

# JCMAS

## 土工機械－油圧ショベルの燃料消費量－ 試験方法

JCMAS H 020 : 2007

平成 19 年 3 月 30 日 制定

社団法人日本建設機械化協会標準部会 審議

## まえがき

この規格は、社団法人日本建設機械化協会規格（JCMAS）並びに標準化推進に関する規程に基づき、協会機械部会ショベル技術委員会から、原案を具して協会規格を改正すべきとの申出があり、標準部会の審議を経て、社団法人日本建設機械化協会会長が改正した社団法人日本建設機械化協会規格である。この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。社団法人日本建設機械化協会会長及び標準部会は、このような技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任をもたない。

---

初版：平成 16 年 1 月 29 日 社団法人日本建設機械化協会国内標準委員会で審議・承認

WTO/TBT 協定に基づく意見受付開始日：平成 16 年 3 月 15 日

意見受付終了日：平成 16 年 5 月 15 日

制定：平成 16 年 5 月 20 日

改正第 2 版：平成 18 年 11 月 28 日 社団法人日本建設機械化協会国内標準委員会で審議・承認

WTO/TBT 協定に基づく意見受付開始日：平成 19 年 1 月 15 日

意見受付終了日：平成 19 年 3 月 15 日

第 2 版制定：平成 19 年 3 月 30 日

原案作成者：協会機械部会

審議委員会：標準部会国内標準委員会

原案作成委員会：機械部会ショベル技術委員会

この規格についての意見又は質問は、上記原案作成者又は社団法人日本建設機械化協会標準部 [ 〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5-8 TEL 03-5776-7858 ] にご連絡ください。

# 土工機械－油圧ショベルの燃料消費量－ 試験方法

## Earth-moving machinery -- Fuel consumption on hydraulic excavator -- Test procedures

### 1 適用範囲

この規格は、油圧ショベル[製造業者の規定する標準バケット定格容量 (JIS A 8403-4 参照) 0.28～1.4 m<sup>3</sup> 級]における燃料消費量の試験方法について規定する。

注記 1 この規格は、機械の燃料消費量の比較又は燃料消費量改善技術の確認などの為に定めた。

注記 2 この規格における試験方法は、実作業（実掘削）ではなく模擬動作によるものである。

### 2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格のうちで、西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）には適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS A 8403-4 土工機械－油圧ショベル－第 4 部：バケットの定格容量

JIS D 0006-1 土工機械－エンジン－第 1 部：ネット軸出力試験方法

JIS K 2204 軽油

JIS K 2249:1995 原油及び石油製品－密度試験方法及び密度・質量・容量換算表

JIS Z 8704 温度測定方法－電気的方法

JIS Z 8705 ガラス製温度計による温度測定方法

### 3 試験項目

試験は、次に示す a)～d)について行う。

d)のアイドリング試験以外は、フルスロットルで可能な限り素早く、かつ、少なくとも一つのレバーは最大ストロークで操作する。

- a) **掘削・積込み動作試験** 標準バケットを装着し、掘削・積込みの模擬動作を行うときの燃料消費量を測定する。
- b) **ならし動作試験** ブームとアームを用いてならし動作を行うときの燃料消費量を測定する。
- c) **走行試験** コンクリート上又は十分締め固めた平坦な直線路上を走行するときの燃料消費量を測定する。
- d) **アイドリング試験** エンジン無負荷最低回転速度における燃料消費量を測定する。

#### 4 試験条件

##### 4.1 供試機械の標準バケット容量によるクラス分け

供試機械は、製造業者の規定する標準バケットの定格（山積）容量（JIS A 8403-4 参照）により、表 1 のとおりクラス分けする。

表 1 供試機械のクラス分け

クラス $V_s$	標準バケットの定格（山積）容量 範囲
0.28 m <sup>3</sup>	0.25 m <sup>3</sup> 以上～0.36 m <sup>3</sup> 未満
0.45 m <sup>3</sup>	0.36 m <sup>3</sup> 以上～0.47 m <sup>3</sup> 未満
0.5 m <sup>3</sup>	0.47 m <sup>3</sup> 以上～0.55 m <sup>3</sup> 未満
0.6 m <sup>3</sup>	0.55 m <sup>3</sup> 以上～0.7 m <sup>3</sup> 未満
0.8 m <sup>3</sup>	0.7 m <sup>3</sup> 以上～0.9 m <sup>3</sup> 未満
1.0 m <sup>3</sup>	0.9 m <sup>3</sup> 以上～1.05 m <sup>3</sup> 未満
1.1 m <sup>3</sup>	1.05 m <sup>3</sup> 以上～1.3 m <sup>3</sup> 未満
1.4 m <sup>3</sup>	1.3 m <sup>3</sup> 以上～1.7 m <sup>3</sup> 未満

##### 4.2 供試機械

供試機械は、次の条件に適合させる。

- a) **装備など** 原則として供試機械の型式の製造業者の規定する標準状態とする。機械の動作、質量及び質量バランスに影響を与えない場合は、この限りではない。
- b) **エンジン回転速度** 供試機械のエンジン無負荷最低回転速度及び無負荷最高回転速度を、定められた仕様範囲に入るよう調節する。
- c) **燃料充填量** 燃料の充填量は、燃料タンク容量の 3 分の 2 以上とする。
- d) **暖機** 試験前に供試機械を十分暖機する。

##### 4.3 使用燃料

試験に用いる燃料は、JIS K 2204 に規定する 2 号軽油とする。

燃料密度及び膨張係数を実測値から得る場合は、複数の異なる燃料温度の燃料密度を測定する。燃料密度の測定は JIS K 2249 による。燃料分析値による燃料密度（15℃）と測定燃料温度を基に JIS K 2249:1995 付表 II 表 2B を用いて密度を求めてもよい。

##### 4.4 測定項目と測定機器

各試験における測定項目と測定機器の正確さは、次のとおりとする。

- a) **時間** 正確さは、±0.1 秒以内とする。
- b) **回転速度** 正確さは、測定対象の±1%以内とする。
- c) **温度** JIS Z 8704 又は JIS Z 8705 により測定する。最小目盛りは、1℃以下とする。
- d) **燃料消費量** 流量計の正確さは、消費流量を直接測定する場合は測定対象の±1%以内、入り流量と戻り流量を各々測定する場合は±0.2%以内とする。サブタンクを用いて質量で測定する場合、サブタンクのひょう量には 1g 以内の正確さを有する精密測定機器を用いる。

##### 4.5 大気条件

大気条件（圧力、温度及び湿度）がエンジンの吸入空気量に及ぼす影響を示し、エンジンの形式によって次の式(1)、(2)、(3)のいずれかで計算される大気係数 $f_a$ （JIS D 0006-1 参照）の範囲を 0.93～1.07（望ましい範囲 0.98～1.02）とするのがよい。ただし、必要条件とはしない。

