

บทที่ 5

ผลการทดสอบ

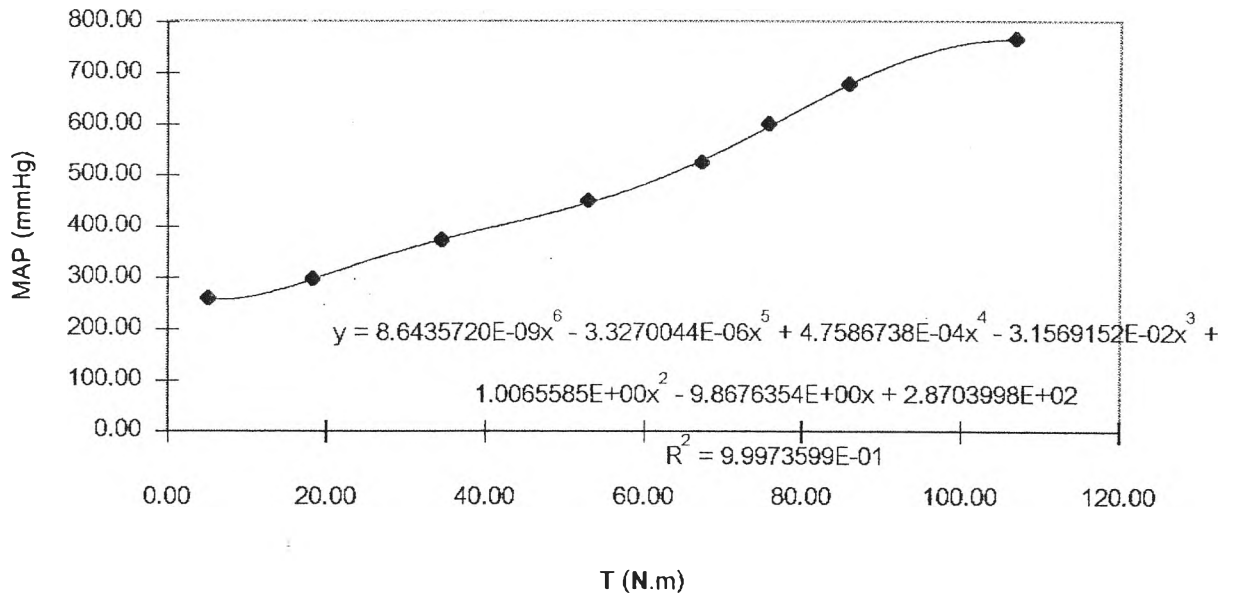
บทนี้กล่าวถึงข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเครื่องยนต์แบบคงตัวบนเอนจินไดนาโมมิเตอร์ และข้อมูลที่ได้จากการทดสอบรถยนต์บนแท่นทดสอบแซตซีสไดนาโมมิเตอร์และผลจากการนำข้อมูลจากการทดสอบเครื่องยนต์และรถยนต์ป้อนเข้าโปรแกรมแบบจำลอง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 ผลจากการทดสอบเครื่องยนต์ที่สภาวะคงตัว

การทดสอบเครื่องยนต์โดยวัดค่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่าง ๆ ตั้งแต่ต่ำไปมากและภาระงานต่าง ๆ ตั้งแต่ภาระน้อยไปจนถึงภาระมากหรือการเปิดลิ้นเร่งเต็มที่ จะได้ข้อมูลเฉพาะของเครื่องยนต์เครื่องนี้ เรียกว่า แผนภูมิแสดงสมรรถนะและมลภาวะจากเครื่องยนต์ (Engine Performance and Emission Maps) ค่าข้อมูลดิบจากการทดสอบเครื่องยนต์ อยู่ในภาคผนวก ข

จากนั้นก็นำข้อมูลชุดนี้ทำการปรับแก้ค่าของสภาพบรรยากาศตามมาตรฐานการทดสอบเครื่องยนต์ โดยในที่นี้ใช้ AUSTRALIAN STANDARD (AS 2789.1-1985) อีกทั้งทำการแปลงหน่วยของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจาก cc/s เป็น g/s และทำการคำนวณอัตราการเกิดมลภาวะต่าง ๆ ให้เป็นกรัมต่อวินาที เช่นเดียวกัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ค

นำข้อมูลสมรรถนะในภาคผนวก ค ซึ่งมีช่วงห่างของแรงบิดที่ไม่คงที่มาสร้างเป็นข้อมูลตาข่าย (grid data) ที่มีช่วงแรงบิดคงที่ โดยการกรองข้อมูลสมรรถนะด้วยการประมาณการลดรอยเชิงเส้นที่ค่าคงที่ เพื่อหาค่าแรงบิดที่มีช่วงของแรงบิดคงที่ โดยเลือกเส้นกราฟประมาณค่าที่มีค่า R^2 ดีที่สุดและเส้นกราฟประมาณค่าลากผ่านจุดข้อมูลดิบที่ดีที่สุด ด้วยโปรแกรม EXCEL สมการการประมาณค่าถูกแสดงในภาคผนวก ฉ แล้ว ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.1 เป็นการหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความดันสัมบูรณ์ที่อ่าวร่วมไศล (MAP) กับแรงบิดของเครื่องยนต์ (T) ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที



รูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างการหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดี (MAP) กับแรงบิดของเครื่องยนต์ (T) ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที

ตัวอย่างชุดข้อมูลซึ่งมีช่วงของแรงบิดคงที่ได้ถูกแสดงในรูปที่ 5.2 โดยเป็นตัวอย่างที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 750 รอบต่อนาที และเมื่อได้ชุดข้อมูลดังกล่าวแล้ว นำมาสร้างข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรมแบบจำลอง “MAP.DAT” ดังภาคผนวก ง1 แสดงข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม V.F.C.E. Model และข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรมที่คัดแปลง ซึ่งมีแกนความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบเครื่องยนต์และความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดี โดยปรับช่วงของความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดีให้เท่ากัน แสดงในภาคผนวก ช

