

J C M A S

T 004

建設機械用ディーゼルエンジン  
排出ガス測定方法

JCMAS T 004-1995

平成7年4月27日 制定

(社) 日本建設機械化協会標準化会議 審議

## 建設機械用ディーゼルエンジン

## 排出ガス測定方法

Construction machinery - Diesel engines -

Exhaust emission measurement

1. 適用範囲 この規格は、建設機械用ディーゼルエンジンの排出ガス成分測定試験方法について規定する。

備考1. この規格の中で { } を付けて示してある単位及び数値は、従来単位系であって、参考として併記したものである。

2. この規格の引用規格を、次に示す。

JIS D 1101-1985 ディーゼル自動車排気煙濃度測定方法

JIS D 8004-1986 自動車用ディーゼルエンジン排気煙濃度測定用スモークメータ

JIS K 2204-1992 軽油

ISO 8178-4 -1994 Reciprocating internal combustion engines - Exhaust emission measurement

Part 4 : Test cycles for different engine applications

3. この規格の対応国際規格を、次に示す。

ISO 8178-1 -1994 Reciprocating internal combustion engines - Exhaust emission measurement

Part 1 : Test bed Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions from RIC engines

2. 用語の定義 この規格で用いる主な用語の定義は、次のとおりとする。

- (1) エンジン 建設機械用ディーゼルエンジン
- (2) 排出ガス エンジンの排気系から外部に排出されるガスの総称
- (3) ローアイドル エンジンが無負荷最低回転速度で運転されている状態
- (4) ハイアイドル エンジンが無負荷最高回転速度で運転されている状態
- (5) タイプC1 ISO 8178-4に規定された Test cycle, type C1のこと (表1参照)
- (6) モード番号 ISO 8178-4に規定された Mode number cycle C1のこと

表1 タイプC1

| モード番号            | 1      | 2    | 3    | 4   | 5      | 6   | 7   | 8      |
|------------------|--------|------|------|-----|--------|-----|-----|--------|
| エンジン回転速度         | 定格回転速度 |      |      |     | 中間回転速度 |     |     | ローアイドル |
| トルク (%)          | 100    | 75   | 50   | 10  | 100    | 75  | 50  | 0      |
| ウェイトニングファクタ (WF) | 0.15   | 0.15 | 0.15 | 0.1 | 0.1    | 0.1 | 0.1 | 0.15   |

### 3. 試験条件

3. 1 附属装置 測定時の附属装置の取付けは、次のとおりとする。

- (1) 表2に示される附属装置を実際に装着された状態とできるだけ同一になるように取り付ける。
- (2) 試験中はエンジンに取り付けられているが、機械の作動にだけ必要な附属装置は取り除く。  
取り除けない場合は、無負荷状態でそれらによって吸収される動力を決定し、6. (1)に規定する軸出力に加えてもよい。

表2 附属装置

| 附属装置              | 注 記   |
|-------------------|---|
| 吸気装置              |   |
| 吸気マニホールド          | (1) 各々のエンジンの用途の中で、最大の空気流量となる運転                    |
| 空気清浄器 (1) (2) (3) | 条件で、製造業者が正常な空気清浄器に定めた上限の±10                       |
| 吸気消音器 (1)         | %の吸気抵抗を与える吸気装置を装着すること。                            |
| 排気装置              | (2) 吸気予熱装置付きの場合には、予熱装置を閉塞して試験を                    |
| 排気マニホールド          | を行う。  |
| 接続管 (4)           | (3) 吸入空気量の測定を行う場合には、装着しなくてもよい。                    |
| 排気消音器 (4)         | (4) 各々のエンジンの用途の中で、製造業者が申告した最大定                    |
| テール管 (4)          | 格出力となる運転条件で、製造業者の定めた上限の±10%                       |
| [排気ブレーキ (5)]      | の排気抵抗を与える排気装置を装着すること。                             |
| 燃料装置              | (5) 絞り弁全開の位置に固定する。                                |
| 供給ポンプ             | (6) ファン、ラジエータ付きで試験をしてもよい。その場合は、                   |
| フィルタ (主、プレ)       | 消費動力を考慮してもよい。                                     |
| 噴射ポンプ・ガバナ         | (7) 全開の位置に固定してもよい。                                |
| 潤滑装置              | (8) 発電機を装着し、その出力はエンジンの運転に必要な最小                    |
| 潤滑油ポンプ            | 出力とする。蓄電池の接続が必要な場合は、充電状態の良                        |
| 潤滑油冷却器            | 好なものを使用する。  |
| 冷却装置 (6)          | (9) 空冷式給気冷却器の場合、圧力損失と温度降下が同等の外                    |
| (液冷式) (空冷式)       | 部回路と置き換えてもよい。                                     |
| 循環ポンプ ファン         | (10) 冷却液ポンプは、エンジンによって駆動されるものとする。                  |
| サーモスタット (7) 導風板   | (11) 排出ガス再循環 (Exhaust Gas Recirculation ; EGR ) 、 |
| 温度調節装置            | 触媒コンバータなどをいう。                                     |
| 電気装置 (8)          |   |
| 過給装置              |   |
| 過給機               |   |
| 給気冷却器 (9)         |   |
| 冷却液ポンプ (10)       |   |
| (冷却液流量装置)         |   |
| 公害防止装置 (11)       |   |

