการขนส่ง	100%	หน่วย : (พันตัน) เทียบเท่า น้ำมันดิบ
รถบรรทุก	75.96 %	17,684
รถไฟ	0.45 %	104
เรือ	7.07 %	1,645
เครื่องบิน	16.52%	3,847

ซึ่งการขนส่งสินค้าและวัตถุดิบ จำเป็นต้องใช้ยานพาหนะที่มีขนาดใหญ่เพื่อความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น รถไฟ เรือ หรือเครื่องบิน แต่เนื่องจากระบบการจัดการการส่งสินค้า (Logistics) ภายในประเทศยังไม่มีพัฒนาที่ดีพอกับการคมนาคมขนส่งของยานพาหนะดังกล่าว รถบรรทุกขนาดใหญ่ หรือรถบรรทุกที่มีขนาดมากกว่า 10 ตัน จึงเป็นยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งภายในประเทศมากที่สุด เพราะความเหมาะสมกับสภาพถนน สภาพภูมิประเทศ และต้นทุนในการขนส่ง ดังนั้นในภาครัฐจึงต้องมีมาตรการในการใช้พลังงานของรถบรรทุกให้ลดลงมากที่สุด

การส่งเสริมการใช้รถบรรทุกประหยัดพลังงาน ก็เป็นนโยบายหนึ่งของมาตรการ ซึ่งภาคอุตสาหกรรมการผลิต และนักวิจัย จึงพยายามคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ที่สามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถบรรทุกให้มากที่สุด อาทิเช่น การ

ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้น การใช้พลังงานทดแทน การใช้เครื่องยนต์พลังงานแบบผสม (Hybrid engine) ก็เป็นหนทางหนึ่ง ที่จะทำให้มาตรการนั้นประสบผลสำเร็จ แต่ที่สำคัญไม่น้อยกว่าเรื่องของเครื่องยนต์ก็คือ การลดแรงต้านอากาศ ซึ่งเรายังไม่มีการศึกษา ในเชิงออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อลดแรงต้าน หรือพัฒนามากนัก [2]

การพัฒนาองค์ความรู้ด้านอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) ของชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือตัวถังของรถบรรทุกขนาดใหญ่ จึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งรูปทรงของรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้กันในประเทศไทย ถึงแม้จะมีการออกแบบที่ดีอยู่แล้ว แต่ก็สามารถปรับปรุง หรือดัดแปลง ให้มีแรงต้านอากาศต่ำลงได้อีก และในการใช้งานจริง ผู้ใช้มักจะติดตั้งอุปกรณ์เสริม ทำให้การใช้งานผิดไปจากต้นแบบเสมอ ค่าแรงต้านอากาศของรถที่ถูกดัดแปลงจะไม่เท่าเดิม ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยไม่จำเป็น

ซึ่งตามหลักการ แรงต้านที่เกิดขึ้นกับรถบรรทุกนั้นจะสามารถวิเคราะห์ได้จาก การเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของความดันด้านหน้าและด้านท้ายกระบะของรถ โดยปัจจัยหลักของการออกแบบอุปกรณ์เสริมก็ คือเพื่อลดความดันด้านหน้า และเพิ่มความดันในด้านท้ายของรถ โดยสามารถวิเคราะห์ได้จากสมการที่ (1) [3] เมื่อ F_D คือแรงดันรวมของรถ (N), p คือค่าแรงดันอากาศ (N/m^2), A คือพื้นที่หน้าตัด ด้านหน้าและด้านหลังของรถ

$$F_D = \int_{front} p \cos \theta dA - \int_{back} p \cos \theta dA \quad (1)$$

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ จะนำความรู้เรื่องอากาศพลศาสตร์ของรถบรรทุกขนาดใหญ่ ขนาด 10.8 ตัน (รูปที่ 1) มาศึกษาสัมประสิทธิ์แรงต้าน และแรงต้านอากาศ จะทำการศึกษาทั้งการทดลอง ด้านการจำลองโดยใช้โปรแกรมการจำลองเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ (Computational Fluid Dynamics: CFD) จนนำไปสู่การออกแบบสร้างอุปกรณ์เสริม และ

CST-63

สรุปข้อบกพร่องของการใช้งานปัจจุบัน พร้อมทั้งเสนอแนวทางแก้ไข วิธีการใช้งานที่เหมาะสมที่สุด เพื่อลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงให้มากที่สุด



รูปที่ 1 รถบรรทุกขนาด 10.8 ตัน ที่ใช้ในการทดสอบ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ทดสอบแบบจำลองรถกระบะในอุโมงค์ลม

การจำลองเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ (CFD) จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบเพื่อยืนยันผลกับการทดลอง ก่อนนำมาใช้ทดสอบการจำลองรถบรรทุก (Validation) โดยใช้อุโมงค์ลมแบบเปิดดูดอากาศ ผ่านแบบจำลองรถกระบะ อัตราส่วน 1:20 ของรถขนาดจริง ทดสอบสัมประสิทธิ์แรงต้านเปรียบเทียบกับ CFD

ข้อมูลทางเทคนิคของอุโมงค์ลม

- พัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.48 เมตร
- มอเตอร์ขนาด 3.7 กิโลวัตต์, แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์, 3 เฟส, ความถี่ 50 เฮิร์ต
- ความเร็วส่วนทดสอบสูงสุด 25 เมตรต่อวินาที



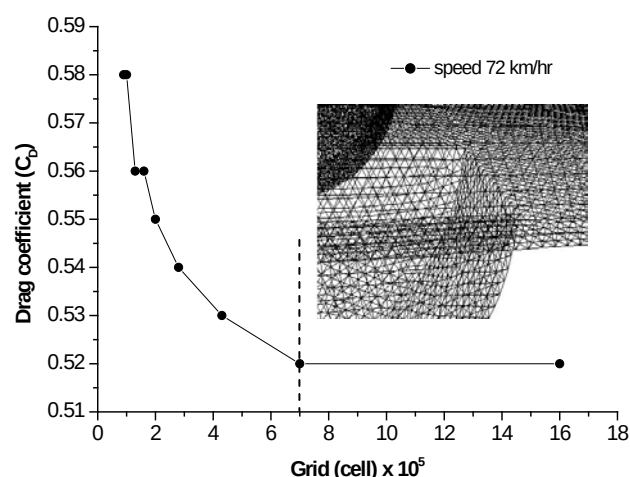
รูปที่ 2 อุโมงค์ลม ลักษณะการทดสอบแบบจำลอง [4]

2.2 ทดสอบแบบจำลองโดยวิธีจำลองเชิงตัวเลข

ตารางที่ 2 เงื่อนไขการจำลองเชิงตัวเลข

โปรแกรม GAMBIT 3D	
ขอบเขตทางด้านเข้า (Inlet boundary condition)	Velocity inlet
ขอบเขตทางด้านออก (Outlet boundary condition)	Pressure outlet
จำนวน Grid (รูปพีระมิด)	728,644 cell
โปรแกรม FLUENT 3D	
ระเบียบการแก้ปัญหา (Solver)	Segregated Solver
ระเบียบวิธีคำนวณ (Linearization)	Implicit method
แบบจำลองความปั่นป่วน (Turbulent model)	Standard k-epsilon
ระเบียบการแก้ปัญหาการไหลใกล้ผนัง (Near-wall treatment method)	Standard wall function
ความเร็วในการทดสอบ	10 – 25 m/s

หมายเหตุ 728,644 cell ได้มาจากการวิเคราะห์ mesh independent ตามรูปที่ 3 ข้างล่าง

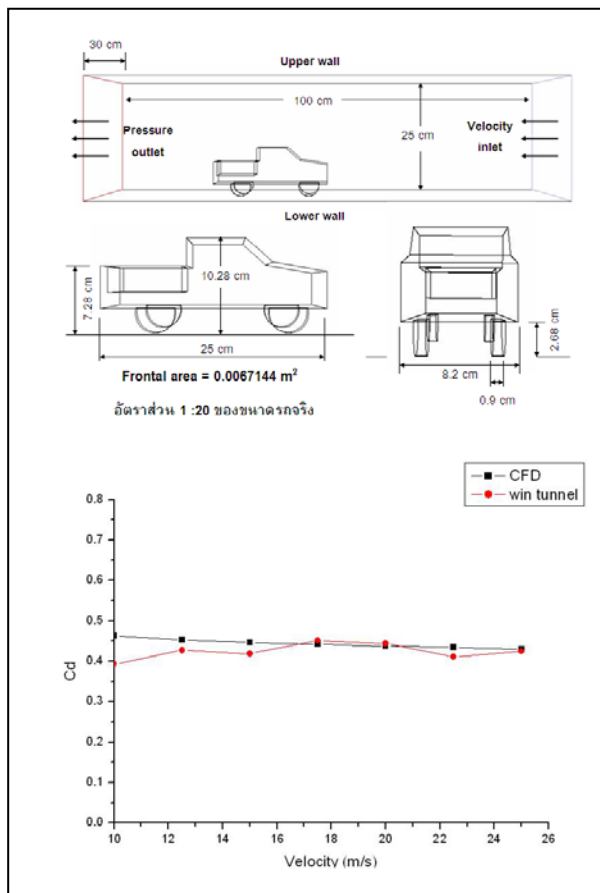


รูปที่ 3 ลักษณะ การเปรียบเทียบจำนวน Grid กับ C_D

จากข้อมูลข้างต้น เป็นข้อมูลของเครื่องมือในการทดสอบสัมประสิทธิ์แรงต้าน ทั้งด้านการทดลองโดยอุโมงค์ลม และการจำลอง CFD ซึ่งให้ผลแตกต่าง

