JCMAS

土工機械－エネルギー消費量試験方法－
油圧ショベル

JCMAS H 020: 2026

令和 8 年 8 月 7 日 改正第 5 版制定

一般社団法人日本建設機械施工協会

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，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 版制定：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 版制定：平成 22 年 9 月 24 日
改正第 4 版：平成 25 年 11 月 22 日　一般社団法人日本建設機械施工協会国内標準委員会で書面により審議・承認
WTO/TBT 協定に基づく意見受付開始日：平成 25 年 12 月 15 日
意見受付終了日：平成 26 年 2 月 14 日
第 4 版制定：平成 26 年 3 月 25 日
改正第 5 版：令和 8 年 5 月 29 日　一般社団法人日本建設機械施工協会国内標準委員会で書面により審議・承認
WTO/TBT 協定に基づく意見受付開始日：令和 8 年 6 月 8 日
意見受付終了日：令和 8 年 8 月 6 日
第 5 版制定：令和 8 年 8 月 7 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（及び第 3 版ではクリーンエネルギー建機燃費測定標準作成 WG）
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［〒105-8011　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 020 : 2026

土工機械－エネルギー消費量試験方法―油圧ショベル

Earth-moving machinery -- Test methods for energy consumption -- Hydraulic excavators

1　適用範囲

この規格は，製造業者が規定する標準バケット定格容量（**JIS A 8403-4** 参照）0.01～1.9 m^3 クラス（表 1 参照）の燃料エネルギー駆動形油圧ショベル，電気エネルギー駆動形油圧ショベル及びハイブリッド形油圧ショベル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に，実作業（実掘削）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 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：ネット出力試験方法
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油圧ショベル

燃料エネルギーだけを動力源として作動する油圧ショベル

3.2　電気エネルギー駆動形油圧ショベル

電力だけを動力源として作動する油圧ショベル

外部から供給される電力を直接用いる油圧ショベルと機体に搭載した蓄電装置の電力を用いる油圧ショベルとがある。

3.3　ハイブリッド形油圧ショベル

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油圧ショベル

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）～d）について行う。

d）の待機試験以外は，アクセルダイヤルあるいはアクセルレバーなどを最大位置とし，作業装置操作レバーは可能な限り素早く，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，又は電力消費量を測定する。

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又は電力消費量を測定する。

c）　走行試験

舗装路面又は十分締め固めた土の平坦な直線路上を走行するときの燃料消費量又は電力消費量を測定する。

d）　待機試験

燃料エネルギー駆動形油圧ショベル及びハイブリッド形油圧ショベル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油圧ショベルにあっては待機時に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　試験に供される油圧ショベルのクラス分け

試験に供される油圧ショベル（以下“機械”という。）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）によって，**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 *Vr*	標準バケットの定格（山積）容量 範　囲
0.01 m^3	～0.02 m^3 未満
0.022 m^3	0.02 m^3 以上～0.03 m^3 未満
0.044 m^3	0.03 m^3 以上～0.055 m^3 未満
0.066 m^3	0.055 m^3 以上～0.07 m^3 未満
0.08 m^3	0.07 m^3 以上～0.085 m^3 未満
0.09 m^3	0.085 m^3 以上～0.105 m^3 未満
0.11 m^3	0.105 m^3 以上～0.13 m^3 未満
0.14 m^3	0.13 m^3 以上～0.15 m^3 未満
0.16 m^3	0.15 m^3 以上～0.20 m^3 未満
0.22 m^3	0.20 m^3 以上～0.25 m^3 未満

クラス *Vr*	標準バケットの定格（山積）容量 範　囲
0.28 m^3	0.25 m^3 以上～0.36 m^3 未満
0.45 m^3	0.36 m^3 以上～0.47 m^3 未満
0.5 m^3	0.47 m^3 以上～0.55 m^3 未満
0.6 m^3	0.55 m^3 以上～0.7 m^3 未満
0.8 m^3	0.7 m^3 以上～0.9 m^3 未満
1.0 m^3	0.9 m^3 以上～1.05 m^3 未満
1.1 m^3	1.05 m^3 以上～1.3 m^3 未満
1.4 m^3	1.3 m^3 以上～1.7 m^3 未満
1.9 m^3	1.7 m^3 以上～2.4 m^3 未満

5.2　供試機械

供試機械は，次の条件に適合させる。

a）　装備など

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 %以上にして試験する。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。なお、電気エネルギー駆動形油圧ショベルについては、この限りではない。

5.3　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 の **4.3** の **a**）の基本式（2）を用いて求める。

5.4　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。

5.5　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）又は（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

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

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

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

c)　給気－液体冷却器付ターボ過給エンジン

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

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

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（**5.4** 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。

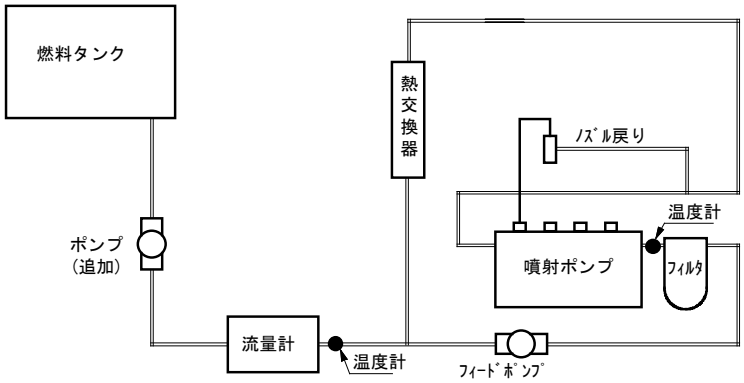


図 1　直接消費流量測定方法の例

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。

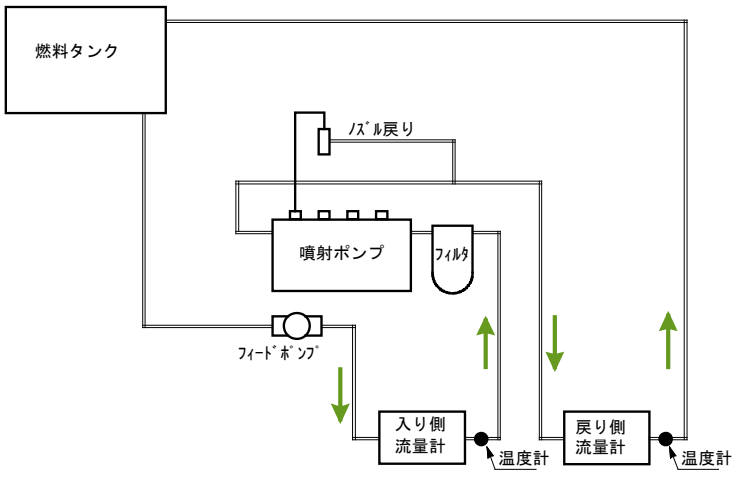


図 2 エンジンへの入り側と戻り側の流量測定方法の例

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と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。

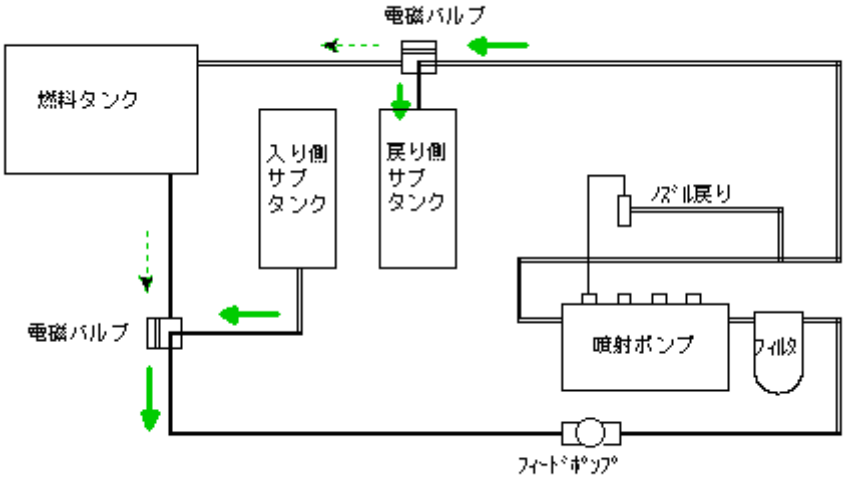


図 3　サブタンクを用いた燃料消費流量測定方法の例

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。ハイブリット形機械又は電気エネルギー駆動形機械において，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

