

# JCMAS

## 土工機械－エネルギー消費量試験方法－ ホイールローダ

JCMAS H 022 : 2015

平成 27 年 6 月 30 日改正第 4 版発行

一般社団法人日本建設機械施工協会標準部会 審議

## まえがき

この規格は、一般社団法人日本建設機械施工協会規格（JCMAS）並びに標準化推進に関する規程に基づき、協会機械部会トラクタ技術委員会から、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、一般社団法人日本建設機械施工協会会長が改正した一般社団法人日本建設機械施工協会規格である。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。一般社団法人日本建設機械施工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 版発行：平成 19 年 3 月 30 日

改正第 3 版：平成 22 年 3 月 10 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 22 年 3 月 15 日

意見受付終了日：平成 22 年 5 月 15 日

第 3 版発行：平成 22 年 9 月 24 日

改正第 4 版：平成 27 年 2 月 27 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 27 年 4 月 15 日

意見受付終了日：平成 27 年 6 月 15 日

第 4 版発行：平成 27 年 6 月 30 日

誤記訂正（令和 6 年 1 月 11 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：機械部会トラクタ技術委員会

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一般社団法人日本建設機械施工協会標準部 [〒105-8001 東京都港区芝公園三丁目 5 番 8 号 機械振興会館内 TEL 03-3433-1501] にご連絡ください。

---

一般社団法人日本建設機械施工協会規格  
JCMAS  
H 022 : 2015

土工機械－エネルギー消費量試験方法－  
ホイールローダ

Earth-moving machinery -- Test methods for energy consumption --  
Wheeled loaders

### 1 適用範囲

この規格は、エンジン定格出力（JIS D 0006-2 参照）又は電動機連続定格出力（JIS C 4034-1 参照）40 kW 以上 110 kW 未満の小形及び 110 kW 以上 230 kW 未満の中形クラスの燃料エネルギー駆動形ホイールローダ、電気エネルギー駆動形ホイールローダ及びハイブリッド形ホイールローダにおける燃料消費量及び電力消費量の試験方法について規定する。

この規格は、各機械の燃料消費量及び電力消費量の比較、エネルギー効率改善技術の確認などに用いることができる。

この規格における試験方法は、再現性を確保するため実作業に代わって模擬動作による試験を用いている。

### 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 8421-1	土工機械－ローダ－第 1 部：用語及び仕様項目
JIS A 8421-2	土工機械－ローダ－第 2 部：仕様書様式及び性能試験方法
JIS A 8421-3	土工機械－ローダ－第 3 部：バケット定格容量
JIS C 4034-1	回転電気機械－第 1 部：定格及び特性
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 D 0006-2	土工機械－エンジン－第 2 部：ディーゼルエンジンの仕様書様式及び性能試験方法
JIS K 2204	軽油
JIS K 2249-4:2011	原油及び石油製品－密度の求め方－第 4 部：密度・質量・容量換算表
JIS Z 8401	数値の丸め方
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 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

---

### 3.1

#### 燃料エネルギー駆動形ホイールローダ

燃料エネルギーだけを動力源として作動するホイールローダ

### 3.2

#### 電気エネルギー駆動形ホイールローダ

機体に搭載した蓄電装置の電力だけを動力源として作動するホイールローダ

### 3.3

#### ハイブリッド形ホイールローダ

エンジンと、電気エネルギー、油圧エネルギーなどのエネルギーを回収し再利用するためのエネルギー蓄積装置及びそれらエネルギーを動力源とする動力装置とを備えたホイールローダ

### 3.4

#### エネルギー蓄積装置

目的とする作業に使用されなかった余剰エネルギー、作業中に回生される位置エネルギーなどの一部又は全部を回収し、そのままの形態又は別の形態に変換し、これを蓄積・再使用する動力用の蓄電装置（蓄電池、キャパシタ）及びアキュムレータ

外部電力を蓄えて機械を作動させるための蓄電装置も含む。

### 3.5

#### 蓄積エネルギー率（State of charge）

#### SOC

エネルギー蓄積装置の公称エネルギー蓄積容量に対し、その公称値から消費したエネルギー量を差し引いた割合。

## 4 試験項目

試験は、次に示す a)～c)について行う。

- a) **積込み動作試験** おもり付きバケット（以下、“負荷バケット”という）を装着し、積込みの模擬動作を行うときの燃料消費量又は電力消費量を測定する。
- b) **運搬走行試験** 十分締め固めた土の平坦な直線路上を、負荷バケットを装着して走行するときの燃料消費量又は電力消費量を測定する。
- c) **待機試験** 燃料エネルギー駆動形ホイールローダ及びハイブリッド形ホイールローダにあっては待機時エンジン最小負荷回転速度における燃料消費量を、電気エネルギー駆動形ホイールローダにあっては待機時にもモータに結合している機器に外部負荷を加えることなく、製造業者の指定する待機運転に要する電力消費量を測定する。

## 5 試験条件

### 5.1 供試機械

供試機械は、次の条件に適合させる。

- a) **装備など** 供試機械の装備などは、製造業者が指定する標準状態とする。供試機械の動作、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。また、搭載した蓄電池を動力源とする供試機械用の充電器は、供試機械への内蔵・外置きに関わらず供試機械と一体とみなす。
- 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** 燃料エネルギー駆動形機械及びハイブリッド形機械における燃料の充填量は、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。
- e) **充電量及び蓄圧量** エネルギー蓄積装置を備えた供試機械は、その充電量及び蓄圧量を製造業者が定めるシステム制御上の規定値にして試験する。
- f) **補機類** 電力消費を伴う補機類（エアコン、灯火等）は、切って試験する。
- g) **冷却ファン** 冷却ファンの回転速度を可変制御する構造の供試機械は、フルアクセルにおいてファン回転速度を最高回転速度の70%以上として試験する。ただし、エンジン回転の低速時にファン回転数が低下することは許容する。

## 5.2 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。

燃料密度の測定は JIS K 2249-4 による。任意の温度における燃料密度と燃料温度を測り、JIS K 2249-4:2011 の付表Ⅱの表1Bを使用して15℃密度に換算する。膨張係数は、JIS K 2249-4:2011, 4.3, a)の基本式(2)を用いて求める。

## 5.3 測定項目及び測定機器の正確さ

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。ただし、エネルギー蓄積装置を有する機械にあって、機体に搭載されたエネルギー蓄積装置の蓄積状態を表示する装置の仕様が e), f) の規定を満たす場合においては、当該装置を用いることができる。

- 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 によって測定する。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、エンジンへの入り側流量と戻り側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は、サブタンクのひょう量には測定消費量の±1%以内の正確さを有する精密測定機器を用いる。
- e) **充電状態及び電力消費量** 動力用蓄電装置の充電状態及び外部から供給された電力で作動する機械の電力消費量を測定する電圧計、電流計、電力計及び電力量計の正確さは、±1%以内とする。
- f) **蓄圧状態** 動力用アキュムレータの蓄圧状態を測定する圧力計の正確さは、±1%以内とする。

## 5.4 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す大気係数  $f_a$  (JIS D 0006-1 参照)は、エンジンの形式によって次の式(1), (2), (3)のいずれかで計算し、その値が 0.93~1.07（できれば 0.98~1.02 の範囲）の範囲内とすることが望ましい。

- a) 無過給及び機械式過給エンジン

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

- 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

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

c) 給気-液体冷却器付ターボ過給エンジン

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

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<sub>d</sub>: 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。

6 燃料消費量の測定方法

燃料エネルギー駆動形機械及びハイブリッド形機械の燃料消費量は、エンジンからの戻り側も考慮して十分な精度 (5.3 参照) で、6.1 又は 6.2 に示す方法によって測定する。

6.1 流量計を用いた測定方法

流量計を用いた測定方法を 6.1.1 及び 6.1.2 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。

6.1.1 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の例を示す。なお、噴射装置のノズルからの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。

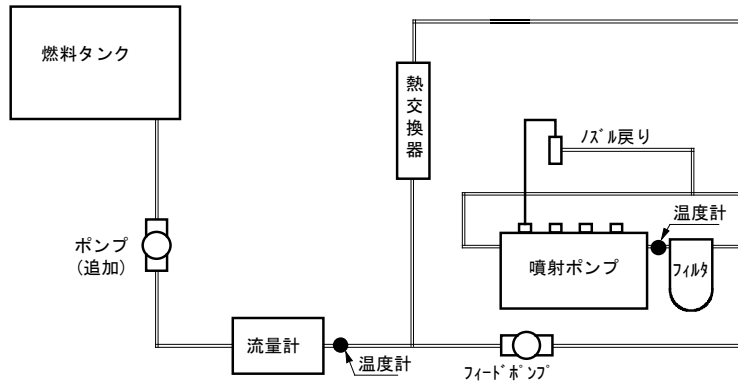


図 1 直接消費流量測定方法の例

6.1.2 エンジンへの入り側と戻り側の流量測定方法

図 2 に、エンジンへの入り側流量と戻り側流量との差から消費流量を求める方法の例を示す。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。