CST-63

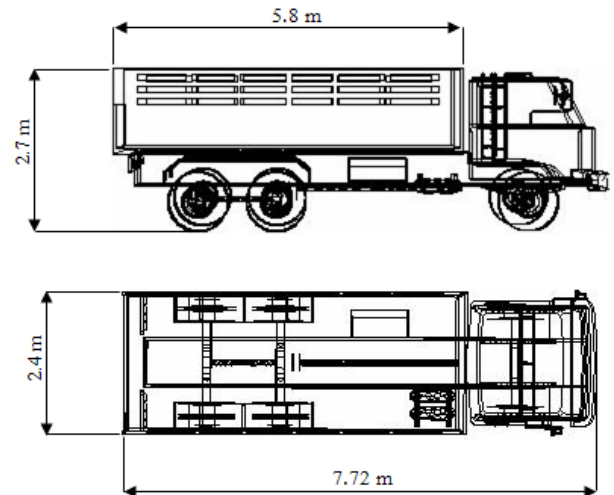
กัน 4 เปอร์เซนต์ ดังรูปที่ 4 จากนั้นนำเงื่อนไขของ CFD มาทดสอบสัมประสิทธิ์แรงต้านของรถบรรทุก



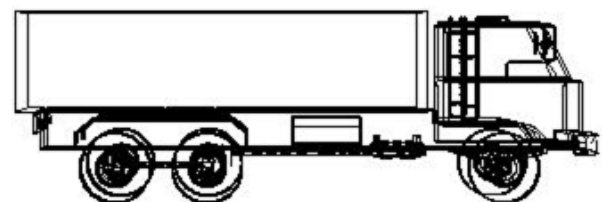
รูปที่ 4 เปรียบเทียบเพื่อยืนยันผลระหว่างการทดสอบด้วยอุโมงค์ลม และการจำลองเชิงตัวเลข [5]

2.3 กรณีศึกษา แบบจำลองรถบรรทุกขนาดจริง

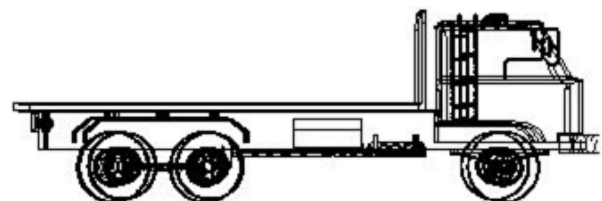
กรณีศึกษา ได้มาจากหลักการของการลดแรงต้าน ด้วยการลดการแยกตัวของอากาศเมื่ออากาศผ่านตัวรถบรรทุก โดยการสร้างอุปกรณ์ติดตั้งให้รูปทรงของรถโดยรวม มีลักษณะลู่ลมมากที่สุด [5]



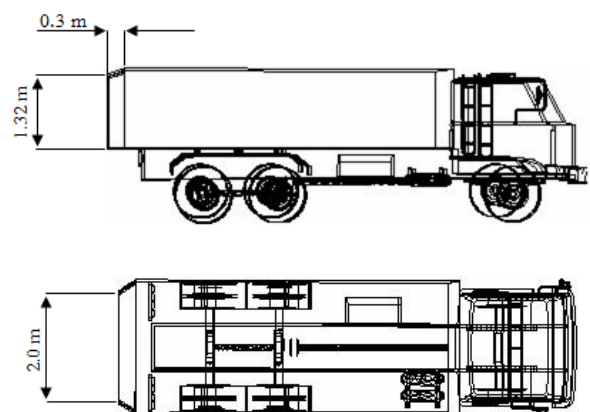
รูปที่ 5 แบบจำลองรถบรรทุก กรณี 1 รถบรรทุกปกติ