3. 2 エンジンの状態 エンジンの状態は、次のとおりとする。

- (1) 液冷エンジンでは、エンジン出口での冷却液温度をエンジン設定温度の上限±5℃に保つこと。設定温度の定めがない場合は、80±5℃とする。このため、必要な場合は、補助の温度調整装置を使用してもよい。
- (2) 空冷エンジンでは、標準大気状態 [6. (2) 参照] で測定する場合、指定された箇所の温度は、設定された最高温度から20℃以上低下しない範囲に保たなければならない。このため、必要な場合は、補助の温度調整装置を使用してもよい。
- (3) 吸気温度は、出力の修正を少なくするために、できるだけ6. (2) に規定する標準大気温度に設定することが望ましい。

3. 3 エンジンの負荷条件及び運転条件 特に指定のない場合は、タイプC1にてエンジンの負荷条件及び運転条件を定める。

3. 4 使用燃料及び潤滑油 使用燃料及び潤滑油は、次のとおりとする。

- (1) 燃料は、JIS K 2204による2号軽油を使用する。燃料の温度は、燃料噴射ポンプ入口で、エンジンに設定された範囲内に保たなければならない。このため、必要な場合は、補助の温度調整装置を使用してもよい。

また、乾き状態濃度から湿り状態濃度の算出に用いる燃料別係数は次式を用いる。

$$FFH = 0.1448 \cdot ALF \cdot \left\{ \frac{1}{1 + (G_{FUEL} / G_{AIRW})} \right\}$$

ここに、FFH : 燃料別係数

ALF : 燃料中の水素含有量 (%質量)

$G_{FUEL}$  : 燃料流量 (kg/h)

$G_{AIRW}$  : 湿り状態の吸入空気流量 (kg/h)

- (2) 潤滑油は、エンジンに推奨された粘度のものを使用し、その温度は、エンジンに推奨された範囲内に保たなければならない。このため、必要な場合は、補助の温度調整装置を使用してもよい。

3. 5 試験用測定装置・計器 試験用測定装置・計器は、測定前に検査し、必要なものは校正しておく。

なお、分析計は、測定の直前に校正ガスを用いて校正を行う。

また、直後においても校正ガスを用いて確認を行う。

- (1) 校正ガス 分析計の校正に用いる校正ガスの成分は、測定する排出ガスの成分に応じ、表3のとおりとする。

表3 校正ガス成分

| 排出ガス成分          | 校正ガス成分         |                                       |
|-----------------|----------------|---------------------------------------|
|                 | ゼロ調整時          | スパン調整時                                |
| CO              | N <sub>2</sub> | CO、N <sub>2</sub> バランス                |
| HC (HFID)       | 空気             | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 、空気バランス |
| NO <sub>x</sub> | N <sub>2</sub> | NO、N <sub>2</sub> バランス                |

- (2) 校正ガスの濃度表示の精度は、表示濃度の± 2%以内とする。
- (3) 分析計のスパン調整に用いる校正ガスの濃度は、分析計のフルスケールの80%以上とする。

#### 4. 使用する測定機器及びその精度 使用する測定機器及びその精度は、次のとおりとする。

- (1) 気圧計 気圧計の精度は、±100 Pa {±0.75mmHg}以下とする。
- (2) 温度計 温度計の精度は、± 2℃以下とする。ただし、吸気温度及び排気温度は、以下に示す精度とする。
  - (a) 吸気温度 吸気温度を測定する温度計の精度は、± 1℃以下とする。
  - (b) 排気温度 排気温度を測定する温度計の精度は、± 6℃以下とする。
- (3) 動力計 動力計の精度は、測定最大軸トルクの± 1%以下とする。ただし、動力計測定範囲の1/2 以下を使用する場合は、その精度を測定最大軸トルクの± 2%としてもよい。
- (4) エンジンの回転速度の測定装置 エンジン回転速度の測定装置の精度は、測定最大回転速度の± 0.5%以下とする。
- (5) 燃料消費量計 燃料消費量計の精度は、測定最大燃料消費量の± 1%以下とする。
- (6) 吸入空気量の測定装置 オリフィス形流量計、層流形流量計、容積形流量計及びこれらと同等の精度をもつ測定装置とする。測定装置の精度は、測定最大流量の± 2%以下とする。
- (7) 二酸化炭素濃度の測定装置 非分散形赤外線分析計及びこれらと同等の精度をもつ測定装置とする。測定装置の精度は、校正ガスを流したときの指示再現性がフルスケールの± 2%以下とする。
- (8) 一酸化炭素濃度の測定装置 非分散形赤外線分析計及びこれらと同等の精度をもつ測定装置とする。測定装置の精度は、校正ガスを流したときの指示再現性がフルスケールの± 2%以下とする。
- (9) 窒素酸化物濃度の測定装置 化学発光分析計及びこれらと同等の精度をもつ測定装置とする。測定装置の精度は、校正ガスを流したときの指示再現性がフルスケールの± 2%以下とする。
- (10) 炭化水素濃度の測定装置 加熱水素炎イオン化分析計及びこれらと同等の精度をもつ測定装置とする。測定装置の精度は、校正ガスを流したときの指示再現性がフルスケールの± 2%以下とする。
- (11) 黒煙濃度の測定装置 JIS D 8004に定める反射式スモークメータを用いるものとする。
- (12) 吸気圧の測定装置 吸気圧力の測定装置の精度は、± 50 Pa {±0.4 mmHg}以下とする。