なお、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。

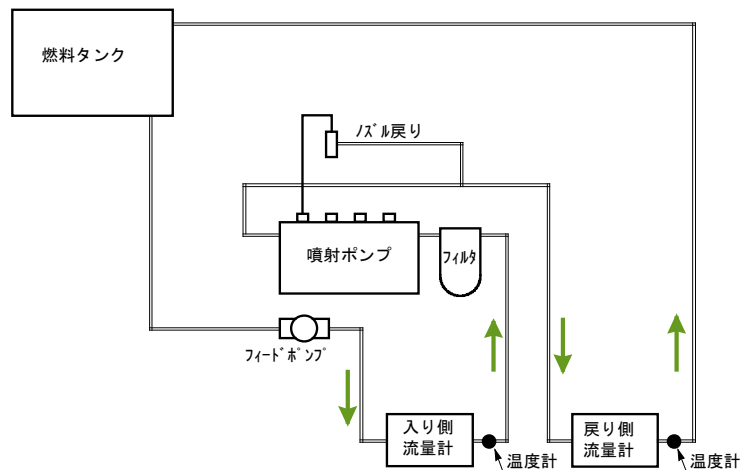


図2 エンジンへの入り側と戻り側の流量測定方法の例

## 6.2 サブタンクを用いた測定方法

6.1 の代替方法として、図3の例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を除去しなければならない。また、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を避けなければならない。

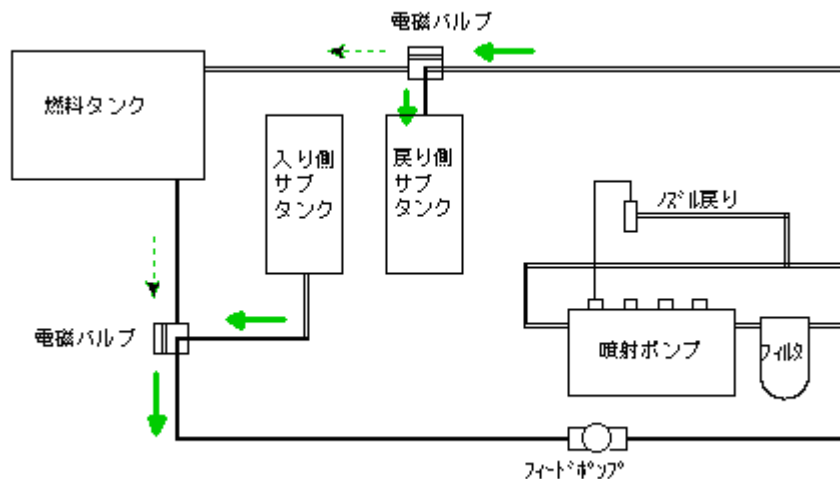


図3 サブタンクを用いた燃料消費流量測定方法の例

## 7 電力消費量などの測定方法

外部電力の供給を受ける電気エネルギー駆動形機械及びハイブリッド形機械において、外部から供給される電力消費量は、7.1に示す方法によって測定する。電気エネルギーのエネルギー蓄積装置を有する機械の場合はエネルギー変化量を、7.2のa)又は7.2のb)に示す方法によって測定する。油圧エネルギーのエネルギー蓄積装置の場合は、7.2のc)に示す方法によって測定する。

7.1 外部電力の測定方法

機体に搭載した蓄電装置（エネルギー蓄積装置）の電力を用いる電気エネルギー駆動形機械において、図 4 に外部電力によって電力消費量を測定する方法の例を示す。各試験終了後、蓄電装置の蓄電状態が試験前の状態に復帰するまでの外部電力供給量を測定すればよい。

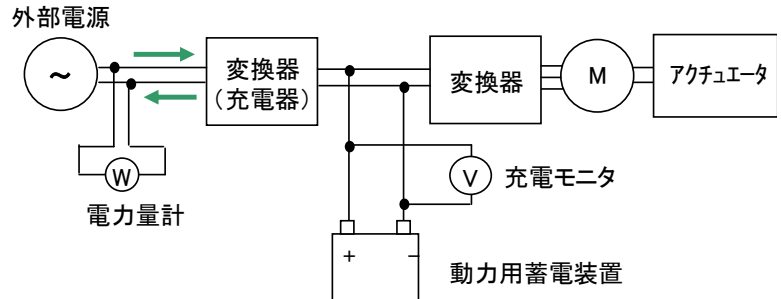


図 4 蓄電装置の電力を用いる機械の電力量計を用いた外部電力消費量測定方法の例

7.2 エネルギー蓄積装置のエネルギー変化量の測定方法

a) 電圧計を用いた測定方法

図 5 にエネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積状態を電圧計で測定する方法の例を示す。この方法は、蓄電装置が固有の静電容量を有する場合に適用する。

試験開始時の電圧と試験終了後の電圧を記録し蓄電装置のエネルギー変化量を算出する。

$$E = \left( \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 \times 3600} \right) \times C \dots\dots\dots (4)$$

- ここに、 E : 試験における蓄電装置のエネルギー変化量 (Wh)
- V<sub>1</sub> : 試験開始時の動力用蓄電装置の電圧 (V)
- V<sub>2</sub> : 試験終了時の動力用蓄電装置の電圧 (V)
- C : 動力用蓄電装置の静電容量 (F)

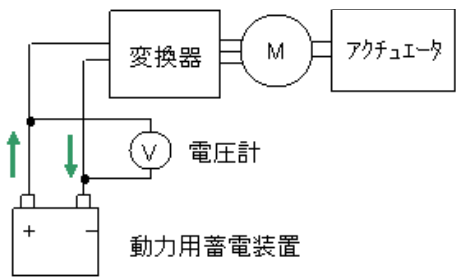


図 5 電圧計を用いた蓄電装置のエネルギー変化量測定方法の例

b) 電流計と電圧計を用いた測定方法

図 6 にエネルギー蓄積装置の電力消費量を電流計と電圧計で測定する方法の例を示す。試験中に消費した電流値と電圧値との積算を記録し蓄電装置のエネルギー変化量を算出する。



$$E = \frac{\sum (I(t) \times V(t) \times T_s)}{3600 \times \eta_b} \dots\dots\dots (5)$$

ここに、

$E$  : 試験における蓄電装置のエネルギー変化量 (Wh)

$\eta_b$  : 蓄電装置の放電電力量/充電電力量 (片道)  
 製造業者によって、事前に同一仕様のシステムを使い、その放電量と充電量とを測定して得た値を用いる。ただし、エネルギー効率とする。

$I$  動力用蓄電装置の充放電電流値 (A)

( $t$ ) :

$V$  動力用蓄電装置の充放電電圧 (V)

( $t$ ) :

$T_s$  : サンプルング周期 (s)  $T_s \leq 100\text{ms}$

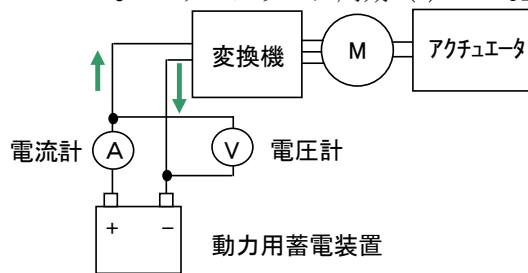


図 6 電流計と電圧計を用いた蓄電装置のエネルギー変化量測定方法の例

電流計、電圧計に対し直流電力計を用いてもよい。

c) 圧力計と流量計を用いた測定方法

エネルギー蓄積装置が油圧の場合は、その蓄圧消費量を圧力計及び流量計で測定する方法の例を図 7 に示す。試験中に消費した圧力値と流量値との積算を記録しアキュムレータのエネルギー変化量を算出する。

なお、ピストンストロークセンサを用いる場合には、これで代替できる。また、エネルギー蓄積装置の圧力-容積線図を用いて圧力から容積を求め、その圧力と容積とからエネルギー変化量  $E$  を求めてもよい。この場合、あらかじめ実機と同一仕様のシステムを動作させて、測定によって得られた圧力-容積線図を用いる。

$$E = \frac{\sum (P(t) \times Q(t) \times T_s)}{3600 \times \eta_a} \dots\dots\dots (6)$$

ここに、

$E$  : 試験におけるアキュムレータのエネルギー変化量 (Wh)