Filtered Engine Performance and Emission Steady State Test Map of 4A-FE

Tested Date 27-30 Oct. 1997

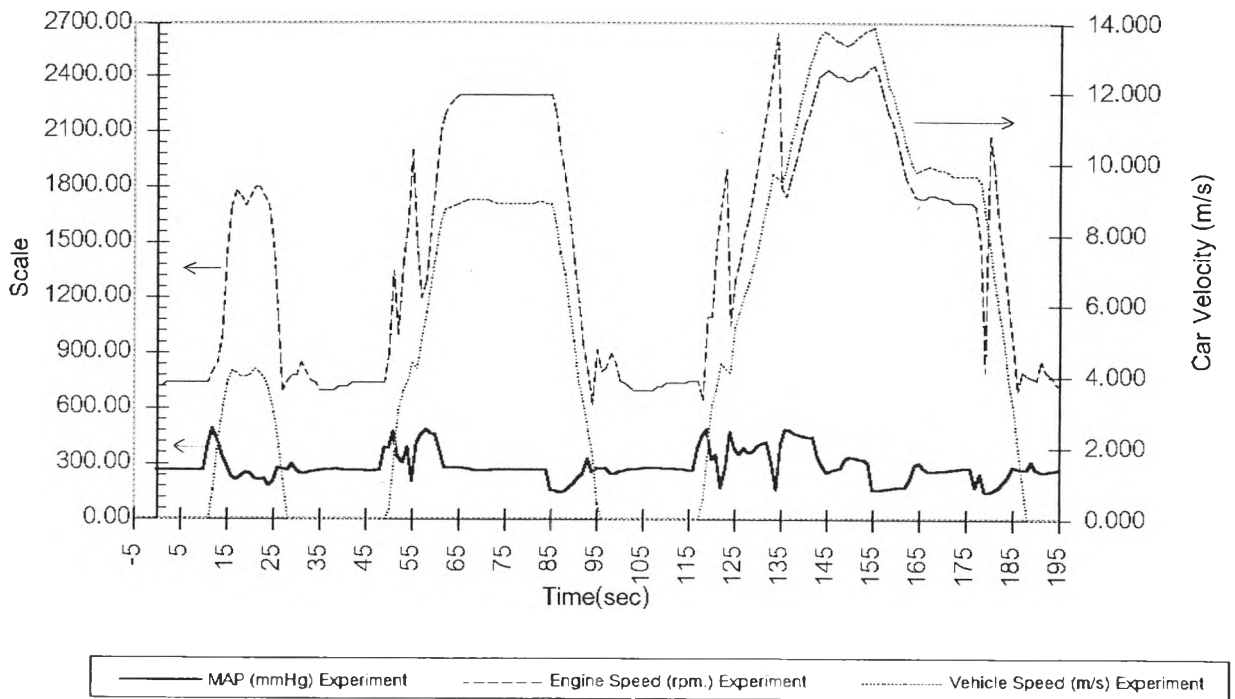
Engine Speed (rpm.)	Engine Torque (N.m)	Manifold Absolute Pressure (mmHg)	Fuel Consumption (g/s)	Carbonmonoxide,CO (g/s)	Carbondioxide,CO2 (g/s)	Hydrocarbon,HC (g/s)
750	4.06	2.5265E+02	1.4978E-01	7.7041E-05	4.5601E-01	1.7773E-05
750	7.5	2.5581E+02	1.3341E-01	1.8547E-04	5.1643E-01	3.4017E-05
750	15	2.9364E+02	1.6563E-01	4.9967E-04	4.3478E-01	6.9562E-05
750	22.5	3.4290E+02	2.2077E-01	8.9219E-04	3.8606E-01	1.0086E-04
750	30	3.8867E+02	2.6474E-01	1.3461E-03	4.9115E-01	1.2391E-04
750	37.5	4.3085E+02	2.9681E-01	1.8529E-03	6.9934E-01	1.3638E-04
750	45	4.7423E+02	3.2768E-01	2.4036E-03	9.1236E-01	1.3757E-04
750	52.5	5.2210E+02	3.6540E-01	2.9963E-03	1.0631E+00	1.2849E-04
750	60	5.7327E+02	4.0933E-01	3.6266E-03	1.1487E+00	1.1178E-04
750	67.5	6.2261E+02	4.5203E-01	4.2917E-03	1.2191E+00	9.1769E-05
750	75	6.6508E+02	4.8908E-01	4.9895E-03	1.3185E+00	7.4438E-05
750	82.5	7.0315E+02	5.3689E-01	5.7179E-03	1.3837E+00	6.7434E-05
750	90.84	7.6695E+02	6.8195E-01	2.3997E-01	1.0125E+00	5.5477E-04

รูปที่ 5.2 แสดงชุดข้อมูลซึ่งถูกปรับค่าให้ช่วงแรงบิดมีค่าคงที่ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 750 รอบต่อนาที

5.2 ผลจากการทดสอบรถยนต์

การทดสอบรถยนต์บนแท่นทดสอบแชนซิสไดนาโมมิเตอร์ ตามรูปแบบการขับขี่ที่เลือกในที่นี่ใช้รูปแบบการขับขี่ตามมาตรฐาน มอก. 1280-2538 ใช้เวลาในการขับขี่รถยนต์ทั้งสิ้น 1180 วินาที ในขณะที่ทำการทดสอบรถยนต์ จะมีข้อมูลได้แก่ ความเร็วของรถยนต์ที่ถูกขับจริง (TE) ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (NE) ความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอเสียของเครื่องยนต์ (MP) และความเข้มข้นของมลภาวะต่าง ๆ คือคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไฮโดรคาร์บอน (HC) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซึ่งถูกวัดขณะที่ได้เจือจางกับอากาศภายนอกแล้ว ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกพลอตตลอดเวลาการขับขี่

งานวิจัยนี้ ได้นำข้อมูลจากการขับขี่ คือความเร็วของรถยนต์ที่ถูกขับจริง ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอเสียของเครื่องยนต์มาใช้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.3 ส่วนข้อมูลจากการทดสอบรถยนต์ตลอดเวลาอยู่ในภาคผนวก ข



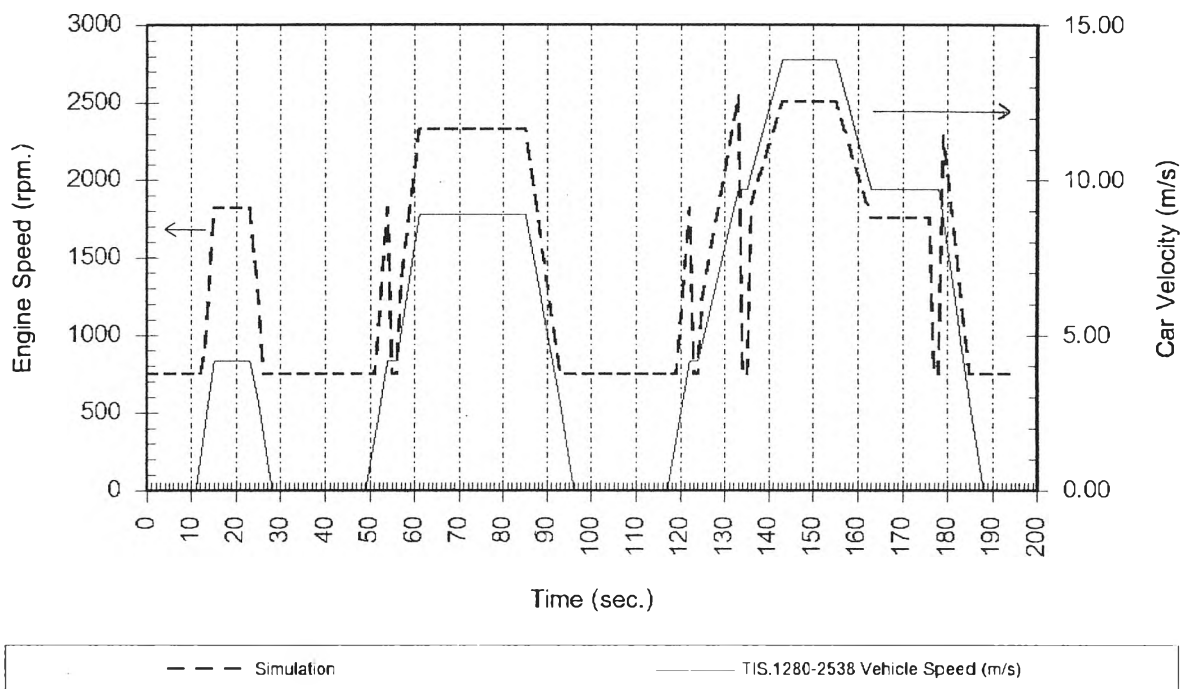
รูปที่ 5.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลจากการทดสอบรถยนต์

5.3 ผลที่ได้จากการจำลอง

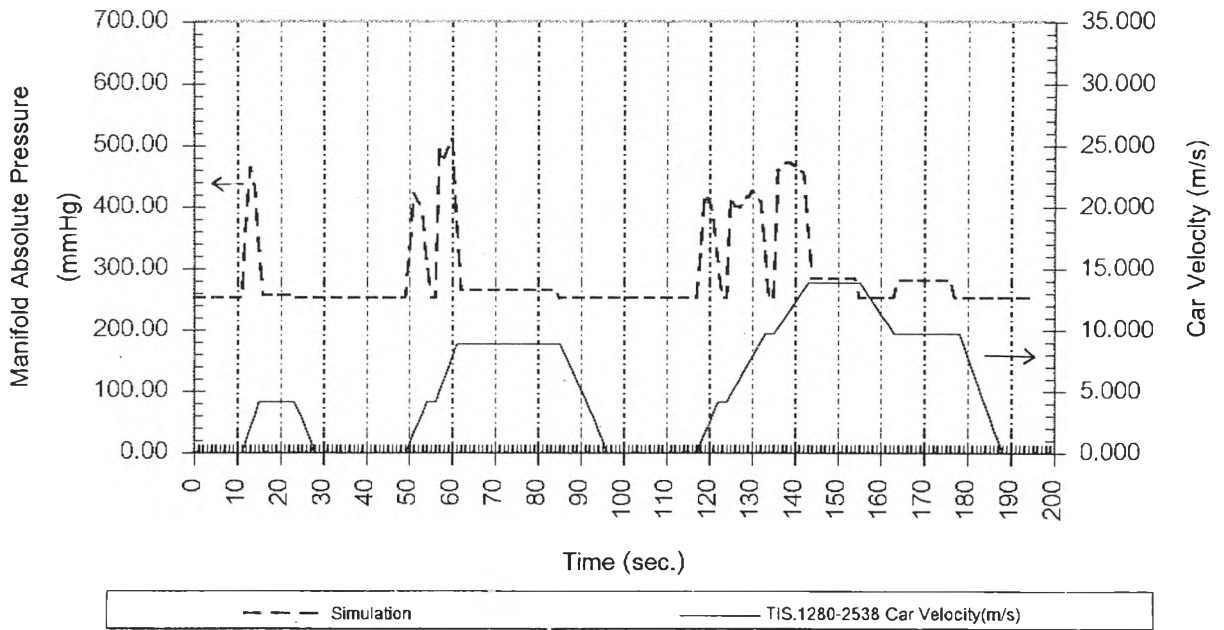
5.3.1 ผลจากการทำนายด้วยโปรแกรมแบบจำลอง V.F.C.E. Model เมื่อใช้ข้อมูลจากรูปแบบการขับขี่เป็นข้อมูลป้อนเข้า