- a) 無過給及び機械式過給エンジン

$$f_a = \left(\frac{99}{P_d}\right) \cdot \left(\frac{T}{298}\right)^{0.7} \dots\dots\dots(1)$$

b) 給気冷却器なし又は給気-空気冷却器付ターボ過給エンジン

$$f_a = \left(\frac{99}{P_d}\right)^{0.7} \cdot \left(\frac{T}{298}\right)^{1.2} \dots\dots\dots(2)$$

c) 給気-液体冷却器付ターボ過給エンジン

$$f_a = \left(\frac{99}{P_d}\right)^{0.7} \cdot \left(\frac{T}{298}\right)^{0.7} \dots\dots\dots(3)$$

ここに、 $T$  : エンジンの空気取り入れ口における絶対温度で、ケルビン(K)で表す。

$P_d$  : 乾燥大気圧で、キロパスカル(kPa)で表し、大気全圧から水蒸気分圧を減じたもの。

## 5 燃料消費量の測定方法

燃料消費量は、5.1 又は 5.2 に示す方法により測定する。

### 5.1 流量計を用いた測定方法

流量計を用いた測定方法を、5.1.1 及び 5.1.2 に示す。なお、容積流量から質量流量への換算は、測定箇所での燃料温度を各々測定し、それぞれ質量流量に換算してから質量消費量を求める。

#### 5.1.1 直接消費流量測定方法

図 1 に、消費流量を直接測定する方法を示す。なお、戻り燃料に気泡を発生させないために燃料供給ポンプの追加（戻りラインの加圧）を必要とする場合がある。また、燃料のエンジン入り口温度は、エンジンに定められた温度以下とするために熱交換器が必要になる場合もある。

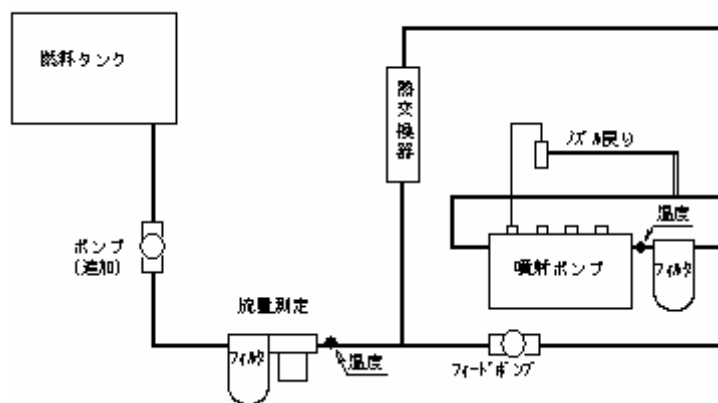


図 1 直接消費流量測定方法

#### 5.1.2 入りと戻りの流量測定方法

図 2 に、エンジン入り側流量と戻り側流量の差から消費流量を求める方法を示す。この方法では、入り側と戻り側の測定とをできるだけ同期させ、双方の流量計の特性（流量と誤差の特性）をできるだけ一致

させなければならない。また、戻り側流量測定ラインに気泡の発生がないことを確認する。

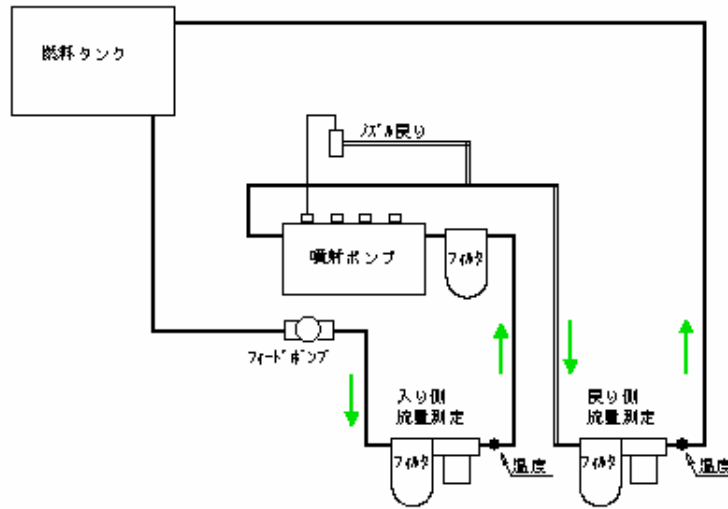


図2 入りと戻りの流量測定方法

## 5.2 サブタンクを用いた測定方法

5.1 の代替方法として、図3に示すエンジン供給用サブタンクとエンジン戻り用サブタンクの試験前後の質量差から消費量を求めてもよい。この方法では、サブタンクの質量を測定する天びんの正確さを保つため、ひょう量時の風などによる外乱の排除、サブタンク着脱時の燃料漏れやエンジン側への気泡の混入などに注意して、避けるようにしなければならない。

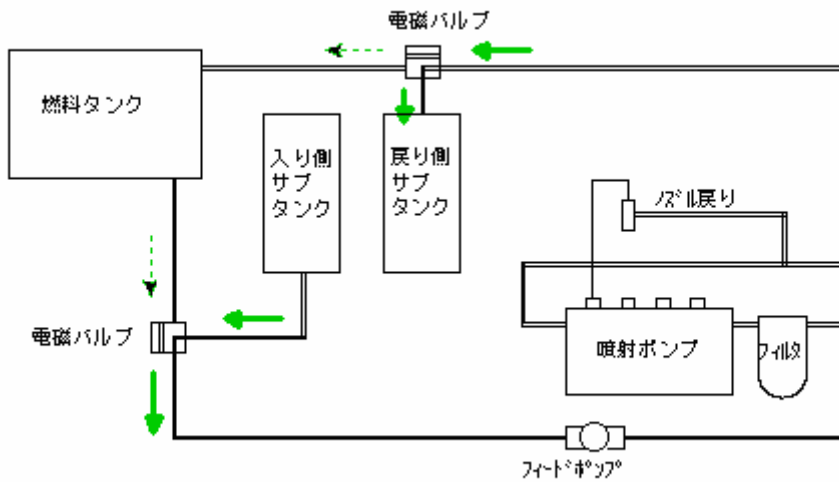


図3 サブタンクを用いた燃料消費流量測定方法

## 6 試験方法

### 6.1 掘削・積込動作試験

掘削・積込動作試験は、標準バケットを用いて、フルスロットルで可能な限り素早く、かつ、少なくとも

も1つのレバーは最大ストロークで操作する。

### 6.1.1 試験条件

- a) **機械の配置, 掘削深さ及び障害物（バー）の高さ** 掘削・積込みの模擬動作を行うときの機械の配置は, 図4のとおりとする。掘削深さは表2のとおりとし, 積込み対象としての運搬車両を想定した障害物（バー）の高さは, 表3のとおりとする。