図 4 に，外部電力の消費量を電力量計で測定する方法の例を示す。

試験中の電力消費量を記録する。

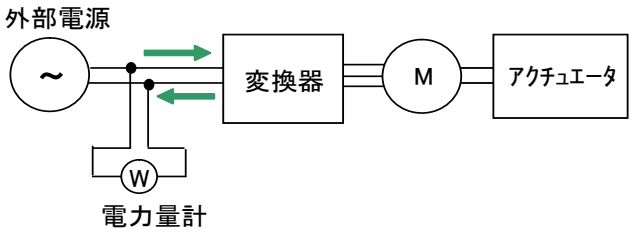


図 4　電力量計を用いた外部電力消費量測定方法の例

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。

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

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_1：試験開始時の動力用蓄電装置の電圧（V）

V_2：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）

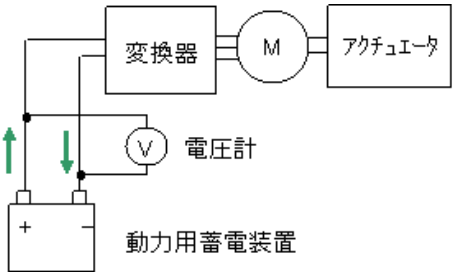


図 5　電圧計を用いた蓄電装置のエネルギー変化量測定方法の例

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。

$$e = \frac{\sum (I(t) \times V(t) \times T_s)}{3600} \quad \cdots\cdots (5)$$

$$E = \frac{e}{\eta_b} \quad \cdots\cdots (6)$$

ここに，　e：試験における蓄電装置から放電される全てのエネルギー量（放電電力量）　（Wh）

E：試験における蓄電装置に充電される全てのエネルギー量（充電電力量）　（Wh）

η_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。

$I(t)$：動力用蓄電装置の充放電電流値（A）

$V(t)$：動力用蓄電装置の充放電電圧（V）

T_s：サンプリング周期（s）　　$T_s \leqq 100$ms

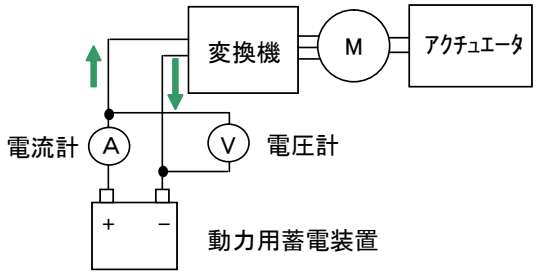


図 6　電流計と電圧計を用いた蓄電装置のエネルギー変化量測定方法の例

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

図 7 にエネルギー蓄積装置が油圧の場合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。

$$E = \frac{\sum (P(t) \times Q(t) \times T_s)}{3600 \times \eta_a} \quad \cdots\cdots (7)$$

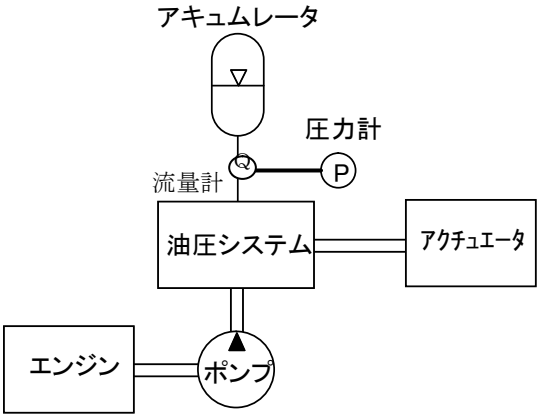
ここに，　E：試験におけるアキュムレータのエネルギー変化量　（Wh）

η_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。

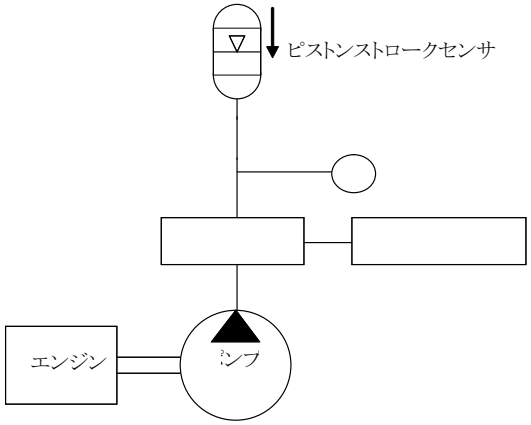
$P\ (t)$：動力用アキュムレータの充／放油圧値（MPa）

$Q\ (t)$：動力用アキュムレータの充／放油圧流量値（mL/s）
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：サンプリング周期（s）　　$T_s \leqq 100$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外部から供給される電力を用いる機械

7.1 によって電力消費量を測定する。

8.3　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

7.2 b)にて電力消費量を測定する。ただし，外部電力の消費量を求めるときは，式（6）で求めた蓄電装置のエネルギー変化量を充電器の充電効率で除算する。

$$w = E / \eta \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (8)$$

ここに，w：外部電力の消費量　（Wh）

E　：試験における蓄電装置に充電される全てのエネルギー量（充電電力量）（Wh）

η：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。

8.4 ハイブリッド形機械

箇条 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，**箇条** 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（6）又は式（7）で算出したエネルギー変化量 E（Wh）とが式（9）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（9）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。

$$\frac{|E|}{\dfrac{q_0}{Z\times10^3}\times K_e\times10^6}\leq 0.01 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (9)$$

ここに，

q_0：箇条 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（6）又は **7.2c)** の式（7）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℃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復帰運転を行う。

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復帰運転による燃料消費量 A_1～A_3 とその時間 R_1～R_3 とを測定し，記録しておく。復帰終了の判断は式（9）の条件を満たすまでで良い。

A_1：掘削・積込み試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる復帰運転での燃料消費量（g）

R_1：掘削・積込み試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる復帰運転時間（s）

A_2：ならし動作試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる復帰運転での燃料消費量（g）

R_2：ならし動作試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる復帰運転時間（s）

A_3：走行試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる復帰運転での燃料消費量（g）

R_3：走行試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる復帰時間（s）

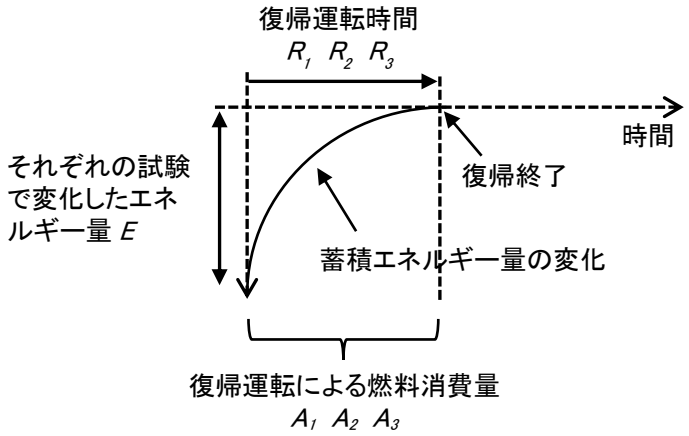


図 8　エネルギー蓄積装置のエネルギー（量）復帰状態の例

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 *ΔSOC* に対する燃料消費量特性及び復帰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復帰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（10）によって求める。

$$蓄積エネルギー変化率(\Delta SOC) = \left(\frac{式(4)，式(6)又は式(7)で算出したエネルギー変化量E(\mathrm{Wh})}{エネルギー蓄積装置の持つ公称エネルギー蓄積容量(\mathrm{Wh})}\right) \times 100 \quad (10)$$

上記の *ΔSOC* 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。

燃料消費特性及び復帰運転時間特性は，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* とそれに要した復帰運転時間 *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）。

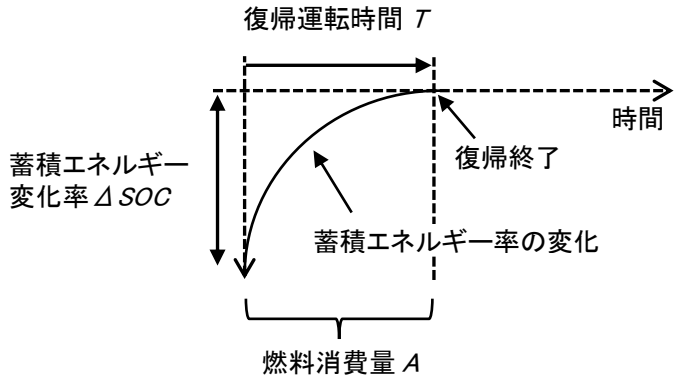


図 9　エネルギー蓄積装置のエネルギー（率）復帰状態の例

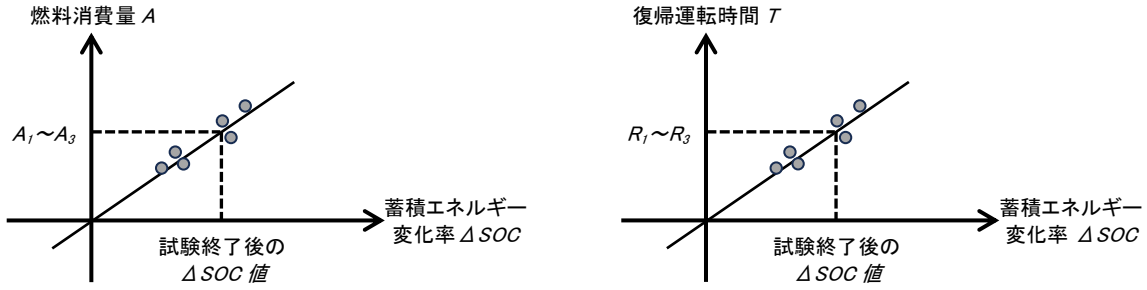


図 10　エネルギー蓄積装置のエネルギー復帰に要する燃料消費量特性及び**復帰**運転時間特性

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復帰運転を行い，その間の燃料消費量と，それに要した復帰運転時間とを測定することで求めることができる。

