

第18回 内燃機関の基本サイクル(2/3)

1. ディーゼルサイクル

低速の圧縮着火機関の空気標準サイクル。

高速になるとディーゼルサイクルから離れるため、次のサバテ-サイクルを用いる。

Diesel(独) はディーゼル機関の発明者

用途:自動車, 船舶主機, 鉄道, 農業機械

2. 圧縮着火機関の概要

(1) 空気だけを吸気し圧縮する。圧縮比を高くし、圧縮後の空気温度を高くする。

(2) 上死点で燃料噴射を開始する。

(3) 噴射された燃料は、高温の空気と混合して、自然に着火する。

(4) 負荷に応じて一定のクランク角となるまで燃料噴射を継続する。(拡散燃焼)

所定のクランク角で燃料噴射を打ち切る。噴射ノズルの噴射弁を締め切る。

該当する熱機関は現在はディーゼル機関のみ

古くは焼玉機関があった。

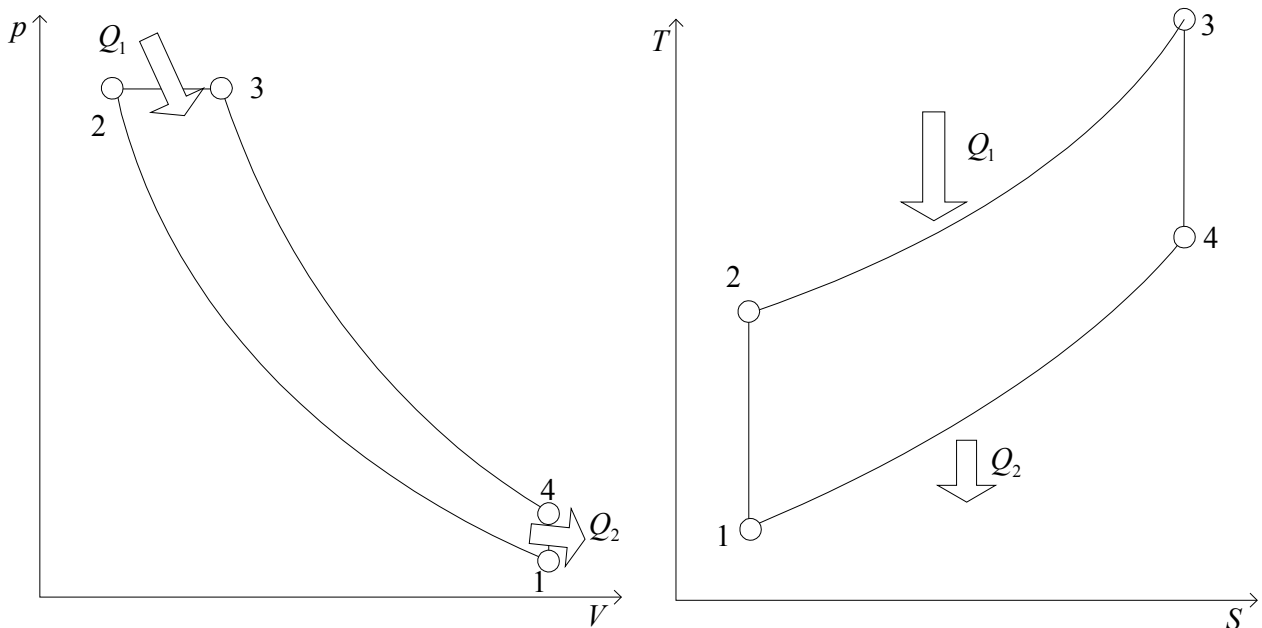
(1) シリンダヘッドの一部(焼玉)を冷却せずに高温に保持。

(2) 燃料を焼玉へ向けて噴射し、加熱, 蒸発させる。

(3) 圧縮比がさほど高くなくても着火できる。

(4) 始動前に、焼玉をバーナで予熱する必要がある。

3. p-V線図, T-S線図



サイクルの各部分

1:吸気

1-2:断熱圧縮

2-3:燃焼(等圧加熱)

燃料噴射開始から噴射弁締め切りまで(ほぼ等圧燃焼)

$$\text{加熱量 } Q_1 = G c_p (T_3 - T_2)$$

3-4: 断熱膨張

噴射弁締め切りから下死点まで

4-1: 掃気(等積冷却)

燃焼ガスと吸気の置換

$$\text{冷却量 } Q_2 = G c_v (T_4 - T_1)$$

各点の圧力, 体積, 温度をまとめて表に示す。

	V	p	T
1	V_1	p_1	T_1
2	V_1/ϵ	$p_1 \epsilon^\kappa$	$T_1 \epsilon^{\kappa-1}$
3	$V_1 \sigma/\epsilon$	$p_1 \epsilon^\kappa$	$T_1 \sigma \epsilon^{\kappa-1}$
4	V_1	$p_1 \sigma^\kappa$	$T_1 \sigma^\kappa$

4. 熱効率は次式となる。

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{G c_v (T_4 - T_1)}{G c_p (T_3 - T_2)} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \frac{\sigma^\kappa - 1}{\kappa(\sigma - 1)}$$

熱効率を向上させるには

- (1) 圧縮比 ϵ を大きく(高く)する。
- (2) 噴射弁締め切り比 σ を小さく(1に近く)する。
- (3) 比熱比 κ を大きくする(?)

締め切り比は, 同一の機関でも負荷により異なる(軽負荷ほど効率がよい)。

設計条件の締め切り比を小さく選ぶと, 大きさの割には出力が大きく取れない。

従って, 運転費(熱効率)は節約できるが, 設備費増となる。

圧縮比はかなり高くできる。 $\epsilon = 14 \sim 25$ 程度。

熱効率 $\eta = 30 \sim 50\%$

船用大型ディーゼル機関(低速, ロングストローク機関)では 50% を超えている。

5. 圧縮比を高くすると,

- (1) 燃焼室が偏平化するため, 燃焼に工夫を要する。
- (2) 微細化した油滴を空気と混合し, 気化拡散することが必要。
- (3) ピストン頭部形状を工夫する。
- (4) 直噴式に代えて, 予燃焼室, 空気室等の副室式とする。

ただし, 絞りに伴う損失が新たに生じる。

これを避けるには, 低速ロングストローク, 直噴式が理想的

6. ディーゼル機関の燃焼

燃料がシリンダ内に噴射されて着火するまでに遅れが生じる(着火遅れ)。

- (1) 1~5ms の着火遅れ。
- (2) 噴霧の加熱, 蒸発, 混合に要する時間(物理的遅れ)
- (3) 化学反応(複数の連鎖反応)の進行に伴う遅れ(化学的遅れ)

着火遅れ期間中に噴射された燃料は短期間に燃焼

ガソリン機関と類似の燃焼(予混合燃焼)

等積燃焼に近い

その後噴射される燃料は順次燃焼

等圧燃焼に近い

ディーゼルの燃焼

噴射開始 -----

| 着火遅れ

着火 -----

| 予混合燃焼

|

| 拡散燃焼

|

噴射弁締切-----

| 後燃え
