

ジーゼルエンジンの噴射時期について

榊原和明・服部善成・松山敏夫

1 ま え が き

ジーゼルエンジンの噴射時期とは、噴射ノズルから燃料が噴射を開始する時期で、クランク角度でエンジンの圧縮上死点前何度であるかを示す。しかし実際に噴射ノズルから燃料が噴射を開始する時期を読むことは難しい。そこで噴射ポンプ(列型)の噴射時期の調整は、プランジャの上端面がプランジャバレルの吸排孔を閉じた位置(理論的作動の噴射初め)を使っている。

実際のエンジンの噴射時期の調整も、噴射ポンプテストでの調整(プレストロークやインターバル)も同様である。

噴射時期だけでは、どちらを意味するのかが、わかりにくい。そこで、エンジン回転中に噴射ノズルから燃料が噴射開始する時期を「動的噴射時期」とし、プランジャの上端面がプランジャバレルの吸排孔を閉じた位置を「静的噴射時期」とする。

動的噴射時期は、静的噴射時期より時間的遅れがある。

静的噴射時期の位置から、噴射ノズルの入口が噴射開始圧力になるまでの時間を測定して、これを「噴射遅れ時間(msec)」として、静的噴射時期と動的噴射時期の噴射ポンプの回転速度に対する変化の傾向を知る実験をしたので結果を報告する。

2 実 験 装 置

実験装置の概要を図1に示す。油圧センサは、噴射ノズル入口部と噴射パイプ間に組付けた。油圧センサの信号は、アンプを経て、サーマルアレイコーダへ入力する。

フォトマイクロセンサは、噴射ポンプテストの度盛フライホイールの指標部に組付けた。これにより指標を動かして、フォトマイクロセンサを任意の位置にセットできる。

フォトマイクロセンサの位置検出板は、度盛フライホイールに張付けた。

フォトマイクロセンサの信号は、サーマルアレイコーダへ入力する。この信号は、プランジャ位置信号として使用する。

サーマルアレイコーダは、油圧センサとフォトマイクロセンサの信号をメモリYTモードでデータ収録して、記録紙にプリントする。

回転計は、噴射ポンプテストの回転速度を正確に合わせるために、デジタルハンド回転計を使

用した。

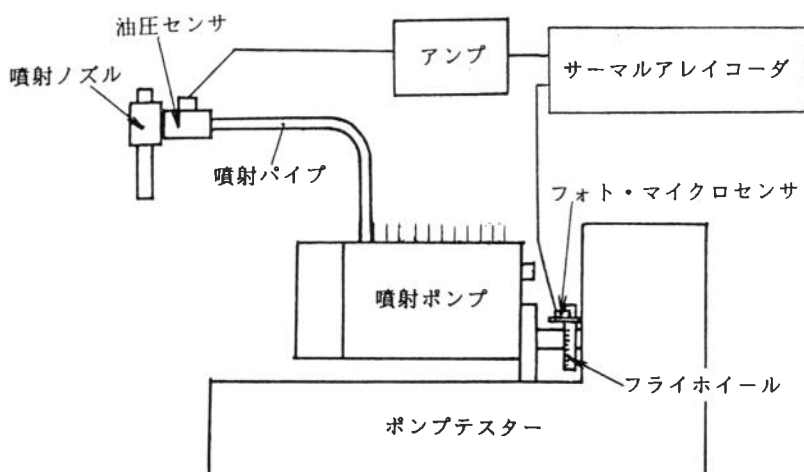


図1 実験装置の概要

各測定機器の仕様は、表1に示す。

表1 測定機器の仕様

噴射ポンプテスタ	ゼクセル社製	5N1型 (5760--002)
油圧ゲージ	ゼクセル社製	形式TR (ひずみゲージ式) 100MPa噴射圧計
ひずみゲージアンプ	共和電業製	DPM-611A
フォトマイクロセンサ	オムロン製	EE-SX470
サーマルアレイコーダ	グラフィック製	WR7700
デジタルハンド回転計	小野測器製	HT-4100