各試験における蓄積エネルギー変化率 *ΔSOC* に対し，そのエネルギー復帰に要する燃料消費量 A_1～A_3 及び復帰にかかる復帰運転時間 R_1～R_3 を**図** 10 の燃料消費量特性と復帰運転時間特性とから求める。

A_1：掘削・積込み試験における *ΔSOC* 復帰に掛かる復帰運転での燃料消費量（g）

R_1：掘削・積込み試験における *ΔSOC* 復帰に掛かる復帰運転時間（s）

A_2：ならし動作試験における *ΔSOC* 復帰に掛かる復帰運転での燃料消費量（g）

R_2：ならし動作試験における *ΔSOC* 復帰に掛かる復帰運転時間（s）

A_3：走行試験における *ΔSOC* 復帰に掛かる復帰運転での燃料消費量（g）

R_3：走行試験における *ΔSOC* 復帰に掛かる復帰運転時間（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　掘削・積込み動作試験

掘削・積込み動作試験は，標準バケットを用いて，アクセルダイヤルあるいはアクセルレバーなどを最大位置とし，作業装置操作レバーは可能な限り素早く，かつ，少なくとも 1 つのレバーは最大ストロークで操作する。

9.1.1　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 11 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。

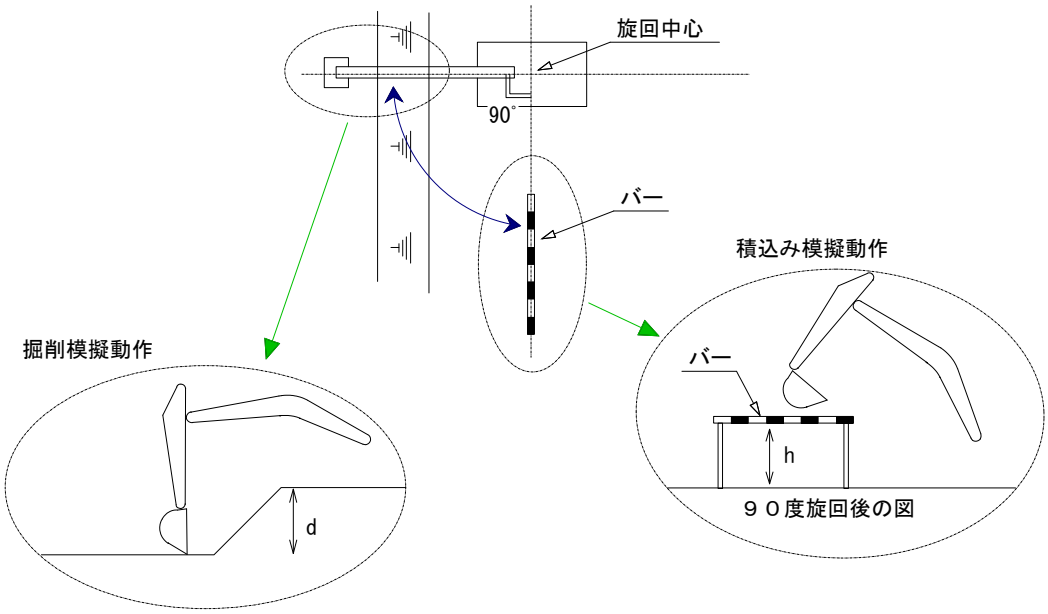


図 11　掘削・積込み動作試験場

表 2　掘削深さ

クラス *Vr*	深さ d（m）	クラス *Vr*	深さ d（m）
0.01 m^3	0	0.28 m^3	1.0
0.022 m^3	0	0.45 m^3	1.0
0.044 m^3	0	0.5 m^3	2.0
0.066 m^3	0	0.6 m^3	2.0
0.08 m^3	0	0.8 m^3	2.0
0.09 m^3	0	1.0 m^3	2.0
0.11 m^3	0	1.1 m^3	2.0
0.14 m^3	1.0	1.4 m^3	2.0
0.16 m^3	1.0	1.9 m^3	2.0
0.22 m^3	1.0		

表 3　障害物（バー）の高さ

クラス *Vr*	高さ h（m）	クラス *Vr*	高さ h（m）
0.01 m^3	0.5	0.28 m^3	2.0
0.022 m^3	0.5	0.45 m^3	2.5
0.044 m^3	0.5	0.5 m^3	2.5
0.066 m^3	0.5	0.6 m^3	2.5
0.08 m^3	1.5	0.8 m^3	2.5
0.09 m^3	1.5	1.0 m^3	2.5
0.11 m^3	1.5	1.1 m^3	2.5
0.14 m^3	1.5	1.4 m^3	2.5
0.16 m^3	1.5	1.9 m^3	2.5
0.22 m^3	1.5		

9.1.2　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 12 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，つめ先を地上高さを，0.28 m^3 クラス未満は 20 cm 以内，0.28 m^3 クラス以上は 30 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だけ操作し，バケットつめ先と地面との間隔は，0.28 m^3 クラス未満は 20 cm 以内，0.28 m^3 クラス以上は 30 cm 以内とする。

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

旋回とブーム上げだけ操作し，バケットがバー（障害物）の真上にきたところで止める。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だけ操作する。ただし，ダンプ操作でバケットが障害物に接触する場合はアームを操作して接触を回避して良い。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。

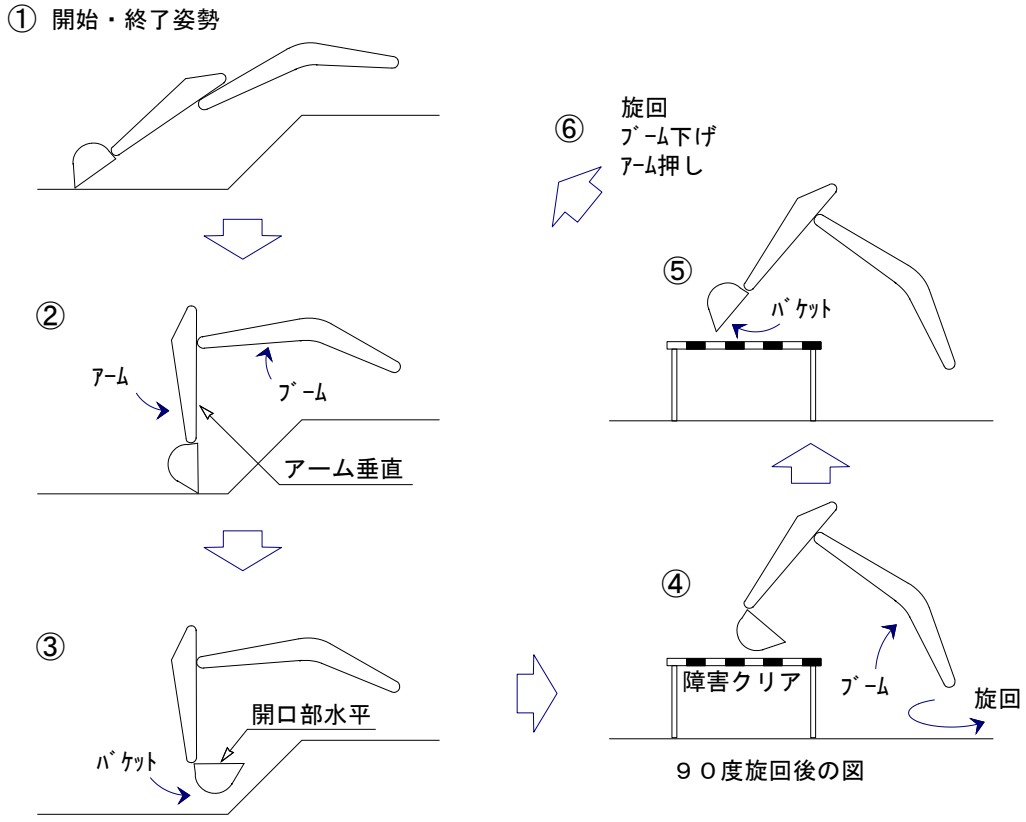


図 12 模擬動作パターン

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

掘削・積込み動作試験は，**9.1.2** 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。ハイブリッド形機械は，**9.1.2** の測定に引き続き **8.4** 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値を除いた 3 回の試験値を試験結果として付表 1 に記録する。