$\eta_a$  : アキュムレータの放油圧エネルギー量/充油圧エネルギー量 (片道)  
 製造業者によって、事前に同一仕様のシステムを使い、その充油圧量と放油圧量とを測定して得た値を用いる。ただし、エネルギー効率とする。

$P$  動力用アキュムレータの充/放油圧値 (MPa)

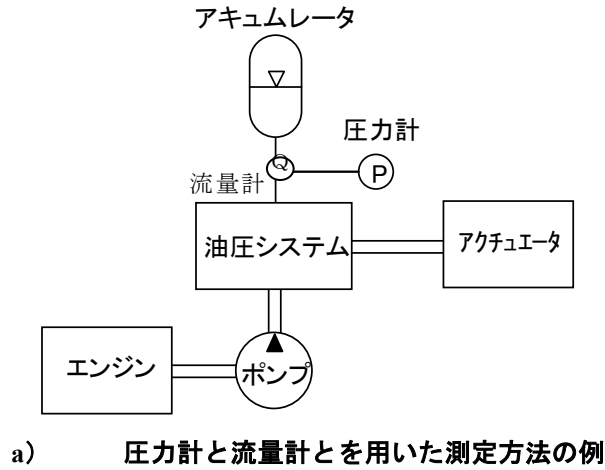
( $t$ ) :

$Q$  動力用アキュムレータの充/放油圧流量値 (mL/s)

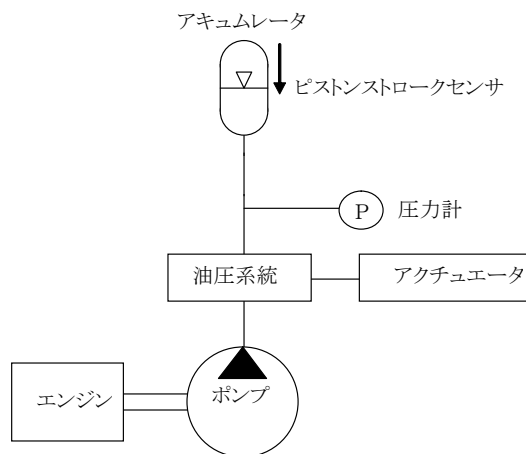
( $t$ ) :

なお、流量計の代替として動力用アキュムレータ内部容量検出用ピストンストロークセンサを用いる場合は、その検出値に応じた油圧流量換算値を用いる。

$T_s$  : サンプルング周期 (s)  $T_s \leq 100\text{ms}$



a) 圧力計と流量計とを用いた測定方法の例



b) 圧力系と動力用アキュムレータの内部容量検出用ピストンストロークセンサとを用いた測定方法の例

図7 アキュムレータのエネルギー変化量測定方法の例

## 8 各機械に応じた燃料消費量及び電力消費量の測定方法の適用と換算方法

各機械に適用する測定方法と換算方法は、次のとおりである。

### 8.1 燃料エネルギー駆動形機械

箇条 6 によって燃料消費量を測定する。

### 8.2 電気エネルギー駆動形機械であって機体に搭載した蓄電装置（エネルギー蓄積装置）の電力を用いる機械

7.1 又は 7.2 a) 若しくは 7.2 b) にて電力消費量を測定する。ただし、7.2 a) 又は 7.2 b) を採用した場合は、式 (4) 又は式 (5) で求めた蓄電装置のエネルギー変化量に対し、充電器の充電効率を除算した値をこの供試機械での電力消費量とする。

$$w = E / \eta \dots\dots\dots (7)$$

ここに、  
 $w$  外部電力の消費量 (Wh)  
 :  
 $E$  : 試験における蓄電装置のエネルギー変化量 (Wh)  
 $\eta$  : 充電器の充電効率  
 製造業者によって事前に同一仕様のシステムを測定して得た値を用いる。

充電器の充電効率  $\eta$  は、**図 5** から蓄電装置の任意の蓄電装置のエネルギー変化量  $E$  に対し、蓄電状態が復帰するまでの外部電力供給量測定値  $w$  との比率で求めてもよい。

### 8.3 ハイブリッド形機械

簡条 6 の燃料消費量の測定方法によって燃料消費量を測定すると同時に、**7.2 a)**、**7.2 b)**、又は **7.2 c)** にてエネルギー変化量を測定する。

各試験を終えた後、簡条 6 における測定方法で測定した燃料消費量  $q_0$  (g) と、**7.2a)**、**7.2b)**、又は **7.2 c)** で測定し式 (4)、式 (5) 又は式 (6) で算出したエネルギー変化量  $E$  (Wh) とが式 (8) の条件を満たす場合は、この供試機械におけるエネルギー消費量は燃料消費量だけとしてよい。式 (8) の条件を満たさない場合は、次の **a)** 又は **b)** の方法で補正する。

$$\frac{\frac{|E|}{\frac{q_0}{Z \times 10^3} \times K_e \times 10^6}}{3600} \leq 0.01 \dots\dots\dots (8)$$

ここに、  
 $q_0$  : 簡条 9 で計測した、エネルギー蓄積装置のエネルギー消費量分の補正を含まない燃料消費量 (g)  
 $E$  : **7.2a)** の式 (4)、**7.2b)** の式 (5) 又は **7.2c)** の式 (6) で算出したエネルギー変化量 (Wh)  
 $K_e$  : 軽油の (単位体積あたり) 真[低 (位)]発熱量 35.2 (MJ/L)  
 $Z$  : **5.3** で求めた燃料の 15°C 密度 (kg/L)

#### a) 蓄積エネルギー率を運転で復帰させる方法

エネルギー蓄積装置の蓄積状態を試験開始前の状態に復帰させるために、それぞれの試験終了後に連続して待機運転を行う。ただし、その待機運転は、簡条 4 の **c)** の運転内容に限られる。

各試験においてエネルギー蓄積装置が初期状態に復帰するまでに要する待機運転による燃料消費量  $A_1 \sim A_2$  とその時間  $R_1 \sim R_2$  とを測定し、記録しておく。復帰終了の判断は式 (8) の条件を満たすまでで良い。

- $A_1$  : 積込み動作試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる待機運転での燃料消費量 (g)
- $R_1$  : 積込み動作試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる待機運転時間 (s)
- $A_2$  : 運搬走行試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる待機運転での燃料消費量 (g)
- $R_2$  : 運搬走行試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる待機運転時間 (s)

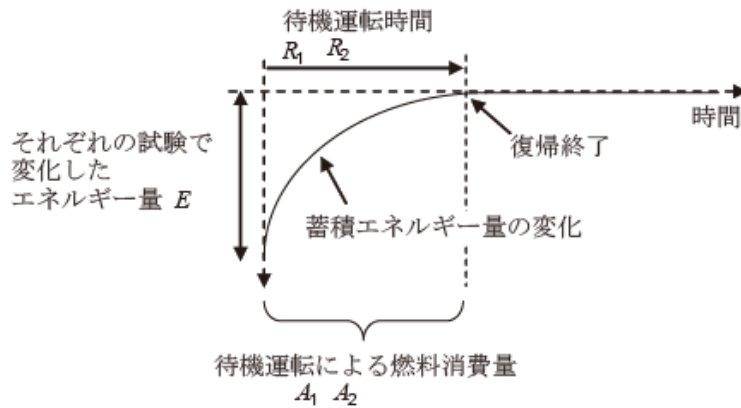


図 8 エネルギー蓄積装置のエネルギー（量）復帰状態の例

b) エネルギー変化量を燃料消費量へ換算する方法

エネルギー蓄積装置のエネルギー変化量が復帰するだけのエネルギーを燃料消費量として換算する。換算は、蓄積エネルギー変化率  $\Delta SOC$  に対する燃料消費量特性及び待機運転時間特性に基づき、各試験において消費したエネルギー変化率に該当する燃料消費量及びそれに要する待機運転時間を導き出せばよい（図 10 参照）。エネルギー蓄積装置の持つ公称エネルギー蓄積容量に対するエネルギー変化量の割合（蓄積エネルギー変化率）を式 (9) によって求める。

$$\text{蓄積エネルギー変化率 } \Delta SOC = \left( \frac{\text{式(4), 式(5)又は式(6)で算出したエネルギー変化量 } E(\text{Wh})}{\text{エネルギー蓄積装置の持つ公称エネルギー蓄積容量 } (\text{Wh})} \right) \times 100 \quad (9)$$

上記の  $\Delta SOC$  に対する燃料消費量特性及び待機運転時間特性の求め方の例を、次に記述する。

燃料消費特性及び待機運転時間特性は、任意の蓄積エネルギー率に対し、そのエネルギー率が試験開始前の状態にまで復帰させるのに要した燃料消費量  $A$  とそれに要した待機運転時間  $T$  を、各エネルギー変化率の値に応じて座標に複数点記入し、それを直線近似することで得られる（図 9、図 10 参照）。

