

บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษ

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและสารมลพิษได้แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ การทดสอบเครื่องยนต์ M.T.U. ห้องเผาไหม้ตรงระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วม (Common rail) เครื่องยนต์ Caterpillar ห้องเผาไหม้ตรงระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไกควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Pump electronic controller) และเครื่องยนต์ Pielstick ห้องเผาไหม้ช่วยระบบฉีดเชื้อเพลิงเป็นแบบกลไก (Mechanical unit pump injector) โดยมีเงื่อนไขในการทดสอบที่เหมือนกัน ตามตารางที่ 3.2

4.1.1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์หัวรถจักร

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ประเภทซึ่งจะทำการเก็บค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที โดยที่แต่ละความเร็วรอบนั้นจะมีภาระการทำงานของเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะเป็นไปตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3

4.1.2 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์หัวรถจักร

ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ประเภท โดยที่จะทำการเก็บค่าสารทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ O_2 , CO, CO_2 , HC, NO, NO_x และ ควันดำ (Black smut) แต่เนื่องจากมลพิษที่ทำลายสภาพแวดล้อม มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด ได้แก่ NO_x , HC, CO และ ควันดำ (Black smut) โดยทำการวัดที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ตั้งแต่ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที โดยที่แต่ละความเร็วรอบนั้นจะมีภาระการทำงานของเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะเป็นไปตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังตารางที่ 4.4, 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.1 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ M.T.U. ในรถจักรหมายเลข 4138

Engine revolution (rpm)	I (Amp)	V (Volt)	Power (kW)	Enter fuel flow rate (l/min)	Return fuel flow rate (l/min)	Fuel consumption (l/min)	BSFC (g/kW-h)
700	667	245	163	11.55	10.90	0.65	198
800	1,156	230	266	11.63	10.88	0.75	140
900	1,411	259	365	11.76	10.41	1.35	184
1,000	1,644	279	458	11.88	10.16	1.72	187
1,100	1,927	297	571	12.39	9.87	2.52	219
1,200	2,152	350	752	12.67	9.22	3.45	228
1,300	2,496	359	896	13.57	9.20	4.38	243
1,400	2,807	406	1,139	13.53	8.23	5.30	231
1,500	1,986	690	1,371	13.81	7.45	6.36	231

ตารางที่ 4.2 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Caterpillar ในรถจักรหมายเลข 4214

Engine revolution (rpm)	I (Amp)	V (Volt)	Power (kW)	Enter fuel flow rate (l/min)	Return fuel flow rate (l/min)	Fuel consumption (l/min)	BSFC (g/kW-h)
700	600	174	104	10.11	9.38	0.72	344
800	1,191	162	193	11.10	10.06	1.09	281
900	1,386	249	344	12.63	10.61	2.01	290
1,000	1,609	316	509	14.29	11.19	3.09	302
1,100	1,803	360	649	15.48	11.48	4.00	306
1,200	2,034	437	888	16.46	11.34	5.11	286
1,300	2,280	460	1,048	17.90	11.16	6.74	320

1,400	2,452	479	1,172	18.90	10.80	8.10	344
1,500	1,973	690	1,361	19.71	10.04	9.67	353

ตารางที่ 4.3 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Pielstick ในรถจักรหมายเลข 4416

Engine revolution (rpm)	I (Amp)	V (Volt)	Power (kW)	Enter fuel flow rate (l/min)	Return fuel flow rate (l/min)	Fuel consumption (l/min)	BSFC (g/kW-h)
700	716	157	112	19.50	18.40	1.10	489
800	1,191	117	139	19.50	17.90	1.60	573
900	1,275	206	262	19.50	17.30	2.20	418
1,000	1,657	256	424	19.55	16.50	3.05	358
1,100	1,852	360	666	19.55	15.50	4.55	340
1,200	1,875	498	933	19.55	13.20	6.35	338
1,300	2,040	556	1,134	19.60	12.00	7.60	333
1,400	2,490	490	1,220	19.70	11.70	8.00	326
1,500	2,000	635	1,270	19.70	11.37	8.33	326