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，式（11）及び（12）によって算出する。

$$F_1 = \frac{q}{5} \quad \cdots\cdots (11)$$

$$F_{1V} = \frac{q}{5 \times V_r} \quad \cdots\cdots (12)$$

ここに，　F_1：サイクル当たり燃料消費量（g/サイクル）

F_{1V}：掘削・積み込み動作当たり燃料消費量（g/m^3）

q：燃料消費量（g）

注：ハイブリッド形機械は，エネルギー蓄積装置のエネルギー変化量の補正量を含む。

Vr：クラス毎に定めたバケットの定格（山積）容量（m^3）（表 1 参照）

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 **8.4 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 **8.4 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

掘削・積込み動作試験は，**9.1.2** 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値を除いた 3 回の試験値を試験結果として付表 2 に記録する。

外部電力のサイクル当たり電力消費量及び掘削・積込み動作当たり電力消費量は，式（13）及び（14）によって算出する。なお，放電側の電力消費量は w を e に置き換えて算出する。

$$W_1 = \frac{w}{5} \quad \cdots\cdots (13)$$

$$W_{1V} = \frac{w}{5 \times V_r} \quad \cdots\cdots (14)$$

ここに，　W_1：サイクル当たり電力消費量（Wh/サイクル）

W_{1V}：掘削・積み込み動作当たり電力消費量（Wh/m^3）

w：電力消費量（Wh）

Vr：クラス毎に定めたバケットの定格（山積）容量（m^3）（表 1 参照）

9.2　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，アクセルダイヤルあるいはアクセルレバーなどを最大位置とし，作業装置操作レバーは可能な限り素早く，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。

9.2.1　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 13 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，つめ先の地上高さを，0.28 m^3 クラス未満は 20 cm 以内，0.28 m^3 クラス以上は 30 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だけ操作し，バケットつめ先と地面との間隔は，0.28 m^3 クラス未満は 20 cm 以内，0.28m^3 クラス以上は 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 Vr	L　(m)
0.01 m^3	0.5
0.022 m^3	1.0
0.044 m^3	1.0
0.066 m^3	1.0
0.08 m^3	1.5
0.09 m^3	1.5
0.11 m^3	1.5
0.14 m^3	2.0
0.16 m^3	2.0
0.22 m^3	2.0

クラス Vr	L　(m)
0.28 m^3	2.5
0.45 m^3	3.5
0.5 m^3	4.0
0.6 m^3	4.0
0.8 m^3	4.5
1.0 m^3	4.5
1.1 m^3	4.5
1.4 m^3	5.0
1.9 m^3	5.0

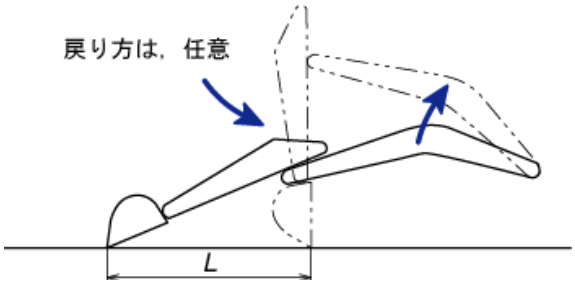


図 13　ならし動作

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

ならし動作試験は，**9.2.1** 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。ハイブリッド形機械は，**9.2.1** の測定に引き続き **8.4** を実施する。これを 1 回の試験とする。

試験は 5 回実施し，**9.2.1** の所要時間が最長と最短の試験値を除いた 3 回の試験値を試験結果として付表 1 に記録する。

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，次の式（15）及び（16） によって算出する。

$$F_2 = \frac{q}{10} \quad \cdots\cdots (15)$$

$$F_{2L} = \frac{q}{10 \times L} \quad \cdots\cdots (16)$$

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）

注：ハイブリッド形機械は，エネルギー蓄積装置のエネルギー変化量の補正量を含む。

L：クラス毎に定めたならし距離（m）（表 4 参照）

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 **8.4 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 8.4 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

ならし動作試験は，**9.2.1** の①～③の動作を連続 10 サイクル繰り返し，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，**9.2.1** の所要時間が最長と最短の試験値を除いた 3 回の試験値を試験結果として**付表 2** に記録する。

外部電力のサイクル当たり電力消費量，及びならし距離当たり電力消費量は，式（17）及び（18）によって算出する。なお，放電側の電力消費量は *w* を e に置き換えて算出する。

$$W_2 = \frac{w}{10} \quad \cdots\cdots (17)$$

$$W_{2L} = \frac{w}{10 \times L} \quad \cdots\cdots (18)$$

ここに，　W_2：サイクル当たり電力消費量（Wh/サイクル）

W_{2L}：ならし距離当たり電力消費量（Wh/m）

w：電力消費量（Wh）

L：クラス毎に定めたならし距離（m）（表 4 参照）

9.3　走行試験

9.3.1　試験条件

走行は，次の状態で行う。

a）　走行速度段

アクセルダイヤルあるいはアクセルレバーなどは，フルスロットル位置で低速度段（ただし，エンジン回転速度だけを下げる速度段を除く。）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

0.28 m^3 クラス未満は往路及び復路（復路では上部旋回体を旋回させずにそのまま後進する。）でそれぞれ 15 m以上，0.28 m^3 クラス以上は同様に 25 m 以上とし，十分な助走区間を設ける。外部電源を用いる機械にあって電源ケーブルの長さの制約上，上記距離の走行が困難な場合は，往路走行と復路走行とを繰り返し切替えて行いそのトータルの距離が上記以上になれば良い。この場合，助走区間は設けなくてもよい。所要時間は，前後進の切替えを含めて測定する。

d）　走路

舗装路面又は十分締め固めた土の平坦な直線路とする。

9.3.2　試験回数

a）　燃料エネルギー駆動形機械及びハイブリッド機械

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，**9.3.1** の往路又は復路の測定に引き続き **8.4** を実施する。

ハイブリッド形機械の走行距離当たり燃料消費量には，エネルギー蓄積装置のエネルギー変化量の補正量を含む。

試験は往路及び復路の測定を各 3 回実施し，結果を**付表 1** に記録する。

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 **8.4 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_3 （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 **8.4 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_3 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_3 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（電源ケーブル長さの制約上，往復走行する場合は，往復路）について行い，各々の電力消費量と所要時間を測定する。

試験は往路及び復路の測定を各 3 回実施し，**付表 2** に記録する。電源ケーブル長さの制約上，往復走行する場合の試験は，往復路の測定を 3 回実施し，**付表 2 （3）**の試験項目の往路及び復路を往復路に置き換えて記録する。

外部電力の走行距離当たり電力消費量は，式（19）によって算出する。なお，放電側の電力消費量は w を e に置き換えて算出する。

$$W_3 = \frac{w}{S} \quad \cdots\cdots (19)$$

ここに，　W_3：走行距離当たり電力消費量（Wh/m）
w ：電力消費量（Wh）
S：走行距離（m）

9.4 待機試験

9.4.1 試験条件

試験は，次の状態で行う。

a) アクセル又はスロットル

最低回転速度とする。ただし，電気エネルギー駆動形機械は製造業者の指定する待機運転とする。

b) 試験時間

600 秒以上とする。また，待機試験中にファン等の補器類が周期的に運転される場合は，補器類運転時と非運転時の時間構成比を保った試験時間を設定する。ただし，電気エネルギー駆動形機械であって製造業者の指定する待機運転において 600 秒の中で回転速度が自動的に低下する機構を有する場合は，600±1 秒とする。

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。

9.4.2 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 1 回実施し，付表 1 に記録する。

時間当たり燃料消費量は，式(20)によって算出する。

$$F_4 = q/t \times 3600 \quad \cdots\cdots (20)$$

ここに，F_4：待機の時間当たり燃料消費量　(g/h)
q ：燃料消費量　(g)
t ：所要時間　(s)

b)　電気エネルギー駆動形機械

試験は 1 回実施し，付表 2 に記録する。

時間当たり電力消費量は，式(21)によって算出する。なお，放電側の電力消費量は w を e に置き換えて算出する。

$$W_4 = w/t \times 3600 \quad \cdots\cdots (21)$$

ここに，W_4：待機の時間当たり電力消費量　(W)

w　：電力消費量　(Wh)

t　：所要時間　(s)