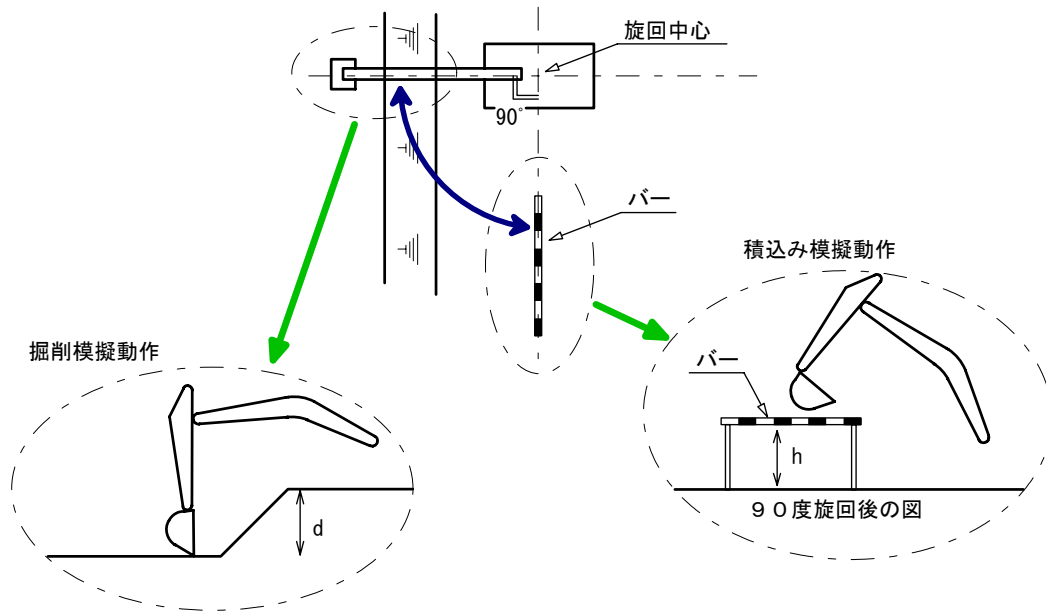


図4 掘削・積込動作試験場

表2 掘削深さ

クラス	深さ d (m)
0.28 m <sup>3</sup>	1.0
0.45 m <sup>3</sup>	1.0
0.5 m <sup>3</sup>	2.0
0.6 m <sup>3</sup>	2.0
0.8 m <sup>3</sup>	2.0
1.0 m <sup>3</sup>	2.0
1.1 m <sup>3</sup>	2.0
1.4 m <sup>3</sup>	2.0

表3 障害物（バー）の高さ

クラス	高さ h (m)
0.28 m <sup>3</sup>	2.0
0.45 m <sup>3</sup>	2.5
0.5 m <sup>3</sup>	2.5
0.6 m <sup>3</sup>	2.5
0.8 m <sup>3</sup>	2.5
1.0 m <sup>3</sup>	2.5
1.1 m <sup>3</sup>	2.5
1.4 m <sup>3</sup>	2.5

### 6.1.2 模擬動作

掘削・積込み1サイクルの模擬動作パターンは、次のとおりとする（図5参照）。

- ① **開始姿勢** アームヒンジピン、バケットヒンジピン及びバケットつめ先が一直線になるようにフロントを最大に伸ばし、つめ先を地上高さ 10 cm 以内におく。
- ② **水平引き** ブームを上げながら、バケットつめ先が地面と接触しないようアームが垂直になるまでアームを引く。この間ブームとアームのみ操作し、バケットつめ先と地面との間隔は 30 cm 以内を目標とする。
- ③ **バケット掘削** バケット開口部が水平になるまで掘削操作を行う。
- ④ **旋回・ブーム上げ** 旋回とブーム上げのみ操作し、バケットがバー（障害物）の真上に来たところで止める。その時のバケット地上高さは、次の⑤バケットダンプ操作をしてもバケットつめ先がバーに当たらない高さとする。
- ⑤ **バケットダンプ** バーの上で、バケットつめ先がアームヒンジピン及びバケットヒンジピンと一直線になるまでバケットダンプのみ操作する。ダンプの開始は、旋回停止後とする。
- ⑥ **開始姿勢に戻る** 旋回、ブーム及びアームを操作し開始姿勢に戻る。