3 実験方法

実験準備

噴射ポンプテスタを噴射時期（プレストローク）が測定できる状態にセットして、噴射ポンプの第1気筒の噴射時期（プレストローク）の位置に合わせる。

度盛フライホイールの指標部を動かし、フォトマイクロセンサが度盛フライホイールの位置検出板で丁度ONになった位置にセットする。（以後この測定が終わるまで動かさない）

第1気筒のテスタ用噴射ノズル及び噴射パイプを取外し、実験用ノズル、油圧センサ、噴射パイプを組付ける。

噴射ポンプテスタを噴射量の測定できる状態に切り換え、噴射ポンプを回転速度 500min^{-1} で20分程度、試運転する。

実験開始

デジタルハンド回転計をセットする。噴射ポンプテストのスピードコントロールレバーを操作して、規定の回転速度(600min^{-1} から 50min^{-1} とびに 1600min^{-1} まで)に合わせる。規定の回転速度で安定したら、サーマルアレイコーダで計測(メモリーYT)する。記録紙にプリントして、波形より噴射遅れ時間と噴射ポンプ1回転の時間を読み取る。

噴射遅れ時間

図2に噴射遅れ時間(msec)について示す。

噴射管内圧力が噴射開始圧力(22MPa)まで上昇した位置と、フォトマイクロセンサ信号位置との間の時間(msec)を読む。これは、プランジャの上端面がプランジャバレルの吸排孔を丁度閉じた位置から噴射ノズル入口の圧力が噴射開始圧力になるまでの時間(msec)である。これを「噴射遅れ時間(msec)」とする。

噴射ポンプ1回転の時間

フォトマイクロセンサの信号から次の信号までの時間(msec)を読む。図3に示す。噴射ポンプ1回転で1信号(360度)である。

これは、1msecにおける噴射ポンプの回転角度を求め、噴射遅れ時間(msec)を角度に換算する為に使用する。

コントロールラック位置は、噴射ノズルの断続噴射または、間欠噴射などの異常噴射の影響を避ける為にフルロード位置を選んだ。

この噴射ポンプのガバナはRFD型で、ガバナ性能線図では、 600min^{-1} から最高回転まで、フル

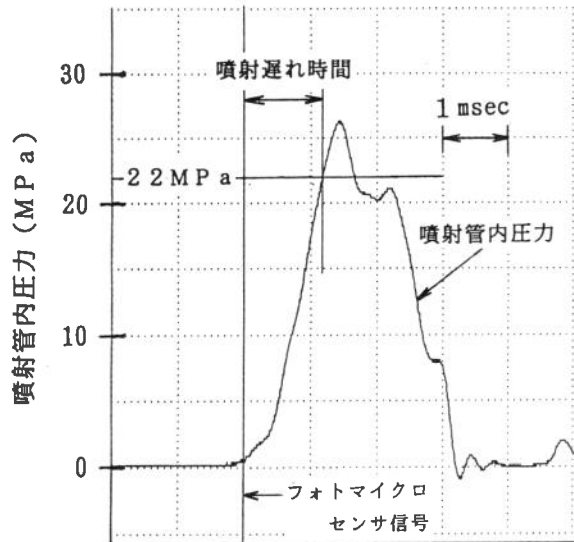


図2 噴射遅れ時間(msec)

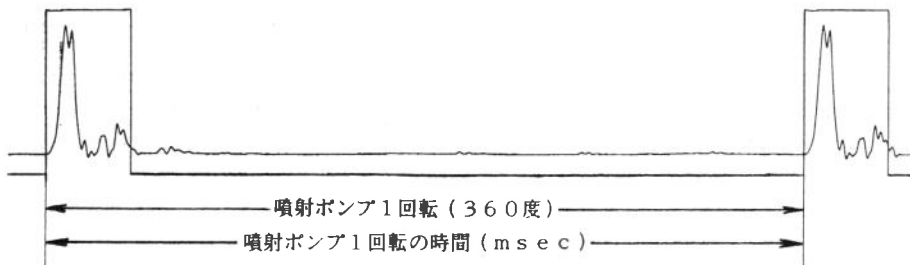


図3 噴射ポンプ1回転の時間

ロード位置は11.0mmである。

今回実験に使用した噴射ポンプ、噴射ノズル、噴射パイプは、旧タイプの三菱 6 D14エンジン用である。噴射パイプは、第1気筒用である。表2に噴射ポンプの主な仕様を示す。