10　試験結果の記録

付表 1 及び**付表 2** 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（s）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) 各動作サイクル当たり燃料消費量（g/サイクル）は，掘削・積込みサイクルでは小数点以下第 1 位，ならし動作サイクルでは小数点以下第 2 位に丸める。

f) 各動作当たり燃料消費量は，掘削・積込み動作（g/m^3）では小数点以下第 1 位，ならし動作及び走行（g/m）では小数点以下第 2 位に丸める。

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。

j) 各動作サイクル当たり電力消費量（Wh/サイクル）は，掘削・積込みサイクルでは小数点以下第 1 位，ならし動作サイクルでは小数点以下第 2 位に丸める。

k) 各動作当たり電力消費量は，掘削・積込み動作（Wh/m^3）では小数点以下第 1 位，ならし動作及び走行（Wh/m ）では小数点以下第 2 位に丸める。

参考文献

[1] **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

[2] **JIS A 8403-2**　土工機械－油圧ショベル－第 2 部：仕様書様式

[3] **JIS A 8403-3**　土工機械－油圧ショベル－第 3 部：性能試験方法

[4] **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

[5] **JIS D 0114**　電気自動車用語（電池）

付表 1　　燃料エネルギー駆動形及びハイブリッド形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 _____試験場所_____
機械型式 _____　　製造番号 _____
バケット容量　定格（山積）_____m^3　　平積_____m^3
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____℃　　相対湿度____%
使用燃料　　密　　度_____（____℃）　　膨張係数_____k^{-1}
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。）
蓄電装置の放電電力量／充電電力量（片道）η_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）η_a：

（1）掘削・積込み動作試験
試験バケット　定格（山積）容量_____m^3
クラス毎に定めたバケットの定格（山積）容量 Vr=_____m^3
　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)	模擬動作 燃料消費量 q_0 (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 a)		合計燃料消費量 q q_0 又は q_0+A_1 (g)	時間当り 燃料消費量 (kg/h)	サイクル当り 燃料消費量 F_1 (g/サイクル)	掘削・積込み 動作当り 燃料消費量 F_{1V} (g/m^3)
			燃料消費量 A_1 (g)	所要時間 R_1 (s)				
1								
2								
3								
平均								

注 a) **8.4 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，**8.4 b）**の換算で求めた燃料消費量及び所要時間。

（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)	ならし動作 燃料消費量 q_0 (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 a)		合計燃料消費量 q q_0 又は q_0+A_2 (g)	時間当り 燃料消費量 (kg/h)	サイクル当り 燃料消費量 F_2 (g/サイクル)	ならし距離当り 燃料消費量 F_{2L} (g/m)
			燃料消費量 A_2 (g)	所要時間 R_2 (s)				
1								
2								
3								
平均								

注 a) **8.4 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，**8.4 b）**の換算で求めた燃料消費量及び所要時間。

（3）　走行試験　　試験場　　走行距離 S_____m

試験番号	所要時間 (s)	走行 燃料消費量 q_0 (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 a)		合計燃料消費量 q q_0 又は q_0+A_3 (g)	時間当り 燃料消費量 (kg/h)	走行速度 (km/h)	走行距離当り 燃料消費量 F_3 (g/m)
			燃料消費量 A_3 (g)	所要時間 R_3 (s)				
往路								
復路								
往路								
復路								
往路								
復路								
平均								

注 a) **8.4 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，**8.4 b）**の換算で求めた燃料消費量及び所要時間。

（4）　待機試験
エンジン無負荷最低回転速度　　仕様値_____min^{-1}（±_____min^{-1}）　　測定値_____min^{-1}

測定時間 (s)	待機燃料消費量 (g)	時間当り燃料消費量 F_4/1 000 (kg/h)

付表 2　　電気エネルギー駆動形油圧ショベルの電力消費量試験結果記録表

製造業者名 _____　　試験期日 _____試験場所_____
機械型式 _____　　製造番号 _____
機械形式　電源ケーブル式 ，　バッテリ式
バケット容量　定格（山積）_____m^3　平積_____m^3
電力消費量測定器　測定方式　電力量測定，　電圧測定，　電流測定
型　式_____
測定環境　大 気 圧_____kPa　外気温度____℃　相対湿度____%
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。）
充電器の充電効率 η：_____
蓄電装置の放電電力量／充電電力量（片道）η_b：_____

（1）掘削・積込み動作試験
試験バケット　定格（山積）容量_____m^3
クラス毎に定めたバケットの定格（山積）容量 Vr=_____m^3
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)	蓄電装置の電力消費量 (Wh)		外部電源 電力消費量 w (Wh)	時間当り電力消費量 (kW)		サイクル当り 電力消費量 W_1 (Wh/サイクル)		掘削・積込み動作当り 電力消費量 W_{1V} (Wh/m^3)	
		放電 e	充電 E		放電	外部電源	放電	外部電源	放電	外部電源
1										
2										
3										
平均										

（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)	蓄電装置の電力消費量 (Wh)		外部電源 電力消費量 w (Wh)	時間当り電力消費量 (kW)		サイクル当り 電力消費量 W_2 (Wh/サイクル)		ならし距離当り 電力消費量 W_{2L} (Wh/m)	
		放電 e	充電 E		放電	外部電源	放電	外部電源	放電	外部電源
1										
2										
3										
平均										

（3） 走行試験　試験場　　走行距離 S_____m

試験番号	所要時間 (s)	蓄電装置の電力消費量 (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)	走行距離当り電力消費量 W_{3S} (Wh/m)	
		放電 e	充電 E		放電	外部電源		放電	外部電源
往路									
復路									
往路									
復路									
往路									
復路									
平均									

（4） 待機試験

測定時間 (s)	蓄電装置の電力消費量 (Wh)		外部電源 電力消費量 w (Wh)	時間当り電力消費量 W_4/1 000 (kW)	
	放電 e	充電 E		放電	外部電源

JCMAS H 020 : 2026

土工機械－エネルギー消費量試験方法―油圧ショベル
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　改正第 2 版の趣旨

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 0.28～0.8m^3 級から土工工事で一般的に使われる 0.28～1.4m^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。

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油圧ショベル及び系統電力を用いてエネルギー効率を高める電気エネルギー駆動形油圧ショベル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。

1.3.1　各種技術についての用語を定義した。

1.3.2　電力消費量の測定方法についての規定を追加した。

1.3.3　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。

1.3.4　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。

1.3.5　ミニショベルなども適用対象となるよう，適用範囲を，標準バケット容量 0.01 m^3～1.9m^3 級の油圧ショベルに拡大した。

1.3.6　機関の冷却ファンの回転数が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。

1.3.7　試験の動作で水平引きを行うときのバケットつめ先と地面との間隔を見直した。

1.3.8　規格名称を“エネルギー消費量試験方法―油圧ショベル”に変更した。

1.4　改正第 4 版の趣旨

建設機械の省エネルギーの達成状況を数値的に判断できる燃料消費量の測定方法として改正第 3 版が適用されているが，これを更に進めるため次の小改正を実施した。

1.4.1　ミニショベルのクラス分けについて，市場実態に合わせ 0.22 m^3 クラスを設定した。

1.4.2　エネルギー蓄積装置のエネルギー変化量の測定方法について，油圧式での実情に応じた記述を追加した。

1.4.3　第 3 版適用上の実務面での細かい修正点を反映させ, 引用規格を最新とし, また, 誤記を訂正した。

1.5　改正第 5 版の趣旨

1.5.1　外部電源や充電側の電力消費量のみではなく放電側の電力消費量でも評価可能な試験方法とした。

1.5.2　電気エネルギー駆動形機械における外部電力供給量の測定方法について，試験毎に測定してもよい旨の記載があったが，現在実施されている測定方法に見合うように修正した。

1.5.3　電気エネルギー駆動形機械における待機試験方法について具体的に明記した。

1.5.4　電気エネルギー駆動形機械における可変制御可能な冷却ファンの規定を削除した。

1.5.5　誤記を訂正した。

2　制定・改正の経緯

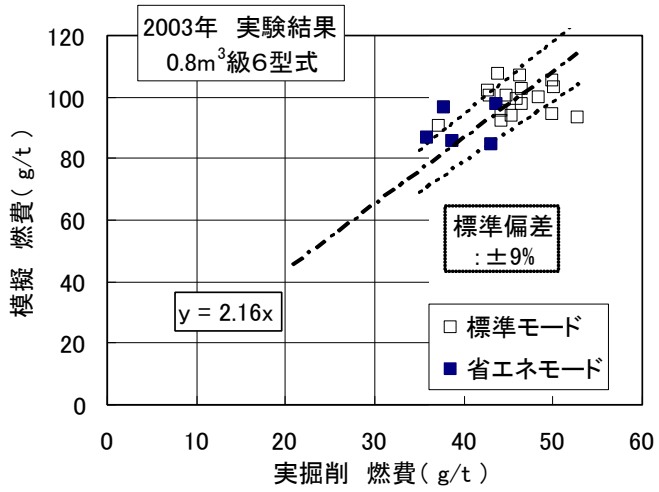
2.1　初版制定の経緯

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。

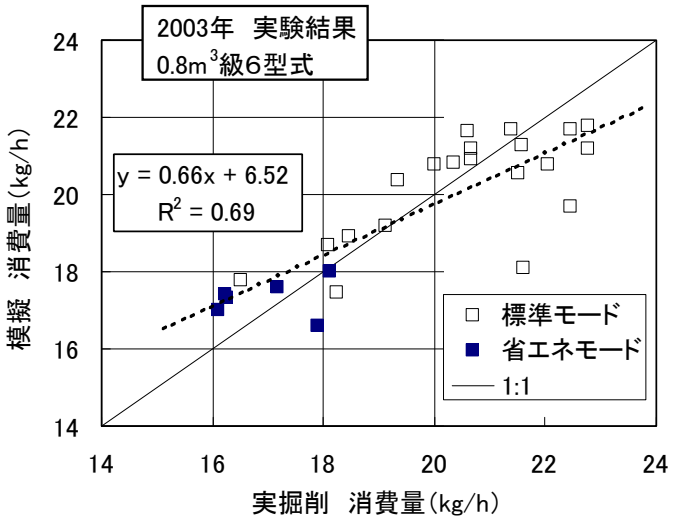
規格原案の作成にあたっては，土質変化の影響が大きい実掘削作業に代わる代替試験方法を設定することにした。

