อิทธิพลของอุปกรณ์ด้านอากาศพลศาสตร์ที่มีต่ออัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถบรรทุก

The Influence of Aerodynamic Devices on the Fuel Consumption of Trucks

ปรัชญา มุขดา[1]

Prachya Mukda[1]

Received: 11 August 2014 ; Accepted: 26 December 2014

บทคัดย่อ

งานนี้เป็นการเสนอ การศึกษาผลกระทบของคุณลักษณะอากาศพลศาสตร์ ที่มีต่ออัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถบรรทุกยี่ห้อ HINO รุ่นEH700 ขนาด 10.8 ตันที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมท้ายกระบะ โดยกรณีศึกษา 5 รูปทรงกระบะที่แตกต่างกัน คือ (1) รถบรรทุกปกติ (2) ปิดกระบะบรรทุก (3) เปิดกระบะบรรทุกออก (4) เสริมท้ายกระบะด้วยแผ่นเอียงและ (5) เสริมท้ายกระบะทรงรีโดยใช้โปรแกรมการคำนวณเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ (CFD) เป็นเครื่องมือในการจำลองเพื่อตรวจสอบการไหลของอากาศรอบตัวรถและแรงต้านซึ่งปัจจัยเหล่านี้ สามารถนำมาคำนวณ เพื่อทำนายการเปลี่ยนแปลงของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยนำมาเปรียบเทียบกับกรณีปกติให้ผลดังนี้คือ กรณีเปิดกระบะบรรทุกออกสามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 8.63 % สำหรับกรณีเสริมท้ายกระบะด้วยแผ่นเอียงลดลง 12.73 % กรณีเสริมท้ายกระบะทรงรีลดลง 21.86 % แต่กรณีปิดกระบะบรรทุกอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงกับเพิ่มขึ้น 7.76 %

คำสำคัญ: อากาศพลศาสตร์ รถบรรทุก คำนวณเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

Abstract

This work presents a study on the effect of aerodynamics on fuel consumption of a truck (10.8-ton HINO model EH700) equipped with a modified dump box. In this case study, five different features of the dump box: (1) non-modified truck, (2) closed-dump box, (3) opened-dump box (4) dump box equipped with flat plate at the end rear, and (5) dump box equipped with ellipsoid shape at rear end, have been tested by means of Computational Fluid Dynamics (CFD), in order to investigate their influence on the flow around the truck and the drag.These were input parameters for predicting changing fuel consumption of the modified truck. Compared to the non-modified-dump box truck, the fuel consumption of the truck can be reduced by 8.63 for the opened-dump box, 12.73% for the dump box equipped with flat plate at the end rear, and 21.86 % for the dump box equipped with ellipsoid shape at rear end. On the contrary the closed-dump box leads to an increase of fuel consumption of 7.76%.

Keywords:Aerodynamics, Truck, Computational Fluid Dynamics, Fuel Consumption

[1] *สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 76000*

ผู้ติดต่อ ปรัชญา มุขดา : mukdaen@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 087-9597828, เบอร์โทรสาร 032-414455

[1] *Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Phetchaburi Rajabhat University 76000*

บทนำ

การขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ เป็นตัวแปรที่มีผลทำให้เกิดวิกฤตด้านพลังงานของประเทศไทย เพราะพลังงานเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ระบบเศรษฐกิจสามารถขับเคลื่อน ซึ่งจากข้อมูลการใช้พลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจปี 2557 (Figure1) แสดงให้เห็นว่า การขนส่งมีปริมาณการใช้พลังงานมากที่สุดเทียบเท่ากับการใช้พลังงานในอุตสาหกรรม

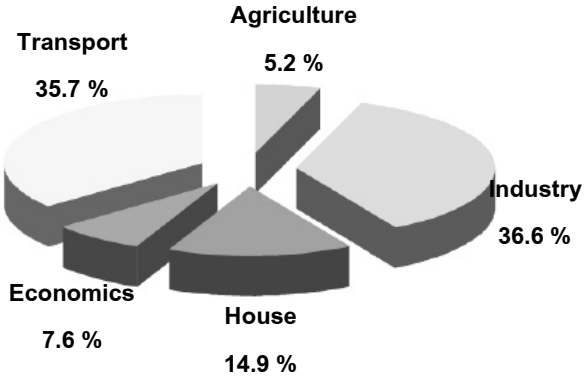

Figure 1 Using energy divides economics[1]

Table 1 Transportation oil divides vehicles[1]

Transport	Pure oil (Ton billion)	Percentage
Truck	17,684	75.96 %
Train	104	0.45 %
Ship	1,645	7.07 %
Airline	3,847	16.52%

