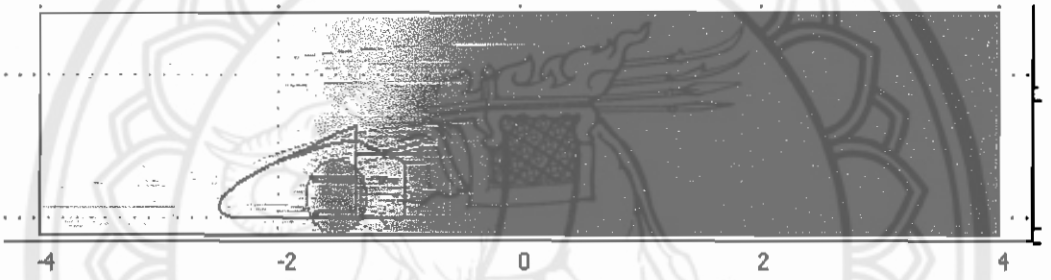
บทที่ 4

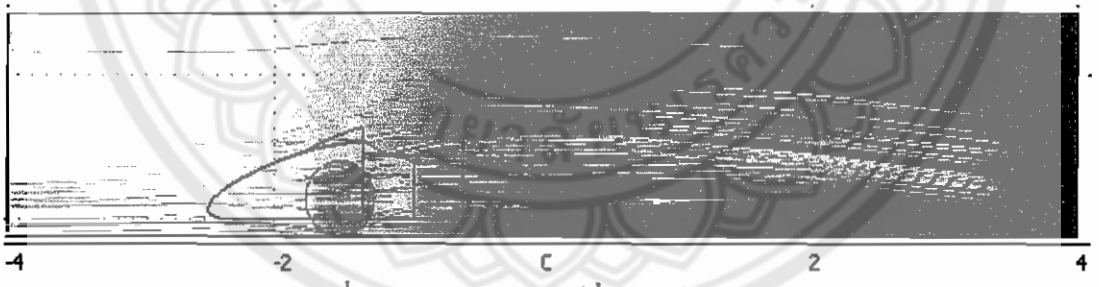
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

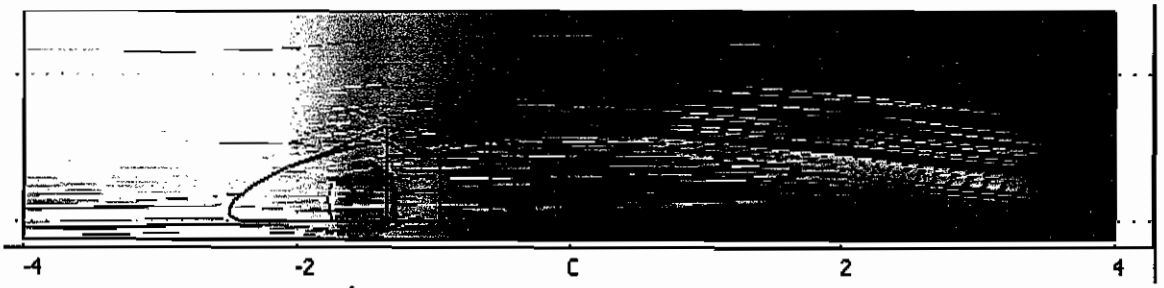
จากการทดลองจะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.1-4.3 โดยความดันที่ได้แสดงด้วย Boundary และกระแสการไหลของอากาศแสดงด้วย Streamline ซึ่งได้แสดงผลที่ค่าความเร็วของอากาศ 3 ค่า เพราะเป็นค่าที่แสดงให้เห็นการไหลของอากาศที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน



รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ที่ความเร็ว 1.47 m/s

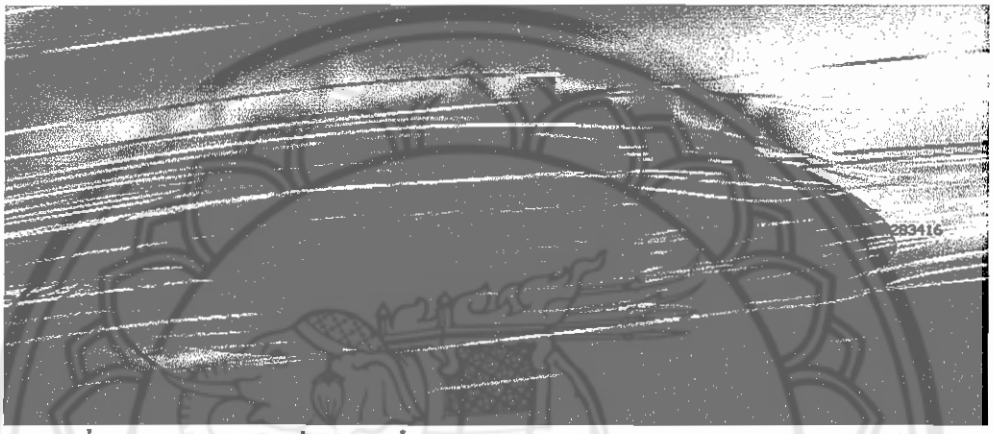


รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ที่ความเร็ว 27.78 m/s



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ที่ความเร็ว 41.67 m/s

รูปที่ 4.1 ถึง 4.3 แสดงให้เห็นถึงการไหลของอากาศรอบตัวรถฟอร์มูล่าที่ค่าความเร็วต่างๆ จะเห็นว่าที่ความเร็วต่ำอากาศที่ไหลผ่านตัวรถฟอร์มูล่าจะไหลอย่างราบเรียบ ไม่มีการปั่นป่วนมากนัก การไหลของอากาศจะปั่นป่วนเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้น โดยที่ลักษณะการไหลของอากาศผ่านตัวรถฟอร์มูล่าเกิดการไหลแบบปั่นป่วนที่ด้านท้ายรถฟอร์มูล่าและด้านหลังล้อรถฟอร์มูล่า ทำให้เกิดแรงฉุดขึ้นกับรถฟอร์มูล่า



รูปที่ 4.4 การไหลแบบปั่นป่วนที่ด้านท้ายรถฟอร์มูล่าและด้านหลังล้อรถฟอร์มูล่า

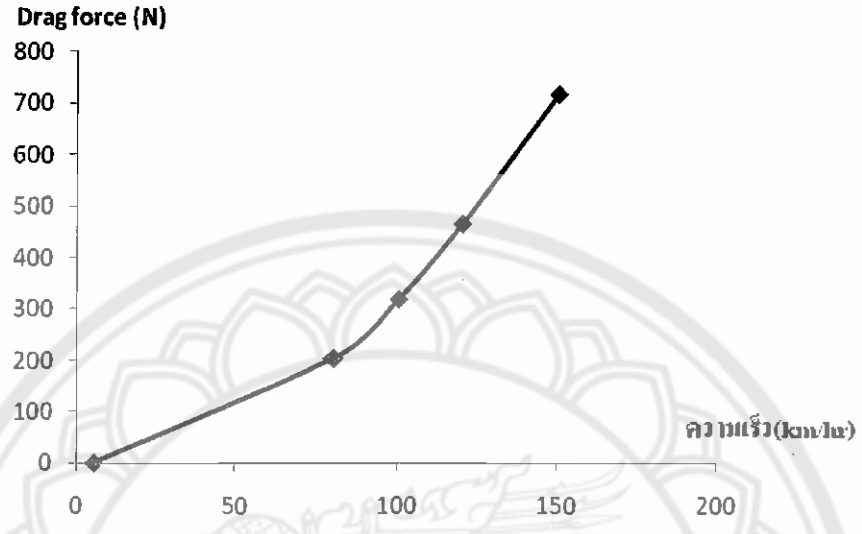
ตารางที่ 4.1 ค่าความดันที่ได้จากโปรแกรม

ความเร็ว		ความดันหน้ารถฟอร์มูล่า(Pa)	ความดันหลังรถฟอร์มูล่า(Pa)	ความดันต่าง ΔP (Pa)	แรงฉุดอากาศ D (N)*	แรงยกอากาศ L (N)**
(m/s)	(km/hr)					
1.47	5.30	1.98	0.19	1.79	0.90	1.70
22.22	80	442	36.70	405.30	204	386.17
27.78	100	690.20	57.30	632.90	318.60	603.03
33.33	120	1020	97.20	922.80	464.60	879.26
41.67	150	1551	129	1422	715.90	1354.90