検討初年度（2000 年）は，油圧ショベルメーカ 6 社各 1 台の 0.5m^3 級油圧ショベルを用いて砕石作業試験（土質変化の少ない砕石を用いた試験）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，土質の一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^3 級 1 台を用いて行い，更に 2003 年に再度土質の一様な掘削試験場を造成して，6 社各 1 台の 0.8m^3 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

注記　　この図は，掘削・積込みについてだけ示すもので，走行や待機などは含んでいない。

解説図 1　　実掘削と模擬試験方法の実験結果

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・積込み試験結果よりも小さかった。0.8 m^3 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と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（kg/h） において実際の掘削積込作業と模擬動作との間に高い相関（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って，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，及び待機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　改正第 2 版の経緯

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この測定法の検証・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がった。

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り，結果として運転員によるばらつきの要因となる。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摸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との間には相関がある。

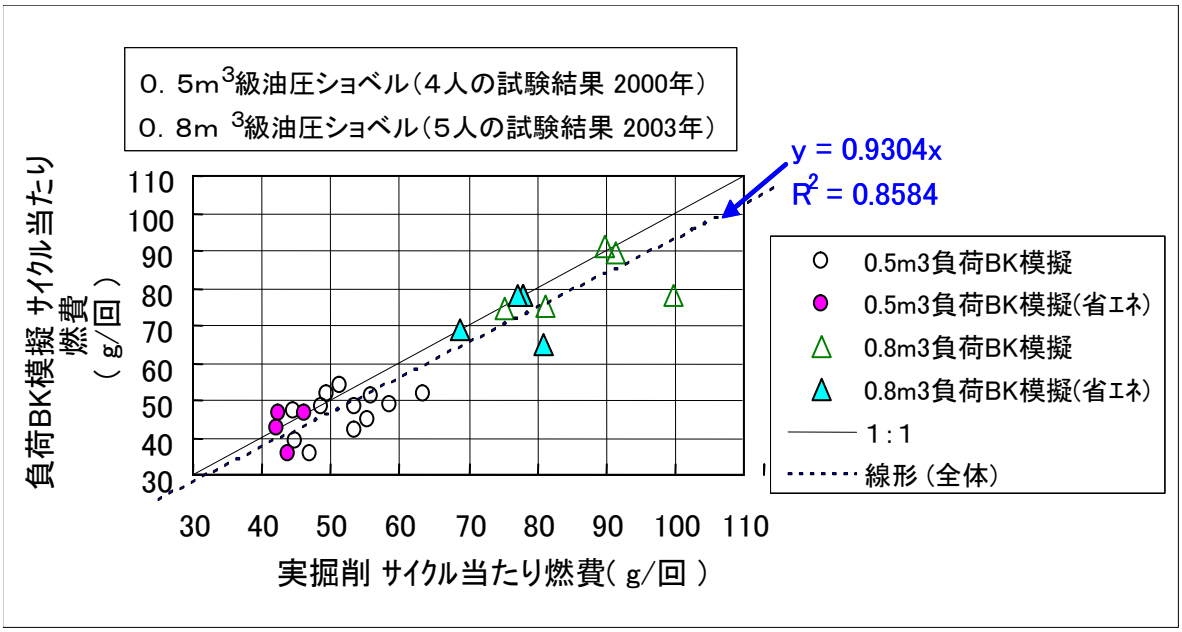
・負荷バケットと空バケットの模擬動作試験の結果に大差がなく高い相関があることを追加実験によって確認することができた。(解説図 3)

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。

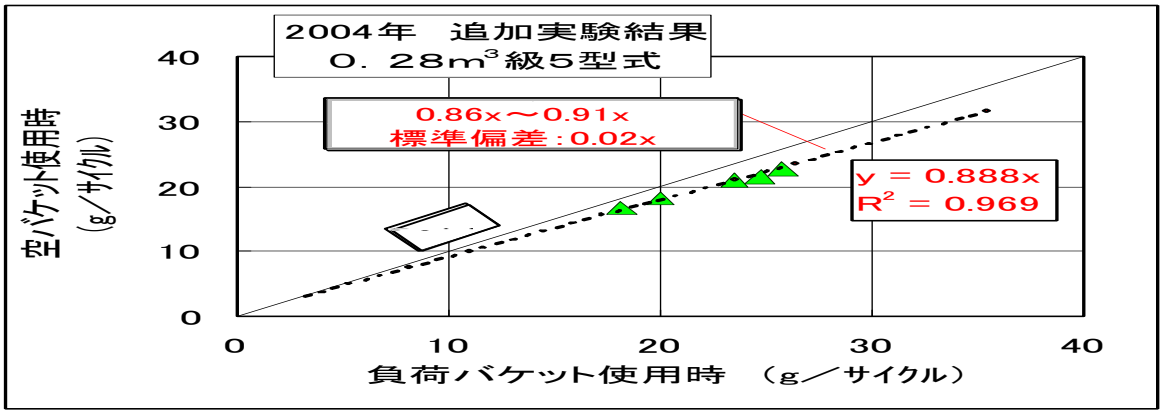
したがって，実掘削試験と空バケット模擬動作試験との間には相関があり，空バケット摸擬動作試験で実掘削試験を模擬できることがわかった。

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

2.3　改正第 3 版の経緯

前述の如く，協会機械部会クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成 WG で，ハイブリッド形油圧ショベル及び電気エネルギー駆動形油圧ショベルなどを考慮した改正原案作成し，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，協会機械部会ショベル技術委員会で，ミニショベルのクラス分け及び油圧ハイブリッド式などを考慮した改正原案作成し，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 5 版の経緯

前述の如く，協会機械部会ショベル技術委員会で，電気エネルギー駆動形機械の電力消費量の考え方や待機試験方法などを考慮した改正原案作成し，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。

3　各版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摸擬動作試験と実掘削試験に相関があることから，空バケット摸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，摸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（*Vr*）を使った掘削・積込み動作当たり燃料消費量（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操作によって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。

3.5　エネルギー蓄積量の変化分を考慮・補正する方法

3.5.1　一般

ハイブリッド形油圧ショベルにおいては，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油圧ショベルのものと比較できることに意義があり，そのため改正第 3 版では改正第 2 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油圧ショベルとの比較においてその復帰運転の扱いが改正第 3 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） 掘削・積込み動作試験，b） ならし動作試験，c） 走行試験，及び d） 待機試験の四つで構成させているが，この組合せは油圧ショベルの代表的な作業を表し，それはハイブリッド形油圧ショベル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） ～ d） 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，油圧ショベルの代表

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） ～ **c）** 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 d） 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 d） 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油圧ショベルとハイブリッド形油圧ショベル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 d） 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，d） 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 **8.4** 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 **8.4 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 版検討にあたって，第 3 版では，エネルギ変化量の測定の際に“η_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 4 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。

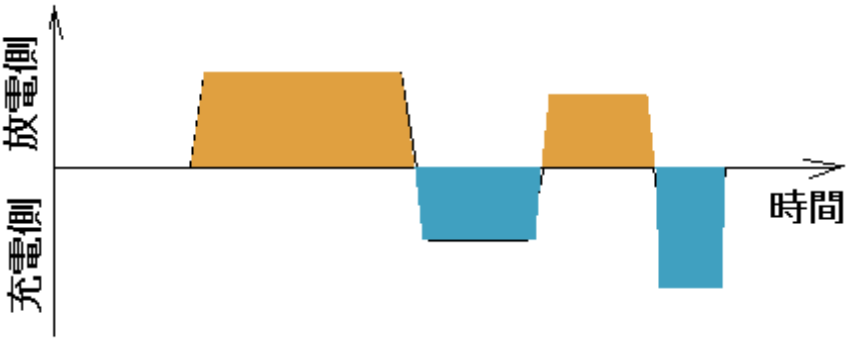
$$E = E_1(\text{放電側}) + E_2(\text{充電側}) \quad \cdots\cdots \text{解説(0A)}$$