#### ① 開始・終了姿勢

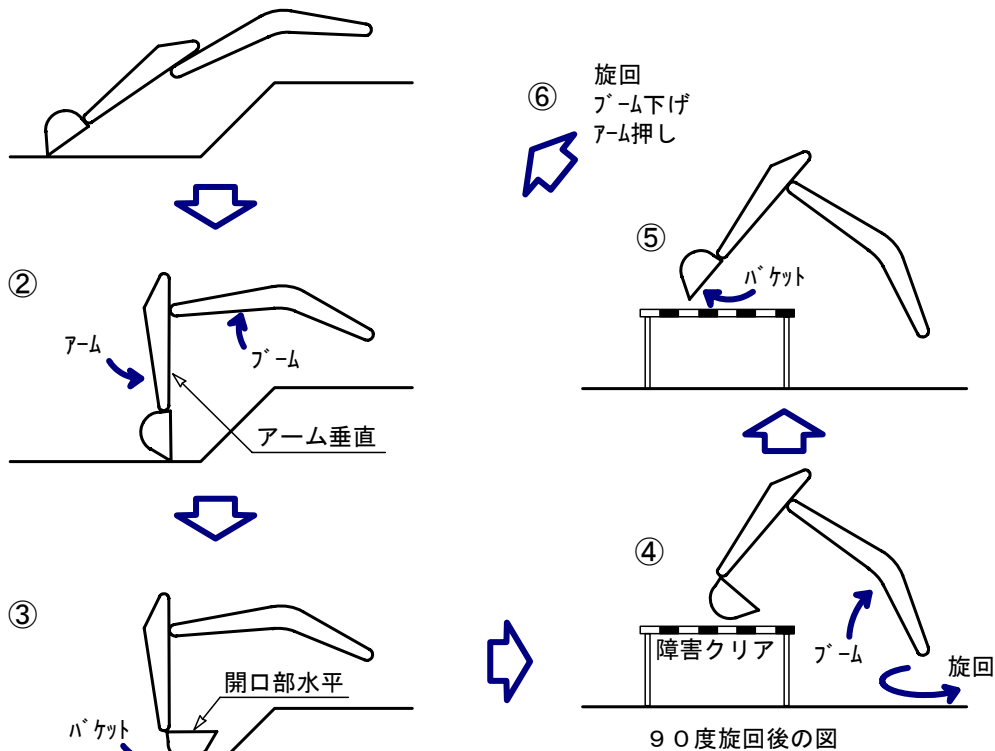


図5 模擬動作パターン

### 6.1.3 試験回数及び燃料消費量の算出

掘削・積込み動作試験は、6.1.2の①～⑥までの模擬動作を連続5サイクル繰り返し、その間の燃料消費量と所要時間を測定する。これを1回の試験とする。

試験は5回実施し、所要時間が最長と最短の試験を除いた3回の試験を試験結果とする。

サイクル当たり燃料消費量及び掘削・積込み動作当たり燃料消費量は、(4)及び(5)式により算出する。

$$F_1 = \frac{q}{5} \dots\dots\dots(4)$$

$$F_{IV} = \frac{q}{5 \times V_s} \dots\dots\dots(5)$$

ここに、  
 $F_1$  : サイクル当たり燃料消費量(g/サイクル)  
 $F_{IV}$  : 掘削・積み込み動作当たり燃料消費量(g/m<sup>3</sup>)  
 $q$  : 燃料消費量(g)  
 $V_s$  : クラス毎に定めたバケットの定格 (山積) 容量(m<sup>3</sup>) (表 1 参照)

付表 1 に記録する 3 回の試験結果の平均値で、所要時間 (s) は小数点以下第一位、燃料消費量 (g) は整数、時間当たり燃料消費量 (kg/h) は小数点以下第一位、サイクル当たり燃料消費量 (g/サイクル) は小数点以下第一位、掘削・積み込み動作当たり燃料消費量 (g/m<sup>3</sup>) は小数点以下第一位に丸める。

6.2 ならし動作試験

ならし動作試験は、標準バケットを用いて、フルスロットルで可能な限り素早く、かつ、少なくとも一つのレバーは最大ストロークで操作する。

6.2.1 模擬動作

ならし動作 1 サイクルの模擬動作パターンは、次のとおりとする (図 6 参照)。

- ① 開始姿勢 アームヒンジピン、バケットヒンジピン及びバケットつめ先が一直線になるようにフロントを最大に伸ばし、つめ先を地上高さ 10cm 以内におく。
- ② 水平引き ブームを上げながらバケットつめ先が表 4 のならし距離 L に到達するまで、バケットつめ先が地面と接触しないようにアームを引く。この間ブームとアームのみ操作し、バケットつめ先と地面との間隔は、30 cm 以内を目標とする。バケット及び旋回は操作しない。
- ③ 開始姿勢に戻る ブーム下げ及びアーム押しを操作し、開始姿勢に戻る。

表 4 ならし距離

クラス	L (m)
0.28 m <sup>3</sup>	2.5
0.45 m <sup>3</sup>	3.5
0.5 m <sup>3</sup>	4.0
0.6 m <sup>3</sup>	4.0
0.8 m <sup>3</sup>	4.5
1.0 m <sup>3</sup>	4.5
1.1 m <sup>3</sup>	4.5
1.4 m <sup>3</sup>	5.0

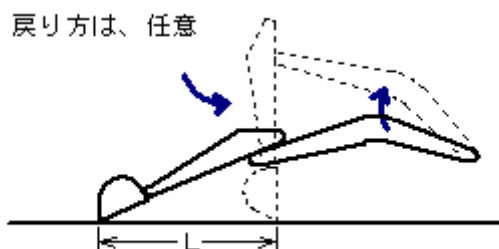


図 6 ならし動作

### 6.2.2 試験回数及び燃料消費量の算出

ならし動作試験は、6.2.1 の①～③の動作を連続 10 サイクル繰り返し、その間の燃料消費量と所要時間を測定する。これを 1 回の試験とする。

試験は 5 回実施し、所要時間が最長と最短の試験を除いた 3 回の試験を試験結果とする。

サイクル当たり燃料消費量、及びならし距離当たり燃料消費量は、次の(6)及び(7)式により算出する。

$$F_2 = \frac{q}{10} \dots\dots\dots(6)$$

$$F_{2L} = \frac{q}{10 \times L} \dots\dots\dots(7)$$

ここに、  
 $F_2$  : サイクル当たり燃料消費量(g/サイクル)  
 $F_{2L}$  : ならし距離当たり燃料消費量(g/m)  
 $q$  : 燃料消費量(g)  
 $L$  : クラス毎に定めたならし距離(m) (表 4 参照)

試験結果を、**付表 1** に記録する。

**付表 1** に記録する 3 回の試験の平均値で、所要時間 (s) は小数点以下第一位、燃料消費量 (g) は整数、時間当たり燃料消費量 (kg/h) は小数点以下第一位、サイクル当たり燃料消費量 (g/サイクル) は小数点以下第二位、ならし距離当たり燃料消費量 (g/m) は小数点以下第二位に丸める。

## 6.3 走行試験

### 6.3.1 試験条件

走行は、次の状態で行う。

- a) **走行速度段** フルスロットルで低速度段（ただし、エンジン回転速度を下げない速度段）を用いる。
- b) **走行速度** 最高走行速度とし、操向は行わない。
- c) **走行距離** 25m以上とし、十分な助走区間を設ける。
- d) **走路** コンクリート上又は十分締め固めた平坦な直線路とする。

### 6.3.2 試験回数

試験は往路と復路について行い、各々の燃料消費量と所要時間を測定して、それぞれ平均する。これを 1 回の試験とする。

試験は 3 回実施し、結果を**付表 1** に記録する。

**付表 1** に記録する試験の平均値で、所要時間 (s) は小数点以下第一位、燃料消費量 (g) は整数、時間当たり燃料消費量 (kg/h) は小数点以下第一位、走行速度 (km/h) は小数点以下第一位、走行距離当たり燃料消費量 (g/m) は小数点以下第二位に丸める。

## 6.4 アイドリング試験

安定したエンジン無負荷最低回転速度状態において、燃料消費量の測定を行う。

測定する時間は、600 秒以上とする。

流量計を用いた測定のうち、エンジン入り側流量と戻り側流量の差から消費流量を求める場合は、測定に用いた流量計の流量特性の試験成績書を用いて流量測定値を補正してもよい。

試験結果を、**付表 1** に記録する。

**付表 1** に記録する値で、測定時間 (s) は小数点以下第一位、燃料消費量 (g) は整数、時間当たり燃料消費量 (kg/h) は小数点以下第一位に丸める。

---

## 参考文献

- JIS A 8403-1** 土工機械－油圧ショベル－第 1 部：用語及び仕様項目
- JIS A 8403-2** 土工機械－油圧ショベル－第 2 部：仕様書様式
- JIS A 8403-3** 土工機械－油圧ショベル－第 3 部：性能試験方法
- JIS B 8008-1** 往復動内燃機関－排気排出物測定－第 1 部：ガス状排出物及び粒子状排出物の台上測定
- JIS Z 8401** 数値の丸め方