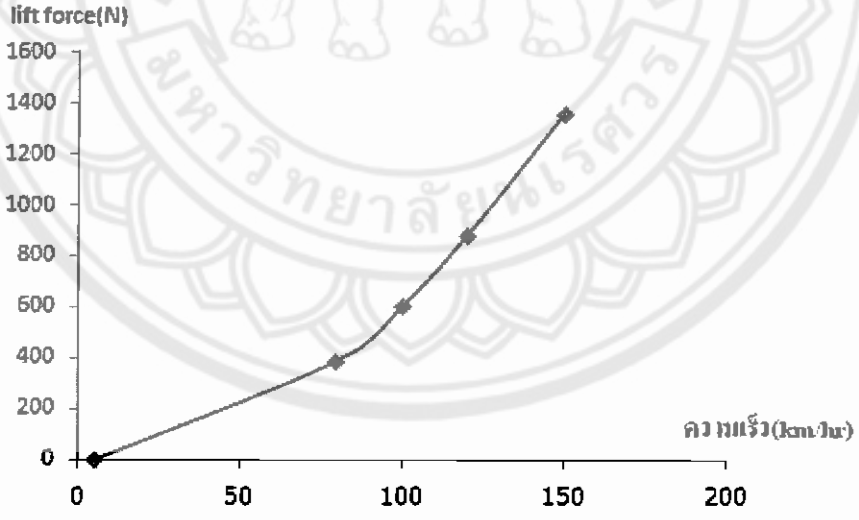
หมายเหตุ ความดันต่าง คือ ความดันหน้ารถฟอร์มูล่า – ความดันหลังรถฟอร์มูล่า

*,** เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณจากสมการ (4.1) และ สมการ (4.4) ตามลำดับ

แล้วนำค่าแรงฉุดอากาศและแรงยกอากาศมาวาดกราฟเทียบกับความเร็วได้ดังนี้



กราฟที่ 4.1 ค่าความเร็วเทียบกับแรงฉุดอากาศ

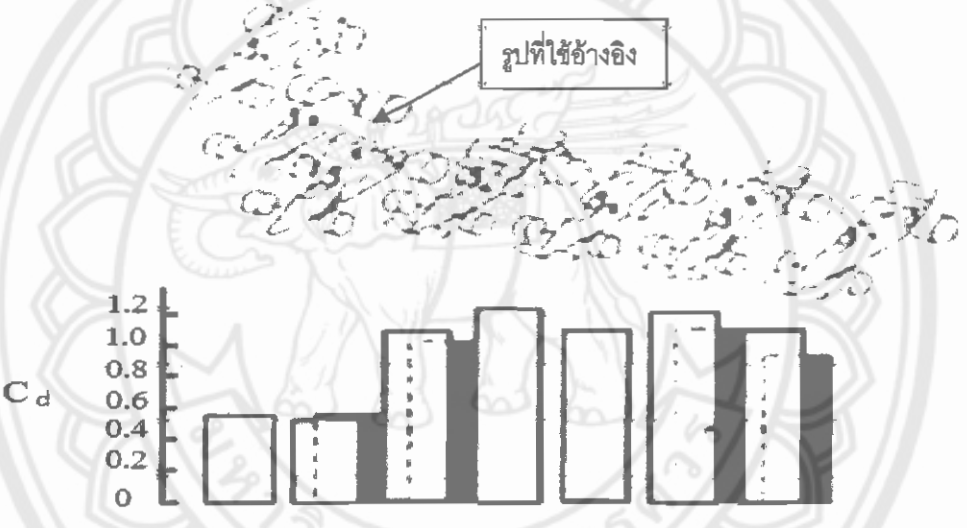


กราฟที่ 4.2 ค่าความเร็วเทียบกับแรงยกอากาศ

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ความดันด้านหน้ารถฟอร์มูล่า และด้านหลังรถฟอร์มูล่า ที่ความเร็ว 1.47, 22.22, 27.78, 33.33 และ 41.67 m/s พบว่าความดันมากสุดจะเกิดที่ด้านหน้าของตัวรถฟอร์มูล่า เนื่องจากเป็นความดัน Stagnation และจากกราฟที่ 4.1และ 4.2 จะเห็นว่า ถ้าความเร็วสูงขึ้น แรงฉุดอากาศและแรงยกอากาศก็ยิ่งมากขึ้นด้วย

จากกราฟที่ 4.1 ได้นำค่าความดันต่างๆไปคำนวณหาค่า แรงฉุดอากาศ โดยอ้างอิงค่า Drag coefficient มาจากค่าของรถที่มีรูปร่างคล้ายรถที่ทำการทดลองหรือรถฟอร์มูล่าวัน คือ 0.56 [6] เมื่อแทนค่าในสมการ



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์แรงฉุดอากาศ [6]

$$D = \frac{1}{2}\rho v^2 C_D A_D \qquad (4.1)$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho v^2 \qquad (4.2)$$

เมื่อ D คือ แรงฉุดอากาศ (N)

A_D คือ พื้นที่หน้าตัดด้านหน้ารถฟอร์มูล่า (m^2)

ΔP คือ ความดันหน้ารถฟอร์มูล่า – ความดันหลังรถฟอร์มูล่า (Pa)