#### 5. 測定方法

##### 5. 1 測定項目 測定項目は、次のとおりとする。

- (1) 大気圧力及び室温 試験室内において、直射日光、エンジンの放射熱・排気などの影響を受けない場所で測定する。測定は、最低でも試験の開始前と終了後に行う。
- (2) 水蒸気分圧 大気中の水蒸気分圧の測定は、乾湿球の温度差によって求める場合は、通風形乾湿球温度計を使用する。吸気だけを調整する空気調和設備を用いる場合は、調節された吸気流の中で測定する。測定は、最低でも試験の開始前と終了後に行う。

- (3) **燃料密度** 試験の開始前に、予め燃料温度と共に測定しておくか、又は燃料性状表がある場合は、その値によってもよい。
- (4) **エンジン回転速度** クランク軸の回転速度を、次の状態について測定する。
- (a) **定常状態** タイプC1の測定は、定常状態の回転速度で測定する。
- (b) **過渡状態** 過渡状態の測定は、ローアイドルと急加速後のハイアイドルの回転速度を測定する。
- (5) **動力計荷重** 動力計が荷重表示をするものは、荷重を測定する。
- (6) **軸トルク** 動力計が軸トルク表示をするものは、軸トルクを測定する。
- (7) **燃料消費量及び消費時間** 体積又は質量で流量を測定し、同時に流量測定時間を測定する。測定時間は、原則として20秒間以上とする。体積で測定する場合は、燃料消費量計の入口又は出口付近で燃料温度を測定する。
- (8) **冷却水温度** 原則として、エンジン冷却水出口において測定する。ただし、空冷エンジンは、冷却水温度の代わりにシリンダ温度を代表する場所において測定する。
- (9) **潤滑油温度** エンジンオイルパンの潤滑油深さの中ほど又は潤滑油通路の中ほどにおいて測定する。
- (10) **吸気温度** 吸気入口の上流0.15m以内で測定する。温度計は、エンジンの放射熱及び排気の影響を受けないように配慮し、直接空気流の中に配置し、平均的な温度を測定する。
- (11) **排気温度** 排気温度は、排気マニホールド出口（シリンダ配列が2列以上のものは、各列ごとに）、取付フランジ（排気ターボ過給エンジンにあっては、タービン出口）から出口の下流約0.05 mの位置に熱電対を取り付けて測定する。
- (12) **吸入空気量**
- (a) 吸入空気量を差圧で測定する層流形流量計等の流量計は、各々に定められた位置で差圧を測定する。
- (b) 吸入空気量をカーボンバランス法によって求める場合は、二酸化炭素濃度を測定する。
- (13) **二酸化炭素濃度** 排出ガスは、排気管出口（出口がある場合）から少なくとも0.5m又は管の直径の3倍のいずれか長い距離だけ上流から採取する。また、プローブでの排出ガス温度が最低でも70℃になるように十分にエンジンに近づける。
- 排気マニホールドが枝分かれている多気筒エンジンの場合は、採取管は十分に下流に設置して、全てのシリンダから均等に排出ガスが採取できるようにする。V形エンジンのようにマニホールドのグループが区別されている多気筒エンジンの場合は、各グループごとに採取し平均してもよい。予め上記のような方法に相当することが示されているならば、他の方法を用いてもよい。
- (14) **一酸化炭素濃度** (13)と同様に測定する。
- (15) **窒素酸化物濃度** (13)と同様に測定する。
- (16) **炭化水素濃度** (13)と同様に測定する。
- (17) **黒煙濃度** 黒煙濃度の測定は、JIS D 1101による。エアパーズは、測定直前に行う。
- (18) **過給機の吸気圧** 過給機圧縮機の空気入口における静圧を測定する。
- (19) **過給機の過給圧** 過給機圧縮機の空気出口における静圧を測定する。
- (20) **過給機の過給温度** 過給エンジンは、過給機圧縮機の空気出口（下流）又は、吸気集合管（吸気マニホールド）において測定する。