放電側

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

充電側

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



解説図 4　　充放電過程の例

3.5.2　油圧式のエネルギー蓄積量の変化分を考慮・補正する方法

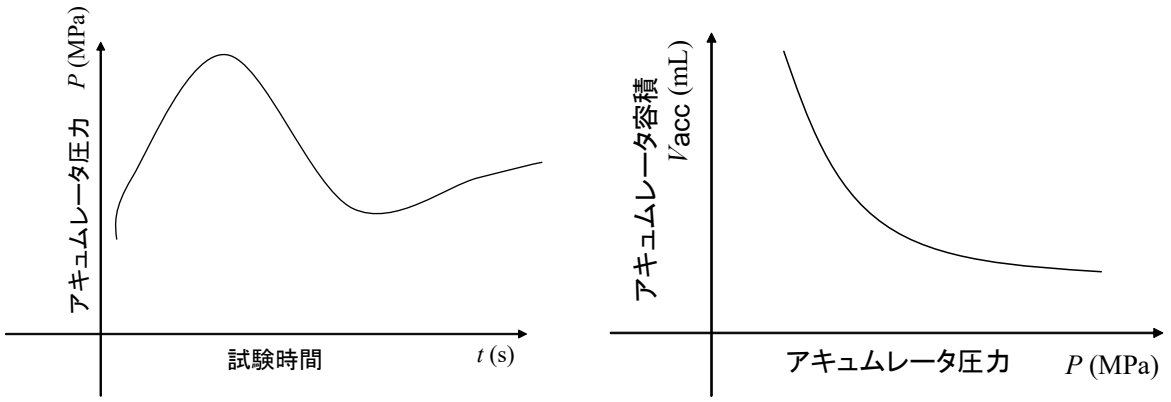
エネルギー蓄積装置がアキュムレータの場合は，油圧式のエネルギー蓄積量の変化分を考慮・補正する方法として，圧力－容積線図を用いて圧力から容積を求め，その圧力と容積とからエネルギー変化量 E を求める方法が実際的と提案された。これに対して，熱損失があるから圧力－容積線図が収束するかとの疑問が指摘されたが，熱損失はあるが測定実施上問題のない範囲で収束した状態で測定する旨説明された。

また, 具体的方法としては, 実機試験で動力用アキュムレータの充／放油圧値 P(t)を測定し[**解説図 5 a)**], あらかじめ試験室試験などで求めた圧力－容積線図[**解説図 5 b)**]を用いてアキュムレータ容積の時間当たり変化分を次の式で求める[**解説図 5 c)**]。これにより，充/放油圧流量値を換算（$Q(t)=Q_G(t)$）し，$P(t)$と共に本文の式(6)に代入することでエネルギー変化量 E を求めるとされた。

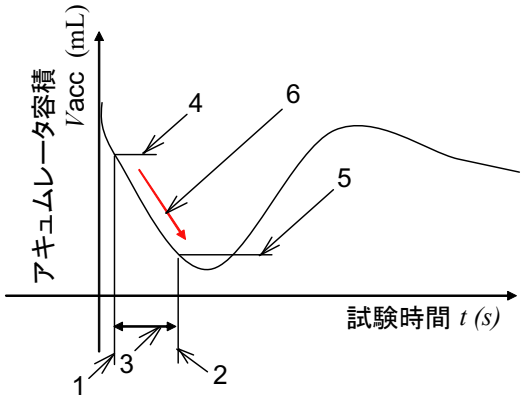
$$Q_G(t)=\frac{V_{acc}(t_n)-V_{acc}(t_{n-1})}{T_s}\ (\mathrm{mL/s}) \cdots\cdots \text{解説(0D)}$$

$$Q(t)=Q_G(t) \cdots\cdots \text{解説(0E)}$$

ここに，
$Q_G(t)$：　動力用アキュムレータの容積変化量（mL/s）
$V_{acc}(t)$：　動力用アキュムレータの容積
T_s：　サンプリング周期（s）
$Q(t)$：　動力用アキュムレータの充／放油圧流量値（mL/s）



解説図５　　圧力－容積線図から充/放油圧流量値を求める方法（続く）



1　　t_{n-1}
2　　t_n
3　　T_s：測定器のサンプリング周期
4　　$V_{acc}(t_{n-1})$　：動力用アキュムレータの容積
5　　$V_{acc}(t_n)$　：動力用アキュムレータの容積
6　　Q_G：（単位測定時間における）動力用アキュムレータの容積変化量

c)

解説図 5　　圧力－容積線図から充/放油圧流量値を求める方法（続き）

3.6　規格名称

規格名称に関して，当初“土工機械－油圧ショベルのエネルギー消費量－試験方法”と変更することが提案されていたが，国内標準委員会での審議にて，“土工機械－エネルギー消費改善の確認試験方法－油圧ショベル”とすることとされ，その後，意見受付公告の際に，作業燃費検討 WG からの “土工機械―油圧ショベルのエネルギー消費量―試験方法”又は同“エネルギー消費量試験方法―油圧ショベル”とすべきとの意見があり，標準部会標準化会議で検討の結果，規格名称は規格内容を明示すべきとして，“土工機械―エネルギー消費量試験方法―油圧ショベル”とすることとなった。

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，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，標準バケット定格容量 0.01～1.9 m^3 クラス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 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。

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，入り側と戻り側と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との精度がかかわり，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±0.2%の場合,測定の1例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^3 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 %						最終誤差 c/d　(%)
	入り側		戻り側		全誤差	消費量	
	測定流量	誤差 a	測定流量	誤差 b	c	d	
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
待機試験	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 $c = (a^2+b^2)^{0.5}$

6.2　待機試験の試験条件（本体の 9.4.1 ）

待機試験の試験時間を600秒以上としたのは，燃料測定機器の精度確保の観点から，待機試験と掘削・積込み動作試験の燃料消費量を同等にするために設定した試験時間である。

また，待機試験中，回転速度が自動的に低下又は停止する電気エネルギー駆動形機械の試験時間を600±1秒としたのは，時間当たりエネルギー消費量が有利にならないようにするためである。

7　燃料消費量評価値

今回の測定方法を決めるに当り，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 10 %，走行 10%，待機 30 %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，走行試験及び待機試験の燃料消費量測定結果を解説式（1）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。

改訂 2 版までの標準動作割合は、掘削・積み込み動作 50 %、ならし動作 25 %、走行 10 %、待機 15 %としていた。今回の改訂にて標準動作割合を見直したがその理由は、

① 0.01 m^3 から 1.9 m^3 までのバケット容量クラスへ適用を拡大させた。

② 2000 年規格原案当時から時間が経過した。

③ 近年の油圧ショベルに搭載された稼動情報収集システムにより市場データの精度が向上した。

ことから動作時間割合を見直しした。特に待機動作割合は、稼動情報収集システムから従来以上に待機動作割合が多いことが指摘され、従来考えられていたダンプ待ちや作業待ち時間以外に、掘削積み込み動作、ならし動作、走行動作の各々の動作から他の動作に切り替える際の操作レバー中立時間なども含まれ30 %に見直しした。

走行動作は稼動情報収集システムからも 10 %程度となり、これまでのデータに裏付けがとれた。

ならし動作は埋め戻しなど含めた軽作業の代表動作としているが、稼動情報収集システムでは掘削・積

み込みとこれら軽作業とを切り分けることが難しく、今回は掘削・積み込み動作時間は変えずに 50 %とした。今回は油圧ショベルの主な使われ方である土木作業を中心に考え、掘削積み込み時間割り合いを従来通り 50 %とし、ならし動作を 10 %に見直しした。バケット容量が小さいクラスほどならし動作などの軽作業が増えてくると推定されるが、今後稼動情報収集システムの分析の精度を上げ、クラス毎に掘削・積み込みとならし動作の時間割り合いを見直していく必要があると考えるが、いずれにしても今後の課題である。

$$F_{HEX} = \frac{F_1 \times M_S \times \alpha + F_2 \times C_S + F_3 \times S_S + F_4 \times L_I}{1000} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{解説（1）}$$

ここに，F_{HEX}：油圧ショベル燃料消費量評価値（kg/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：待機試験時の時間当たり燃料消費量 （g/h）

M_S：摸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：待機の評価時間 0.30 （h）

α ：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 m³ 4 型式と 0.28 m³ 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との比を求め，平均化する。

2） 1） に 0.8 m³ 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 m³～1.4 m³ に関しては，0.8 m³ 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。

4） 第 3 版でのバケット定格（山積）容量 0.01 m³～0.16 m³ 及び 1.9 m³ クラスへの適用拡大に当たっては，3）のバケット定格（山積）容量と標準サイクルタイムの直線近似結果から外挿した。