C_d คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงฉุดอากาศ

จากการแทนค่าในสมการได้ค่าแรงฉุดอากาศออกมา จากค่าที่ได้ ทำให้ทราบว่ายิ่งความเร็วเพิ่มค่าแรงฉุดอากาศยิ่งเพิ่มตาม ซึ่งสามารถนำค่าแรงฉุดอากาศที่ได้ไปแปลงเป็นกำลังที่สูญเสียของ

เครื่องยนต์ได้ ด้วยสมการที่ (4.3)

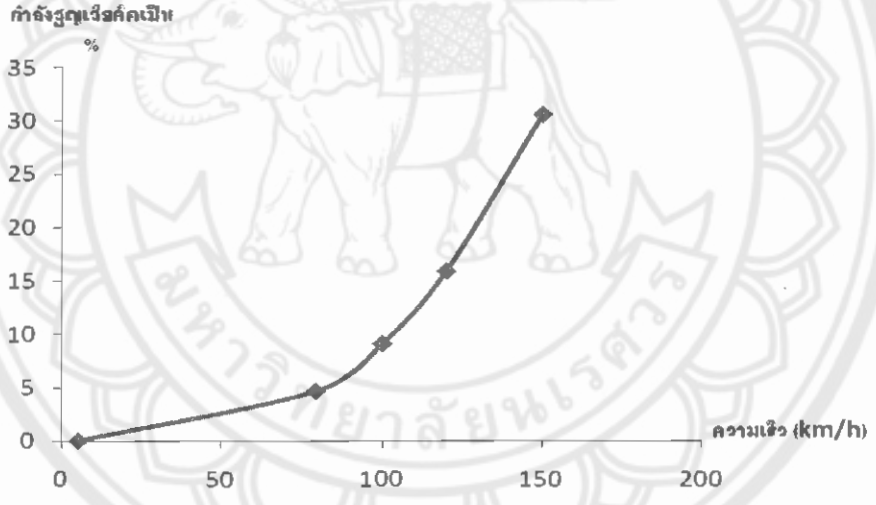
$$Power\ loss = D \times V \tag{4.3}$$

เมื่อ Power loss คือ กำลังสูญเสียที่เกิดจากแรงฉุดอากาศ (w)

D คือ ค่าแรงฉุดอากาศ (N)

V คือ ค่าความเร็ว (m/s)

แล้วนำค่ากำลังที่สูญเสียนี้ ไปเทียบกับกำลังทั้งหมดของเครื่องยนต์ โดยคิดกำลังที่สูญเสียเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์คือ 130 แรงม้า [8] ที่ความเร็วต่างๆ ได้ดังกราฟที่ 4.3



กราฟที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียกำลังจากแรงฉุดอากาศ

จากกราฟทำให้ทราบว่า ณ ที่ค่าความเร็ว 80 km/hr รถฟอร์มูล่าสูญเสียกำลังจากแรงฉุดอากาศไป 5% ที่ความเร็ว 120 km/hr สูญเสียกำลังไป 16% ที่ความเร็ว 150 km/hr รถฟอร์มูล่าสูญเสียกำลังไป 32% จะได้ว่าที่ความเร็วสูงๆ ช่วงความชันของกราฟจะสูงมาก นั่นคือ แรงฉุดอากาศจะแปรผันตรงตามความเร็วของรถฟอร์มูล่า แต่ในการสร้างรถฟอร์มูล่านั้น ต้องการให้รถฟอร์มูล่ามีความเร็วสูง และให้ค่าแรงฉุดอากาศน้อยลง เพื่อให้ใช้กำลังของเครื่องยนต์อย่างเต็มที่ ซึ่งค่ากำลังที่สูญเสียนี้ สามารถทำการลดให้เหลือน้อยลงได้ โดยที่ความเร็วไม่ลดลง ด้วยการลบเหลี่ยมและ มุมของตัวรถเพื่อให้กระแสอากาศไหลปั่นป่วนน้อยลง แรงฉุดก็จะลดตามด้วย

จากกราฟที่ 4.2 นำค่าความดันต่าง ไปคำนวณหาค่า แรงยกของอากาศ โดยที่อ้างอิงค่า Lift coefficient มาจากรูปแบบของรถฟอร์มูล่าวัน คือ 0.4 [6] แล้วนำค่าความดันต่างไปแทนในสมการ

รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์แรงยกอากาศ [6]

$$L = \frac{1}{2}\rho v^2 C_L A_L \qquad (4.4)$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho v^2 \qquad (4.5)$$

เมื่อ L คือ แรงยกอากาศ (N)

A_L คือ พื้นที่หน้าตัดด้านบนของรถฟอร์มูล่า (m^2)