ซึ่งการขนส่งสินค้าและวัตถุดิบ จำเป็นต้องใช้ยานพาหนะที่มีขนาดใหญ่เพื่อความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น รถไฟ เรือ หรือเครื่องบินแต่เนื่องจากระบบการจัดการการส่งสินค้า (*Logistics*) ภายในประเทศยังไม่มีการพัฒนาที่ดีพอกับการคมนาคมขนส่งของยานพาหนะดังกล่าว รถบรรทุกขนาดใหญ่ หรือรถบรรทุกที่มีขนาดมากกว่า 10 ตัน จึงเป็นยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งภายในประเทศมากที่สุด ตาม Table 1 เพราะความเหมาะสมกับสภาพถนน สภาพภูมิประเทศ และต้นทุนในการขนส่ง ดังนั้นในภาครัฐจึงต้องมีมาตรการลดการใช้พลังงานของรถบรรทุกให้มากที่สุด

การส่งเสริมการใช้รถบรรทุกประหยัดพลังงาน ก็เป็นนโยบายหนึ่งของมาตรการ ซึ่งภาคอุตสาหกรรมการผลิตรถและนักวิจัย จึงพยายามคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ที่สามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถบรรทุกให้มากที่สุด อาทิเช่น การปรับปรุงประสิทธิ์ภาพของเครื่องยนต์ให้สูงขึ้น การใช้พลังงานทดแทน การใช้เครื่องยนต์พลังงานแบบผสม (Hybrid engine) ก็เป็นหนทางหนึ่ง ที่จะทำให้มาตรการนั้นประสบผลสำเร็จ แต่ที่มีสำคัญไม่น้อยกว่าเรื่องของเครื่องยนต์ก็คือการลดแรงต้านอากาศซึ่งยังไม่มีการศึกษา ในเชิงออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อลดแรงต้าน หรือพัฒนามากนักการพัฒนาอุปกรณ์เสริมด้านอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) หรือการปรับปรุงรูปทรงของรถบรรทุกที่มีอิทธิพลโดยตรงกับอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง จึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งรูปทรงของรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้กันในประเทศไทย ถึงแม้จะมีการออกแบบที่ดีอยู่แล้ว แต่ก็สามารถปรับปรุง หรือดัดแปลง ให้มีแรงต้านอากาศต่ำลงได้อีก และในการใช้งานจริง ผู้ใช้มักจะติดตั้งอุปกรณ์เสริม ทำให้การใช้งานผิดไปจากต้นแบบเสมอ ค่าแรงต้านอากาศของรถที่ถูกดัดแปลงจะไม่เท่าเดิม ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยไม่จำเป็น[2]

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ จะนำความรู้เรื่องอากาศพลศาสตร์ของรถบรรทุกขนาด 10.8 ตัน (Figure 2) มาศึกษาสัมประสิทธิ์แรงต้าน และแรงต้านอากาศ โดยทำการศึกษาทั้งการทดลองและด้านการจำลองโดยใช้โปรแกรมการจำลองเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ (Computational Fluid Dynamics: CFD) จนนำไปสู่การออกแบบสร้างอุปกรณ์เสริม และสรุปข้อบกพร่องของการใช้งานปัจจุบัน พร้อมทั้งเสนอแนวทางแก้ไขวิธีการใช้งานที่เหมาะสมที่สุด เพื่อลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงให้มากที่สุด

Figure 2 Truck for testing

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทดสอบแบบจำลองรถกระบะในอุโมงค์ลม

การจำลองเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ (CFD) จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบเพื่อยืนยันผลกับการทดลองก่อนนำมาใช้ทดสอบการจำลองรถบรรทุก (Validation)

โดยใช้อุโมงค์ลมแบบเปิดดูดอากาศ ผ่านแบบจำลองรถ เนื่องจากมีข้อกำกัดในการสร้างแบบจำลองรถบรรทุกซึ่งมีความยุ่งยากในการทดสอบในอุโมงค์ลม จึงใช้รถกระบะจำลองอัตราส่วน 1:20 ของรถขนาดจริง ทดสอบสัมประสิทธิ์แรงต้านเปรียบเทียบกับ CFD

ข้อมูลทางเทคนิคของอุโมงค์ลม

- พัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.48 เมตร
- มอเตอร์ขนาด 3.7 กิโลวัตต์, แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์, 3 เฟส, ความถี่ 50 เฮิรต์
- อินเวอร์เตอร์ 5 กิโลวัตต์
- ความเร็วส่วนทดสอบสูงสุด 25 เมตรต่อวินาที

