

JCMAS

ラフテレーンクレーン 作業エネルギー消費量試験方法

JCMAS H 023: 2023

令和 5 年 12 月 10 日 改正

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、協会機械部会建築生産機械技術委員会から、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 28 年 2 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 28 年 4 月 15 日

意見受付終了日：平成 28 年 6 月 15 日

制定：平成 28 年 9 月 30 日

改正第 2 版：令和 4 年 8 月 2 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審議・承認

WTO/TBT 協定に基づく意見受付開始日：令和 4 年 8 月 30 日

意見受付終了日：令和 4 年 10 月 28 日

第 2 版発行：令和 4 年 11 月 18 日

改正第 3 版：令和 5 年 10 月 4 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審議・承認

WTO/TBT 協定に基づく意見受付開始日：令和 5 年 10 月 11 日

意見受付終了日：令和 5 年 12 月 9 日

第 3 版発行：令和 5 年 12 月 10 日

ラフテレーンクレーン作業エネルギー消費量試験方法

Rough terrain cranes operating mode energy consumption test method

1 適用範囲

この規格は、燃料エネルギー駆動形ラフテレーンクレーン、電気エネルギー駆動形ラフテレーンクレーン及びハイブリッド形ラフテレーンクレーンのクレーン作業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。

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 B 0146-2	クレーン用語－移動式クレーン
JIS D 6301:2001	自走クレーンの構造性能基準
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、**JIS B 0146-2** 及び **JIS D 6301:2001** によるほか、次による。

3.1 荷重

吊り具とフック質量を含めた荷の質量

3.2 燃料エネルギー駆動形ラフテレーンクレーン

燃料エネルギーだけを動力源として作動するラフテレーンクレーン

3.3 電気エネルギー駆動形ラフテレーンクレーン

電力だけを動力源として作動するラフテレーンクレーン

作業中、外部から供給される電力を直接用いるラフテレーンクレーンと機体に搭載した蓄電装置の電力を用いるラフテレーンクレーンとがある。

3.4 ハイブリッド形ラフテレーンクレーン

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ラフテレーンクレーン

3.5 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。

3.6 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) ～f) について行う。

f) の待機試験以外は、吊り荷をできるだけ揺らさないように加減速操作し、フル操作ではレバーを最大ストロークで操作する。

a) 巻上げ下げ試験

補巻により荷を上下する動作の燃料消費量又は電力消費量を測定する。

b) ブーム起伏試験

荷を吊った状態でブームを起伏する動作の燃料消費量又は電力消費量を測定する。

c) 旋回試験

荷を吊った状態で旋回する動作の燃料消費量又は電力消費量を測定する。

d) ブーム起伏・巻上げ下げ試験

ブームを起伏しながら補巻により荷の高さを一定に維持する動作の燃料消費量又は電力消費量を測定する。

e) 旋回・巻上げ下げ試験

旋回しながら補巻により荷を上下する動作の燃料消費量又は電力消費量を測定する。

f) 待機試験

燃料エネルギー駆動形ラフテレーンクレーン及びハイブリッド形ラフテレーンクレーンにあっては作業中の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ラフテレーンクレーンにあっては作業中の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) エンジン又は電動機の回転速度

供試機械の作業状態でのエンジン又は電動機の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

エンジ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。

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の4.3の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f)、g)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) 荷の質量

荷の質量の測定には±10kg以内の正確さを有する測定機器を用いる。

f) 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。

g) 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_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（5.3 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。