表3に示す測定条件で2回測定した。

表2 供試噴射ポンプ

製作会社	ゼクセル
A s s y No.	101601-618
ボッシュ No.	NP-PES 6 A95C312LS2000NP454
プランジャ	直径9.5mm, 正リード, 左巻リード
プレストローク	3.28mm (実測値)
デリバリバルブホルダ	バルブストップ付
オートマチックタイマ	取外し, カップリングフランジで直結

表3 測定条件

ノズルホルダ	31-4250 (シングルスプリング)
ノズル	NP-DLLA150S344NP82 (ホール型)
噴射開始圧力	22MPa
コントロールラック位置	フルロード位置11.0mm
ラック位置セット方法	セットスクリューにて固定
ポンプ回転数	600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150 1200, 1250, 1300, 1350, 1400, 1450, 1500, 1550, 1600, min ⁻¹
燃料送油圧力	0.16MPa
供試燃料油	2号軽油
燃料液温	1回目35~40℃ 2回目25~30℃

4 実験結果

図4は、噴射ポンプの回転数(600~1600min⁻¹)における、噴射遅れ時間の変化を表したものである。

測定1回目、2回目とも同じ様な傾向を示した。

600~1050min⁻¹は、回転数の上昇にともない噴射遅れ時間が減少(1.8→0.88msec)している。

1050~1600min⁻¹は、回転数が上昇しても噴射遅れ時間がほぼ横這い(0.88→0.85msec)になっている。

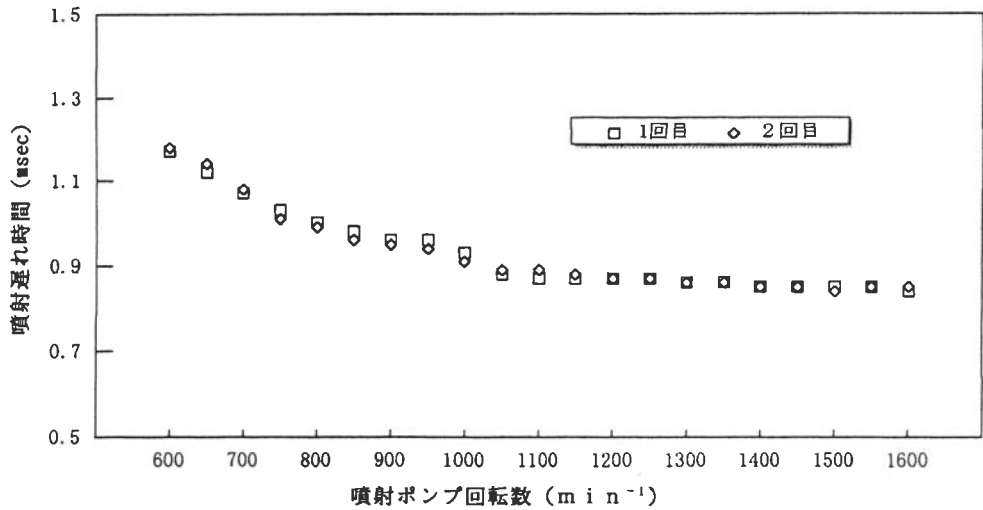


図4 噴射遅れ時間 (msec) の変化

この図は、回転数に対する噴射遅れ時間 (msec) がどのくらいあるかを示したもので、動的噴射時期 (度) の遅れが減少するとか、横這いになるといったものではない。