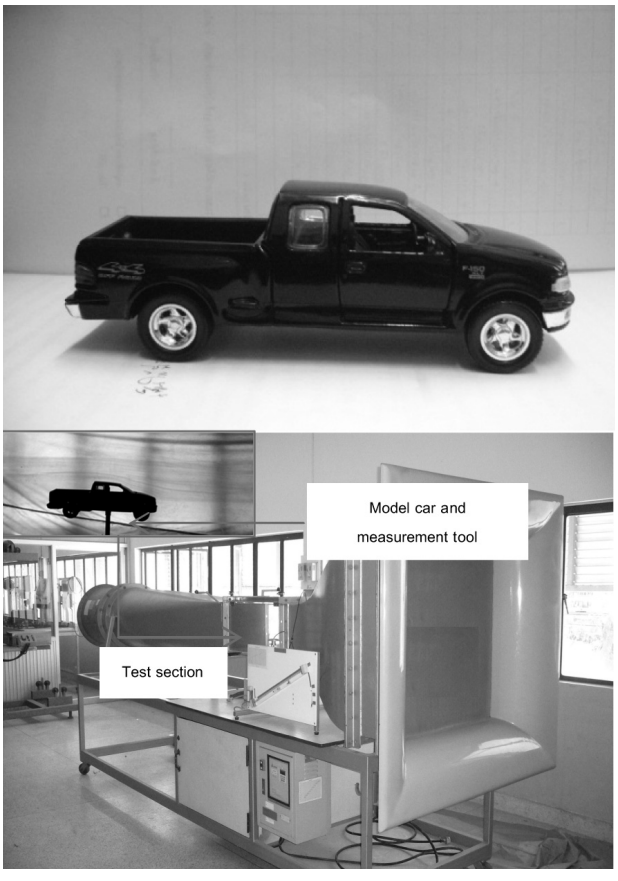

Figure 3 Wind tunnel for the model car testing[3]

2. ทดสอบแบบจำลองโดยวิธีจำลองเชิงตัวเลข

Table 2 Condition for computation fluid dynamics

GAMBIT 3D	
Inlet boundary condition	Velocity inlet
Outlet boundary condition	Pressure outlet
Grid	728,644cell*
FLUENT 3D	
Solve	Segregated Solver
Linearization	Implicit method
Turbulent model	Standard k-epsilon
Near-wall treatment method	Standard wall function
Velocity testing	10 – 25 m/s

Remark 728,644 cell*obtain frommesh analysis

On Figure 4

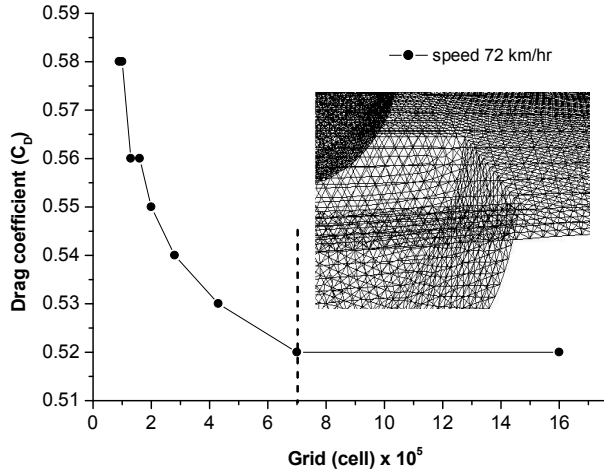

Figure 4 Comparison betweengridswithdrag coefficient (C_D)

จากข้อมูลข้างต้น เป็นข้อมูลของเครื่องมือในการทดสอบสัมประสิทธิ์แรงต้าน ทั้งด้านการทดลองโดยอุโมงค์ลมและการจำลอง CFD ซึ่งให้ผลแตกต่างกัน 4 เปอร์เซ็นต์ (Figure5) จากนั้นนำเงื่อนไขของ CFD ตาม Table 3 มาทดสอบสัมประสิทธิ์แรงต้านของรถบรรทุก

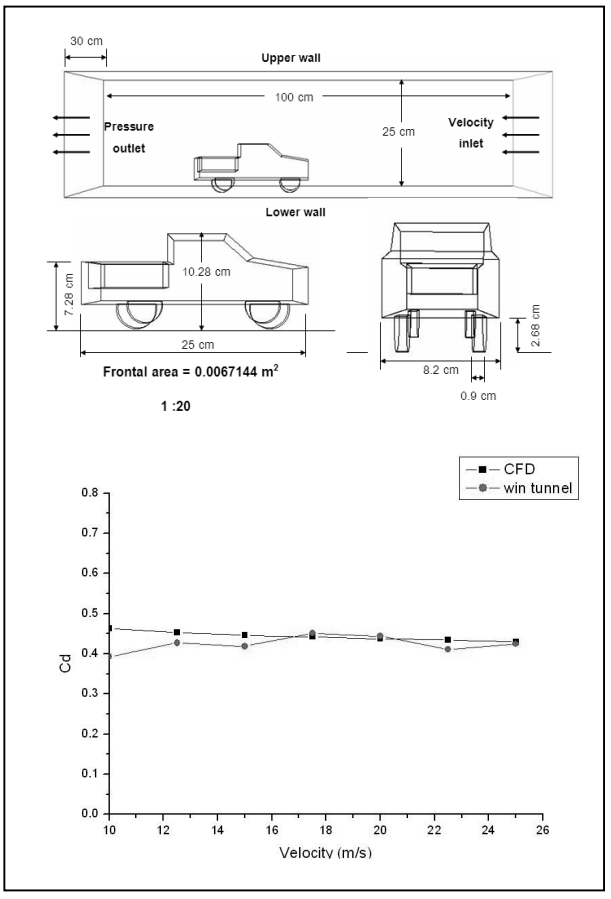

Figure 5 Validation between wind tunnel and CFD[4]