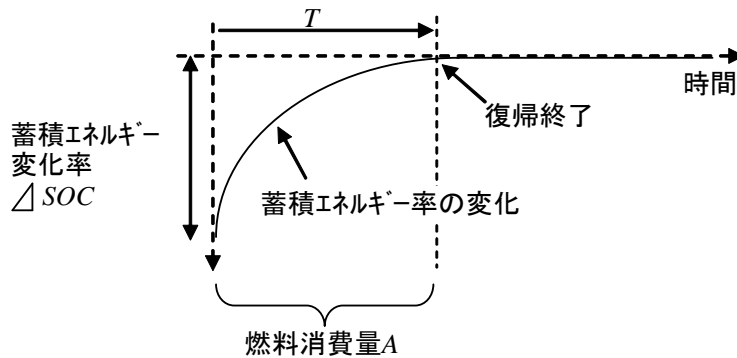


図 9 エネルギー蓄積装置のエネルギー（率）復帰状態の例

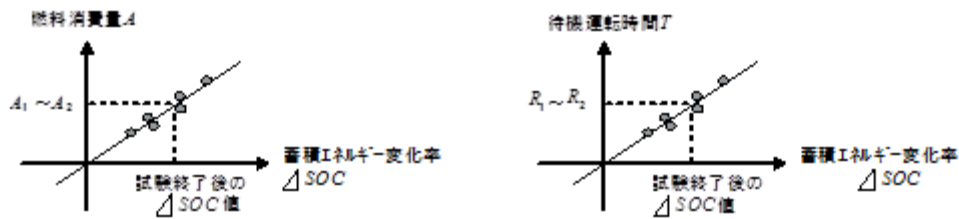


図 10 エネルギー蓄積装置のエネルギー復帰に要する燃料消費量特性及び待機運転時間特性

この換算特性は、任意の値までエネルギー量を消費したエネルギー蓄積装置に対し、そのエネルギー量が試験開始前の状態に復帰するまで待機運転を行い、その間の燃料消費量と、それに要した待機運転時間とを測定することで求めることができる。

前記待機運転は、4 c)の運転内容に限られる。

各試験における蓄積エネルギー変化率  $\Delta SOC$  に対し、そのエネルギー復帰に要する燃料消費量  $A_1 \sim A_2$  及び復帰にかかる待機運転時間  $R_1 \sim R_2$  を図 10 の燃料消費量特性と待機運転時間特性とから求める。

$A_1$  : 積込み動作試験における  $\Delta SOC$  復帰に掛かる待機運転での燃料消費量 (g)

$R_1$  : 積込み動作試験における  $\Delta SOC$  復帰に掛かる待機運転時間 (s)

$A_2$  : 運搬走行試験における  $\Delta SOC$  復帰に掛かる待機運転での燃料消費量 (g)

$R_2$  : 運搬走行試験における  $\Delta SOC$  復帰に掛かる待機運転時間 (s)

なお、エネルギー蓄積装置には、蓄電装置とアキュムレータの 2 種類が存在するが、いずれの場合でも同様にこの箇条の測定方法、及び、換算方法が適用できる。

## 9 試験方法

### 9.1 積込み動作試験

積込み動作試験は、負荷バケットを装着し、JIS A 8421-2:1998、附属書 6.6 附属書図 2 に示す V 方式積込み作業の模擬動作を行う。

#### 9.1.1 試験条件

a) **負荷バケット** 積込み動作試験に用いる負荷バケットの質量  $W$  (t) は、次のとおりとする。

$$W = V_0 \times \rho + W_b \dots\dots\dots (10)$$

ここに、  
 $V_0$  : 製造業者の規定する標準バケットの定格 (山積) 容量 (m<sup>3</sup>)  
 $\rho$  : 土の密度 1.7±0.1 t/m<sup>3</sup>  
 $W_b$  : 標準バケットの質量 (t)

負荷バケットに装着するおもりの重心は、実作業における荷の重心と近い位置が望ましく、実作業により近い形式での試験とする。

なお、仕事量の算出に当たっては実測したおもりの質量  $W_0$  を用いる。

また、実際の負荷バケットの質量は、上式による計算値との差が±3%以内でなければならない。

b) **機械の配置及び障害物 (パー) の高さ** 掘削の模擬動作を行うときの機械の配置及び積込み対象としての運搬車両を想定した障害物 (パー) の高さは、図 11 のとおりとする。

-- 掘削方向と積込み方向の角度は 60° とし、それぞれの走行距離は 1 L 以上とする。

- $L$  : バケット水平接地状態で、バケット刃先から車両後端までの距離。
- 掘削対象は、対象物積み想定位置を設定するだけで、特に資材等の設置は不要とする。  
(図 4 斜線部)
  - 最大積載質量 11t のダンプトラックを想定した障害物 (バー) の高さは、2.2m とする。

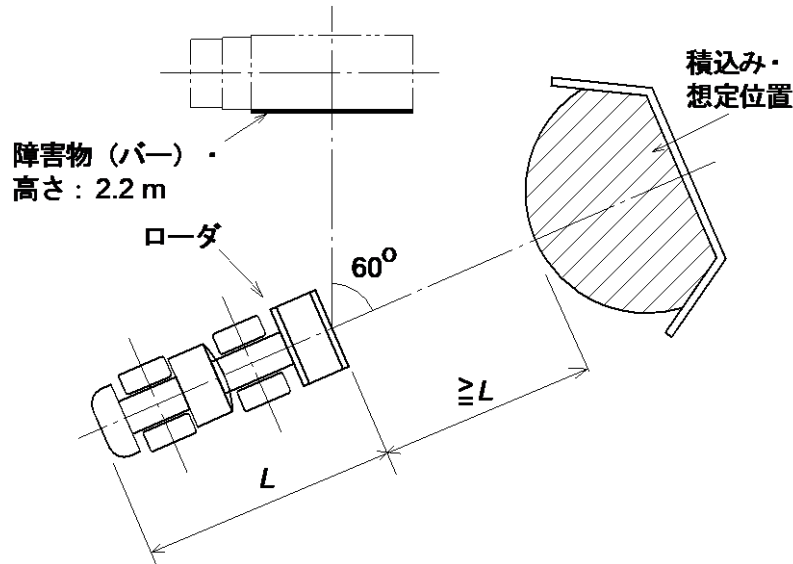


図 11 掘削位置と積み位置の関係

### 9.1.2 積み動作

掘削・積み 1 サイクルの模擬動作パターンは、表 1 及び図 12 のとおりとする。

車両位置

- ① 掘削動作では、バケットを走行姿勢状態にし、
- ①～② フルアクセルで、走行姿勢状態にて所定の位置まで走りフルブレーキで停止する。
- ② フルアクセル、フルブレーキにてストールさせ、その間にバケットチルトバックリリース操作を行う。  
ストールできない HST 車及びハイブリッド機械は、カットオフ機能が作動しないように改造し、フルアクセル、フルブレーキにて負荷をかけるか、けん引するかまたは障害物に当てる。  
このとき 車体は動いてもよい。  
なおけん引によって計測した上記②の部分的データは、一連の作業を実施したときの②の部分のデータと置き換える。
- ②～④ 後進に切り換え、スタート位置経由ダンプ想定位置④に向かう。  
この工程にて走行姿勢からリフトアームを上げの状態にする。
- ④ バケットピンがバー (障害物) を乗り越えた位置でダンプ動作は実施せず、リフトアーム上げ状態で 2 秒間保持する。

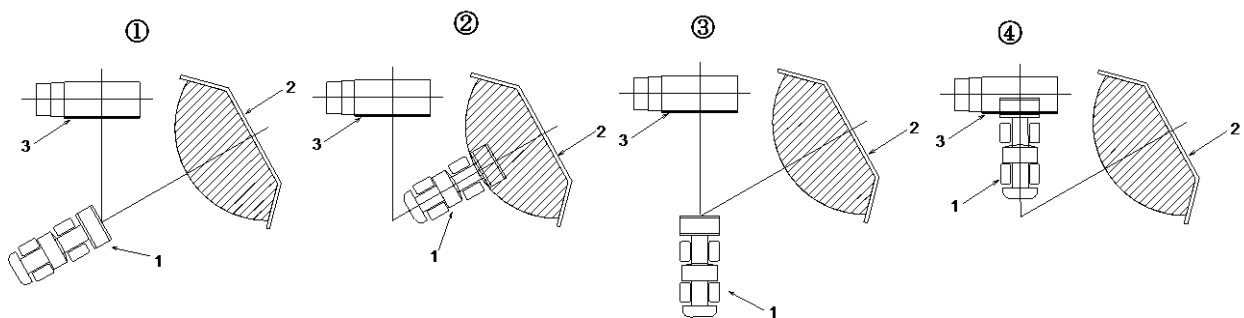
なお、表 1 で規定する各ステップ間の操作方法については、任意とする。

表1 積み込み動作パターン

ステップ	1	2	3	4	5	6
車両位置	① スタート位置	①	①～②	②	②～③	③
車両動作	停止	前進開始 (燃料消費計 ON)	前進	停止 (ストール)	後進	前後進切替え
作業機動作	バケットを 走行姿勢状態	←	←	バケット チルトバック (リリース) 所要時間 3+0.4/-0.2 秒	走行姿勢	←
トルクコンバータ速度段	---	2 速 <sup>a)</sup>	2 速 <sup>a)</sup>	---	2 速 <sup>a)</sup>	←