ΔP คือ ความดันหน้ารถฟอร์มูล่า – ความดันหลังรถฟอร์มูล่า (Pa)

C_L คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงงยกอากาศ

จากการแทนค่าในสมการจะได้ค่าแรงยกอากาศออกมา นำค่าแรงยกที่ได้มาวาดกราฟเทียบที่ความเร็วต่างๆ ทำให้ทราบว่าค่าแรงยกอากาศที่ได้นั้นแปรผันตรงกับความเร็วรถฟอร์มูล่า คือ ยิ่งรถฟอร์มูล่าวิ่งเร็วค่าแรงยกอากาศก็สูงตาม ดังแสดงในกราฟที่ 4.2 และจากค่าแรงยกอากาศที่ได้สามารถนำมาแปลงเป็นน้ำหนักที่ส่งผ่านไปสู่ล้อ โดยการหักลบกับน้ำหนักของตัวรถฟอร์มูล่าที่หนักประมาณ 400 kg ดังสมการที่ (4.6)

$$N = mg - L \qquad (4.6)$$

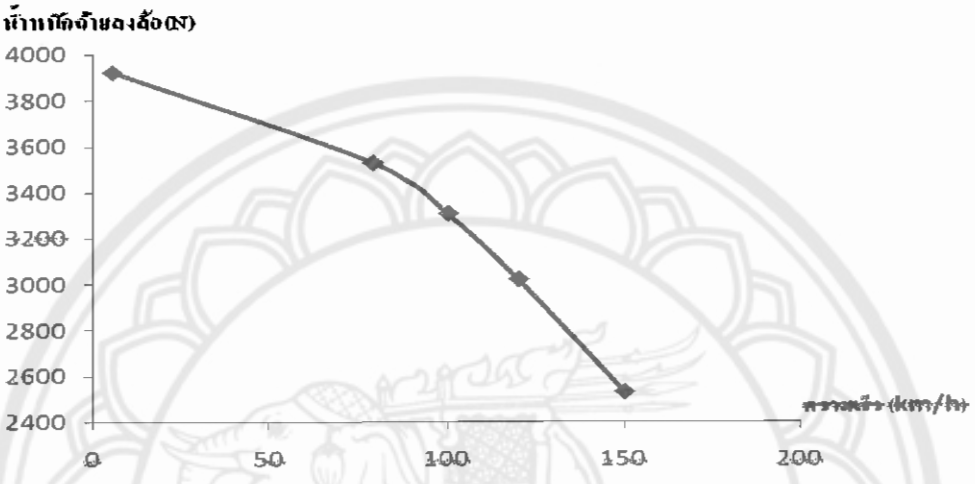
เมื่อ N คือ ค่าน้ำหนักที่ส่งผ่านไปล้อรถฟอร์มูล่า (N)

L คือ ค่าแรงยกอากาศ (N)

m คือ ค่าน้ำหนักของรถฟอร์มูล่า (kg)

g คือ ค่าแรงโน้มถ่วง (m/s^2)

จากค่าน้ำหนักที่ส่งผ่านไปล้อรถฟอร์มูล่า นำไปวาดกราฟเปรียบเทียบ ที่ความเร็วต่างๆ ได้ดังกราฟที่ 4.4



กราฟที่ 4.7 ถึงน้ำหนักที่กระทำต่อล้อที่ความเร็วต่างๆ

จากกราฟที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงน้ำหนักจากแรงยกอากาศ เมื่อนำมาหักลบกับน้ำหนักของตัวรถฟอร์มูล่า ได้ค่าน้ำหนักที่ส่งผ่านไปล้อรถฟอร์มูล่า ที่ความเร็ว 80 km/hr น้ำหนักที่ส่งผ่านไปล้อรถฟอร์มูล่า คิดเป็น3537.82 N ที่ความเร็ว 120 km/hr คิดเป็น 3044.74 N และที่ความเร็ว 150 km/hr คิดเป็น 2569.10 N ทำให้ทราบว่าเมื่อรถฟอร์มูล่าวิ่งด้วยความเร็วสูง ค่าน้ำหนักที่ส่งผ่านลงสู่ล้อรถฟอร์มูล่ายิ่งมีค่าน้อยลงเรื่อยๆ โดยเป็นผลมาจากแรงยกของอากาศ ซึ่งค่าน้ำหนักที่ถ่ายลงสู่ล้อนี้ถ้าลดลงน้อยมากๆ จะทำให้การยึดเกาะถนนของรถฟอร์มูล่า ไม่มีประสิทธิภาพมากพอ จนอาจก่อให้เกิดการลื่นไถลได้