ข้อมูลจากเครื่องยนต์ “MAP.DAT” เป็นข้อมูลของค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, ค่าอัตราการเกิดมลภาวะต่าง ๆ และค่าความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดีในแกนความสัมพันธ์ของความเร็วรอบเครื่องยนต์ (NE) กับแรงบิดของเครื่องยนต์ (TE)

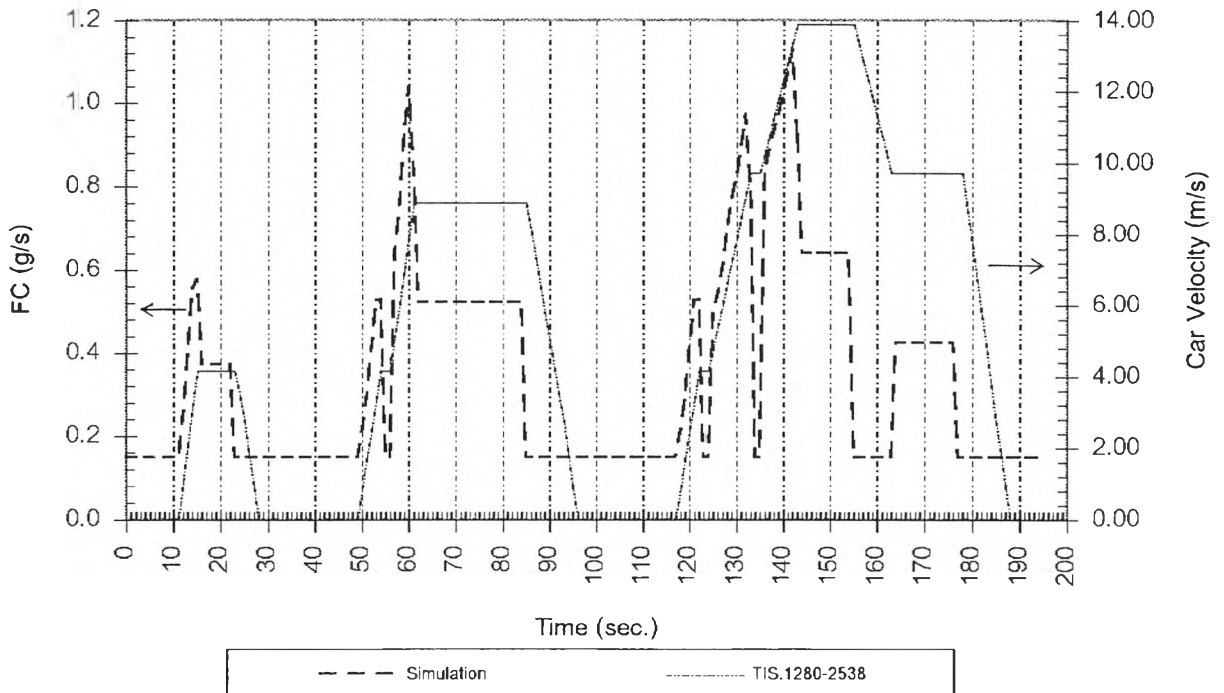
เมื่อรวมกับข้อมูลจำเพาะของรถยนต์และรูปแบบการขับขี่มาตรฐาน โปรแกรมแบบจำลองสามารถทำนายค่าความเร็วของรถยนต์ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ ความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดี อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและมลภาวะต่าง ๆ เมื่อเวลาในการขับขี่รถยนต์ผ่านไป ดังตัวอย่างข้อมูลบางส่วนจากรูปภาคผนวก ข1 - ข6 ที่แสดงในรูปที่ 5.4 - รูปที่ 5.9