ステップ	7	8	9	10		
車両位置	③～④	④	④～①	①	繰り返し 小形： 3 サイクル 中形： 2 サイクル	① 終了位置
車両動作	前進	停止	後進	前後進切替え		停止 (燃料消費計 OFF)
作業機動作	リフトアーム 上げ	保持 (2 秒)	リフトアーム下 げ, バケットを 走行姿勢状態	バケットを 走行姿勢状態		バケットを 走行姿勢状態
トルクコンバータ速度段	2 速 <sup>a)</sup>	---	2 速 <sup>a)</sup>	←		---

注<sup>a)</sup> HST 車、ハイブリッド機械及び電気エネルギー駆動車は、トルクコンバータ速度段の 2 速相当で実施する。



記号

- 1 ローダ
- 2 積み込み想定位置
- 3 障害物 (バー)

図 12 車両位置

### 9.1.3 試験回数及びエネルギー消費量の算出

#### a) 燃料エネルギー駆動形機械及びハイブリッド形機械

積込み動作試験は、**表 1** の模擬動作を小形ホイールローダでは 3 サイクル、中形ホイールローダでは 2 サイクル連続して繰り返し、その間の燃料消費量と所要時間を測定する。ハイブリッド形機械は、**9.1.2** の測定、及び、式 (8) の条件を満たさない場合は **8.3** の **a)** 又は **b)** の補正を行う。これを 1 回の試験とする。

試験は 5 回実施し、**9.1.2** の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して付表 1 に記録する。

積込み動作試験の時間当たり仕事量  $M_1$  を次式によって算出し、試験結果と共に**付表 1** に記録する。

$$M_1 = W_0 \times n \times \frac{3600}{t_1} \dots\dots\dots(11)$$

ここに、  
 $M_1$  : 時間当たり仕事量 (t/h)  
 $W_0$  : おもり質量の測定値 (t)  
 $n$  : 模擬動作サイクル (小形機は 3、中形機は 2)  
 $t_1$  : 所要時間 (s)

**付表 1** に記録する 3 回の試験結果の平均値は、所要時間 (s) は小数点以下第 1 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 1 位、時間当たり仕事量 (t/h) は整数、想定仕事量当たり燃料消費量 (g/t) は小数点以下第 1 位に丸める。

なお、ハイブリッド形機械において、エネルギー蓄積装置におけるエネルギー消費量を **8.3 a)** の運転方法によって復帰させた場合は、測定燃料消費量に蓄積エネルギー変化量の補正が含まれている。この方法を適用した場合は、この試験の終了後、エネルギー蓄積量が試験開始前の状態に復帰するまでの所要時間を  $R_1$  (s) として記録しておく。

一方、エネルギー蓄積装置におけるエネルギー消費量を **8.3 b)** の換算方法によって換算する場合は、蓄積エネルギー変化量又はエネルギー蓄積状態の偏差に応じた燃料消費量  $A_1$  を **図 10** から求め、測定燃料消費量に補正量として加える。同様にその偏差に応じた復帰所要時間  $R_1$  も **図 10** から求め記録しておく。

#### b) 電気エネルギー駆動形機械

積込み動作試験は、**表 1** の模擬動作を小形ホイールローダでは 3 サイクル、中形ホイールローダでは 2 サイクル連続して繰り返し、その間の電力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、**9.1.2** の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して**付表 2** に記録する。

## 9.2 運搬走行試験

### 9.2.1 試験条件

走行試験は、次の状態及び操作で行う。

- a) **車両** 負荷バケットを装着し、製造業者が定める走行姿勢とする。
- b) **走行モード** 自動変速機構を有する場合は、自動変速、手動変速いずれを使用したか明記する。
- c) **走行速度段** 発進時は 2 速を使用し、その後は任意とする。  
ただし、HST 車又は電気エネルギー駆動形機械は、走行所要時間が最短となるようにする。
- d) **アクセル** 発進後、直ちにフルアクセルとし、決められた走行距離までフルアクセルとする。
- e) **走行距離** 小形ホイールローダは 50 m、中形ホイールローダは 100 m とする。



この間を通過するまで測定区間とする。

- f) **走路** 十分締め固めた平坦な土の直線路又はアスファルト/コンクリート舗装面直線路とする。  
 g) **発進操作** 往路・復路とも発進地点では前後進レバーを前進に入れておき、ブレーキペダルを踏みアイドリングの状態。発進合図で、ブレーキペダルを開放すると同時にアクセルペダルを踏み込む。

### 9.2.2 試験回数及びエネルギー消費量の算出

#### a) 燃料エネルギー駆動形機械及びハイブリッド形機械

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する。ハイブリッド形機械は、**9.2.1**の測定、及び、式(8)の条件を満たさない場合は**8.3**の**a)**又は**b)**の補正を行う。

試験は、往路及び復路の燃料消費量測定を各5回実施し、所要時間の最長と最短時間を除いた往路3回及び復路3回の試験を試験結果として**付表1**に記録する。

運搬走行試験の時間当たり仕事量  $M_2$  を次式によって算出し、試験結果と共に**付表1**に記録する。

$$M_2 = W_0 \times \frac{3600}{t_2} \dots\dots\dots (12)$$

ここに、  
 $M_2$  : 時間当たり仕事量 (t/h)  
 $W_0$  : おもり質量の測定値 (t)  
 $t_2$  : 所要時間 (s)

**付表1**に記録する試験の平均値は、所要時間 (s) は小数点以下第1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1位、走行速度 (km/h) は小数点以下第1位、時間当たり仕事量 (t/h) は整数、仕事量当たり燃料消費量 (g/t) は小数点以下第1位に丸める。

なお、ハイブリッド形機械において、エネルギー蓄積装置におけるエネルギー消費量を**8.3 a)**の運転方法によって復帰させた場合は、測定燃料消費量に蓄積エネルギー変化量の補正が含まれている。この方法を適用した場合は、この試験の終了後、エネルギー蓄積量が試験開始前の状態に復帰するまでの所要時間を  $R_2$  (s) として記録しておく。

一方、エネルギー蓄積装置におけるエネルギー消費量を**8.3 b)**の換算方法によって換算する場合は、蓄積エネルギー変化量又はエネルギー蓄積状態の偏差に応じた燃料消費量  $A_2$  を**図10**から求め、測定燃料消費量に補正量として加える。同様にその偏差に応じた復帰所要時間  $R_2$  も**図10**から求め記録しておく。

#### b) 電気エネルギー駆動形機械

試験は往路と復路について行い、各々の電力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往路3回及び復路3回の試験を試験結果として**付表2**に記録する。

### 9.3 待機試験

燃料エネルギー駆動形機械及びハイブリッド形機械にあつては待機時に要する燃料消費量を測定し、電気エネルギー駆動形機械にあつては待機時に要する電力消費量を測定する。ハイブリッド形機械については、試験開始前のエネルギー蓄積量と試験終了後のエネルギー蓄積量との差が式(8)の条件を満たすまで実施する。

測定する時間は、600秒以上とする。

試験結果を、燃料エネルギー駆動形機械及びハイブリッド形機械にあつては**付表1**に、電気エネルギー駆動形機械にあつては**付表2**に記録する。

**付表1**に記録する値は、測定時間 (s) は小数点以下第1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1位に丸める。

付表 2 に記録する値は、測定時間 (s) は小数点以下第 1 位、蓄電装置の電力消費量及び外部電源電力消費量 (Wh) は整数、時間当たり電力消費量 (kW) は小数点以下第 1 位に丸める。

## 10 試験結果の記録

付表 1 に記録する数値の丸め方は、次による。(JIS Z 8401 参照)。

- a) 所要時間及び測定時間(s)は、小数点以下第 1 位に丸める。
- b) 燃料消費量関係(g)は、整数に丸める。
- c) 走行速度(km/h)は、小数点以下第 1 位に丸める。
- d) 時間当たり燃料消費量(kg/h)は、小数点以下第 1 位に丸める。
- e) 時間当たり仕事量(t/h)は、整数に丸める。
- f) 想定仕事量当たり燃料使用費量(g/t)は、小数点以下第 1 位に丸める。