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（Vr）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 Vr（m³）	掘削･積込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 Ms（回）	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 Cs（回）	標準走行速度（km/h）	標準時間（h）	走行の評価走行距離 Ss（m）
0.01 m³	13.5		133	5.0		72	1.8		180
0.022 m³	13.6		133	5.0		71	1.8		180
0.044 m³	13.6		132	5.1		71	2.5		250
0.066 m³	13.6		132	5.1		70	2.5		250
0.08 m³	13.7		132	5.2		70	2.5		250
0.09 m³	13.7		132	5.2		70	2.5		250
0.11 m³	13.7		131	5.2		69	2.5		250
0.14 m³	13.8		131	5.3		68	2.5		250
0.16 m³	13.8		131	5.3		68	2.5		250
0.22 m³	13.8	0.5	131	5.3	0.1	68	2.5	0.1	250
0.28 m³	14.0		129	5.6		65	3.4		340
0.45 m³	14.3		126	5.9		61	3.4		340
0.5 m³	14.3		126	6.0		60	3.4		340
0.6 m³	14.5		124	6.2		58	3.4		340
0.8 m³	14.8		121	6.6		54	3.4		340
1.0 m³	15.2		119	7.1		51	3.4		340
1.1 m³	15.3		117	7.3		50	3.4		340
1.4 m³	15.8		114	7.9		46	3.4		340
1.9 m³	16.6		108	8.9		40	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，待機に必要な総燃料消費量を表す。

なお，ハイブリッド形油圧ショベルにおいて，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油圧ショベル燃料消費量評価値 F_{HEX} は，次の式で求めることができる。

$$F_{HEX} = \frac{F_1 \times M_S \times \alpha + F_2 \times C_S + F_3 \times S_S + F_4 \times (L_I - T_I)}{1000} \quad \text{……解説（2）}$$

ここに，T_1：次の R_1～R_3 の評価値換算にともなう合計値。ただし，L_1 を上限とする。

$$T_1 = \frac{\frac{M_S \times R_1}{5} + \frac{C_S \times R_2}{10} + \frac{S_S \times R_3}{S}}{3600}$$

R_1：掘削・積込み試験における蓄積エネルギー復帰又は ΔSOC 復帰に掛かる待機運転時間（s）

R_2：ならし動作試験における蓄積エネルギー復帰又は ΔSOC 復帰に掛かる待機運転時間（s）

R_3：走行試験における蓄積エネルギー復帰又は ΔSOC 復帰に掛かる待機運転時間（s）

S：走行試験時の走行距離（m）

また，同様に改正第 3 版から対象として追加した電気エネルギー駆動形油圧ショベルにおいては，標準動作 1 時間当たりの重み付け電力消費量評価値 W_{HEX} を次の式で求める。なお，放電電力消費量評価値は w を e に置き換えて算出した W_1～ W_4 を用いる。

$$W_{HEX} = \frac{W_1 \times M_S \times \alpha + W_2 \times C_S + W_3 \times S_S + W_4 \times L_I}{1000} \quad \cdots\cdots\text{解説（3）}$$

ここに，　W_{HEX}：油圧ショベル電力消費量評価値（kWh/標準動作）

W_1：掘削・積込み試験時のサイクル当たり電力消費量（Wh/サイクル）

W_2：ならし動作試験時のサイクル当たり電力消費量（Wh/サイクル）

W_3：走行試験時の走行距離当たり電力消費量（Wh/m）

W_4：待機試験時の時間当たり電力消費量 （Wh/h）

M_S：摸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：待機の評価時間 0.30 （h）

α：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改善することが証明された場合に用いる）。

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（改正第 5 版原案作成時点）

	氏名	所属
（委員長）	高　橋　　弘	国立大学法人東北大学
（委員）	是　安　俊　宏	経済産業省製造産業局産業機械課
	佐　野　昌　伴	施工技術総合研究所
	牧　　宣　彰	厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課
	増　　竜　郎	国土交通省大臣官房参事官(イノベーション)グループ

	菊　田　一　行	国土交通省大臣官房参事官(イノベーション)グループ
	杉　谷　康　弘	国土交通省国土技術政策総合研究所
	山　口　　崇	国立研究開発法人土木研究所
	本　池　祥　子	一般財団法人日本規格協会
	大　本　康　隆	コベルコ建機株式会社
	加　藤　昭一郎	キャタピラージャパン合同会社
	後　藤　優　太	株式会社小松製作所
	鈴　木　義　信	住友建機株式会社
	田　原　正　法	日立建機株式会社
	大　西　秀　樹	株式会社 ＮＩＰＰＯ
	白　井　俊　明	大成建設株式会社
	中　村　誠一郎	株式会社アクティオ
	松　澤　　享	五洋建設株式会社
	山　下　晋　仁	前田道路株式会社
(オブザーバ)	吉　田　真　人	国土交通省大臣官房参事官(イノベーション)グループ
	前　羽　利　治	国土交通省大臣官房参事官(イノベーション)グループ
(関係者)	中　田　幹　夫	経済産業省イノベーション・環境局国際標準課
(事務局)	正　田　明　平	一般社団法人日本建設機械施工協会
	小　倉　公　彦	一般社団法人日本建設機械施工協会
	大　西　啓二郎	一般社団法人日本建設機械施工協会

機械部会ショベル技術委員会構成表（改正第 5 版時点）

	氏名	所属
(委員長)	安　部　敏　博	日立建機株式会社
(委員)	可　児　聖　児	株式会社加藤製作所
	藤　田　裕　司	株式会社クボタ
	樋　口　史　一	コベルコ建機株式会社
	余 喜 多　　仁	株式会社小松製作所
	友　藤　敬　志	キャタピラージャパン株式会社
	三　須　伸　介	住友建機株式会社
	速　水　能　弘	ヤンマー建機株式会社
	佐　藤　充　弘	施工技術総合研究所
(事務局)	綿　井　秀　樹	一般社団法人日本建設機械施工協会

標準部会国内標準委員会構成表（改正第 4 版時点）

役割	氏名	所属
(委員長)	高　橋　　弘	国立大学法人東北大学
(委員)	釜　石　英　雄	厚生労働省労働基準局
	根　津　正　志	経済産業省製造産業局
	鹿　毛　英　樹	国土交通省総合政策局
	平　塚　智　章	経済産業省産業技術環境局
	藤　野　健　一	独立行政法人土木研究所
	朝　山　恒　男	財団法人日本規格協会
	飯　盛　　洋	施工技術総合研究所
	高　見　俊　光	サコス株式会社
	鈴　木　嘉　昌	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
	立　石　洋　二	株式会社大林組
	小　薬　賢　一	西尾レントオール株式会社
	山　口　達　也	鹿島道路株式会社
	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
	大　西　啓二郎	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
	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施工協会
	小　倉　公　彦	社団法人日本建設機械施工協会

機械部会ショベル技術委員会構成表（改正第 4 版時点）

	氏名	所属
（委員長）	尾　上　　裕	日立建機株式会社
（委員）	木　村　一　博	IHI 建機株式会社
	可　児　聖　児	株式会社加藤製作所
	原　　啓　一	株式会社クボタ
	田　路　　浩	コベルコ建機株式会社
	辻　　雅　文	株式会社小松製作所
	押　尾　孝　雄	キャタピラージャパン株式会社
	石　田　あずさ	キャタピラージャパン株式会社（押尾後任）
	尾　崎　和　俊	住友建機株式会社
	竹　内　好　郎	北越工業株式会社
	瀬戸口　　始	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	社団法人日本建設機械施工協会

標準部会国内標準委員会構成表（改正第 3 版時点）

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　薬　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。

機械部会クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成 WG 構成表（改正第 3 版時点）

	氏名	所属
（委員長）	此　村　　靖	日立建機株式会社
（委員）	奥　村　信　也	日立建機株式会社
	大　塚　和　夫	株式会社小松製作所
	小　林　真　人	コベルコ建機株式会社
	藤　本　吉　明	コベルコ建機株式会社
	守　屋　直　行	キャタピラージャパン株式会社
	大　西　啓二郎	キャタピラージャパン株式会社
	斉　藤　秀　企	株式会社小松製作所
	安　藤　晴　彦	株式会社小松製作所
	緒　方　永　博	ヤンマー建機株式会社
	石　山　　寛	住友建機株式会社
	伊　藤　徳　孝	TCM 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）	前　原　信　之	社団法人日本建設機械化協会

機械部会ショベル技術委員会構成表（改正第 3 版時点）

	氏名	所属
（委員長）	尾　上　　裕	日立建機株式会社
	（此　村　　靖）	
（委員）	木　村　一　博	IHI 建機株式会社
	富　本　信　昭	株式会社加藤製作所
	原　　啓　一	株式会社クボタ
	藤　本　　聡	コベルコ建機株式会社
	（佐　木　和　行）	
	安　藤　晴　彦	株式会社小松製作所
	村　上　正　治	キャタピラージャパン株式会社
	（政　次　知　己）	
	本　多　俊　雄	住友建機株式会社
	竹　内　好　郎	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	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