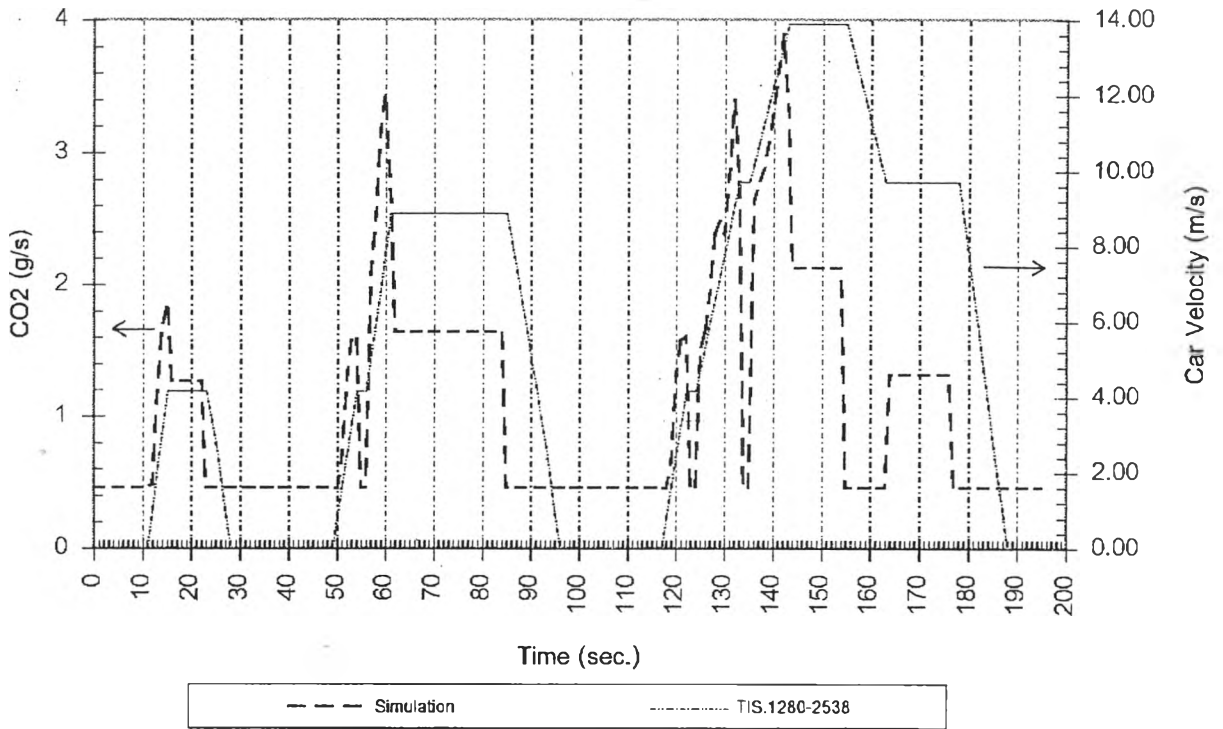
รูปที่ 5.4 แสดงค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Simulation) และความเร็วของรถยนต์ (TIS.1280-2538) ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลอง V.F.C.E. Model ในช่วงเวลา 0-195 วินาที



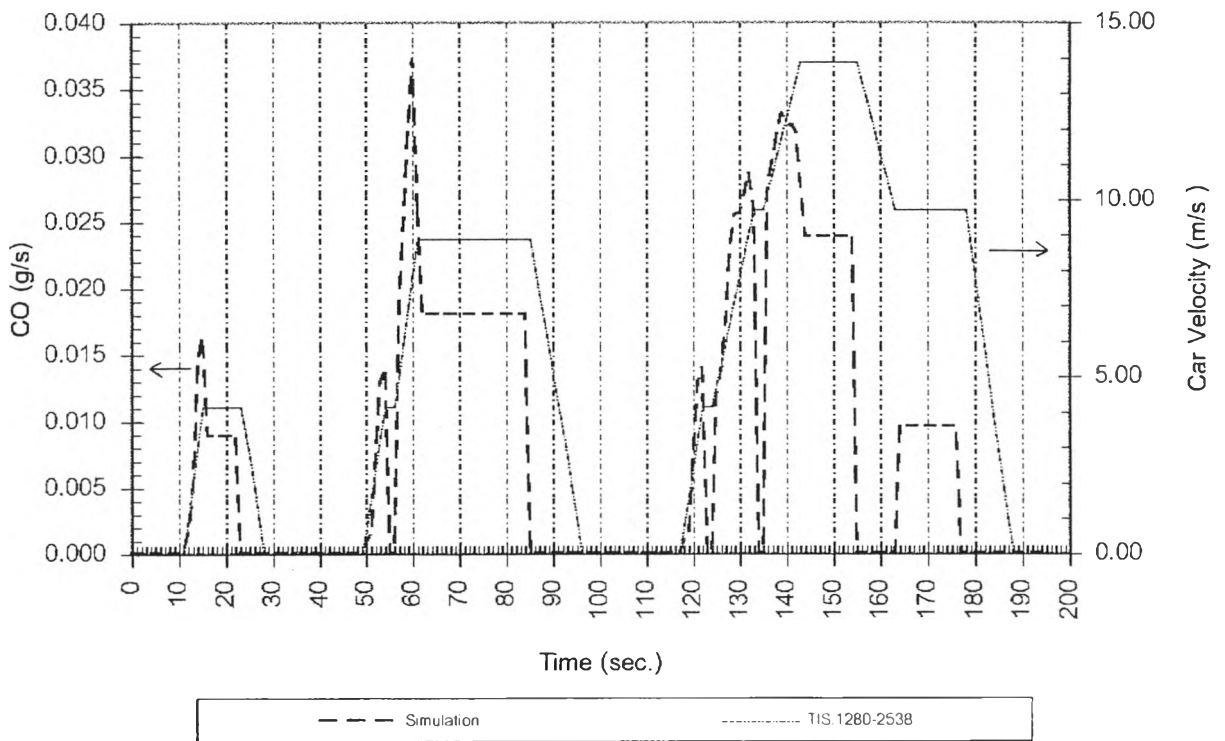
รูปที่ 5.5 แสดงค่าความดันสัมบูรณ์ที่รวมไอค้ำของเครื่องยนต์ (Simulation) และความเร็วของรถยนต์ (TIS.1280-2538) ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลอง V.F.C.E Model ในช่วงเวลา 0-195 วินาที