รูปที่ 6 กรณี 2 ปิดกระโปรงบรรทุก

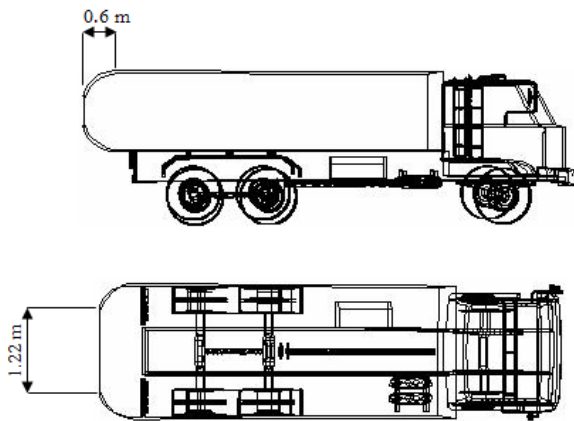


รูปที่ 7 กรณี 3 เปิดกระโปรงบรรทุกออก



CST-63

รูปที่ 8 กรณี 4 เสริมท้ายกระบะด้วยแผ่นเอียง

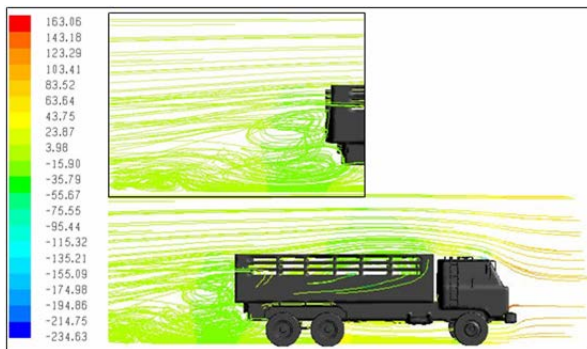


(c) ความดัน (pascal) กรณี 3 เปิดกระบะบรรทุกออก

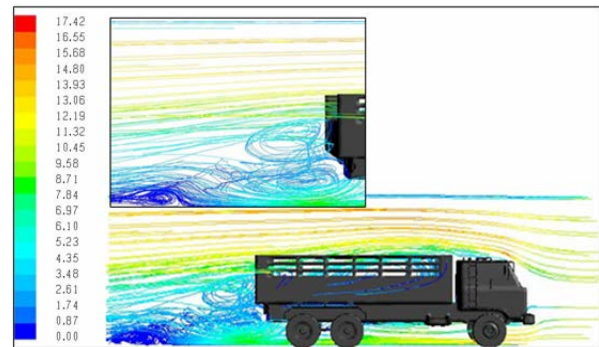


(d) ความดัน (pascal) กรณี 4 เสริมท้ายกระบะด้วยแผ่นเอียง

รูปที่ 9 กรณี 5 เสริมท้ายกระบะแบบทรงรี



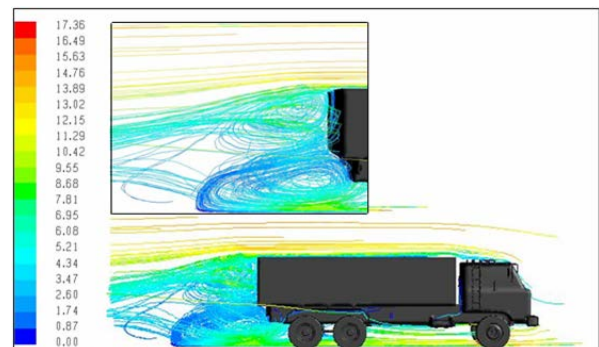
(a) ความดัน (pascal) กรณี 1 รถบรรทุกปกติ