付表1 油圧ショベルの燃料消費量試験結果記録表

製造業者名 \_\_\_\_\_ 試験期日 \_\_\_\_\_  
 機械型式 \_\_\_\_\_ 製造番号 \_\_\_\_\_  
 バケット容量 定格(山積) \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> 平積 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
 燃料流量測定装置 測定方式 直接消費流量測定, 入りと戻りの流量測定, サブタンク方式  
 装置型式 \_\_\_\_\_  
 測定環境 大気圧 \_\_\_\_\_ kPa 外気温度 \_\_\_\_\_ °C 相対湿度 \_\_\_\_\_ %  
 使用燃料 密度 \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ °C) 膨張係数 \_\_\_\_\_ k<sup>-1</sup>  
 運転モード \_\_\_\_\_

(標準モード, 省エネモードなど試験時に使用した製造業者の規定する運転モードを記録する。解説 3.2 参照)

**(1) 掘削・積込み動作試験**

試験バケット 定格(山積) 容量 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
 クラス毎に定めたバケットの定格(山積) 容量  $V_s =$  \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
 試験場 掘削深さ  $d$  \_\_\_\_\_ m 障害物の高さ  $h$  \_\_\_\_\_ m

試験番号	所要時間 (s)	入り流量			戻り流量			燃料消費量 (g)	時間当たり燃料消費量 (kg/h)	サイクル当たり燃料消費量 (g/サイクル)	掘削・積込み動作当たり燃料消費量 (*1)(g/m <sup>3</sup> )
		容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)	容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)				
1											
2											
3											
平均		-	-	-	-	-	-				

注記(\*1) サイクル当たり燃料消費量をクラス毎に定めたバケット山積み容量  $V_s$  で割ったもの。

**(2) ならし動作試験** 試験場 ならし距離  $L$  \_\_\_\_\_ m

試験番号	所要時間 (s)	入り流量			戻り流量			燃料消費量 (g)	時間当たり燃料消費量 (kg/h)	サイクル当たり燃料消費量 (g/サイクル)	ならし距離当たり燃料消費量 (g/m)
		容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)	容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)				
1											
2											
3											
平均		-	-	-	-	-	-				

**(3) 走行試験** 試験場 走行距離 \_\_\_\_\_ m

試験	所要時間 (s)	入り流量			戻り流量			燃料消費量 (g)	時間当たり燃料消費量 (kg/h)	走行速度 (km/h)	走行距離当たり燃料消費量 (g/m)
		容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)	容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)				
往路											
復路											
往路											
復路											
往路											
復路											
平均		-	-	-	-	-	-				

**(4) アイドリング試験**

エンジン無負荷最低回転速度 仕様値 \_\_\_\_\_ min<sup>-1</sup> ( ± \_\_\_\_\_ min<sup>-1</sup>) 測定値 \_\_\_\_\_ min<sup>-1</sup>

測定時間 (s)	入り流量			戻り流量			燃料消費量 (g)	時間当たり燃料消費量 (kg/h)
	容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)	容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)		

## JCMAS H 020 : 2007

# 土工機械－油圧ショベルの燃料消費量－試験方法(改正案)

## 解 説

### 序文

この解説は、本体に規定・記載した事柄、参考に記載した事柄、並びにこれらに関連した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

## 1 制定・改正の趣旨

### 1.1 初版制定の趣旨

地球温暖化は、地球全体の環境に深刻な影響を及ぼすので、早急に対策を行うことが人類共通の課題となっている。建設施工における地球温暖化対策は、資材・機械の燃料などエネルギー消費にかかわる対策が主要なものとなるが、このうち機械については燃料消費効率の改善と、効率の良い機械の選択を可能にすることが求められている。そのためには機械の燃料消費効率を精度良く測定し、その結果を評価・判定して機械の使用者に分かり易く伝える必要がある。

この規格は、油圧ショベルの運転動作における燃料消費量の比較、または燃料消費量改善技術の確認を目的に十分な技術的検討を重ねた結果、燃料消費効率の試験方法としては現在得られる最良の方法であると判断して制定したものである。

### 1.2 改正の趣旨

1.2.1 この標準は、更なる試験方法の改善、測定精度の向上などを目指して試行するために 2004 年に制定されたが、1 年間の試行を終え、結果を今回の改正に織り込むため、「試行」に関する注記を抹消した。

1.2.2 適用範囲を標準バケット容量  $0.28\sim 0.8\text{m}^3$  級から土工工事で一般的に使われる  $0.28\sim 1.4\text{m}^3$  級の油圧ショベルに拡大した。

1.2.3 掘削工程でアームに負荷を与えるため油圧負荷装置を装着する事にしていたが、装着しなくても相関が確保される事が確認されたので、油圧負荷装置なしに変更した。

1.2.4 バケットに負荷として“おもり”を装着した負荷バケットで測定する事にしていたが、“おもり”なし（空バケット）で評価が可能な事が確認されたため、空バケットで評価する事に変更した。

1.2.5 原案で得られる数字には、使用者の誤解を招く恐れがあったため、用語及び文章表現について誤解を招かないように検討、見直しを行った。

## 2 制定・改正の経緯

### 2.1 初版制定の経緯

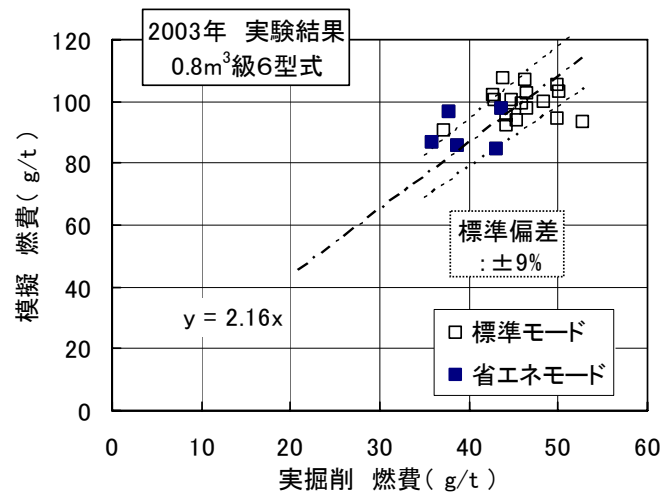
この規格は、機械部会ショベル技術委員会が作成し、標準部会国内標準委員会の審議・承認後、世界貿易機関(WTO)/貿易の技術的障害に関する(TBT)協定の適正実施規準(CGP)に基づく意見受付公告を行った上で制定したものである。