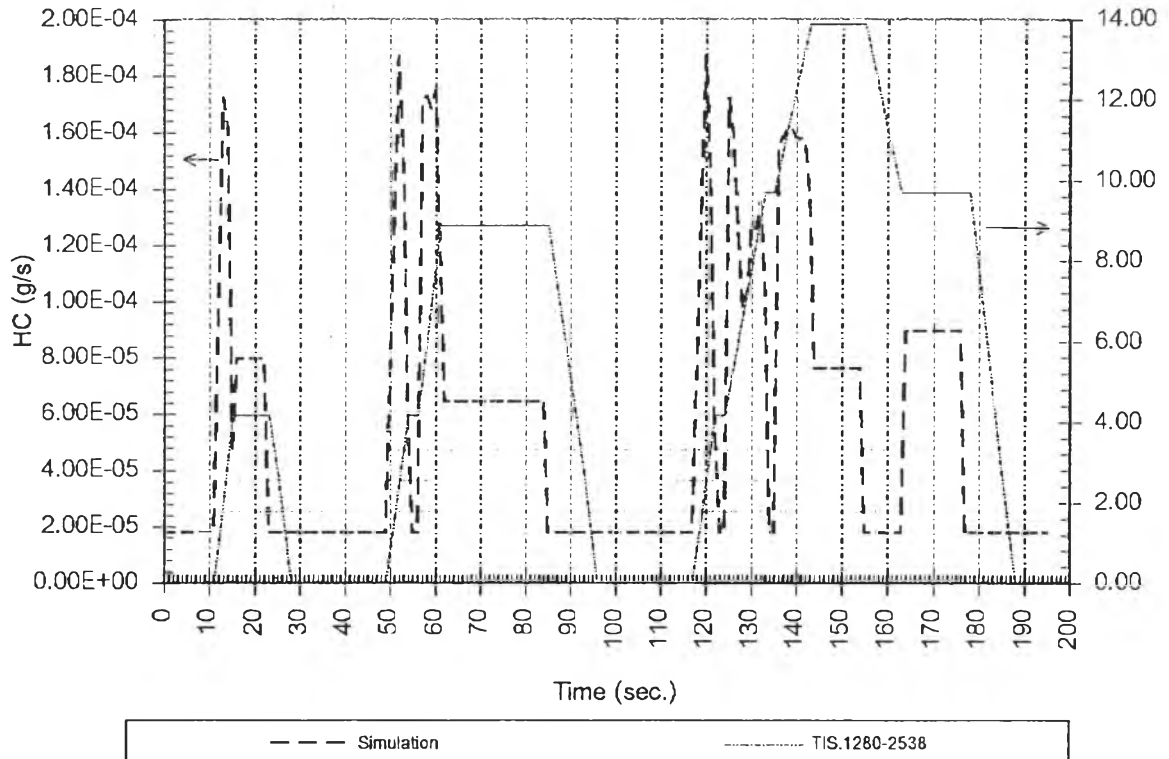
รูปที่ 5.6 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Simulation) และความเร็วของรถยนต์ (TIS.1280-2538) ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลอง V.F.C.E. Model ในช่วงเวลา 0-195 วินาที



รูปที่ 5.7 แสดงค่าอัตราการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ (Simulation) และความเร็วของรถยนต์ (TIS.1280-2538) ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลอง V.F.C.E. Model ในช่วงเวลา 0-195 วินาที



รูปที่ 5.8 แสดงค่าอัตราการเกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ (Simulation) และความเร็วของรถยนต์ (TIS.1280-2538) ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลอง V.F.C.E. Model ในช่วงเวลา 0-195 วินาที

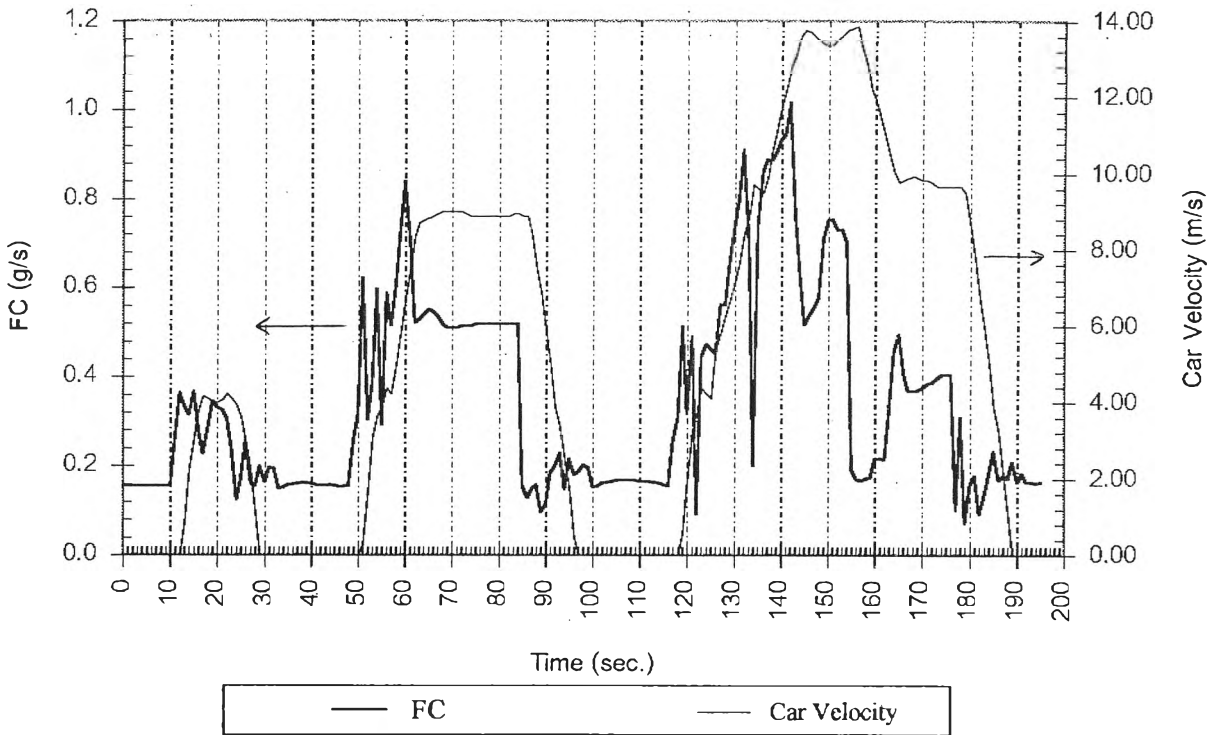


รูปที่ 5.9 แสดงค่าอัตราการเกิดไฮโดรคาร์บอน (Simulation) และความเร็วของรถยนต์ (TIS.1280-2538) ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลอง V.F.C.E. Model ในช่วงเวลา 0-195 วินาที