なお、走行路のこう配が 0.5% 以上の場合は、往路と復路で各々試験し、付表 1 の試験番号欄を往路と復路に分けそれぞれの 3 回を記録する。

- g) エネルギー蓄積装置を試験前の状態に復帰させるときの所要時間 (s) は小数点以下第 1 位に丸める。
- h) 蓄電装置の電力消費量及び外部電源電力消費量 (Wh) は整数に丸める。
- i) 時間当たり電力消費量 (kW) は小数点以下第 1 位に丸める。

---

## 参考文献

- [1] 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
- [2] JIS D 0144 電気自動車（用語）
- [3] JIS Z 8401 数値の丸め方

付表1 ホイールローダ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 \_\_\_\_\_

定格出力 kW / min<sup>-1</sup>

バケット容量 山積み \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> バケット設計時に使用の土の密度 \_\_\_\_\_ t/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 3.1 参照)

蓄電装置の放電電力量/充電電力量 (片道)  $\eta_b$  :

アキュムレータの放油圧エネルギー量/充油圧エネルギー量 (片道)  $\eta_a$  :

(1) 積込み動作試験

試験バケット バケット質量  $W_0$  \_\_\_\_\_ kg 負荷バケット質量  $W$  \_\_\_\_\_ kg

おもり質量実測値  $W_0$  \_\_\_\_\_ kg

試験場 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			積込み 動作 燃料 消費量 (g) (*A)	エネルギー蓄積装置を 試験前の状態に復帰さ せるときの a)		合計燃 料消費 量 (g) (*A+A <sub>1</sub> )	時間当 り燃料 消費量 (kg/h)	時間 当り仕 事量 (t/h)	想定仕事 量当り 燃料消費 量 (g/t) (*1)
		容 積 (ml)	温 度 (°C)	質 量 (g)	容 積 (ml)	温 度 (°C)	質 量 (g)		燃料消費量 A <sub>1</sub> (g)	所要時間 R <sub>1</sub> (s)				
1														
2														
3														
平均		-	-	-	-	-	-							
注記(*1) 合計燃料消費量(*A+A <sub>1</sub> )を, (おもり質量の測定値) × (模擬動作サイクル) で割ったもの														
注 a) 8.3 a) の待機運転による燃料消費測定量及びその所要時間, 又は, 8.3 b) の換算で求めた燃料消費量及び所要時間														

**(2) 運搬走行試験**

試験場 走行距離： \_\_\_\_\_ m

試験	所要時間 (s)	入り流量			戻り流量			運搬走行燃料消費量 (g) (*A)	エネルギー蓄積装置を試験前の状態に復帰させるときの <sup>a)</sup>		合計燃料消費量 (g) (*A+A <sub>2</sub> )	時間当り燃料消費量 (kg/h)	走行速度 (km/h)	時間当たり仕事量 (t/h)	想定仕事量当たり燃料消費量 (g/t) (*2)
		容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)	容積 (ml)	温度 (°C)	質量 (g)		燃料消費量 A <sub>2</sub> (g)	所要時間 R <sub>2</sub> (s)					
往路															
復路															
往路															
復路															
往路															
復路															
平均		—	—	—	—	—	—								

注記(\*2) 合計燃料消費量(\*A+A<sub>2</sub>)を、(おもりの質量の測定値) × (模擬動作サイクル) で割ったもの

注<sup>a)</sup> **8.3 a)** の待機運転による燃料消費測定量及びその所要時間、又は、**8.3 b)** の換算で求めた燃料消費量及び所要時間

**(3) 待機試験**

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)		



(2) 運搬走行試験

試験番号	試験場	走行距離 $S$ m	蓄電装置の電力消費量 $E$ (Wh)	外部電源電力消費量 $w$ (Wh)	時間当り電力消費量 (kW)	走行速度 (km/h)	時間当り 仕事量 (t/h)	想定仕事量当り 電力消費量 (Wh/t)
往路								
復路								
往路								
復路								
往路								
復路								
平均								

(3) 待機試験

測定時間 (s)	蓄電装置の電力消費量 $E$ (Wh)	外部電源電力消費量 $w$ (Wh)	時間当り電力消費量 (kW)

## JCMAS H 022 : 2015

# 土工機械－エネルギー消費量試験方法－ホイールローダ

## 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、ホイールローダの運転動作における燃料消費量の比較、又は燃料消費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、燃料消費量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 改正第2版の趣旨

1.2.1 この規格は、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 負荷バケットは、特に具体的定義付けはせず、おもり、土のう（囊）などにて代用、実作業により近い形式での試験とする旨を追記した。

1.2.3 負荷バケットでのダンプ模擬動作は、実作業と著しく異なり、やりにくい上、積荷状態でダンプすることになり危険を感じるため、ダンプ操作は省略することにした。

1.2.4 運搬走行試験では往路・復路とも積荷で実施することを明記した。

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、用語及び文章表現などについて誤解を招かないように検討、見直しを行った。

#### 1.3 改正第3版の趣旨

地球温暖化対策の必要性についての認識の広まり、国の施策での検討などによって、建設機械の燃費改善技術の確認の為の試験方法の標準化ニーズが更に高まったことによって、エネルギー消費改善のための最新の技術などを反映させるよう、機関の冷却ファンの回転数を制御可能である場合を試験条件に追加するなどの見直しを実施した。

#### 1.4 改正第4版の趣旨

地球温暖化対策の必要性についての認識の広まりによって、エネルギーを回収・蓄積して再使用するハイブリッド形ホイールローダ及び蓄電池駆動形ホイールローダなどが商品化されてきている。このため、

建設機械の燃費改善のための各種技術確認の為の試験方法を反映するよう主として次の変更を行った。

1.4.1 蓄電池駆動形を対象に含めることから、規格名称の主要素を、油圧ショベルの JCMAS H 020 とあわせ“燃料消費量試験方法”から“エネルギー消費量試験方法”に変更した。

1.4.2 各種技術についての用語を定義した。

1.4.3 電力消費量の測定方法についての規定を追加した。

1.4.4 燃料消費量と電力消費量との測定方法の適用と換算方法についての規定を追加した。

1.4.5 試験方法を各種技術に対応させて、電力消費量の算出、及び、エネルギー蓄積量の変化分を考慮・補正する方法を規定した。

1.4.6 従来版適用上の実務面での細かい修正点を反映させ、また、引用規格を最新とするなどした。

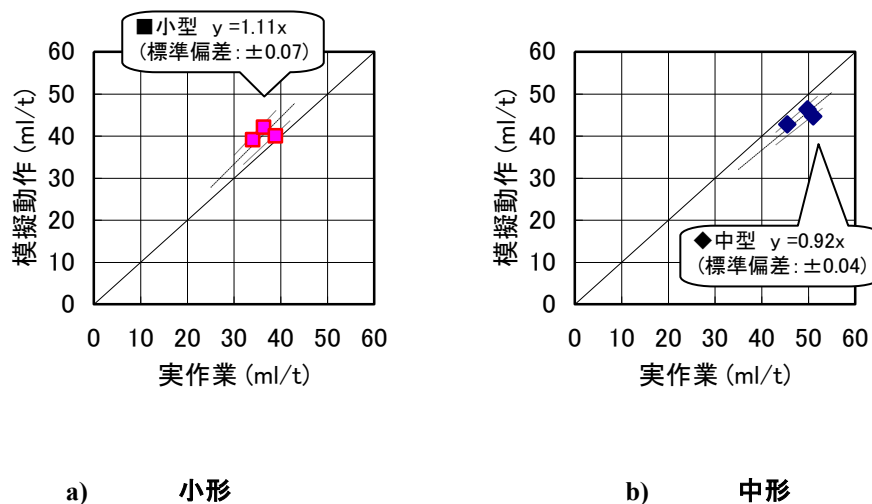
## 2 制定・改正の経緯

### 2.1 初版制定の経緯

この規格は、機械部会トラクタ技術委員会が作成し、国内標準委員会の審議・承認後、WTO/TBT 協定に基づく意見受付公告を行って制定したものである。

規格原案の作成にあたっては、現在各社が積込能力試験に用いている砕石を燃料消費量試験用として範囲を設けて統一化する案もあったが、次の問題があり“模擬動作試験”を採用することになった。

- 砕石の密度等の条件の許容範囲を狭めて条件を一定にした場合、砕石の安定した入手が困難になる。
- 砕石の密度等の条件の許容範囲を広くした場合、試験結果はそれぞれについて砕石の物性の差を修正して標準的な数値にする必要が生じるが、砕石の物性と積込能力の関係が把握されていない。