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。

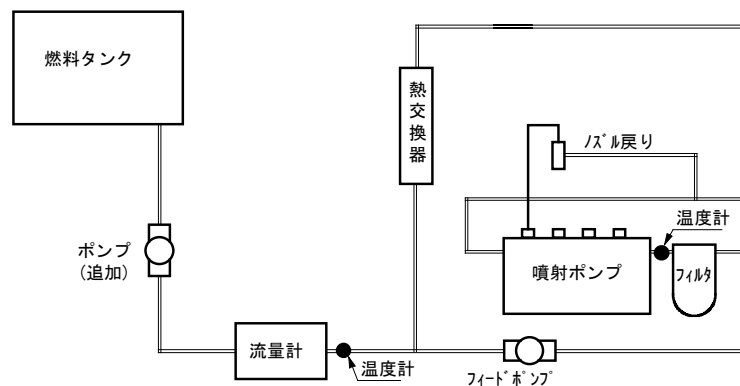


図 1 直接消費流量測定方法の例

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。

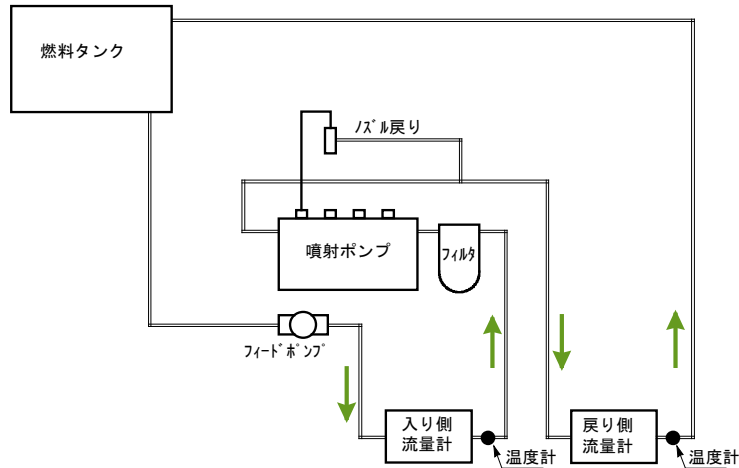


図2 エンジンへの入り側と戻り側の流量測定方法の例

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。

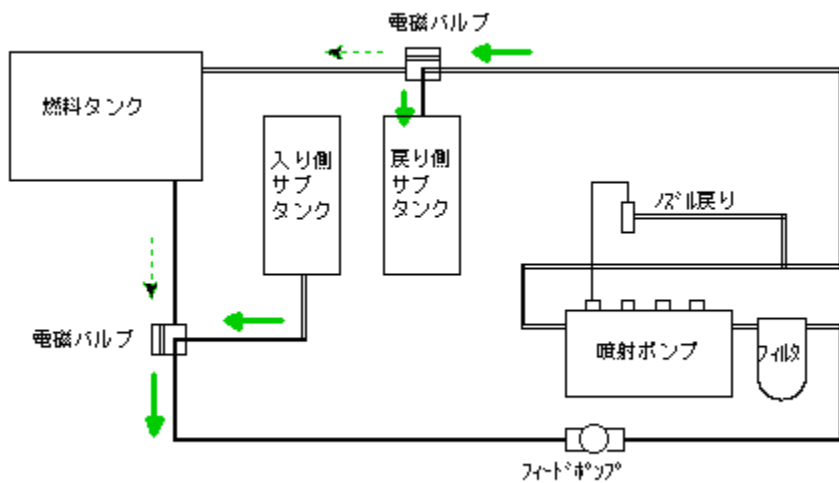


図3 サブタンクを用いた燃料消費流量測定方法の例

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し、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。

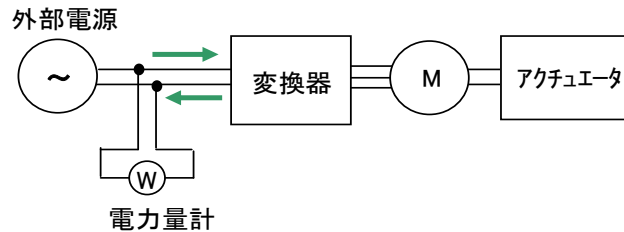


図 4 電力量計を用いた外部電力消費量測定方法の例

なお、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 5 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。充電器の効率及び蓄電装置への充電電力量を測定する際には充電モニタ位置の電力量を測定すれば良い。