3. กรณีศึกษา แบบจำลองรถบรรทุกขนาดจริง

เงื่อนไขที่ผ่านการยืนยันผลจากขั้นตอนที่ผ่านมา นำมาใช้จำลองรถบรรทุกขนาดจริง เพื่อวิเคราะห์ด้านอากาศพลศาสตร์ โดยใช้รถบรรทุก ยี่ห้อ HINO รุ่น EH700 ขนาด 10.8 ตัน ดัง Figure 6 เป็นกรณีศึกษา ซึ่งกรณีศึกษาได้มาจากหลักการของการลดแรงต้าน ว่าด้วยการลดการแยกตัวของอากาศเมื่ออากาศผ่านตัวรถบรรทุก เป็นการออกแบบอุปกรณ์เสริมส่วนกระบะรถบรรทุก ซึ่งจะเน้นการลดแรงต้านที่เกิดจากผลต่างของแรงดันด้านหน้าและด้านท้ายของตัวรถ และทำให้มีรูปร่างโดยรวมมีลักษณะลู่ลมมากที่สุด[5] เพื่อนำมาจำลองและวิเคราะห์สภาวะการไหลของอากาศที่มีผลกับการเปลี่ยนแปลงของแรงต้านรวมของรถบรรทุก ได้แก่ การกระจายตัวของความดัน การกระจายตัวของความเร็ว การหมุนวนของอากาศ และการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์แรงต้านเป็นต้น ซึ่งมีกรณีศึกษาทั้งหมด 5 กรณีได้แก่

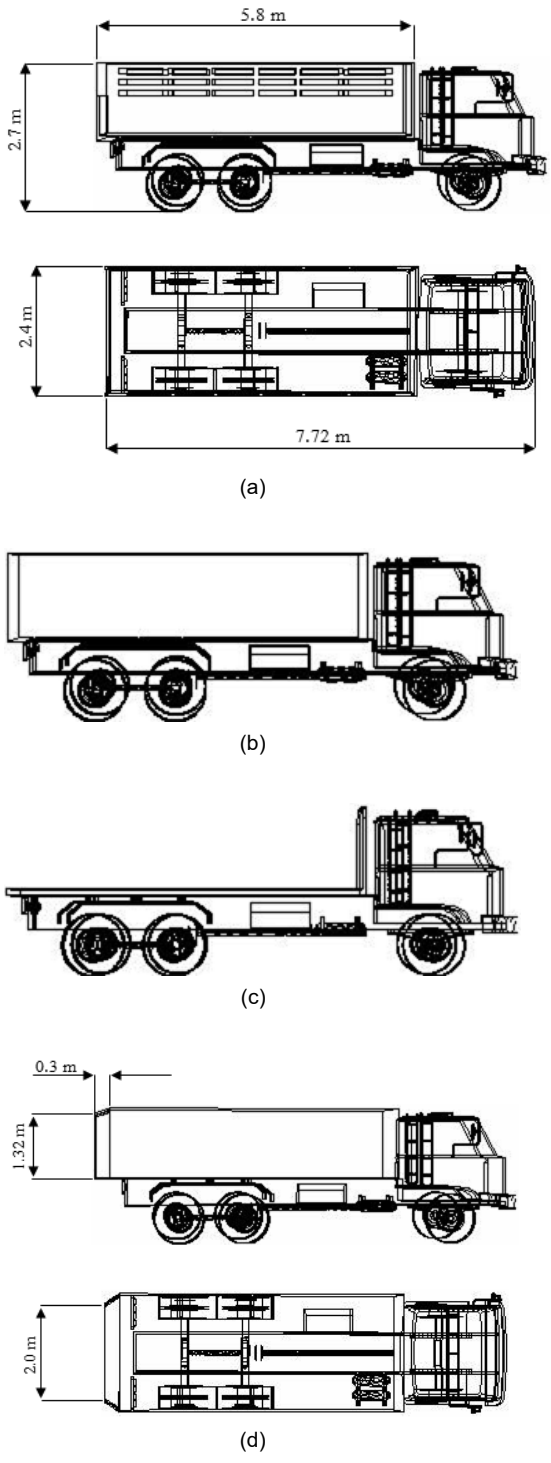

Figure 6 Case studies are (a) non-modified truck, (b) closed-dump box, (c) opened-dump box (d) dump box equipped with flat plate at the end rear and (e) dump box equipped with ellipsoid shape at rear end, respectively.