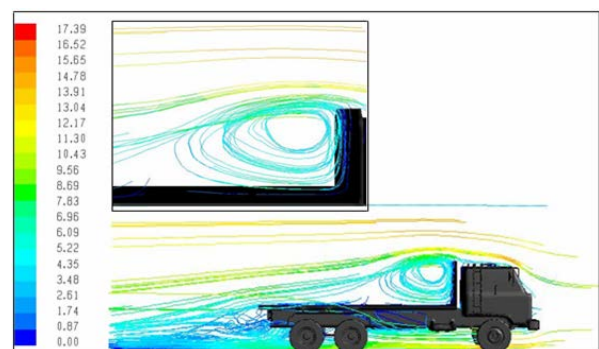
(a) ความเร็ว (m/s) กรณี 1 รถบรรทุกปกติ



(b) ความดัน (pascal) กรณี 2 ปิดกระบะบรรทุก

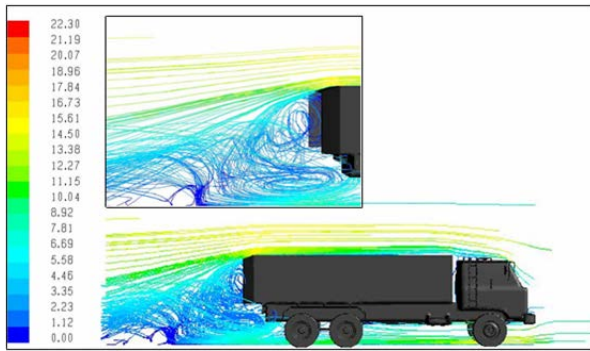


(b) ความเร็ว (m/s) กรณี 2 ปิดกระบะบรรทุก

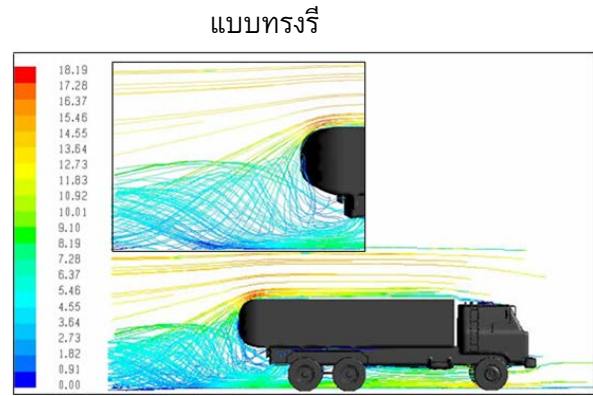


(c) ความเร็ว (m/s) กรณี 3 เปิดกระบะบรรทุกออก

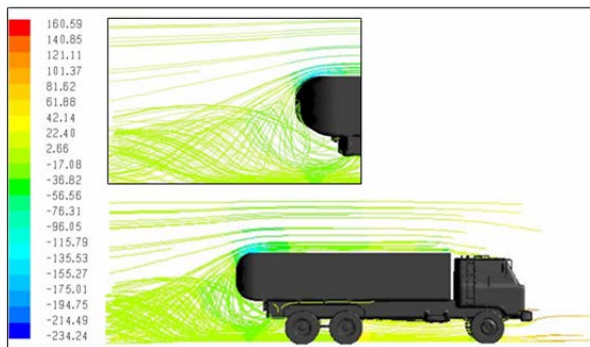
CST-63



(d) ความเร็ว (m/s) กรณี 4 เสริมท้ายกระบะ ด้วยแผ่นเอียง



(e) ความเร็ว (m/s) กรณี 5 เสริมท้ายกระบะ แบบทรงรี



(e) ความดัน (pascal) กรณี 5 เสริมท้ายกระบะ

รูปที่ 10 ระดับความเร็ว และความดัน ลักษณะด้านอากาศพลศาสตร์ที่เกิดขึ้นแต่ละกรณี 1-5 ตามลำดับ [6]

3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบนั้น สัมประสิทธิ์แรงต้าน จะลดลงหรือเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของความดันและความแปรปรวนของอากาศรอบบริเวณของรถบรรทุก โดยหลักการของการออกแบบ คือเพื่อลดความแปรปรวนของอากาศหรือลดความแตกต่างของความดันด้านหน้า และด้านหลังจากการปะทะของอากาศกับรถบรรทุก โดยสามารถวิเคราะห์ได้จากสมการ (1)

$$F_D = \int_{front} p \cos \theta dA - \int_{back} p \cos \theta dA \quad (1)$$

กรณีที่ 1 รถบรรทุกปกติ ขนาดของแรงต้านจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลัก คือ ผลต่างของการ

กระจายตัวของความดันรอบๆบริเวณตัวรถ และความแปรปรวนของอากาศที่ผ่านตัวรถ หากพิจารณาจากรูปที่ 10 (a ความดัน) สามารถแบ่งความแตกต่างของความดันออกเป็น 3 บริเวณความดันคือ บริเวณห้องโดยสาร บริเวณกระบะบรรทุก และบริเวณท้ายรถ ซึ่งทั้ง 3 บริเวณมีความแตกต่างของความดันอย่างชัดเจน โดยที่บริเวณห้องโดยสารจะมีความดันสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ส่วนบริเวณกระบะบรรทุกและบริเวณท้ายรถจะมีความดันลดลง ผลต่างของความดันที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการไหลย้อนกลับ

หรือเรียกว่าการหมุนวนของอากาศ (Wake) รูปที่ 10 (a ความเร็ว) จากรูป อากาศที่หมุนวนแสดงถึงสภาวะ

CST-63

ที่มีความดันต่ำ เนื่องจากอัตราเร่งของอากาศมีความต่างกันสูง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเส้นระดับแถบสีความดันและความเร็วแล้ว หากต้องการลดค่าของสัมประสิทธิ์แรงต้านของรถบรรทุกจะต้องลดค่าผลต่างของความดันบริเวณรอบๆตัวรถหรือลดความแปรปรวนของอากาศผ่านตัวรถ ดังนั้นจึงได้มีการปรับแต่งและติดตั้งอุปกรณ์เสริมขึ้นเพื่อต้องการลดแรงต้านของรถบรรทุก ดังนี้คือ