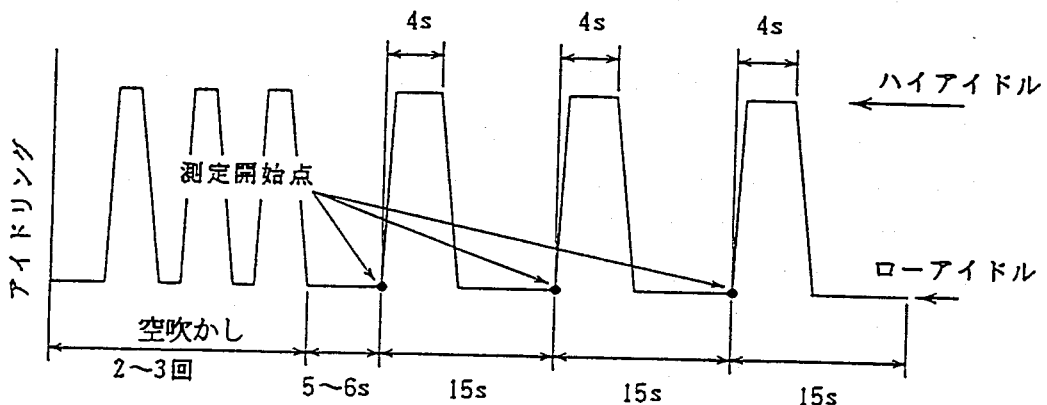
5. 2 定常状態測定要領 定常状態の測定は、次の要領による。

- (1) エンジンには新鮮な空気を供給し、エンジンの軸トルク、回転速度及び各温度が少なくとも1分間実質的に保たれたことを確認した後、一定値を保っている状態で測定を行う。各試験モードの最小の長さは、10分とする。
- (2) 測定中のエンジン回転速度は、ローアイドルを除いて定格回転速度から±1%又は±3min<sup>-1</sup>のうち、大きい方の許容範囲を満足していること。ローアイドルは、製造業者によって申告された許容範囲内とする。
- (3) 修正軸トルクは、測定している期間の平均値が、試験回転速度における最大トルクの±2%以内に保持する。
- (4) 一酸化炭素濃度、窒素酸化物濃度、炭化水素濃度は、少なくとも各モードの最後の3分間を分析計に流し、最後の1分間を平均する。
- (5) 黒煙濃度は、2回以上測定を行い平均する。

5. 3 過渡状態測定要領 過渡時の黒煙濃度測定は、次の要領による。

- (1) エンジンを動力計から切離し、ローアイドルからハイアイドルへ急加速する際の黒煙濃度を測定する。ただし、エンジン単体による試験が困難な場合は、動力計を結合し、無負荷で行ってもよい。
- (2) 測定は、図1の要領で3回連続して行い、測定値を平均する。ただし、3回の測定値が大きく異なる場合は、同じ要領で再度3回測定し、6回の測定値を平均する。

図1 過渡状態測定要領図



- (3) 吸引の開始時期は、加速の開始と同時とする。ただし、黒煙の採取位置がエンジンから離れることなどによって、黒煙濃度の最大値が得られない場合は、最大値が得られるように測定開始時期を調整する。

6. 計算式 各項目ごとの計算式は、次による。

(1) 軸出力 各モード番号ごとの軸出力は、次の計算による。

$$T = WL$$

$$P_1 = \frac{2\pi TN}{60\alpha} = c WN$$

ここに、 $P_1$  : 軸出力 (kW)

$T$  : 軸トルク (N・m)

$L$  : 動力計の腕の長さ (m)

$W$  : 動力計制動荷重 (N)

$$c : \text{動力計の係数} \quad c = \frac{2\pi L}{60\alpha}$$

$N$  : 回転速度 ( $\text{min}^{-1}$ )

$\alpha$  : 換算係数 ( $\alpha=1000$ )

(2) 修正係数 各モード番号ごとの修正係数は、次の計算による。

$$\kappa = f_a^{f_m}$$

ここに、 $\kappa$  : 修正係数

$f_a$  : 大気係数

無過給又は機械式過給エンジンに対しては、

$$f_a = \left(\frac{p_0}{p}\right) \cdot \left(\frac{\theta}{\theta_0}\right)^{0.7}$$

排気ターボ過給エンジンに対しては、

$$f_a = \left(\frac{p_0}{p}\right)^{0.7} \cdot \left(\frac{\theta}{\theta_0}\right)^{1.5}$$

ただし、大気係数は、 $0.93 \leq f_a \leq 1.07$ を許容範囲とし、

さらに  $0.98 \leq f_a \leq 1.02$ を満たすことが望ましい。

ここに、 $p_0$  : 標準乾燥大気圧力 (99kPa)

$\theta_0$  : 標準大気温度 (298K)

$\theta$  : 測定方法5.1(10)に規定する吸気温度 (K)

$p$  : 乾燥大気圧力 (kPa)

ただし、 $p = p_a - e$

$$e = p_b - \frac{0.5(t_a - t_a') p_a}{755}$$



ここに、 $e$  : 水蒸気分圧 (kPa)

$t_a$  : 乾球温度 (K)

$t_{a'}$  : 湿球温度 (K)

$p_a$  : 大気圧 (kPa)

$p_b$  :  $t_{a'}$  (K) における飽和蒸気圧 (kPa)

$f_m$  : 空燃比係数

$$f_m = 0.036 \frac{q}{r} - 1.14 \quad (40 \leq \frac{q}{r} \leq 65)$$

$$= 0.3 \left( \frac{q}{r} \leq 40 \right)$$

$$= 1.2 \left( 65 \leq \frac{q}{r} \right)$$

ここに、 $q$  : 行程容積 1ℓ 及び 1 サイクル 当たりの  
燃料供給量 (mg/ℓ・サイクル)