注記 この二つの図は、異なる場所において実施したもので、実作業には砕石を用い、模擬動作の負荷バケット質量は  $\rho = 1.6t/m^3$  として行った結果を示すものである。

解説図 1 実作業と模擬動作との仕事量当たり燃料消費量

解説図 1 は、平成 13 年に実施した 2 社のホイールローダ（小形 11 機種、中形 1 機種、運転員各 3 名）による試験結果を示している。小形・中形ともに、模擬動作と実作業の仕事量当たり燃料消費量 (ml/t) が、同程度になることを確認できたことから、模擬動作試験をこの規格に採用することとした。

なお、小形において模擬動作の仕事量当たり燃料消費量が実作業より多いのは、負荷が大きすぎたこと



が要因で、車両バランスを維持するため、動作時間が実作業よりも長くなったためである。

また、今後、碎石に替わる物性の安定した積込材の出現、又は積込材の物性の違いで生ずる試験結果の修正方法が得られた場合には、再度模擬動作との比較検討を行う必要がある。

## 2.2 改正第2版の経緯 省略

## 2.3 改正第3版の経緯

前述の如く一部見直しを加え、機械部会トラクタ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。

## 2.4 改正第4版の経緯

前述の如くハイブリッド形などを考慮した見直しを行い、機械部会トラクタ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。

## 2.5 改正第4版の誤記訂正の経緯

改正第4版について、機械部会トラクタ技術委員会でレビューした結果、誤記訂正が必要であることが分かったため修正した。主な修正内容は解説の箇条7(燃料消費量評価値)に、ハイブリッド形の燃料消費量評価値の計算式、及び電気エネルギー駆動形の電力消費量評価値の計算式が記載漏れであったため追記した。他に細かな語句の訂正を行った。

## 3 各版審議中に特に問題となった事項

### 3.1 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って簡単に切り換え可能である。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の普及が予想される。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。想定仕事量当たり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。本件は、油圧ショベルではかなり普及しているが、ホイールローダでも今後普及することが考えられるので、油圧ショベルと同様に記録用紙に運転モードを記載する欄を設けた。

### 3.2 測定精度

JCMAS H 20 の解説 6.1 参照。

### 3.3 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など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。

### 3.4 エネルギー蓄積量の変化分を考慮・補正する方法

ハイブリッド形ホイールローダにおいては、エネルギー蓄積装置に蓄えられた電力エネルギー変化量分、

または、油圧エネルギー変化量分を、燃料エネルギー消費量に置き換え、全体のエネルギー消費量を、燃料消費量から一つの指標で評価できるようにした。また、その指標は、ハイブリッド形以外の燃料エネルギーだけを動力源として作動するホイールローダのものと比較できることに意義があり、そのため改正第4版では改正第3版までの試験内容を変えることなく測定方法及び換算方法を付け加えるものとした。ただし、各試験においてエネルギー蓄積装置を試験前の状態に戻す復帰運転が必要な場合があり、ハイブリッド形ではないホイールローダとの比較においてその復帰運転の扱いが改正第4版における最大の課題であった。

試験内容とは従来から **a)** 積込み動作試験, **b)** 運搬走行試験, 及び **c)** 待機試験の三つで構成させているが、この組合せはホイールローダの代表的な作業を表し、それはハイブリッド形ホイールローダにおいても適用されるものである。つまりハイブリッド形において **a) ~ c)** 全ての試験を終えたあとのエネルギー蓄積装置の状態が試験前の状態に復帰していることが、ホイールローダの代表的な作業を表しているという意味においても必要な要件である。そのため、**a) ~ b)** の試験に対しエネルギー蓄積装置の状態を試験前の状態に戻す復帰運転は **c)** 待機試験同等のものと限定した。解説箇条7の燃料消費量評価値においては、復帰運転に要した運転時間を **c)** 待機試験の評価時間から差し引くものとした。これによってこれまでの試験内容を変えることなく、燃料エネルギーだけを動力源として作動するホイールローダとハイブリッド形ホイールローダとのエネルギー消費量の比較を可能とした。

また、復帰運転に要する時間が **c)** 待機試験の評価時間を越えるものに関しては正確に比較できる対象ではないとの扱いとして、**c)** 待機試験の評価時間以上は差し引かないことにする。

なお、本体の **8.3** 規定のエネルギー蓄積量の変化分を無視してもよいしきい(閾)値、並びに、本体の **8.3, b)** に規定のエネルギー蓄積量の変化分を補正する方法は、ハイブリッド電気自動車の燃料消費量測定方法を規定する **ISO 23274:2007** を参考としている。

また、式(8)で使用している  $K_e$  : 軽油の真発熱量 (35.2 MJ/L) は、実用上の見地から、経済産業省資源エネルギー庁が公表する“エネルギー源別標準発熱量”に記載の軽油の2005年度標準発熱量 [総発熱量(高位発熱量)] 37.7MJ/L に対し、“総合エネルギー統計”推定式による発熱量比 0.950 を掛け、真発熱量(低位発熱量)の代表値として適用したものである。

なお、改正第4版では、エネルギー変化量の測定の際に“ $\eta_b$ =蓄電装置の充/放電効率(片道)”と“片道”の記述が追加された。この“片道”とは試験前・後の差によるエネルギー変化量を充電方向または蓄電方向の一方向で評価することを示している。とくに放電時に使用されたエネルギー量を充電時のエネルギー量で評価するためには、あらかじめ、充放電時の効率を求める必要があり、エネルギー蓄積側だけの過程におけるエネルギーの総量とエネルギー放出側だけの過程におけるエネルギーの比で求められる。

解説図2に例として示す充放電過程では、式(5)における実際の計算は、次のようになる。

$$E = E_1(\text{放電側}) + E_2(\text{充電側}) \dots\dots\dots \text{解説(0A)}$$

放電側

$$E_1 = \frac{\sum (I(t) \times V(t) \times T_s)}{3600 \times \eta_b} \dots\dots\dots \text{解説(0B)}$$

充電側

$$E_2 = \frac{\sum (I(t) \times V(t) \times T_s)}{3600} \dots\dots\dots \text{解説(0C)}$$



解説図 2 充放電過程の例

### 3.5 電機駆動形などの車格の扱い

適用範囲などで、在来の動力伝達系の機械ではエンジンの定格出力で車格を代表するとの考え方に基づいていたが、電機駆動形の機械では他機種ではあるが比較的低いエンジン出力でも高い性能を発揮できる旨の宣伝が行われている事例があり、また、ハイブリッド形及び電気エネルギー駆動形で使用される電動機の定格出力は、短時間定格と連続定格とで差異があり、JR 東日本の 209 系電車のように連続定格出力を低く設定して（加速時には過負荷で使用）コストダウンを図った事例もあることから在来どおりの定格出力で車格を代表との考えでよいのかとの指摘もあったが、これは将来の課題と考えることとして、改正第 4 版では、電動機については連続定格出力で車格を代表させることとした。

## 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、模擬動作試験と実際の掘削・積込試験との相関性を確認したホイールローダが小形（バケット容量 1.5 m<sup>3</sup>、定格出力 81 kW）と中形（同 3.1 m<sup>3</sup> 及び 3.2 m<sup>3</sup>、同 134 kW 及び 132 kW）であり、それ以外の機械では積込み対象や作業内容等が異なってくるところから、小形と中形のホイールローダに限定した。

小形と中形の区分は、バケット容量の設定が目的とする積込み対象物によって異なるので、車格を表す指標は搭載エンジンの定格出力とした。

## 6 規定項目の内容

### 6.1 燃料消費量の測定方法（本体の 6）

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。

### 6.2 負荷バケット（本体の 9.1.1 a）

対象物の比重に関しては、各メーカーが使用している数値にバラツキがあるので、負荷バケットに装着するおもりの質量算出には、各クラスの主たる使われ方を勘案し、その対象物の密度を考慮して一定値に決めた。

### 6.3 運搬走行試験（本体の 9.2）

運搬走行試験は、運搬・積込みの燃料消費量を評価項目に加えるために設定したものであるが、掘削・積込みといった多くの動作がV方式積込み作業を模擬した積込み動作試験に含まれるところから、運搬・積込みとV方式積込みとの大きな違いである運搬動作部分を運搬走行試験として切り離して試験することにした。

## 7 燃料消費量評価値

今回の測定方法を定めるに当たり、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。

現状の平均的な作業割合は、掘削・積込作業 75%、運搬作業 15%、待機 10%と推定される。この時間割合を用いて積込み動作試験、運搬走行試験及び待機試験の燃料消費測定結果を解説(1)式に代入し、得られる値を仕事量当たりの重み付け燃料消費量（ホイールローダ燃料消費量評価値） $F_{WL}$ とする。