กรณีที่ 2 ปิดกระเบรบรรทุก ลักษณะการใช้งานของกรณีนี้เป็นการปิดหรือคลุมบริเวณกระเบรบรรทุก ซึ่งเป็นที่พบเห็นโดยทั่วไป ดังนั้นจึงต้องการนำมาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์แรงต้านลดลงหรือเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีรถบรรทุกปกติ จากรูปที่ 10 (b ความดัน) และรูปที่ 10 (b ความเร็ว) ลักษณะการไหลของอากาศมีความแปรปรวนบริเวณท้ายรถสูงขึ้นจากกรณีปกติ ผลจากการปิดบริเวณกระเบรบรรทุกทำให้สามารถลดความแตกต่างของความดันบริเวณกระเบรบรรทุกได้ แต่ในขณะเดียวกันมีผลทำให้ความดันบริเวณท้ายรถมีค่าลดลง เกิดการหมุนวนมากกว่ากรณีปกติ เนื่องจากผลต่างของอัตราเร่งของอากาศ ผลจากความแปรปรวนของอากาศและผลต่างของความดันที่สูงขึ้นบริเวณท้ายรถจึงทำให้เกิดสัมประสิทธิ์แรงต้านมีค่ามากขึ้นด้วย

กรณีที่ 3 เปิดกระเบรบรรทุกออก จากการวิเคราะห์ผลของกรณีที่ 2 แสดงว่าส่วนที่เป็นกระเบรบรรทุกนั้นมีผลกับสัมประสิทธิ์แรงต้านอยู่มาก เพราะฉะนั้น จึงมีการทดลองทำการปรับแต่งบริเวณกระเบรบรรทุกโดยนำเอาส่วนที่เป็นกระเบรบรรทุกส่วนข้างออกคงเหลือแต่เพียงพื้นที่บรรทุก แล้วนำมาวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลง จากรูปที่ 10 (c ความดัน) และ รูปที่ 10 (c ความเร็ว) จะเห็นได้ว่าการแปรปรวนของอากาศและความดันแตกต่างที่บริเวณท้ายรถมีค่าน้อยลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 แต่ก็ยังเกิดความแปรปรวนของอากาศและการหมุนวนของความดันอยู่ที่บริเวณระหว่างห้องโดยสารกับพื้นบรรทุกด้านหลัง อย่างไรก็ตามผลจากการทดสอบใน

กรณีนี้ทำให้ช่วยลดสัมประสิทธิ์แรงต้านลงซึ่งการทดสอบในกรณีนี้เป็นเพียงกรณีศึกษาเท่านั้น เพราะกระเบรบรรทุกเป็นลักษณะเฉพาะ ไม่สามารถที่จะนำออกได้ เพียงแต่ได้นำมาพิจารณาประกอบการศึกษา อย่างไรก็ตามหากสามารถทำได้จริงขณะที่รถบรรทุกใช้งานจริงก็ต้องมีสิ่งของที่บรรทุกด้วย สิ่งของดังกล่าวก็จะมีผลต่อสัมประสิทธิ์แรงต้านไปด้วยเช่นกัน

กรณีที่ 4 เสริมท้ายกระเบรด้วยแผ่นเอียง การทดสอบในกรณีนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรณีที่ 2 เนื่องจากต้องการจะลดสัมประสิทธิ์แรงต้านของตัวรถ ในขณะที่ใช้งานจริง พิจารณารูปที่ 10 (d ความดัน) และรูปที่ 10 (d ความเร็ว) ลักษณะความแปรปรวนของอากาศและความแตกต่างของความดันบริเวณท้ายรถมีค่าลดลงมากทำให้มีสัมประสิทธิ์แรงต้านลดลงจากกรณีที่ 1, 2 และ 3 หากนำผลจากการทดสอบจากกรณีนี้ไปเปรียบเทียบกับกรณีที่ 1 พิจารณาความแปรปรวนของอากาศและผลต่างของความดันบริเวณท้ายรถจะเห็นลักษณะการไหลคล้ายคลึงกันซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เหตุที่สัมประสิทธิ์แรงต้านของกรณีต้นแบบมีค่าสูงกว่านั้น เพียงเพราะยังเกิดการไหลวนของอากาศและผลต่างของความดันบริเวณกระเบรบรรทุก ซึ่งกรณีนี้ไม่เกิดขึ้นจึงมีผลทำให้สัมประสิทธิ์แรงต้านของกรณีนี้มีค่าลดลง