$r$  : 過給機の圧縮機の圧力比 (無過給の場合  $r=1$ )

(3) 修正軸出力 各モード番号ごとの修正軸出力は、次の計算による。

$$P_o = P_1 \cdot \kappa$$

ここに、 $P_o$  : 標準大気状態の軸出力 (kW)

(4) 燃料消費量 各モード番号ごとの燃料消費量は、次の計算による。

(a) 燃料消費量を質量流量で測定した場合

$$G_{\text{FUEL}} = \frac{3.6 b}{t}$$

(b) 燃料消費量を体積流量で測定した場合

$$V_{\text{FUEL}} = \frac{3.6 b_1}{t} \cdot \{1 + \beta (\theta_r - \theta_i)\}$$

ここに、 $V_{\text{FUEL}}$  : 1 時間当たり燃料消費量 (ℓ/h)

$b$  : 測定方法 5. 1 (7) に規定する測定時間内の燃料消費量 (g)

$b_1$  : 測定方法 5. 1 (7) に規定する測定時間内の燃料消費量 (cm<sup>3</sup>)

$t$  : 測定方法 5. 1 (7) に規定する燃料消費量の測定に要する時間 (s)

$\beta$  : 燃料の体積膨脹率

$\theta_r$  : 燃料消費量を測定したときの燃料温度 (K)

$\theta_i$  : 燃料密度を測定したときの燃料温度 (K)

(5) 燃料消費率 各モード番号ごとの燃料消費率は、次の計算による。

$$Q = \frac{G_{\text{FUEL}} \cdot 1000}{P_o} = \frac{V_{\text{FUEL}} \cdot \rho}{P_o} \cdot 1000$$

ここに、 $Q$  : 燃料消費率 (g/kWh)

$\rho$  : 測定方法 5. 1 (3) で規定する燃料密度、又は温度  $\theta_r$  における燃料密度 (g/cm<sup>3</sup>)

(6) 吸入空気量 吸入空気量は、次の計算による。

(a) 差圧等により吸入空気量  $G_{\text{AIRW}}$  を求める場合は、各々の流量測定装置に定められた計算によるものとする。

(b) カーボンバランス法によって吸入空気量  $G_{\text{AIRW}}$  を計算で求める場合は、ISO 8178-1 Annex A1によるものとする。

(7) 排出ガス量 排出ガス量は、次の計算による。

$$\text{Gas. mass} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}} \text{ (kg/h)}$$

ここに、Gas. mass : 排出ガス量 (kg/h)

(8) 排出ガス濃度 各モード番号ごとの排出ガス濃度は、次の計算による。

$$\text{HC}_{\text{corr}} = \text{HC}_{\text{conc}}$$

$$\text{CO}_{\text{corr}} = \text{CO}_{\text{conc}} \cdot K_o$$

$$\text{NO}_{\text{Xcorr}} = \text{NO}_{\text{Xconc}} \cdot K_o \cdot \text{KH}$$

ここに、 $\text{CO}_{\text{corr}}$  : 一酸化炭素の補正濃度 (ppm)

$\text{HC}_{\text{corr}}$  : 炭化水素の補正濃度 (ppm)

$\text{NO}_{\text{Xcorr}}$  : 窒素酸化物の補正濃度 (ppm)

$\text{CO}_{\text{conc}}$  : 乾き状態での一酸化炭素の測定濃度 (ppm)

$\text{HC}_{\text{conc}}$  : 炭化水素の測定濃度 (ppm)

$\text{NO}_{\text{Xconc}}$  : 乾き状態での窒素酸化物の測定濃度 (ppm)

$K_o$  : 排出ガスの乾き状態から湿り状態への換算係数

$\text{KH}$  :  $\text{NO}_{\text{X}}$  の湿度補正係数

ここで、

$$K_o = \left( 1 - \text{FFH} \cdot \frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIRD}}} \right) - K_{w2}$$

又は

$$K_o = \left( \frac{1}{1 + H_{\text{TCRAT}} \cdot 0.005 \cdot (\text{CO}_{\text{dry}} + \text{CO}_{2 \text{ dry}})} \right) - K_{w2}$$

ただし、 $H_{\text{TCRAT}}$  : 燃料の水素、炭素比 (mol H/mol C)

$$H_{\text{TCRAT}} = \frac{\text{ALF} \times 12.011}{1.00794 \times \text{BET}}$$

ここに、 $G_{AIRD}$  : 乾き状態の吸入空気量 (kg/h)  
 $ALF$  : 燃料中の水素含有量 (%質量)  
 $BET$  : 燃料中の炭素含有量 (%質量)

ただし、 $ALF, BET$  を求める簡易計算式として

$$ALF = 26 - 15 \times \rho_o$$

$$BET = 100 - ALF$$

ここに、 $\rho_o$  : 燃料密度 (15°C) --- を使用しても可

$CO_{dry}$  : 乾き状態の一酸化炭素 (%質量)