規格原案の作成にあたっては、土質変化の影響が大きい実掘削作業に代わる代替試験方法を設定するこ

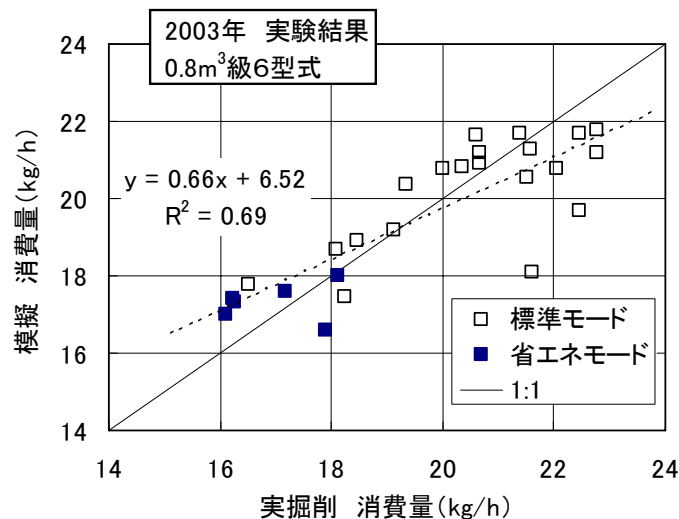
とにした。

検討初年度（2000年）は、油圧ショベルメーカー6社各1台の0.5m<sup>3</sup>級油圧ショベルを用いて碎石作業試験（土質変化の少ない碎石を用いた試験）と模擬動作試験（おもりをつけた負荷バケットを使用。ただし、油圧負荷装置なし）の二つの代替試験と、土質の様な掘削試験場を造成して実際の掘削・積込み試験とを行い、模擬動作試験が試験方法として妥当なことを確認した。

しかしこの案は、油圧ショベルの掘削負荷を反映できていないことから、2001年に油圧負荷装置を追加して掘削負荷をかける確認試験を0.5m<sup>3</sup>級1台を用いて行い、更に2003年に再度土質の様な掘削試験場を造成して、6社各1台の0.8m<sup>3</sup>級油圧ショベルを用いて実際の掘削・積込み試験と模擬動作試験を行い、試験結果の変動などを確認して2004年に制定された。



a) 模擬動作の燃料消費量の代替性



b) 模擬動作の負荷の代替性

解説図 1 実掘削と模擬試験方法の実験結果

注記

この図は、掘削・積込みについてのみ示すもので、走行やアイドルリングなどは含んでいない。

解説図 1 は、2003 年の上述の最終試験方法案による実験結果についてまとめたもので、模擬動作試験結果のバラツキは、土質が一様になるように造成した掘削試験場で行った実際の掘削・積込試験結果よりも小さかった。0.8 m<sup>3</sup> 級の燃料消費性能が各社で大きな差がない（解説図 1 の a）ために、実際の掘削・積込作業と模擬動作の間の相関を確認することはできなかったが、負荷と相関の高い時間当たり燃料消費量 (L/h) において実際の掘削積込作業と模擬動作の間に高い相関（解説図 1 の b）を確認することができた。作業量当たり燃料消費量(g/t)は、時間当たり作業量(t/h)に対する時間当たり燃料消費量(g/h)であり、消費量での比較は“バラツキの大きい実作業の掘削・積込量”の影響を除いた見方になる。今後この試験方法によるデータを積み重ねることにより、この燃料消費量試験方法による評価の有用性を検証していく必要がある。

なお、負荷バケット質量を決める負荷容量は、参加各社の標準バケット平積み容量の平均値とし、油圧負荷装置の設定掘削力は、各社アーム掘削力の平均値の 70% とした。

また、ならし動作、実作業に付随した低速度段による小移動としての走行、及びアイドリング時の燃料消費量測定方法についても合わせて規定した。

## 2.2 改正の経緯

その後一年程度をかけて、各社の測定法との整合性および本測定法の検証・改善を目的に、各社試行を行った。その結果、次の点が問題として挙げられた。

- ① 油圧負荷装置は、その搭載のための設計及び取付のために膨大なコスト・時間を要する為、実際に全型式を実施するとなると現実的でない。
- ② 負荷バケットは、模擬動作試験時に旋回・ブーム・アーム複合操作にて開始姿勢に戻る際、バケットが重いために車体が揺動し、それをレバー操作で抑制する必要があるが、結果として運転員によるばらつき要因となる。これは実作業ではありえない状況であると共に、場合によっては危険である。  
(以下、この負荷バケットに対し、バケット内の土の質量を考慮しない場合を空バケットと呼ぶ。)

上記の問題点に対応した検討の結果、

①に関しては、実掘削試験と負荷バケットを用いた油圧負荷装置無しの模擬動作試験の間には相関性があることが確認できた（解説図 2）。

②に関しては、

- ・上記①のとおり、実掘削試験と負荷バケットを用いた模擬動作試験の間には相関がある。
- ・負荷バケットと空バケットの模擬動作試験の結果に大差がなく高い相関があることを追加実験により確認することができた。（解説図 3）

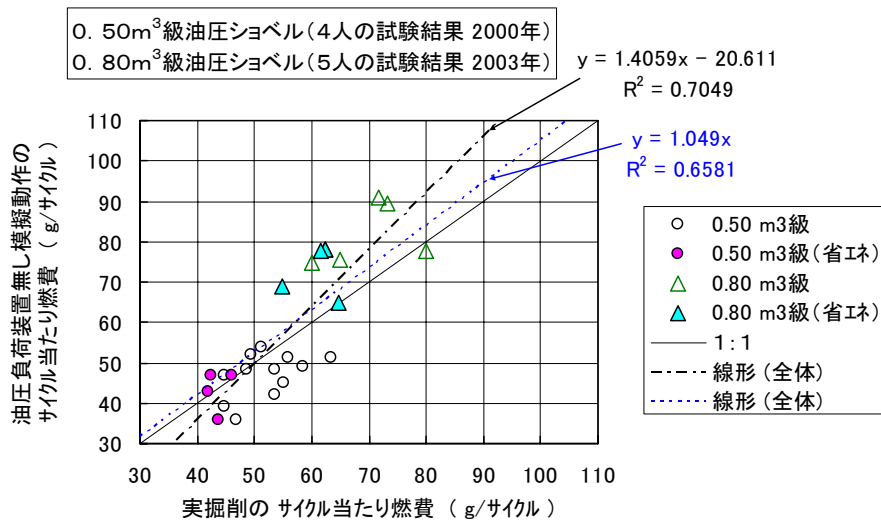
この理由として、油圧ショベルの場合、現状ではエンジンで発生するエネルギーのほとんどを油圧回路で消費していること、機体の運動部質量に対するバケット内の土の質量が非常に小さいことに起因し、土を動かすための正味のエネルギーは少ないと考えられる。

