

京都大学工学部 正員 近司光 正員 山本剛夫 正員 西田耕文助 学生員 石川義紀

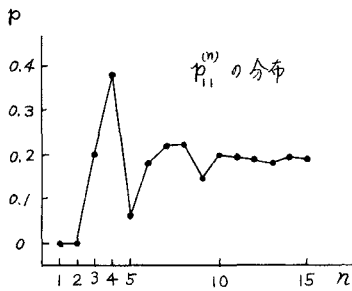
California では Air Quality Standards が定められ、各汚染源の排出規制がなされた。自動車排気も排出基準値 (CO-H: 295 ppm, CO: 1.5%) が定められた。また走行調査から平均の driving pattern (11 の速度条件) の時間比が規定された。しかし、これらの条件のみから 1 つの driving cycle を形成することからなるために適当な転換 mode を挿入し、組合せのなかから実際の driving pattern とよび standards の時間比にもっとも近いものを標準 driving cycle とされた。11 mode cycle がこれで、そのうち 7 mode cycle となり、1966 年には全米の連邦規則にも採用されるに至った。わが国でも 1965 年から排出規制 (CO 3%) がなされ、さらに強化されるとしている。米国と道路事情が異なることから船舶技術研 (4 mode cycle) による排気の評価が採用されているが、これについての基礎資料は明らかでなく、driving mode の時間比にもっともよくものと推測される。本研究では市内の走行においてもっとも合理的な平均 driving cycle を導くために実際の走行による連続統計的手法により解析した。京都市内で比較的交通量の大きい中心部の交差点 (20 点) の交通流特性 (直進 62%, 右折 19%, 左折 18%) を意味して 30 通りの路線を選定した。 (路線長 0.6~11.8 km, 平均 3.1 km, 走行時間 20.5 秒 ~ 36 分 39 秒 5, 平均 8 分 8 秒 7, 平均速度 20.4 km/h)。交通流の流れに一致して実験車を走行させ、その間の driving pattern をタイメータ (24 分計) で記録し、エンジンの回転数, manifold vacuum をも測定した。driving mode の速度条件 (idle, 0~60 km/h CRUISE, なるかに初期速度 0~60 km/h から終末速度 0~60 km/h における acceleration と deceleration) について相対出現頻度, 経過時間を測定した。さらに、連続した二つの driving mode の組み合わせ数から単純マルコフ連鎖の理論を適用してもっとも期待される driving cycle の mode 数 (step) を求めた。その結果を要約するとつぎの通りである。 (1) 実測による driving mode の時間比は平均で idle 30.3%, acceleration 25.8%, CRUISE 29.0%, deceleration 17.0% で、米国および船舶技術研の値と大きく異なる。また、合計 288 回の driving cycle (idle 288, acceleration 38.1, CRUISE 308, deceleration 359) が記録され、cycle 当りの平均時間は 59.2 秒を示した。 (2) 各 mode の速度条件についての相対頻度は表-1 に示す。0→40 km/h acceleration, 40 km/h CRUISE, 40→0 km/h deceleration が最も多く、最も大である。各速度条件の相対時間比もほぼ同様の傾向がみられ、平均継続時間は idle は 18.0 秒, 40 km/h CRUISE は 17.5 秒, 0→40 km/h acceleration は 19.7 秒, 40→0 km/h deceleration は 8.1 秒を示した。 (3) 連続した二つの driving mode の組み合わせは合計 1296 で、それを用いた起ち確率 P_{ij} が全走行時間中は一一定であるとする遷移確率行列 P はつぎのような確率空間で

表-1 走行 mode の相対頻度 (%)

太線枠内は CRUISE 時
太線枠下は dec 上部は acc
0-0 は idle 時 (288 回)

終端速度 km/h 初期速度 km/h	0	5	10	20	30	40	50	60
0		4.2	12.1	12.3	13.1	17.3	6.0	
5	4.2	2.3	0.5	3.4	1.6	2.4		
10	10.3	1.1	9.4	1.6	2.4	3.1		
20	10.3	2.2	1.9	15.9	4.5	6.0	1.8	
30	14.5	1.1	1.9	4.7	26.3	3.7	1.8	0.3
40	22.0	1.1	3.3	5.6	3.6	36.0	1.6	0.3
50	1.2	0.3		1.1	1.7	0.8	9.7	
60	0.6					0.3		0.3

図-2 $p_{11}^{(n)}, f_{11}^{(n)}$ の分布



示される。

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.696 & 0.306 \\ 0 & 0.211 & 0 & 0.789 \\ 0.691 & 0.189 & 0.120 & 0 \end{pmatrix}$$

したがって、idle (状態1) から始めて n step 目に idle (状態1) に戻る確率 $p_{11}^{(n)}$ なる n に idle から始めて n step 目に始めて idle が現れる確率 $f_{11}^{(n)}$ を $n=1$ から 15 までについて求めると図-2 に示す通りで、 $f_{11}^{(n)}$ の最大値は $n=4$ で与えられる。また、理論平均再帰時間 $\mu_1 = 5.285$ ($\sigma_1^2 = 6.718$) を得た。

(4). 以上のことから導かれた λ , S , 6 mode cycle について可能な組み合わせを作製し、実測による相対頻度と相対時間比をもとに採点法を用いて検討した。 4 mode cycle は 1 種、 5 mode cycle は 108 種、 6 mode cycle は 239 種の組み合わせが考えられた。各速度条件の経路時間には実測平均値を用いた。かくして得られたものからもっとも良い得点を示したものを図-3 に示す。 5 mode cycle は実測において相対頻度、相対時間比に最大を示した速度条件のいづれか欠けており、市内走行の driving cycle としては不十分である。 4 mode cycle は実測平均値にもっとも近い driving mode の時間比を示し、cycle 所要時間も実測平均と殆ど同じである。

市内走行の実測において現れた driving cycle の mode 数は 3 ~ 14 step とかなり広い範囲にわたっており、これらの 4 mode cycle 以外の driving cycle の起る確率を考慮して導いた 6 mode cycle のなかでも B 型および C 型は実測から確率的にもっとも期待できる driving cycle で、自動車の市内走行の平均 driving pattern としてもっとも合理的である。

6 mode cycle の B 型と C 型は速度条件の現れる順序が異なるのみで、実測における相対頻度、相対時間比のもっとも大きい速度条件のみから形成される。cycle 所要時間は 8.1 秒で、mode の時間比は idle 22.2%, acceleration 26.3%, cruise 21.6%, deceleration 20.0% を示す。

図-3 最適 mode cycles