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ M.T.U. ในรถจักรหมายเลข 4138

Engine revolution (rpm)	O ₂ (%)	CO (mg/m ³)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	NO (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	*Black smut (%)
700	163	342	6.89	166	4,230	4,290	-
800	266	347	7.94	136	3,808	3,929	-
900	365	177	9.45	114	3,204	3,274	-
1,000	458	242	9.57	81	2,779	2,829	-
1,100	571	419	7.77	36	2,824	3,008	-
1,200	752	293	9.46	24	3,244	3,318	-
1,300	896	221	8.48	13	2,729	2,533	-
1,400	1,139	175	8.25	2	2,664	2,634	-

1,500	1,371	144	7.95	1	2,539	2,744	23.33
-------	-------	-----	------	---	-------	-------	-------

* ค่าควีนดำ (Black smut) ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 rpm โดยไม่มีภาระของเครื่องยนต์

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ Caterpillar ในรถจักรหมายเลข 4214

Engine revolution (rpm)	O ₂ (%)	CO (mg/m ³)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	NO (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	*Black smut (%)
700	14	217	4.93	190	4,148	4,309	-
800	11	137	7.00	150	3,836	3,995	-
900	8	460	9.77	132	3,396	3,457	-
1,000	6	1,260	10.64	104	2,983	2,412	-
1,100	6	1,563	10.94	86	2,949	2,974	-
1,200	6	954	10.30	67	2,941	3,070	-
1,300	7	1,264	9.59	45	2,802	2,974	-
1,400	9	1,146	9.11	26	2,701	2,692	-
1,500	10	1,105	8.38	16	2,362	2,403	22.33

* ค่าควันดำ (Black smut) ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 rpm โดยไม่มีภาระของเครื่องยนต์

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบวัดสารมลพิษของเครื่องยนต์ Pielstick ในรถจักรหมายเลข 4416

Engine revolution (rpm)	O ₂ (%)	CO (mg/m ³)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	NO (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	*Black smut (%)
700	17	471	2.92	2	4,246	3,888	-
800	16	185	3.71	54	5,408	5,747	-
900	14	204	4.83	59	4,056	4,274	-
1,000	14	279	5.05	69	2,777	2,923	-
1,100	13	308	5.41	87	1,962	1,999	-
1,200	13	509	5.86	101	1,622	1,647	-
1,300	12	410	6.11	144	1,706	1,745	-

1,400	15	288	4.32	59	1,920	1,939	-
1,500	14	200	5.21	41	2,253	2,289	47.00

* ค่าควันดำ (Black smut) ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 rpm โดยไม่มีภาระของเครื่องยนต์

4.2 การเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์หัวรถจักรแต่ละประเภท

ในหัวข้อนี้จะนำค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกและสารมลพิษของเครื่องยนต์หัวรถจักรที่มีลักษณะห้องเผาไหม้ที่แตกต่างกันแต่ละประเภท มาทำการเปรียบเทียบ เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างกัน

4.2.1 การเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก

จากผลการเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบต่างๆโดยมีภาระของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าเครื่องยนต์ M.T.U. ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบรางร่วมมีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกต่ำที่สุดในทุกสภาวะความเร็วรอบเครื่องยนต์ และมีค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรกเฉลี่ยจากทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์ เท่ากับ 206 g/kW-h ต่ำกว่าเครื่องยนต์ Caterpillar ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกึ่งรางร่วม ที่มีค่าเท่ากับ 314 g/kW-h อยู่ที่ 34.39 % และต่ำกว่าเครื่องยนต์ Pielstick ซึ่งเป็นระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไกที่มีค่าเท่ากับ 389 g/kW-h อยู่ที่ 47.04 %

4.2.2 การเปรียบเทียบสารมลพิษไฮโดรคาร์บอน (HC)

จากผลการทดสอบสารมลพิษไฮโดรคาร์บอน (HC) ของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบต่างๆโดยมีภาระของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ M.T.U. และเครื่องยนต์ Caterpillar มีสารไฮโดรคาร์บอน (HC) มีแนวโน้มลดลงขณะที่เครื่องยนต์ Pielstick นั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่หากพิจารณาที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที พบว่าเครื่องยนต์ M.T.U. นั้นจะมีสารไฮโดรคาร์บอน (HC) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ Caterpillar และเครื่องยนต์ Pielstick

4.2.3 การเปรียบเทียบสารมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

จากผลการทดสอบสารมลพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบต่างๆโดยมีภาระของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังรูปที่ 4.3 ทำให้พิจารณาได้ว่าเครื่องยนต์ M.T.U. และเครื่องยนต์ Pielstick มีสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ค่อนข้างคงที่ในทุกความเร็วรอบ

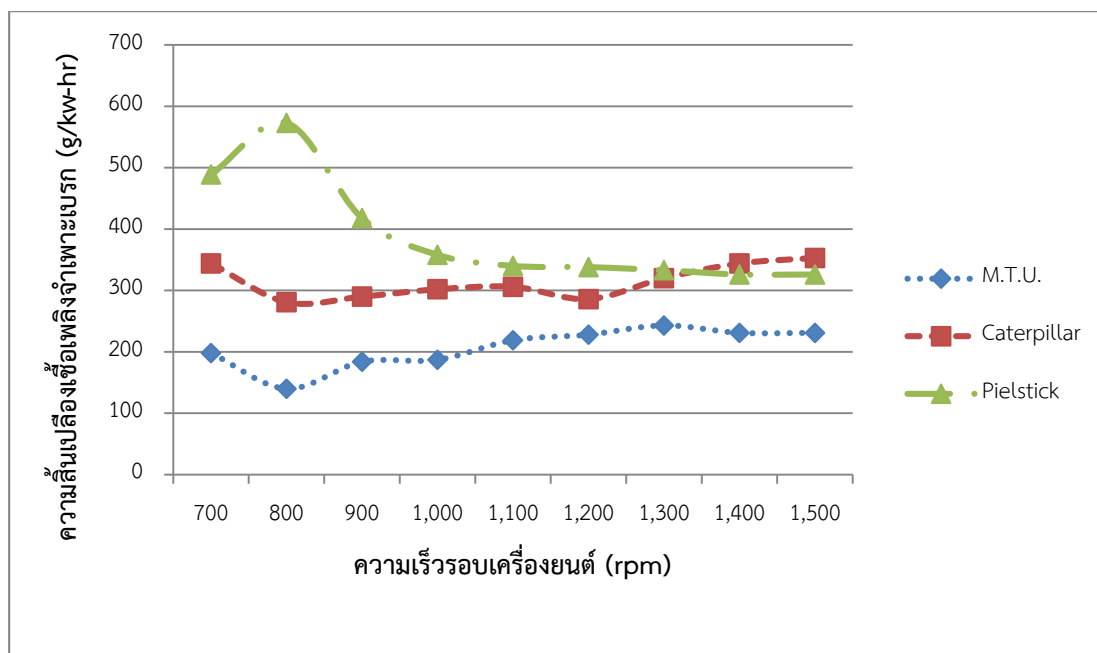
เครื่องยนต์เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ Caterpillar ซึ่งมีสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบเครื่องยนต์ แต่หากพิจารณาที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ M.T.U. มีสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) น้อยที่สุด

4.2.4 การเปรียบเทียบสารมลพิษไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