$CO_{2\ dry}$  : 乾き状態の二酸化炭素 (%質量)

$$K_{w2} = \frac{1.608 \cdot H_a}{1000 + (1.608 \cdot H_a)}$$

$$H_a = \frac{6.220 \cdot R_a \cdot \rho_c}{\rho_a - \rho_c \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

ここに、 $H_a$  : 吸入空気絶対湿度 (g/kg)

$R_a$  : 吸入空気相対湿度 (%)

$\rho_c$  : 吸入空気飽和水蒸気圧力 (kPa)

$$KH = \frac{1}{1 + A \cdot (H_a - 10.71) + B \cdot (\theta - 298)}$$

ただし、 $A = (0.309 \cdot G_{FUEL} / G_{AIRD}) - 0.0266$

$B = - (0.209 \cdot G_{FUEL} / G_{AIRD}) + 0.00954$

また、給気冷却器付きエンジンに対しては、次式を用いてもよい。

$$KH = \frac{1}{1 - 0.012 \cdot (H_a - 10.71) - 0.00275 \cdot (\theta - 298) + 0.00285 \cdot (t_{sc} - t_{scref})}$$

ここに、 $t_{sc}$  : 給気冷却器出口空気温度 (K)

$t_{scref}$  : 給気冷却器出口標準温度 (K)

(ただし、製造業者による設定温度)

(9) 一酸化炭素、窒素酸化物、炭化水素の排出量 各モード番号ごとの排出ガスの排出量の計算は、次による。

$$CO_{mass} = 0.966 \times 10^{-3} \cdot CO_{corr} \cdot Gas_{mass}$$

$$HC_{mass} = 0.479 \times 10^{-3} \cdot HC_{corr} \cdot Gas_{mass}$$

$$NO_{Xmass} = 1.587 \times 10^{-3} \cdot NO_{Xcorr} \cdot Gas_{mass}$$

ここに、 $CO_{mass}$  : 一酸化炭素の排出量 (g/h)

$HC_{mass}$  : 炭化水素の排出量 (g/h)

$NO_{Xmass}$  : 窒素酸化物の排出量 (g/h)

(10) 一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物の単位仕事当たり排出量 付表2に示された各モード番号ごとのウェイトングファクタを用いて計算する。

$$\overline{\text{CO}} = \frac{\Sigma (\text{CO}_{\text{mass}} \times \text{WF})}{\Sigma (P_1 \times \text{WF})}$$

$$\overline{\text{HC}} = \frac{\Sigma (\text{HC}_{\text{mass}} \times \text{WF})}{\Sigma (P_1 \times \text{WF})}$$

$$\overline{\text{NO}_x} = \frac{\Sigma (\text{NO}_{x\text{mass}} \times \text{WF})}{\Sigma (P_1 \times \text{WF})}$$

ここに、 $\overline{\text{CO}}$  : 一酸化炭素の単位仕事当たり排出量 (g/kWh)  
 $\overline{\text{HC}}$  : 炭化水素の単位仕事当たり排出量 (g/kWh)  
 $\overline{\text{NO}_x}$  : 窒素酸化物の単位仕事当たり排出量 (g/kWh)  
 $\text{WF}$  : 各モード番号ごとのウェイトングファクタ  
 $P_1$  : 各モード番号ごとの軸出力 (kW)

参考  $\text{CO}_{\text{mass}} \times \text{WF}$  : 一酸化炭素の重み付け排出量 (g/h)  
 $\text{HC}_{\text{mass}} \times \text{WF}$  : 炭化水素の重み付け排出量 (g/h)  
 $\text{NO}_{x\text{mass}} \times \text{WF}$  : 窒素酸化物の重み付け排出量 (g/h)

## 7. 測定記録表の作成

(1) 記録表 排出ガス測定の結果は、付表1の排出ガス測定記録表及び付表2の排出ガス量算定表に記入する。

付表 1 排出ガス測定記録表

出力 ( kW/ min<sup>-1</sup>)

設定仕様 :

製造業者名 \_\_\_\_\_  
 エンジンのモデル名称 \_\_\_\_\_  
 エンジン号機 \_\_\_\_\_  
 総行程容積 \_\_\_\_\_ l  
 附属装置 \_\_\_\_\_  
 動力計形式・容量 \_\_\_\_\_ kW  
 腕の長さ \_\_\_\_\_ m 係数: \_\_\_\_\_  
 潤滑油名称 \_\_\_\_\_  
 規格 \_\_\_\_\_  
 特記事項 (測定機器) \_\_\_\_\_