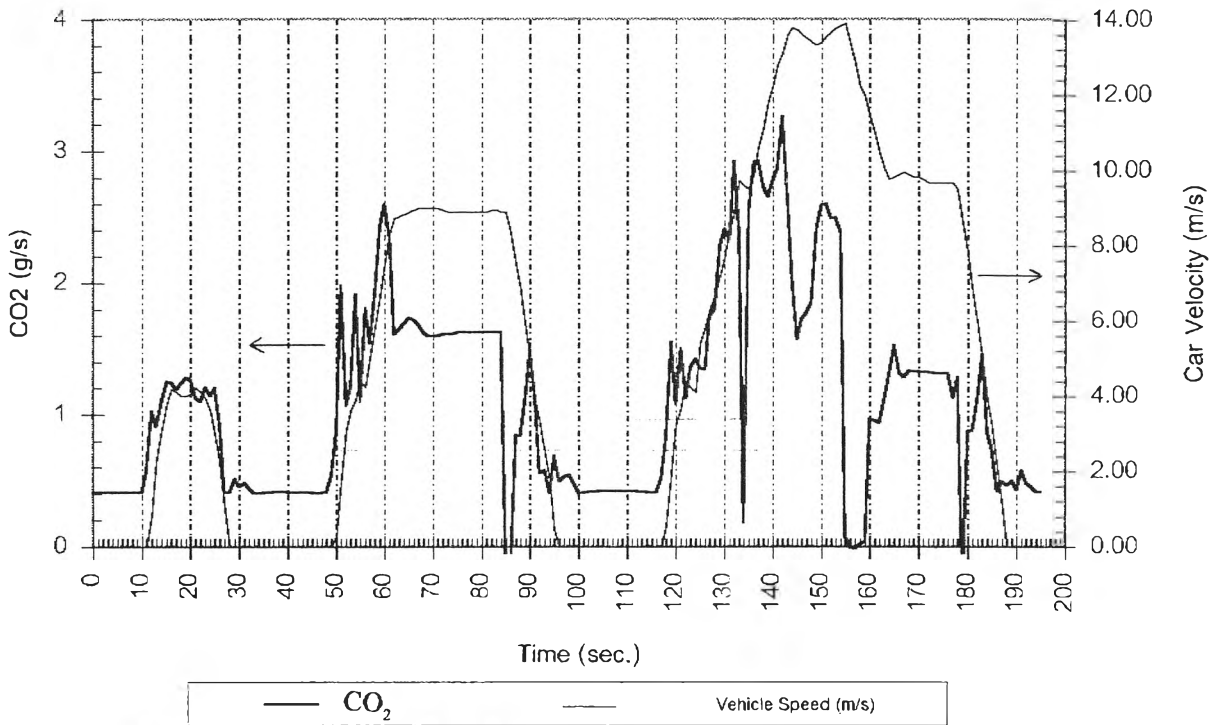
5.3.2 ผลจากการทำนายด้วยโปรแกรมแบบจำลอง ที่ดัดแปลงเพื่อการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผลของการควบคุมความเร็วรถยนต์ เมื่อใช้ข้อมูลจากการทดสอบรถยนต์เป็นข้อมูลป้อนเข้า

ข้อมูลจากเครื่องยนต์ "MAP.DAT" เป็นข้อมูลของค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ค่าอัตราการเกิดมลภาวะต่าง ๆ ในแกนความสัมพันธ์ของความเร็วรอบเครื่องยนต์ (NE) กับความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดีของเครื่องยนต์ (MAP) เมื่อรวมกับข้อมูลความเร็วรอบเครื่องยนต์และความดันสัมบูรณ์ท่อร่วมไอดีที่วัดได้จากการทดสอบรถยนต์บนแท่นทดสอบแอสซิซินไดนาโมมิเตอร์ โปรแกรมแบบจำลองสามารถทำนายผลอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและมลภาวะต่าง ๆ เมื่อเวลาในการขับขี่