ผลและการวิเคราะห์ผล

จากผลการทดสอบนั้นสัมประสิทธิ์แรงต้านจะลดลงหรือเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของความดันและความแปรปรวนของอากาศรอบบริเวณของรถบรรทุกโดยหลักการของการออกแบบคือเพื่อลดความแปรปรวนของอากาศหรือลดความแตกต่างของความดันด้านหน้า และด้านหลังจากการปะทะของอากาศกับรถบรรทุกโดยสามารถวิเคราะห์ได้จากสมการ (1)เมื่อ F_D คือแรงต้านรวมของรถ (N), p คือค่าแรงดันอากาศ (N/m^2), A คือพื้นที่หน้าตัด ด้านหน้าและด้านหลังของรถ

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

กรณีที่ 1 รถบรรทุกปกติขนาดของแรงต้านจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลัก คือ ผลต่างของการกระจายตัวของความดันรอบ ๆบริเวณตัวรถและความแปรปรวนของอากาศที่ผ่านตัวรถ หากพิจารณาจาก Figure 7 (a)pressure สามารถแบ่งความแตกต่างของความดันออกเป็น 3 บริเวณความดันคือ บริเวณห้องโดยสาร บริเวณกระบะบรรทุก และบริเวณท้ายรถ ซึ่งทั้ง 3 บริเวณมีแตกต่างของความดันอย่างชัดเจน โดยที่บริเวณห้องโดยสารจะมีความดันสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ส่วนบริเวณกระบะบรรทุกและบริเวณท้ายรถจะมีความดันลดลง ผลต่างของความดันที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการไหลย้อนกลับ หรือการหมุนวนของอากาศ Figure7 (b) velocity จากรูป อากาศที่หมุนวนแสดงถึงสภาวะที่มีความดันต่ำ เนื่องจากอัตราเร่งของอากาศมีความต่างกันสูง

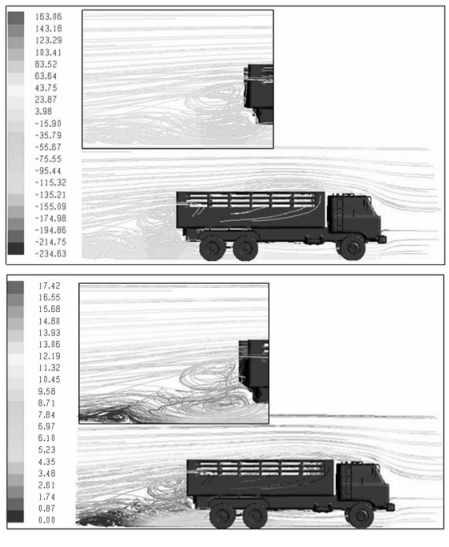

Figure 7 Pathlines ofnon-modified truck, (a) statics pressure and (b) velocity

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเส้นระดับแถบสีความดันและความเร็วแล้ว หากต้องการลดค่าของสัมประสิทธิ์แรงต้านของรถบรรทุกลงจะต้องลดค่าผลต่างของความดันบริเวณรอบ ๆ ตัวรถลงหรือลดความแปรปรวนของอากาศผ่านตัวรถ ดังนั้นจึงได้มีการปรับแต่งและติดตั้งอุปกรณ์เสริมขึ้นเพื่อต้องการลดแรงต้านของรถบรรทุกดังนี้คือ

กรณีที่ 2 ปิดกระบะบรรทุกลักษณะการใช้งานของกรณีนี้เป็นการปิดหรือคลุมบริเวณกระบะบรรทุกซึ่งเป็นที่พบเห็นโดยทั่วไป ดังนั้นจึงต้องการนำมาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์แรงต้านลดลงหรือเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีรถบรรทุกปกติ จาก Figure 8 (a)pressure และ(b) velocity ลักษณะการไหลของอากาศมีความแปรปรวนบริเวณท้ายรถสูงขึ้นจากกรณีปกติ ผลจากการปิดบริเวณกระบะบรรทุกทำให้สามารถลดความแตกต่างของความดันบริเวณกระบะบรรทุกลงได้แต่ในขณะเดียวกันมีผลทำให้ความดันบริเวณท้ายรถมีค่าลดลง เกิดการหมุนวนมากกว่ากรณีปกติ เนื่องจากผลต่างของอัตราเร่งของอากาศ ผลจากความแปรปรวนของอากาศและผลต่างของความดันที่สูงขึ้นบริเวณท้ายรถจึงทำให้เกิดสัมประสิทธิ์แรงต้านมีค่ามากขึ้นด้วย