กรณีที่ 5 เสริมท้ายกระเบรบรรทุกแบบทรงรี การทดสอบในกรณีนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรณีที่ 2 คล้ายกับกรณีที่ 4 ผลจากการทดสอบมีผลทำให้สัมประสิทธิ์แรงต้านลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรณีที่ทำ การทดสอบมา พิจารณาจากรูปที่ 10 (e ความดัน) และรูปที่ 10 (e ความเร็ว) ความแปรปรวนของอากาศมีลักษณะการไหลที่ราบเรียบ จึงช่วยลดแรงจุดบริเวณท้ายรถลดลงตามไปด้วยและการแยกตัวของอากาศก็มีค่าน้อยลง สัมประสิทธิ์แรงต้านได้จากการทดสอบในกรณีนี้จึงมีค่าต่ำสุด

4. อัตราการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิง

CST-63

มีนักวิจัยที่คิดค้นวิธีการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถบรรทุกเล็ก โดย Leuschen and Cooper [7] ได้สร้างสูตรการคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน จากการปรับปรุงด้านอากาศพลศาสตร์ของการติดตั้งอุปกรณ์เสริมของรถบรรทุก ดังนี้

$$\Delta\mu(V_t) = \frac{\rho \times UCF \times SFC \times V_t^2 \Delta C_D(V_t) A}{0.85} \quad (2)$$

$\Delta\mu(V_t)$ การเปลี่ยนแปลงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ความเร็วกำหนด (liters/100 km)

ρ ความหนาแน่นของอากาศ 1.225 kg/m^3

UCF ค่าแฟกเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงหน่วยเท่ากับ 1.072

A พื้นที่หน้าตัดของรถ 6.41153 m^2

0.85 ค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนที่ของรถคิดที่ความเร็วเฉลี่ย

SFC อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ (liters/kW-h)

ดังนั้นจากหลักการดังกล่าว จึงนำค่าการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์แรงต้านที่ได้จากการจำลอง และเงื่อนไขมาใช้ในการคำนวณ เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

5. อุปกรณ์เสริมเพื่อการทดสอบกับรถบรรทุกจริง

จากการคำนวณ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและทางเศรษฐศาสตร์ หรือระยะเวลาคุ้มทุนที่น้อยที่สุด ซึ่งกรณีเสริมท้ายกระบะ ด้วยแผ่นเอียง ให้ความคุ้มทุนมากที่สุด และยังมีข้อดีคือ 1. ไม่เกิดอุปสรรคในการทำงานมาก 2. ลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้มาก 3. ไม่ขัดต่อกฎหมาย เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ยื่นออกด้านท้ายความยาวไม่เกิน 1 เมตร 4. สามารถสร้าง ประกอบ ติดตั้ง และเก็บได้ง่าย

ดังนั้นจากเหตุผลทั้งหมดที่ได้จากการ ศึกษาทดสอบ และวิเคราะห์มาทั้งหมด เราจึงเลือก กรณีเสริมท้ายกระบะ ด้วยแผ่น เอียง มาใช้ในการออกแบบสร้าง และติดตั้ง เพื่อทดสอบกับรถบรรทุก

จริง แล้วนำมาหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพื่อเปรียบเทียบกับกรณีคำนวณเชิงเลข



รูปที่ 11 ลักษณะการติดตั้ง เพื่อการทดสอบจริง

จากรูปที่ 11 โดยการทดสอบนั้น เป็นการทดสอบใช้ถนนเพชรเกษม ทางหลวงหมายเลข 4 จากอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี - อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีเงื่อนไขในการทดสอบดังนี้คือ

1. เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันทั้งหมด 3 กรณี คือ 1.กรณีปกติซึ่งเป็นกรณีเปรียบเทียบ 2. กรณีปิดกระเบาะบรรทุกและ 3. กรณีเสริมท้าย ด้วยแผ่น เอียง (ทุกกรณีไม่มีการบรรทุกสัมภาระ)
2. ใช้การเดินรถทดสอบ ไป – กลับ รวมระยะทาง 200 km ของแต่ละกรณี
3. ลักษณะการขับในการทำงานปกติ
4. การตรวจสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเป็นลักษณะการตรวจสอบน้ำมันที่ลดลงของการ

CST-63

เดินทาง โดยการเติมน้ำมันเต็มถังก่อนวิ่งทดสอบ แล้ว
เติมน้ำมันเต็มถังอีกครั้งเมื่อเปลี่ยนกรณีการทดสอบ
และเช็คการจ่ายน้ำมันที่หัวจ่ายน้ำมัน

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอัตราการสิ้นเปลือง
น้ำมันที่ความเร็วเฉลี่ย ผลจากการจำลอง CFD