そこで、この噴射遅れ時間 (msec) を計算で角度に換算した。計算式を下記に示す。

$$\text{噴射遅れ角度(度)} = \frac{360\text{度}}{\text{噴射ポンプ1回転の時間(msec)}} \times \text{噴射遅れ時間(msec)}$$

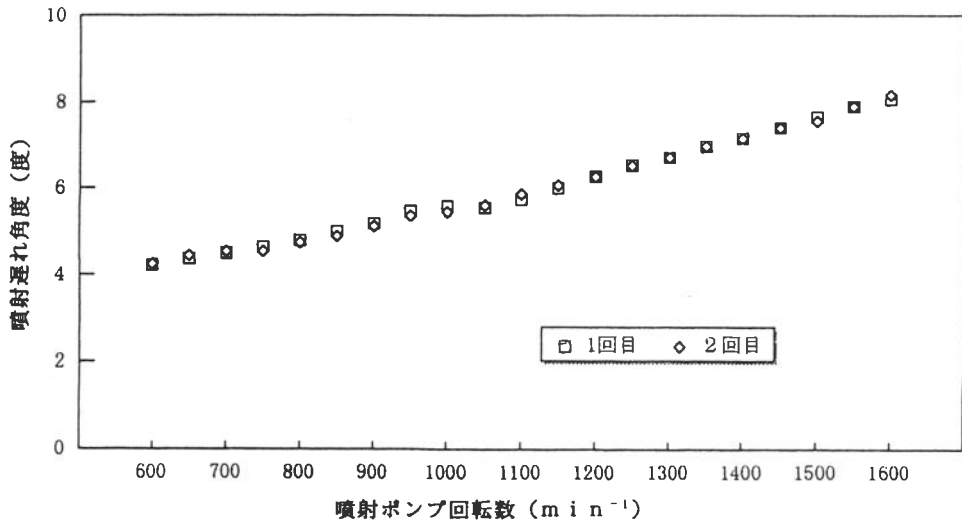


図5 噴射遅れ角度(度)の変化

図5は、噴射ポンプの回転数(600~1600min⁻¹)における、計算で求めた噴射遅れ角度の変化を表したものである。

測定1回目, 2回目とも同じ様な傾向を示している。

600~1050min⁻¹は、回転数の上昇にともない噴射遅れ時間が減少していたが、噴射遅れ角度では、4.25→5.54(度)と増えている。

1050~1600min⁻¹は、回転数が上昇しても噴射遅れ時間がほぼ横這いであったが、噴射遅れ角度では、5.54→8.16(度)と増えている。

5 ま と め

実験の結果以下の傾向が、わかった。

- ① 噴射ポンプの回転数600~1050min⁻¹の範囲では、噴射遅れ時間(msec)が減少するので、噴射遅れ角度の増加が少ない。
 - ② 噴射ポンプの回転数1050~1600min⁻¹の範囲では、回転数が上昇しても噴射遅れ時間(msec)がほぼ横這いになる為回転速度の上昇にともない噴射遅れ角度が増加する。
- 以上のことから高回転に至るまで、噴射時期の進角が必要と思われる。

6 あ と が き

この実験は、ノズルニードルの動きを測定していない為、ノズルが開弁圧に達してから、ノズルニードルが動き始めるまでの時間(msec)が測定できなかった。

今後ノズルニードルの動きを加えて実験してみたい。

最後に実験にあたり多大なる御協力、御助言を戴いた本学の諸先生方に謝意を評します。

参 考 文 献

- 1) 大久保義雄「燃料噴射装置入門」山海堂(1979)
- 2) 長尾不二夫「内燃機関講義・上巻」養賢堂(1982)
- 3) 藤沢英也, 河合静男「ディーゼル燃料噴射」山海堂(1989)
- 4) 榊原和明「ノズルの噴射開始圧力と噴射量について」本学論叢第19号(1989)
- 5) 三菱自動車「ディーゼルエンジン6D1型整備解説書」(1979)