したがって、実掘削試験と空バケット模擬動作試験の間には相関があり、空バケット模擬動作試験で実掘削試験を模擬できることがわかった。

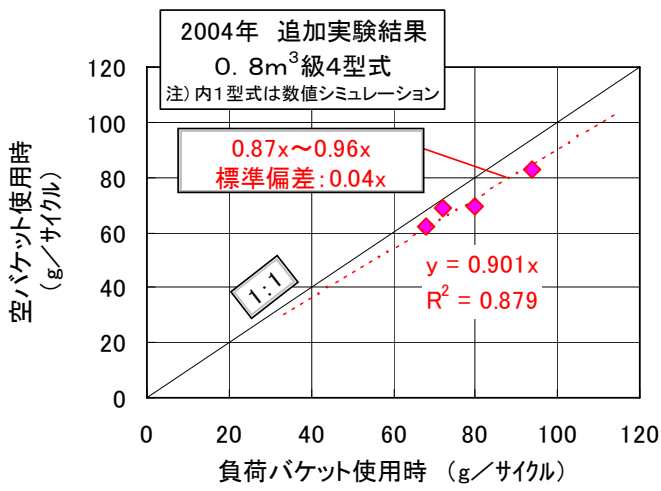
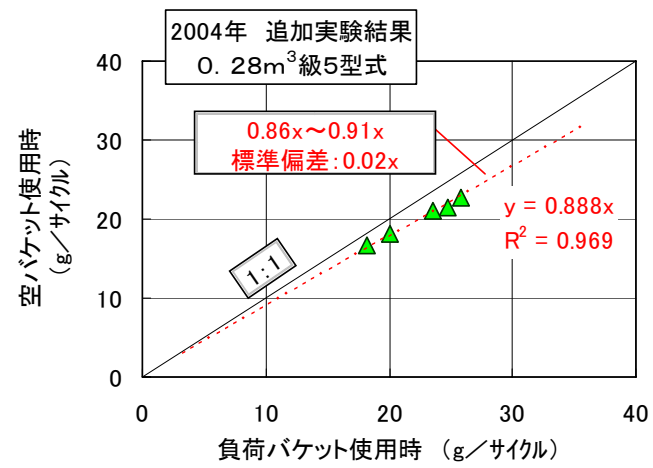
以上の結果から、より簡便で、かつ運転員のばらつき要因も少なくする試験法として、模擬動作試験の油圧負荷装置を外し、バケットも空バケットを使用する方法に改訂した。

これらの改正点の他、適用範囲、規格の表現などに関しても一部見直しを加え、機械部会ショベル技術委員会で改正原案作成し、標準部会国内標準委員会の審議・承認後、世界貿易機関(WTO)/貿易の技術的障

害に関する(TBT)協定の適正実施規準(CGP)に基づく意見受付公告を行った上で改正することとした。



解説図2 実掘削と模擬動作（負荷バケット付き，油圧負荷なし）との相関



解説図3 負荷バケットと空バケットとの相関

### 3 審議中に特に問題となった事項

#### 3.1 燃料消費効率の評価

燃料消費効率は、油圧ショベルの場合、制定の経緯でも述べたように空バケット模擬動作試験と実掘削試験に相関があることから、空バケット模擬動作によるバケット容量を作業量の代用特性とすることにした。燃料消費効率の評価としては、模擬動作試験のサイクル当たり燃料消費量 (g/サイクル) とバケット容量 ( $V_S$ ) を使った掘削・積込み動作当たり燃料消費量 ( $\text{g/m}^3$ ) を併記することにした。今後、より実作業に近い作業量評価方法の検討が求められる。

#### 3.2 運転モード

近年電子化が進み、燃料消費量低減・作業量増大などを目的とした省エネモード・エコノミーモード・パワフルモード (標準モードに追加したものであり、一般的に運転席でスイッチにより簡単に切換え可能である。名称は各社で異なる。) など複数の運転モードをそなえた機械が普及しつつある。この規格はそれらの運転モードについても適用することが可能である。掘削・積込み動作燃料消費量はこれらの運転モードに対応したものであり、機種間で比較する時は運転モードを考慮する必要がある。試験条件として運転モードは標準モードで行うことを規定する必要性の検討が行われたが、この規格は試験方法を定めるものであることから、試験結果として試験時に使用した運転モードを記録することにした。

#### 3.3 測定精度

解説の 6.1 参照。

#### 3.4 再現性

この試験方法は、運転員が試験要領に基づいて操作するようになっており、運転員が変わった場合や同一運転員であってもロボット等による自動的な操作に比べて再現性がやや低いと考えられる。

### 4 特許権などに関する事項

特になし。

### 5 適用範囲

この規格の適用範囲は、一般的な土工工事に汎用的に使用されることを考慮して、標準バケット容量 0.28 ~ 1.4  $\text{m}^3$  級の油圧ショベルに適用する。

### 6 規定項目の内容

#### 6.1 燃料消費量の測定方法 (本体の 5)

燃料消費量の測定方法は、エンジンの燃料戻り量の多少などの条件によって当該供試機械に対する最良の方法が変わり得るので、測定にあたっては供試機械毎に測定方法を検討する必要がある。

##### 例 システムの測定精度確認の例

本体の図 2 に示す測定方法の場合、入り側と戻り側の差を測定する必要があり、測定される入り側流量と戻り側流量の双方に対して測定器の精度がかかわり、かつ戻り量が多く差が小さくなる場合、測定精度は低下するので注意が必要である。

測定器の精度が  $\pm 0.2\%$  の場合、測定例 1 における最終誤差は解説表 1 のように試算される。

解説表 1 測定の 1 例における測定誤差の試算例 (0.5 m<sup>3</sup> クラス省エネルギーモード)

適用試験	100 s 測定時流量 (mL) 測定機器精度 : ±0.2 %				全誤差 c	消費量 d	最終誤差 c/d (%)
	入り側		戻り側				
	測定流量	誤差 a	測定流量	誤差 b			
掘削・積込み試験	2 300	4.6	2 000	4.0	6.1	300	2.0
ならし動作試験	2 300	4.6	2 000	4.0	6.1	300	2.0
走行試験	2 270	4.5	2 000	4.0	6.1	270	2.3
アイドリング試験	1200	2.4	1170	2.3	3.4	30	11.3

注記 1 測定流量は、列形ポンプ (エンジン) の事例

2 誤差 a (b) = 測定流量 × 測定器精度

3 全誤差 c = (a<sup>2</sup>+b<sup>2</sup>)<sup>0.5</sup>

### 7 燃料消費量評価値

今回の測定方法を定めるに当り、標準的な動作割合を想定し、その重み付けによって数値を 1 本化する  
方法も検討したので、重み付け燃料消費量の 1 例として紹介する。

ここで、標準的な動作割合とは、様々な現場における油圧ショベルの実稼動状況を調査した結果に基づ  
き、割り振りを決めたものである。具体的には、掘削・積込み動作 50%，ならし動作 25%，走行 10%，  
アイドリング 15%とし、この時間割合を用いて掘削・積込み試験，ならし動作試験，走行試験及びアイド  
リング試験の燃料消費量測定結果を解説(1)式に代入し、得られる値を標準動作 1 時間当たりの重み付け燃  
料消費量 (油圧ショベル燃料消費量評価値)  $F_{HEX}$  とする。

$$F_{HEX} = F_1 \cdot M_S \cdot \alpha + F_2 \cdot C_S + F_3 \cdot S_S + F_4 \cdot L_I \dots\dots\dots \text{解説(1)}$$