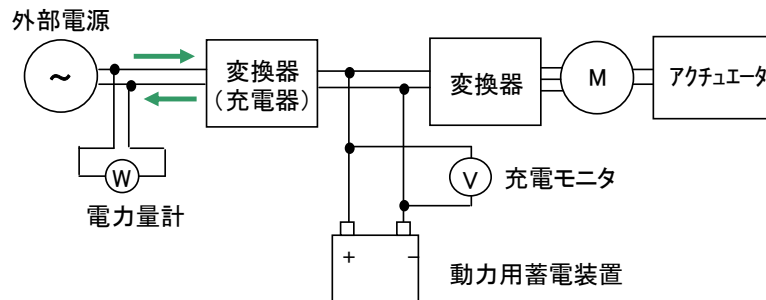


図 5 蓄電装置の電力を用いる機械の電力量計を用いた外部電力消費量測定方法の例

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 6 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。

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

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_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)

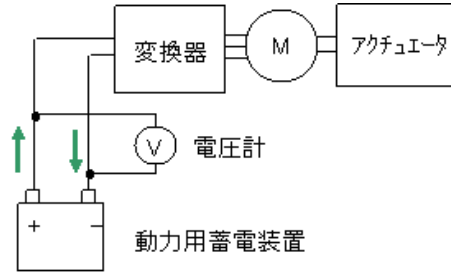


図6 電圧計を用いた蓄電装置のエネルギー変化量測定方法の例

b) 電流計と電圧計を用いた測定方法

図7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)
 - 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てもよい。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 : サンプルング周期 (s) $T_s \leq 100\text{ms}$

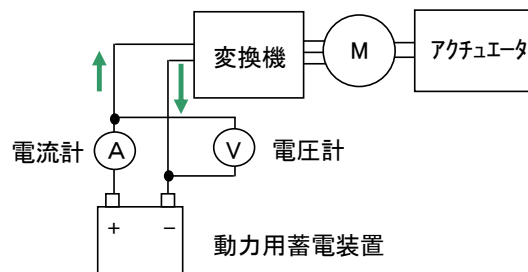


図7 電流計と電圧計を用いた蓄電装置のエネルギー変化量測定方法の例

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

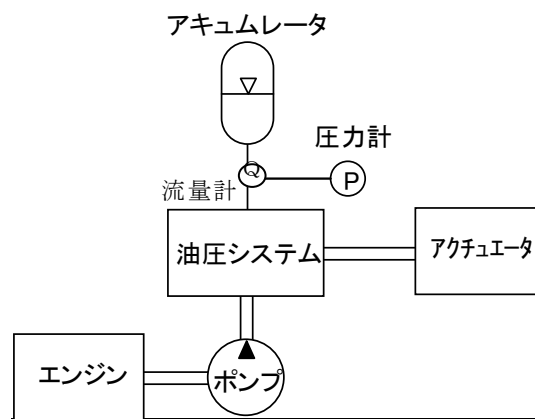
エネルギー蓄積装置が油圧の場合は、その蓄圧消費量を圧力計及び流量計で測定する方法の例を示す。試験中に消費した圧力値と流量値との積算を記録しアキュムレータのエネルギー変化量を算出する。

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。

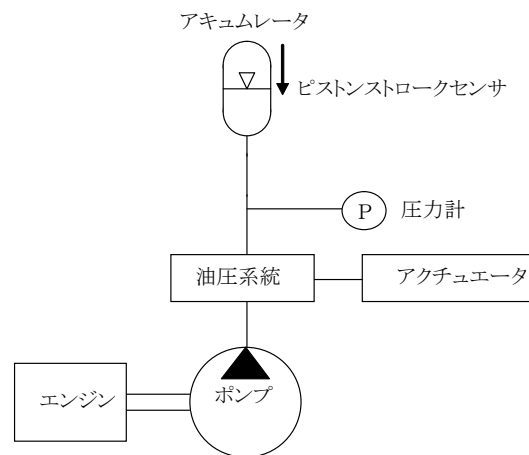
$$E = \frac{\sum (P(t) \times Q(t) \times T_s)}{3600 \times \eta_a} \dots\dots\dots (6)$$

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)
 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 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 8 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

簡条 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

7.1 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、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)
 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。

充電器の充電効率 η は、図 5 から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。

8.4 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、7.2 a), 7.2 b), 又は 7.2 c) で測定し式 (4), 又は式 (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。