試験期日 \_\_\_\_\_  
 大気圧力 始 \_\_\_\_\_ kPa  
 終 \_\_\_\_\_ kPa  
 室温 乾/湿 始 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ °C  
 終 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ °C  
 水蒸気分圧 始 \_\_\_\_\_ kPa  
 終 \_\_\_\_\_ kPa  
 軽油名称 \_\_\_\_\_  
 密度 (温度) 始 \_\_\_\_\_ g/cm<sup>3</sup> ( \_\_\_\_\_ °C)  
 終 \_\_\_\_\_ g/cm<sup>3</sup> ( \_\_\_\_\_ °C)  
 吸気抵抗 \_\_\_\_\_ Pa  
 排気抵抗 \_\_\_\_\_ Pa

| モード番号                      | 1                        | 2          | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 過渡状態黒煙   |  |
|----------------------------|--------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|----------|--|
| 時刻 時一分                     |                          |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| エンジン回転速度 min <sup>-1</sup> |                          |            |   |   |   |   |   |   | α-TIFh : |  |
| 動力計荷重 N                    |                          |            |   |   |   |   |   |   | β-TIFh : |  |
| トルク N・m                    |                          |            |   |   |   |   |   |   | X        |  |
| 軸出力 kW                     |                          |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 大気係数                       |                          |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 修正係数                       |                          |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 修正軸出力 kW                   |                          |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 燃料                         | 測定量 cm <sup>3</sup>      |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | " g                      |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 消費時間 s                   |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 消費量 l/h                  |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | " kg/h                   |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 温度                         | 消費率 g/kWh                |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 冷却水 °C                   |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 潤滑油 °C                   |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 吸気 °C                    |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 吸入空気                       | 排気 °C                    |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 乾球温度 °C                  |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 湿球温度 °C                  |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 水蒸気分圧 kPa                |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 差圧 Pa                    |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | CO <sub>2</sub> 量 %      |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 過給機付                       | 吸入空気量 kg/h               |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 吸気圧 Pa                   |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 過給圧 kPa                  |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 排出ガス量                      | 過給温度 °C                  |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | kg/h                     |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | 一酸化炭素                    | COconc ppm |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            |                          | COcorr ppm |   |   |   |   |   |   |          |  |
| COmass g/h                 |                          |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 窒素酸化物                      | NO <sub>x</sub> conc ppm |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | NO <sub>x</sub> corr ppm |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | NO <sub>x</sub> mass g/h |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 炭化水素                       | H <sub>2</sub> Cconc ppm |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
|                            | H <sub>2</sub> Cmass g/h |            |   |   |   |   |   |   |          |  |
| 黒煙                         | 濃度 %                     |            |   |   |   |   |   |   |          |  |

付表 2 排出ガス量算定表

| モード番号        | 1       | 2    | 3    | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    | 合計   |
|--------------|---------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| ウェイトンゲリ (WF) | 0.15    | 0.15 | 0.15 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.15 | 1.00 |
| 重み付け出力 kW    |         |      |      |     |     |     |     |      |      |
| 重み付け<br>排出量  | HC g/h  |      |      |     |     |     |     |      |      |
|              | NOx g/h |      |      |     |     |     |     |      |      |
|              | CO g/h  |      |      |     |     |     |     |      |      |

| 排出ガス成分             | HC | NOx | CO |
|--------------------|----|-----|----|
| 単位仕事当たり排出ガス量 g/kWh |    |     |    |

JCMAS T004 - 1995  
建設機械機械用ディーゼルエンジンの  
排出ガス測定試験方法 解説 (案)

この解説は、本体に規定した事柄及びこれに関連した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

I. 制定の趣旨 施工の効率化に大きく寄与する建設機械は、今日の社会資本整備に必要不可欠な存在となっている。また、エネルギー効率等に優れたディーゼルエンジンは、建設機械に最適な動力源として広く用いられている。

一方でディーゼルエンジンの排出ガスは有害な成分を含んでいることから、作業環境の改善、そして大気環境の保全を目的として、建設省は平成3年度に建設機械用ディーゼルエンジンの排出ガス基準値を定め、その基準値をクリアしたエンジンを「排出ガス対策型エンジン」として認定を行うこととした。

認定にあたっては、テストベンチにおいて排出ガスを計測するが、そのためには高回転・高負荷の使用頻度が多い建設機械独特の排出形態をモデル化した測定モードの作成が必要であった。実作業時の排出データと数種類のモードによる排出データを比較検討した結果、C1モードが実作業時における排出データに最も近かったため、このC1モードを排出ガス測定モードとして採用した。

測定方法の詳細については、当時、排出ガス測定方法がISO化されていなかったため、主にJIS D 0006に準拠していたが、測定方法の国際的な統一を図る必要があることから、1994年にISO 8178が制定されたのを受け、これに準拠した規格原案を原動機技術委員会と建設機械化研究所が作成し、標準化会議の審議を経て1995年4月27日にJCMAS T004としてこの規格が制定された。

## II. 規定項目説明 規格本体について項目別に解説する（箇条番号は、規格本体と同じ。）。

### 1. 適用範囲

この規格は、次に示す規格を参考にして作成した。

ISO 8178-1994 Reciprocating internal combustion engines-Exhaust emission measurement  
Part1 :Test bed Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions from RIC engines

JIS D 0006-1994 建設機械用ディーゼルエンジンの仕様書様式及び性能試験方法

JIS Z 8806-1981 湿度測定方法

### 2. 用語の定義

用語としては、JIS D 0006をはじめとする JIS規格に使用されている用語を原則として用いている。計測用語として JIS規格にないものは ISO規格の用語を使用し、必要に応じ説明を加えた。