กรณี	ที่ความเร็วเฉลี่ย (liters/100 km)	% (+ เพิ่ม, - ลด)
1.รถบรรทุกปกติ	-	-
2.ปิดท้ายกระบะบรรทุก	2.33	+7.76
3.เปิดกระบะบรรทุกออก	-2.59	- 8.63
4.เสริมท้ายด้วยแผ่นเอียง	-3.82	- 12.73
5.เสริมท้ายกระบะแบบทรงรี	-6.56	- 21.86

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบจริง

กรณี	ราคาน้ำมัน (บาท/ลิตร)	จำนวนเงิน เติมน้ำมัน (บาท)	ปริมาณ น้ำมัน (ลิตร)	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (%)
1.รถบรรทุก ปกติ	29.93	1,813.14	60.58	-
2. ปิดกระบะ บรรทุก	29.93	1,960.00	65.49	+ 8.10
3.เสริมท้าย กระบะด้วย แผ่นเอียง	29.93	1,630.01	54.46	- 10.10

6. สรุปผลการทดลอง

จากตารางผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงการ
เพิ่มขึ้น และลดลงของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
ของแต่ละกรณีเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีรถบรรทุกปกติ
เหมือนกับการเปรียบเทียบการจำลองโดย CFD

กรณีปิดกระบะบรรทุก จากการทดสอบมีผล
ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้อง
กันกับในทางทฤษฎี และผลจากการจำลองโดย CFD
เป็นผลมาจากการปิดกระบะบรรทุก ทำให้เกิดความ
แตกต่างของความดันอากาศระหว่างส่วนหน้า และ
ส่วนท้ายของรถบรรทุก และแรงต้านเพิ่มขึ้นจากปกติ

กรณีเสริมท้ายกระบะ ด้วยแผ่นเอียง จากการ
ทดสอบจริง มีผลทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันลดลง
ซึ่งสอดคล้องเช่นเดียวกับทางทฤษฎี และผลจาก

การจำลองโดย CFD เป็นผลมาจากการมีแผ่นเอียง
ด้านท้ายกระบะ ทำให้อากาศที่ไหลผ่านตัวรถบรรทุกมี
ความสมดุลกันมากขึ้น ความแตกต่างของความดัน
อากาศจึงลดลง ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันลดลง
มากกว่ากรณีปกติ

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนกับโครงการวิจัยนี้
จาก ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 255 5 ตามมติ
คณะรัฐมนตรี

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่
สนับสนุนทุน ในการเข้าร่วมประชุมวิชาการเครือข่าย
วิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
(2554). สถานการณ์พลังงานของประเทศไทยปี 2554,
[ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา
<http://www.dede.go.th/dede/>, เข้าดูเมื่อวันที่
10/03/2554

[2] ปรัชญา มุขดา, อนุชา สายสร้อย อุทัย ผ่องรัตน์,
กุลเชษฐ์ เพียรทอง และวิระพันธ์ สีหนาม (2551).
การเปลี่ยนแปลงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในการ
ติดตั้งอุปกรณ์เสริมของรถบรรทุกเล็ก , การประชุม
วิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย
ครั้งที่ 24, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัด
อุบลราชธานี

[3] ปรัชญา มุขดา, กุลเชษฐ์ เพียรทอง และวิระพันธ์ สี
หนาม (2551). อากาศพลศาสตร์ของรถบรรทุกเพื่อ
การประหยัดพลังงานโดยวิธีจำลองเชิงตัวเลข , การ
ประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย
ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

[4] ปรัชญา มุขดา และอนุชา สายสร้อย (2554). อัตรา
การสิ้นเปลืองน้ำมันกับลักษณะอากาศพลศาสตร์ของ
รถกระบะ ที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมแบบต่างๆ , วารสาร

CST-63

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย

อุบลราชธานี, ตุลาคม – ธันวาคม 2554, หน้า 40 -51.

[5] ปรัญญา มุขดา, กุลเชษฐ์ เพียรทอง, และวิระพันธ์ สีหานาม (2552). การลดลงของสัมประสิทธิ์แรงต้านของรถบรรทุกเล็กกรณีวิ่งตามกัน , วารสาร ม. อบ. , มกราคม-เมษายน, หน้า 16 – 26.

[6] ปรัญญา มุขดา, พิเชฐ นิลดวงดี, อาทิตย์ ทับทิมหอม, อุทัย ผ่องรัศมี และกุลเชษฐ์ เพียรทอง (2555). อุปกรณ์ด้านอากาศพลศาสตร์ ที่มีผลกับการเปลี่ยนแปลงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถบรรทุก, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[7] Leuschen, J. and Cooper K.R. (2006). Full-Scale Wind Tunnel Tests of Production and Prototype Second-Generation Aerodynamic Drag-Reducing Devices for Tractor-Trailers, SAE, 2006.