時間当たり仕事量 $M_1$ 、 $M_2$ の算出には、おもりの実測質量 $W_0$ を用いる。

$$F_{WL} = \frac{F_1 \times W_{f1} + F_2 \times W_{f2} + F_3 \times W_{f3}}{\alpha \times M_1 \times W_{f1} + \beta \times M_2 \times W_{f2}} \dots\dots\dots \text{解説(1)}$$

- ここに、
- $F_{WL}$  : ホイールローダの燃料消費量評価値 (g/t)
  - $M_1$  : 積込み動作試験時の時間当たり仕事量 (本体の 6.1.3 参照) (t/h)
  - $M_2$  : 運搬走行試験時の時間当たり仕事量 (本体の 6.2.2 参照) (t/h)
  - $F_1$  : 積込み動作試験時の時間当たり燃料消費量 (g/h)
  - $F_2$  : 運搬走行試験時の時間当たり燃料消費量 (g/h)
  - $F_3$  : 待機試験時の時間当たり燃料消費量 (g/h)
  - $W_{f1}$  : 掘削・積込みの重み係数 0.75 (実作業分析に基づく係数)
  - $W_{f2}$  : 運搬走行の重み係数 0.15 (実作業分析に基づく係数)
  - $W_{f3}$  : 待機の重み係数 0.10 (実作業分析に基づく係数)
  - $\alpha$  : 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って作業量が増加することが証明された場合に用いる。)
  - $\beta$  : 作業効率改善係数 (通常 1 とし、走行装置等の改善によって作業量が増加することが証明された場合に用いる。)

積込み動作試験は、前進、掘削、後進、前進、排土及び後進の動作で構成されるが、掘削の部分が機械本来の掘削性能（バケットへの荷の入りやすさ等）を捉えにくいことなどもあり、評価式に作業効率改善係数 $\alpha$ を設け、技術革新があった場合に燃料消費量の評価値に反映できるようにした。

重み付け燃料消費量（ホイールローダ燃費評価値）は、掘削・積込み、運搬走行など各動作別の仕事量を一定にする考え方と、動作時間の割合を一定にする考え方がある。厳密には、機械によって各動作の時間当たり仕事量が異なるため、時間比率を一定にすると機械ごとに処理する仕事量は異なったものになる。同クラス内の比較では一定の仕事量を処理するのに必要な燃費で評価する方が妥当である（その場合、標準処理能力を規定する必要がある。）が、ホイールローダは作業の性格上機械の違いによる動作別の時間当たり仕事量比の差が少ないので、各動作の仕事量を一定にする計算と動作時間の割合を一定にする計算の結果に差が少ないこと、また、クラス分けも困難なことから、簡単に計算できる動作時間の割合を一定にする方法を採用した。

今後、評価方法を検討する段階で問題が生ずれば見直すことにする。

なお、ハイブリッド形ホイールローダにおいて、式(8)の条件を満たさず、消費燃料量の補正を行った場合のホイールローダ燃料消費量評価値  $F_{WL}$  は、次の式で求めることができる。

$$F_{WL} = \frac{F_1 \times W_{f1} + F_2 \times W_{f2} + F_3 \times (W_{f3} - W_{fI})}{\alpha \times M_1 \times W_{f1} + \beta \times M_2 \times W_{f2}} \dots\dots\dots \text{解説(2)}$$

ここに、 $W_{fI}$ ：復帰にかかる待機運転の重み係数。ただし、 $W_{f3}$ を上限とする。

$$W_{fI} = 0.75 \times \frac{R_1}{t_1} + 0.15 \times \frac{R_2}{t_2}$$

$R_1$ ：積込み動作試験後の蓄積エネルギー復帰又は  $\Delta SOC$  復帰に掛かる待機運転時間 (s)

$R_2$ ：運搬走行試験後の蓄積エネルギー復帰又は  $\Delta SOC$  復帰に掛かる待機運転時間 (s)

$t_1$ ：積込み動作試験の所要時間 (s)

$t_2$ ：運搬走行試験の所要時間 (s)

また、同様に改正第4版から対象として追加した電気エネルギー駆動形ホイールローダにおいては、電力消費量評価値  $W_{WL}$  を次の式で求める。

$$W_{WL} = \frac{W_1 \times W_{f1} + W_2 \times W_{f2} + W_3 \times W_{f3}}{\alpha \times M_1 \times W_{f1} + \beta \times M_2 \times W_{f2}} \dots\dots\dots \text{解説(3)}$$

ここに、

$W_{WL}$ ：ホイールローダの電力消費量評価値 (kWh/t)

$W_1$ ：積込み動作試験時の時間当たり電力消費量 (kW)

$W_2$ ：運搬走行試験時の時間当たり電力消費量 (kW)

$W_3$ ：待機試験時の時間当たり電力消費量 (kW)

8 その他解説事項

特になし。

9 原案作成委員会の構成表

(第4版の) 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

区分	氏名	勤務先
委員長	高橋 弘	東北大学大学院
委員	中野 響	厚生労働省労働基準局
委員	岩見 吉輝	国土交通省総合政策局
委員	根津 正志	経済産業省製造産業局
オブザーバ	伊藤 裕明	経済産業省産業技術環境局
委員	藤野 健一	独立行政法人土木研究所
委員	宮崎 正治	一般財団法人日本規格協会
委員	飯盛 洋	施工技術総合研究所

委員	鈴木 嘉昌	西松建設株式会社
委員	勝 敏行	株式会社 NIPPO
委員	安川 良博	株式会社熊谷組
委員	立石 洋二	大成建設株式会社
委員	小葉 賢一	西尾レントオール株式会社
委員	山口 達也	鹿島道路株式会社株式会社
委員	永田 裕紀	株式会社小松製作所
委員	遠藤 健	株式会社 KCM
委員	砂村 和弘	日立建機株式会社
委員	大西啓二郎	キャタピラージャパン株式会社
委員	下垣内 宏	コベルコ建機株式会社
委員	石倉 武久	住友建機株式会社
事務局	小倉 公彦	一般社団法人日本建設機械施工協会
事務局	西脇 徹郎	一般社団法人日本建設機械施工協会

#### 機械部会トラクタ技術委員会構成表

区 分	氏名	所属
(委員長)	阿部 里視	株式会社小松製作所
(委員)	大西啓二郎	キャタピラージャパン株式会社
	西海 浩二	株式会社 KCM
	岩本 輝彦	株式会社クボタ
	宮尾 卓司	コベルコ建機株式会社
	中田 和志	株式会社小松製作所
	兵藤 幸次	日立建機株式会社
	緒方 永博	ヤンマー建機株式会社
	稲葉友喜人	施工技術総合研究所
(事務局)	前原 信之	一般社団法人日本建設機械施工協会

(従来版の) 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

役割	氏名	所属
(委員長)	太 田 宏	三井造船株式会社
(委員)	吉 田 哲	厚生労働省労働基準局
	鈴木 晴 光	経済産業省製造産業局
	森 川 博 邦	国土交通省総合政策局
	内 藤 智 男	経済産業省産業技術環境局
	○ 馬 場 厚 次	財団法人日本規格協会
	○ 渡 辺 正	学識経験者
	○ 飯 盛 洋	施工技術総合研究所
	高 見 俊 光	サコス株式会社
	内 田 克 己	西松建設株式会社
	勝 敏 行	株式会社 NIPPO

	安川良博	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
	小葉賢一	西尾レントオール株式会社
	渡邊充	大成ロテック株式会社
○	永田裕紀	株式会社小松製作所
○	金澤雄介	株式会社 KCM
○	砂村和弘	日立建機株式会社
○	押尾孝雄	キャタピラージャパン株式会社
○	藤本聡	コベルコ建機株式会社
○	大村高慶	ファーネスエンジニアリング株式会社
○	石倉武久	住友建機株式会社
(事務局)	○ 西脇徹郎	社団法人日本建設機械化協会
	○ 小倉公彦	社団法人日本建設機械化協会

**注記** ○印は、分科会委員を示す。

### 機械部会トラクタ技術委員会構成表

	氏名	所属
(委員長)	斉藤秀企	株式会社小松製作所
(委員)	森田茂之	キャタピラージャパン株式会社
	西海浩二	株式会社 KCM
	岩本輝彦	株式会社クボタ
	宮尾卓司	コベルコ建機株式会社
	杉本豊	株式会社小松製作所
	兵藤幸次	TCM 株式会社
	緒方永博	ヤンマー建機株式会社
	森本克之	株式会社小松製作所
	稲葉友喜人	施工技術総合研究所
(オブザーバ)	西ノ原真志	国土交通省総合政策局建設施工企画課
(事務局)	前原信之	社団法人日本建設機械化協会