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

$$3600$$

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 : 7.2 a) の式 (4), 7.2 b) の式 (5) 又は 7.2 c) 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 : 5.2 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 f) 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 $A_1 \sim A_6$ とその時間 $R_1 \sim R_6$ 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_A : 巻き上げ・下げ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_A : 巻き上げ・下げ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_B : ブーム起伏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_B : ブーム起伏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_C : 旋回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_C : 旋回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_D : ブーム起伏・巻き上げ下げ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_D : ブーム起伏・巻き上げ下げ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_E : 旋回・巻き上げ下げ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_E : 旋回・巻き上げ下げ試験後の蓄積エネルギー復帰に掛かる待機運転時間 (s)

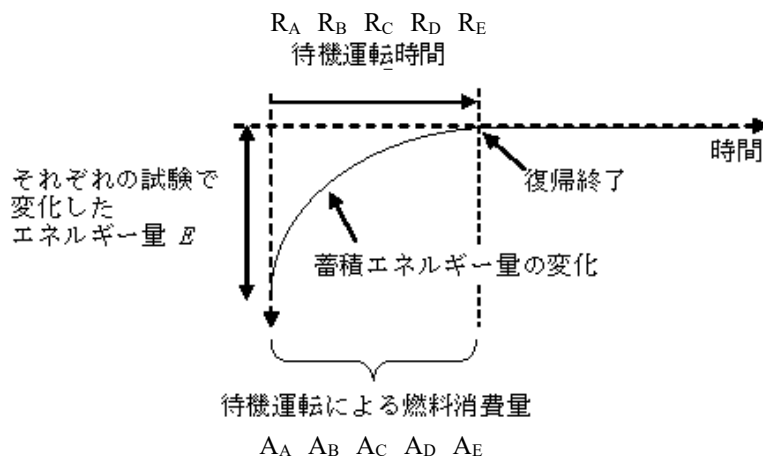


図9 エネルギー蓄積装置のエネルギー（量）復帰状態の例

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 11 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。

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

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 10, 図 11 参照）。

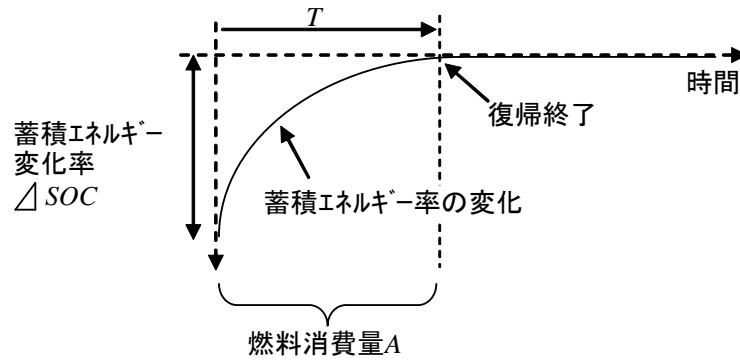


図 10 エネルギー蓄積装置のエネルギー（率）復帰状態の例

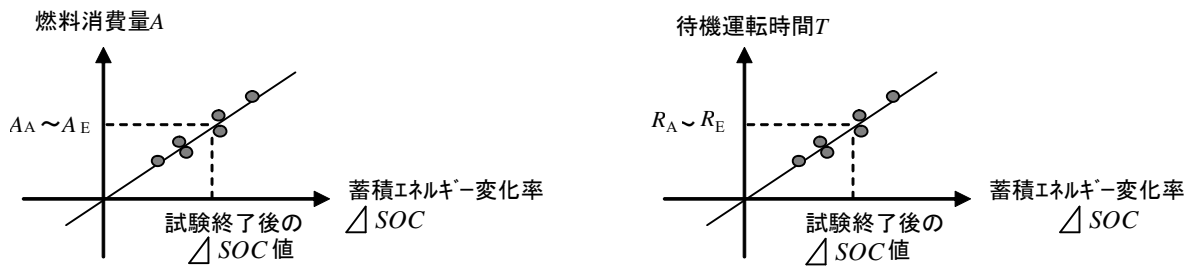


図 11 エネルギー蓄積装置のエネルギー復帰に要する燃料消費量特性及び待機運転時間特性

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、箇条 4 の f) 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 ΔSOC に対し、そのエネルギー復帰に要する燃料消費量 $A_A \sim A_E$ 及び復帰にかかる待機運転時間 $R_A \sim R_E$ を図 11 の燃料消費量特性と待機運転時間特性とから求める。