- ここに、 $F_{HEX}$  : 油圧ショベル燃料消費量評価値 (g/標準動作)  
 $F_1$  : 掘削・積込み試験時のサイクル当たり燃料消費量 (g/サイクル)  
 $F_2$  : ならし動作試験時のサイクル当たり燃料消費量 (g/サイクル)  
 $F_3$  : 走行試験時の走行距離当たり燃料消費量 (g/m)  
 $F_4$  : アイドリング試験時の時間当たり燃料消費量 (g/h)  
 $M_S$  : 模擬動作の評価サイクル (サイクル)  
 $C_S$  : ならし動作の評価サイクル (サイクル)  
 $S_S$  : 走行の評価走行距離 (m)  
 $L_I$  : アイドリングの評価時間 0.15(h)  
 $\alpha$  : 作業効率改善係数 (通常 1 とし、バケット形状等の改善により  
作業量が改善することが証明された場合に用いる。)

ここで、掘削・積込み試験の標準サイクルタイムは、

- 1) 0.8 m<sup>3</sup> 4 型式と 0.28 m<sup>3</sup> 5 型式の、空バケットのサイクルタイムと負荷バケットのサイクルタイム  
の比を求め、平均化する。
- 2) 1) に 0.8 m<sup>3</sup> の負荷バケット模擬動作サイクルタイム (2003 年実施) を乗じ、空バケット模擬動作  
の標準サイクルタイムとする。
- 3) 0.28 m<sup>3</sup> ~ 1.4 m<sup>3</sup> に関しては、0.8 m<sup>3</sup> を 100 とした時の割合を各社から集め、平均化した値を 2) に乗  
じて求めた。

また、ならし動作の標準サイクルタイム、標準の走行速度は、各社のデータを平均化した。

こうして求めた  $M_S$ ,  $C_S$ ,  $S_S$  をそれぞれバケット山積み容量 ( $V_S$ ) を横軸にプロットし、直線近似した値  
を解説表 2 に記載した。

解説表 2 燃料消費量を一つの数値で評価する際の各動作の標準値

クラス バケット山積 容量 $V_s$ ( $m^3$ )	掘削・積み 試験の標準サ イクルタイム (s/サイクル)	標準時間 (h)	掘削・積込 みの評価 サイクル $M_s$ (サイクル)	ならし動作 試験の標準サ イクルタイム (s/サイクル)	標準時間 (h)	ならし動 作の評価 サイクル $C_s$ (サイクル)	標準走行速 度 (km/h)	標準時間 (h)	走行の 評価走 行距離 $S_s$ (m)
0.28 $m^3$	14.0	0.50	129	5.6	0.25	162	3.4	0.10	340
0.45 $m^3$	14.3		126	5.9		152	3.4		340
0.5 $m^3$	14.3		126	6.0		149	3.4		340
0.6 $m^3$	14.5		124	6.2		144	3.4		340
0.8 $m^3$	14.8		121	6.6		135	3.4		340
1.0 $m^3$	15.2		119	7.1		128	3.4		340
1.1 $m^3$	15.3		117	7.3		124	3.4		340
1.4 $m^3$	15.8		114	7.9		114	3.4		340

重み付け燃料消費量（油圧ショベル燃料消費量評価値）は，“クラスごとの標準的な動作能力（解説表 2 の 1/標準サイクルタイム）×標準時間（各動作の標準的な動作割合で、合計 1 時間）＝処理すべき標準仕事量（解説表 2 の評価サイクル）”とし、これに供試機の動作量当たり燃料消費量をかけた値を油圧ショベル燃料消費量評価値とした。したがって、油圧ショベル燃料消費量評価値はクラスごとに決められた積み込み容量、ならし距離、移動距離、アイドリングに必要な総燃料消費量を表す。

## 8 その他解説事項

特になし。

## 9 原案作成委員会の構成表

原案作成委員会の構成表を次に示す。

### 標準部会国内標準委員会構成表

	氏名	所属
(委員長)	太田 宏	三井造船株式会社
(委員)	中屋敷 勝也	厚生労働省労働基準局安全衛生部
	石川 勝一郎	経済産業省製造産業局産業機械課
	森下 博之	国土交通省総合政策局建設施工企画課
	田中 義光	国土交通省関東地方整備局
	高木 真人	経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室
	朝山 恒男	財団法人日本規格協会
	渡辺 正	学識経験者
	飯盛 洋	社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所
	外村 圭弘	西尾レントオール株式会社
	内田 克巳	西松建設株式会社

	青 山 俊 行	株式会社 NIPPO コーポレーション
	岩 本 雄二郎	株式会社熊谷組
	今 村 隆 次	株式会社エスシー・マシーナリ
	中 村 俊 男	株式会社大林組
	菊 池 雄 一	株式会社プロスタ
	小 薬 賢 一	前田道路株式会社
	渡 辺 充	大成ロテック株式会社
	徳 永 薫	株式会社小松製作所
	明 石 克 彦	川崎重工業株式会社
	砂 村 和 弘	日立建機株式会社
	押 尾 孝 雄	新キャタピラー三菱株式会社
	樋 口 史 一	コベルコ建機株式会社
	石 倉 武 久	住友建機製造株式会社
	阿 部 裕 之	古河ロックドリル株式会社
	寺 田 紳 一	株式会社小松製作所
(事務局)	阿 部 裕	社団法人日本建設機械化協会
	西 脇 徹 郎	社団法人日本建設機械化協会

(解説文責 )

**機械部会ショベル技術委員会構成表**

	氏名	所属
(委員長)	此 村 靖	日立建機株式会社
(委員)	永 濱 一 将	国土交通省総合政策局建設施工企画課
	林 利 行	国土交通省総合政策局建設施工企画課施工環境係長
	二 川 義 人	国土交通省四国地方整備局
	則 武 潔	石川島建機株式会社
	富 本 信 昭	株式会社加藤製作所
	池 谷 和 久	カヤバ工業株式会社
	原 啓 一	株式会社クボタ
	斉 藤 重 昭	コベルコ建機株式会社
	森 山 雅 之	株式会社小松製作所
	政 次 知 己	新キャタピラー三菱株式会社
	本 多 俊 雄	住友建機製造株式会社
	谷 川 勝 美	北越工業株式会社
	近 藤 才 三	ヤンマー建機株式会社
	稲 葉 友喜人	社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所
(事務局)	浅野邦彦	社団法人日本建設機械化協会