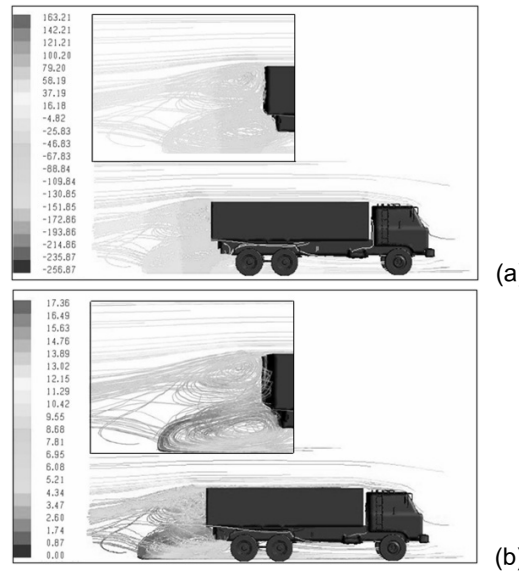

Figure 8 Pathline of closed-dump box, (a) statics pressure and (b) velocity

กรณีที่ 3 เปิดกระบะบรรทุกออกจากการวิเคราะห์ผลของกรณีที่ 2 แสดงว่าส่วนที่เป็นกระบะบรรทุกนั้นมีผลกับสัมประสิทธิ์แรงต้านอยู่มาก เพราะฉะนั้น จึงมีการทดลองทำการปรับแต่งบริเวณกระบะบรรทุกโดยนำเอาส่วนที่เป็นกระบะบรรทุกส่วนข้างออกคงเหลือแต่เพียงพื้นด้านล่างกระบะบรรทุก แล้วนำมาวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงจาก Figure 9

(a)pressure และ(b)velocity จะเห็นได้ว่าการแปรปรวนของอากาศและความดันแตกต่างที่บริเวณท้ายรถมีค่าน้อยลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 แต่ก็ยังเกิดความแปรปรวนของอากาศและการหมุนวนของความดันอยู่ที่บริเวณระหว่างห้องโดยสารกับพื้นบรรทุกด้านหลัง อย่างไรก็ตามผลจากการทดสอบในกรณีนี้ทำให้ช่วยลดสัมประสิทธิ์แรงต้านลงซึ่งการทดสอบในกรณีนี้เป็นเพียงกรณีศึกษาเท่านั่น เพราะกระบะบรรทุกเป็นลักษณะเฉพาะไม่สามารถที่จะนำออกได้ เพียงแต่ได้นำมาพิจารณาประกอบการศึกษา อย่างไรก็ตามหากสามารถทำได้จริงขณะที่รถบรรทุกใช้งานจริงก็จะต้องมีสิ่งของที่บรรทุกด้วย สิ่งของดังกล่าวก็จะมีผลต่อสัมประสิทธิ์แรงต้านไปด้วยเช่นกัน

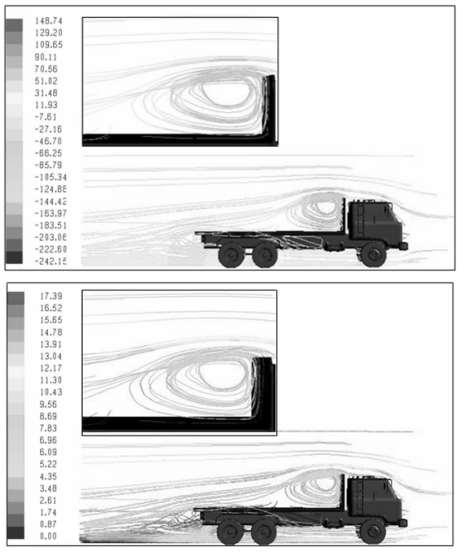

Figure 9 Pathline of opened-dump box, (a) statics pressure and (b) velocity

กรณีที่ 4 เสริมท้ายกระบะบรรทุกเอียง การทดสอบในกรณีนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรณีที่ 2 เนื่องจากต้องการจะลดสัมประสิทธิ์แรงต้านของตัวรถในขณะใช้งานจริง พิจารณาFig.10 (a)pressure และ (b)velocity ลักษณะความแปรปรวนของอากาศและความแตกต่างของความดันบริเวณท้ายรถมีค่าลดลงมากทำให้มีสัมประสิทธิ์แรงต้านลดลงจากกรณีที่ 1, 2 และ 3 หากนำผลจากการทดสอบจากกรณีนี้ไปเปรียบเทียบกับกรณีที่ 1 พิจารณาความแปรปรวนของอากาศและผลต่างของความดันบริเวณท้ายรถจะเห็นลักษณะการไหลคล้ายคลึงกันซึ่งไม่แตกต่างกันมากนักแต่เหตุที่สัมประสิทธิ์แรงต้านของกรณีที่ 1 มีค่าสูงกว่านั้น เพียงเพราะยังเกิดการไหลวนของอากาศและผลต่างของความดันบริเวณกระบะบรรทุกลดลง จึงมีผลทำให้สัมประสิทธิ์แรงต้านของกรณีนี้มีค่าลดลง