なお、ISO 8178-4に規定された用語の定義を参考として示す。

- (a) 定格出力：定格回転速度でエンジンの出すことのできる出力として、製造業者が指定する軸出力。
- (b) 定格回転速度：定格出力を指定する時の回転速度をいい、製造業者が指定する値。
- (c) 中間回転速度：以下の条件を考慮し製造業者が指定する値。
  - ・最大トルク回転速度が定格回転速度の60～75%の間にある場合は、その回転速度とする。
  - ・最大トルク回転速度が定格回転速度の60%未満の場合は、定格回転速度の60%とする。
  - ・最大トルク回転速度が定格回転速度の75%を越える場合は、定格回転速度の75%とする。
- (d) トルク：定格回転速度及び中間回転速度で、それぞれエンジンが出すことのできる出力時のトルクを各回転速度の 100%トルクとする。

### 3. 試験条件

#### 3. 1 付属装置

JIS D 0006と大きく異なるのは液冷式エンジンで冷却用ファンが付属装置からはずされている。

やむを得ずラジエータ使用のためファン付でテストを行っても良いが、その場合は消費馬力を考慮する。また、吸気装置及び排気装置は、実車での使用条件に合わせるため表2の注記にある如くの吸気抵抗、排気抵抗を加えて試験を行う。

#### 3. 2 エンジンの状態

吸気温度は、6 (2) に規定する標準大気温度に設定することが望ましく、この場合、大気係数  $f_a$  は  $0.93 \leq f_a \leq 1.07$  を必ず満たす必要がある。

#### 3. 3 エンジンの負荷条件及び運転条件

C1モードとは、ISO 8178-4 に規定された表1の如くの8モードからなるテストサイクルである。



### 3. 4 使用燃料及び潤滑油

- ・使用燃料は、JIS K 2204による2号軽油とする。燃料は、各国で規格の違いがありそれぞれに対応するとなると種々の検討が必要となるため、JIS K 2204による2号軽油で一本化する。
- ・燃料の温度は、製造業者により設定された範囲内とする。
- ・燃料の各係数 (FFH 等) は、ISO 8178に準じている。

### 4. 使用する測定機器及びその精度

精度は、吸気温度、排気温度、トルク等で ISO 8178 よりも厳しくなっているものもあるが、今までに JIS D 0006 で使われ実績のあるものは、JIS D 0006に合わせたままにしてある。

### 5. 測定方法

#### 5. 1 測定項目

大気圧力及び室温以下20項目について測定することとした。

#### 5. 2 定常状態測定要領

基本的に ISO 8178 によっている。ISO 8178では、測定前の暖機運転は全負荷/定格回転速度で安定するまでとなっているが、本測定法では回転速度及び各温度が少なくとも1分間実質的に保たれるようになれば測定を行って良いとした。

黒煙濃度は、各モード内で2回以上測定し、これを平均する。この平均した値が、基準値以内であることが必要となる。

#### 5. 3 過渡状態測定要領

測定は、定常状態の測定と異なり、図1の要領で3回連続して行い、これを平均する。ただし、3回の測定値が大きく異なる場合は、同じ要領で再度3回、つまり計6回行い、これを平均する。この平均した値が基準値以内であることが必要となる。

### 6. 計算式

ISO 8178に準じた。

Ⅲ. JCMAS原案作成委員会の構成表 この規格原案を作成した原動機技術委員会と建設機械化研究所を含めたJCMAS原案作成委員会の構成表を、次に示す。

JCMAS原案作成委員会 構成表

|       | 氏名      | 所属                   |
|-------|---------|----------------------|
| (委員長) | 杉 山 誠 一 | 三菱重工業株式会社            |
|       | 青 木 真 澄 | 株式会社クボタ              |
|       | 青 野 博 司 | ヤンマーディーゼル株式会社        |
|       | 稲 葉 友喜人 | 建設機械化研究所             |
|       | 岩 脇 通 仁 | 新キャタピラー三菱株式会社        |
|       | 梅 沢 芳 彦 | カミンズ・ディーゼル           |
|       | 及 川 龍 美 | 住友建機株式会社             |
|       | 岡 崎 達   | 株式会社小松製作所            |
|       | 川 崎 洋一郎 | 東洋運搬機株式会社            |
|       | 河 瀬 真   | 株式会社小松製作所            |
|       | 四 宮 靖 三 | 三井ドイツ・ディーゼル・エンジン株式会社 |
|       | 空 利 雄   | 油谷重工業株式会社            |
|       | 谷 東 芳 雄 | 日立建機株式会社             |
|       | 遠 山 貞 則 | 三菱重工業株式会社            |
|       | 西 岡 幸 輝 | 株式会社タダノ              |
|       | 服 部 肇   | いすゞ自動車株式会社           |
|       | 平 島 孝 美 | 日産ディーゼル株式会社          |
|       | 平 山 鉄登喜 | 川崎重工業株式会社            |
|       | 蛭 田 公 一 | 古河機械金属株式会社           |
|       | 藤 島 崇   | 建設機械化研究所             |
|       | 前 内 永 敏 | 建設省建設経済局             |
|       | 水 村 照 雄 | 日野自動車工業株式会社          |
|       | 目 時 康 雄 | 佐藤工業株式会社             |