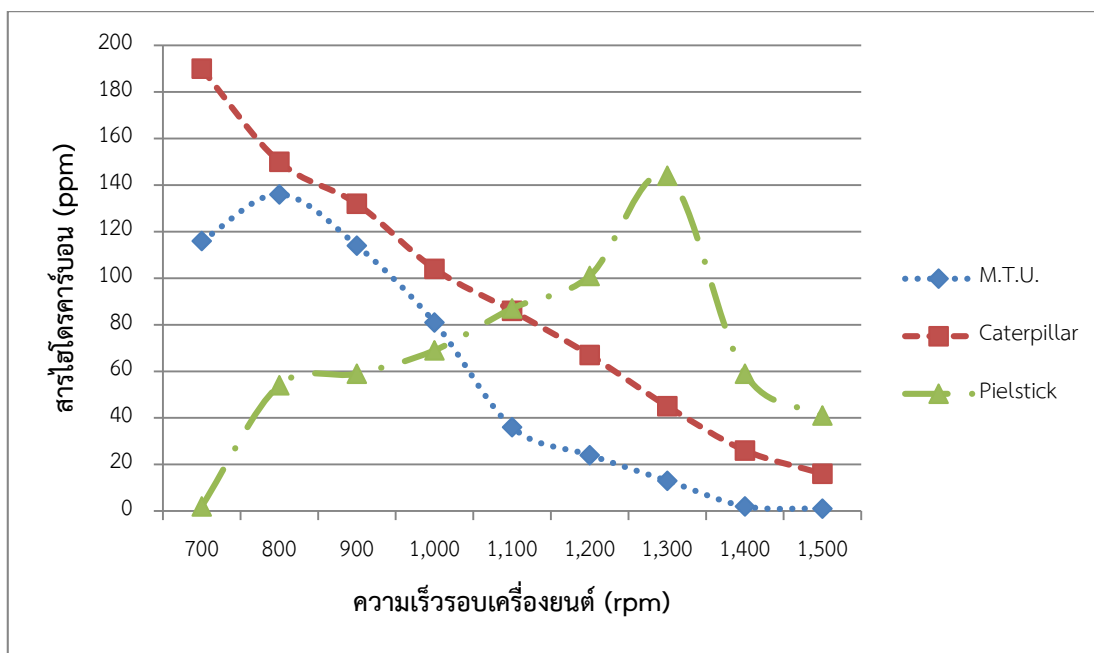
จากผลการทดสอบสารมลพิษไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบต่างๆโดยมีภาระของเครื่องยนต์ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ ตามตาราง Regulation characteristics curve ดังรูปที่ 4.4 เครื่องยนต์ Caterpillar และ M.T.U. มีสารไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ใกล้เคียงกันในทุกความเร็วรอบเครื่องยนต์และมีแนวโน้มลดลงที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 700 ถึง 1,500 รอบต่อนาที หากพิจารณาเครื่องยนต์ Pielstick มีสารไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) สูงในช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 700 ถึง 800 รอบต่อนาที และหลังจากนั้นจะมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน

4.2.5 การเปรียบเทียบสารควันดำ (Black smut)

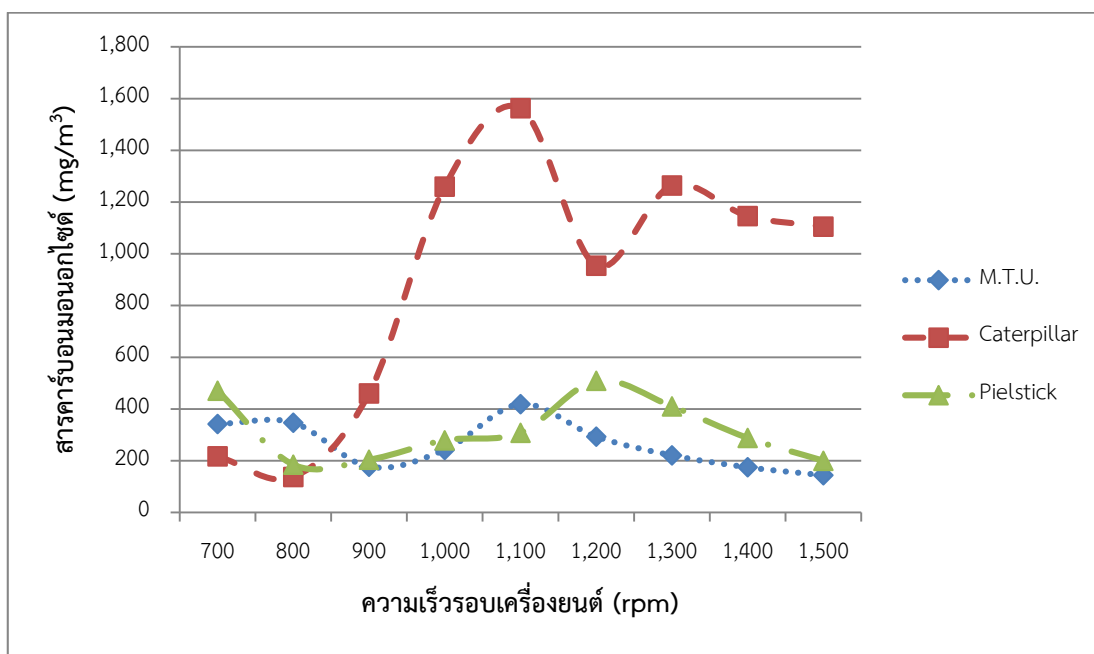
ผลการทดสอบสารมลพิษควันดำ (Black Smut) ของเครื่องยนต์ M.T.U., Caterpillar และ Pielstick ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบต่อนาที โดยไม่มีภาระเครื่องยนต์ พบว่าเครื่องยนต์ Pielstick มีสารควันดำ (Black smut) มากที่สุดอยู่ที่ 47.00 % เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ M.T.U. และ Caterpillar ซึ่งมีสารควันดำ (Black smut) อยู่ที่ 23.33 % และ 22.33 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.7 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าระบบฉีดเชื้อเพลิงแรงดันสูงสามารถลดปัญหาการปล่อยสารควันดำออกจากห้องเผาไหม้ได้ ซึ่งถือว่าเป็นมลภาวะที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของประชากร



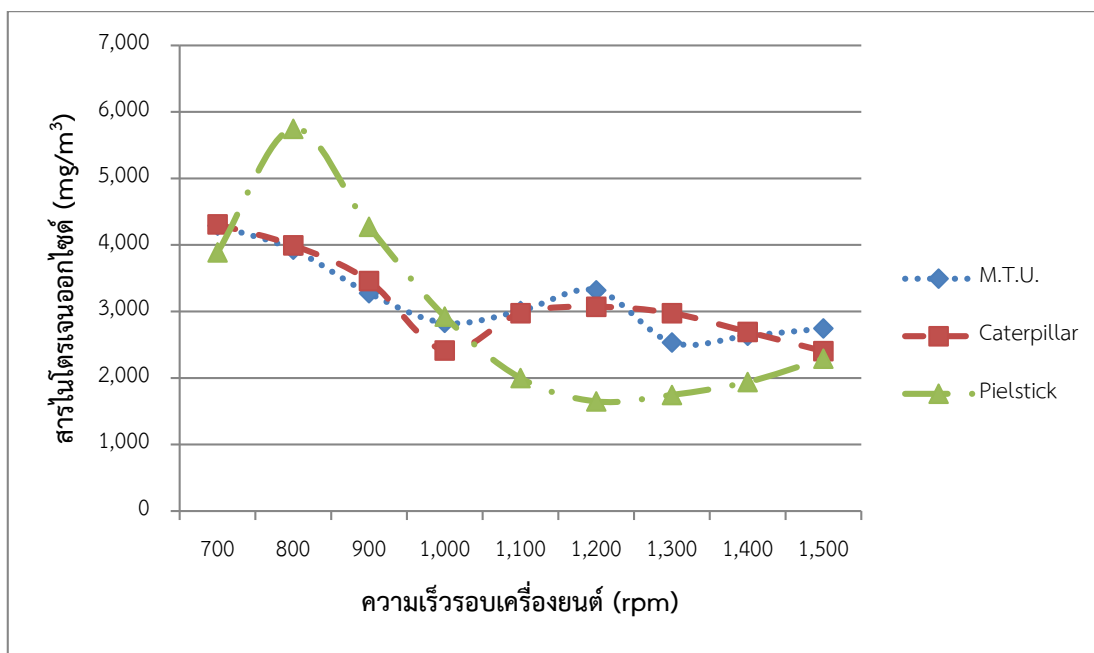
รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบสารไฮโดรคาร์บอน (HC)



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)



รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบสารไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบสารควันดำ (Black smut)

เครื่องยนต์	ควันดำ)Black smut (%)
M.T.U.	23.33
Caterpillar	22.33
Pielstick	47.00