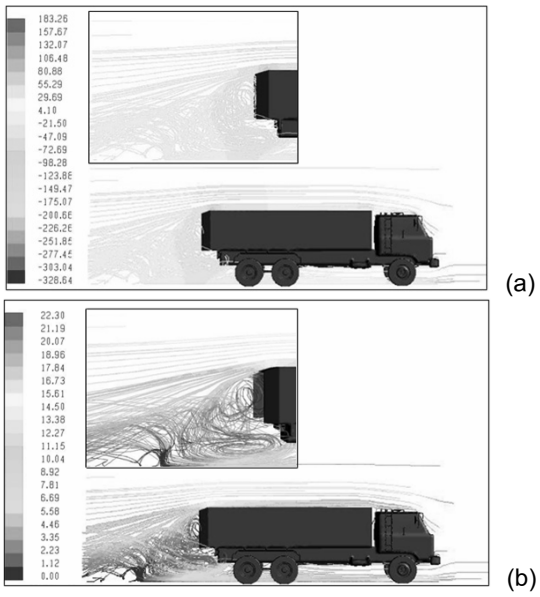

Figure 10 Pathline of dump box equipped with flat plate at the end rear, (a) statics pressure and (b) velocity

กรณีที่ 5 เสริมท้ายกระบะบรรทุกทรงรี การทดสอบในกรณีนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรณีที่ 2 คล้ายกับกรณีที่ 4 ผลจากการทดสอบมีผลทำให้สัมประสิทธิ์แรงต้านต่ำสุด เมื่อเปรียบกับทุกกรณีที่ทำการทดสอบมา พิจารณาจาก Figure 11 (a)pressure และ (b)velocity เพราะความแปรปรวนของอากาศมีลักษณะการไหลที่ราบเรียบจึงช่วยลดแรงฉุดบริเวณท้ายรถลดลงตามไปด้วยและการแยกตัวของอากาศก็มีค่าน้อยลง สัมประสิทธิ์แรงต้านได้จากการทดสอบในกรณีนี้จึงมีค่าต่ำสุด

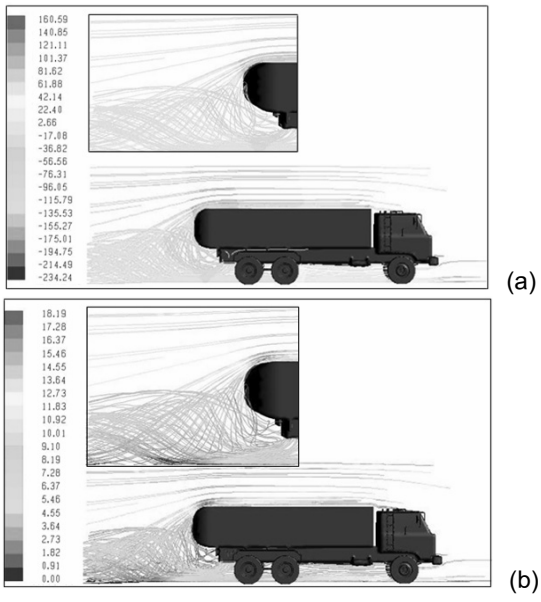

Figure 11 Pathline of dump box equipped with ellipsoid shape at rear end, (a) statics pressure and (b) velocity

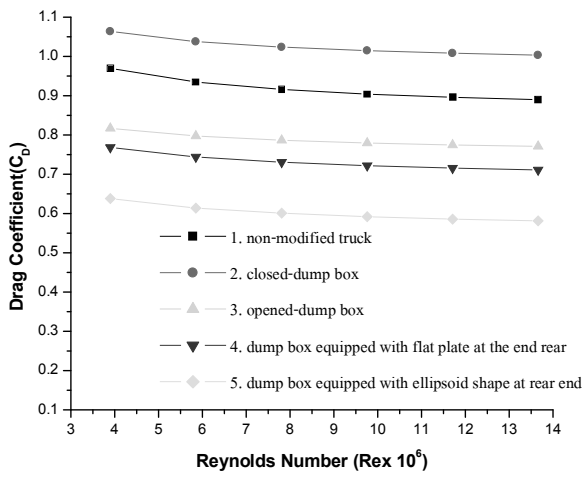

Figure 12 Drag Coefficient on increasing Reynolds Number (speed of truck)