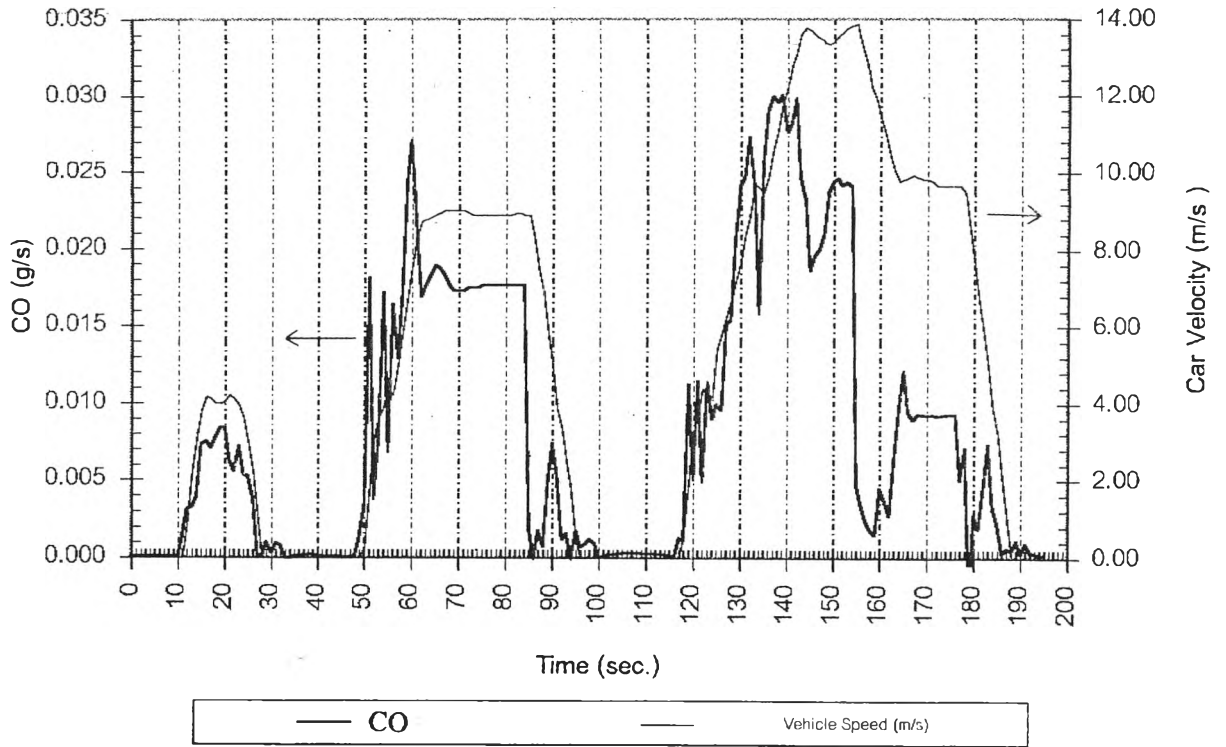
รถยนต์ผ่านไป ดังตัวอย่างของข้อมูลบางส่วนจากภาคผนวก ข3 - ข6 ที่แสดงในรูปที่ 5.10 - 5.13



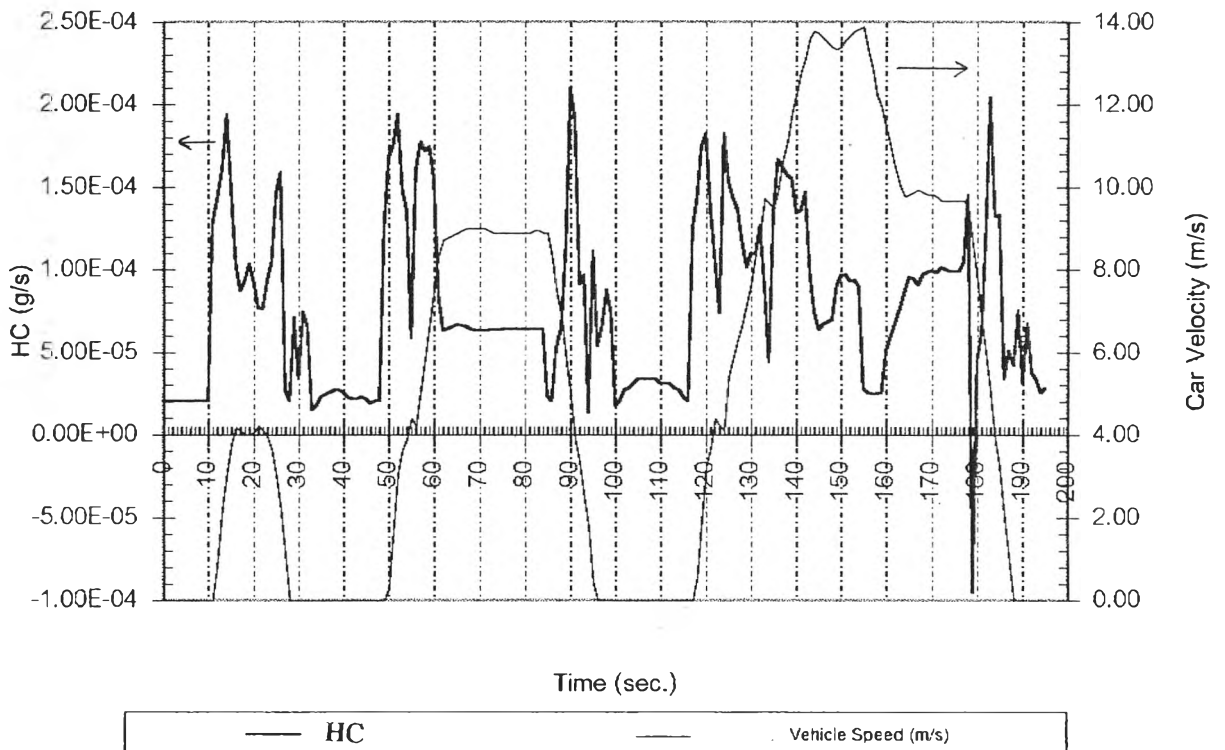
รูปที่ 5.10 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและความเร็วของรถยนต์ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลองที่ดัดแปลง ในช่วงเวลา 0 - 195 วินาที



รูปที่ 5.11 แสดงค่าอัตราการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์และความเร็วของรถยนต์ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลองที่ดัดแปลง ในช่วงเวลา 0 - 195 วินาที



รูปที่ 5.12 แสดงค่าอัตราการเกิดคาร์บอนมอนอกไซด์และความเร็วของรถยนต์ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลองที่ดัดแปลง ในช่วงเวลา 0 - 195 วินาที



รูปที่ 5.13 แสดงค่าอัตราการเกิดไฮโดรคาร์บอนและความเร็วของรถยนต์ที่ทำนายจากโปรแกรมแบบจำลองที่ดัดแปลง ในช่วงเวลา 0 - 195 วินาที