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

มีนักวิจัยที่คิดค้นวิธีคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถบรรทุกเล็ก โดย Leuschen and Cooper ได้สร้างสูตรการคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจากการปรับปรุงด้านอากาศพลศาสตร์ของการติดตั้งอุปกรณ์เสริมของรถบรรทุกขนาดใหญ่ดังนี้[6]

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

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

ρ ความหนาแน่นของอากาศ 1.225 kg/m^3

UCF ค่าแฟคเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงหน่วยเท่ากับ 1.072

0.85 ค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนที่ของรถคิดที่ความเร็วเฉลี่ย

SFC อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ (liters/kW-h)

$\Delta\overline{C}_D(V_t)$ ผลต่างของสัมประสิทธิ์แรงต้านเทียบกับกรณีปกติที่ความเร็วกำหนด

A พื้นที่หน้าตัดของรถ 6.41153 m^2

ผลที่ได้จากการคำนวณค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ความเร็วเฉลี่ย ตามสมการ (2) โดยนำผลต่างของสัมประสิทธิ์แรงต้านที่ความเร็วต่างกัน ที่เปลี่ยนแปลงจากกรณีที่ 1 (ความเร็ว 36-126 km/hr) ดัง Figure 12 ซึ่งเป็นการแปลงค่าความเร็วของรถบรรทุกที่เพิ่มขึ้นเป็นค่าเรโนลด์แสดงให้เห็นว่า เกือบทุกกรณีดังกล่าว สามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้ ยกเว้นกรณีที่ 2 ปิดกระบะบรรทุก ทำให้เพิ่มอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ส่วนกรณีที่ 5 ท้ายกระบะบรรทุกทรงรีสามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้มากที่สุดคือ -21.86 % จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วในขั้นตอนการวิเคราะห์ผลตาม Table 3

Table 3 Fuel consumption to average velocity

Case studies	Liters / 100 km	Percentage
1. non-modified truck	-	-
2. closed-dump box	2.33	7.76%
3. opened-dump box	-2.59	-8.63%
4. dump box equipped with flat plate at the end rear	-3.82	-12.73%
5. dump box equipped with ellipsoid shape at rear end	-6.56	-21.86%

สรุป

จากการทดสอบสัมประสิทธิ์แรงต้านโดยวิธีจำลองเชิงตัวเลข สรุปได้ดังนี้กรณีท้ายกระบะบรรทุกแบบทรงรี ช่วยลดสัมประสิทธิ์แรงต้านลงมากที่สุดคือ -0.3164 (ที่ความเร็วเฉลี่ย) เมื่อเทียบกับกรณีรถบรรทุกปกติ ลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันได้ -21.86% แต่กรณีปิดกระบะบรรทุกนั้น ทำให้สัมประสิทธิ์แรงต้านเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 0.1068 (ที่ความเร็วเฉลี่ย) เพิ่มอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเป็น 7.76% ส่วนกรณีท้ายกระบะเอียงและกรณีเปิดกระบะบรรทุกออกนั้นมีค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านลงลงเป็น -0.1865 และ -0.1306 ช่วยลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันได้ -8.63% และ-12.73% ตามลำดับอย่างไรก็ตาม จากผลดังกล่าว คือการนำค่าปัจจัยที่ได้จากการจำลอง CFD นำมาคำนวณเป็นค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเป็นตัวเลขผลลัพธ์ในเชิงทฤษฎีเท่านั้นดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่งานวิจัยต่อไปจะต้องมีการออกแบบ สร้าง ติดตั้ง และทดสอบจริง เพื่อเปรียบเทียบ และยืนยันผล ความถูกต้อง เพื่อปรับปรุง ให้ได้แนวทางในการแก้ไขสู่การนำไปใช้จริงในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนกับโครงการวิจัยนี้ จาก ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ตามมติคณะรัฐมนตรี

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557). สถานการณ์พลังงานของประเทศไทยปี 2557

[2] ปรัชญา มุขดา, อนุชา สายสร้อยอุทัย ผ่องรัศมี, กุลเชษฐ์ เพียรทอง, วิระพันธ์ สีหานาม.การเปลี่ยนแปลงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในการติดตั้งอุปกรณ์เสริมของรถบรรทุกเล็ก. ใน: การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี; 2553.

[3] ปรัชญา มุขดา และอนุชา สายสร้อย.อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันกับลักษณะอากาศพลศาสตร์ของรถกระบะ ที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมแบบต่าง ๆ.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 2554; 13(4):42-51.

[4] กุลเชษฐ์ เพียรทอง, ปรัชญา มุขดา และวิระพันธ์ สีหานาม. การลดลงของสัมประสิทธิ์แรงต้านของรถบรรทุกเล็กกรณีวิ่งตามกัน. วารสาร ม. อบ 2552; 11(1):16-26.

[5] Van Dam CP. Recent experience with different methods of drag prediction. Progress in Aerospace Sciences 2009;35:751-798.

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