A_A ：巻き上げ・下げ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_A ：巻き上げ・下げ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_B ：ブーム起伏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_B ：ブーム起伏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_C ：旋回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_C ：旋回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_D ：ブーム起伏・巻き上げ下げ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_D ：ブーム起伏・巻き上げ下げ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_E ：旋回・巻き上げ下げ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_E ：旋回・巻き上げ下げ試験後の蓄積エネルギー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 巻き上げ下げ試験

9.1.1 試験条件

試験は、次の状態で行う。

- a) **試験車の設置** 十分な耐力を有する舗装面または締め固められた地面に、アウトリガを最大に張出し、試験車を水平に設置する。
- b) **使用フック及び吊り荷** 補巻フックを使用する。吊り荷は、吊り具等を含めそれらを吊ったとき許容荷重の 1/2 になる質量を 100 kg 刻みで丸めた質量のもの（許容範囲±10kg）とする。なお、丸めた質量が所定の試験条件姿勢において定格総荷重の 80% を超える場合には、定格総荷重の 80% になる質量（許容範囲±10kg）とする。
- c) **吊り方向** 吊り方向は、車両前方正面方向とする。
- d) **ブームの状態** ブームは、全ての段を伸ばしモニタ表示角度 70 度に設定する。
- e) **巻き下げ速度の切り替え** 速度の切り替えがある場合は標準とする。
- f) **エンジン又は電動機の回転速度** エンジン又は電動機は最高回転速度とする。
- g) **上下移動距離** 試験姿勢における最大揚程の 2/3 を 5m 刻みで丸めた数値を上下移動距離 H とする。ただし、試験姿勢における最大揚程は、ブームのたわみ等を含まない製造者が定める公称値とする。
- h) **最長試験時間** 目標試験時間 T_A を次のとおり算出し、得られた数値を整数に丸めた値を最長試験時間とする。巻き上げ速度 v_{A2} と巻き下げ速度 v_{A6} は、試験と同じ条件で事前に確認する。

$$T_A = t_{A1} + t_{A2} + t_{A3} + t_{A4} + t_{A5} + t_{A6} + t_{A7}$$

t_{A1} : 巻き上げ加速操作時間 (s)

$$t_{A1} = 3.3332 v_{A2}^{0.09}$$

v_{A2} : 巻き上げ速度 (m/s)

t_{A2} : 巻き上げフル操作時間 (s)

$$t_{A2} = (H - v_{A1} \cdot t_{A1} - v_{A3} \cdot t_{A3}) / v_{A2}$$

v_{A1} : 加速操作平均巻き上げ速度 (m/s)

$$v_{A1} = 0.4378 v_{A2}^{0.8473}$$

v_{A3} : 減速操作平均巻き上げ速度 (m/s)

$$v_{A3} = 0.4758 v_{A2}^{0.9249}$$

t_{A3} : 巻き上げ減速操作時間 (s)

$$t_{A3} = 2.4445 v_{A2}^{0.102}$$

t_{A4} : 荷揺れ待ち時間 (s)

$$t_{A4} = 1.239 v_{A2}^{0.166}$$

t_{A5} : 巻き下げ加速操作時間 (s)

$$t_{A5} = 2.8971 v_{A6}^{0.117}$$

v_{A6} : 巻き下げ速度 (m/s)

t_{A6} : 巻き下げフル操作時間 (s)

$$t_{A6} = (H - v_{A5} \cdot t_{A5} - v_{A7} \cdot t_{A7}) / v_{A6}$$

v_{A5} : 加速操作平均巻き下げ速度 (m/s)

$$v_{A5} = 0.577 v_{A6}^{0.9158}$$

v_{A7} : 減速操作平均巻き下げ速度 (m/s)

$$v_{A7} = 0.4215 v_{A6}^{0.8994}$$

t_{A7} : 巻き下げ減速操作時間 (s)

$$t_{A7} = 2.9968 v_{A6}^{0.193}$$

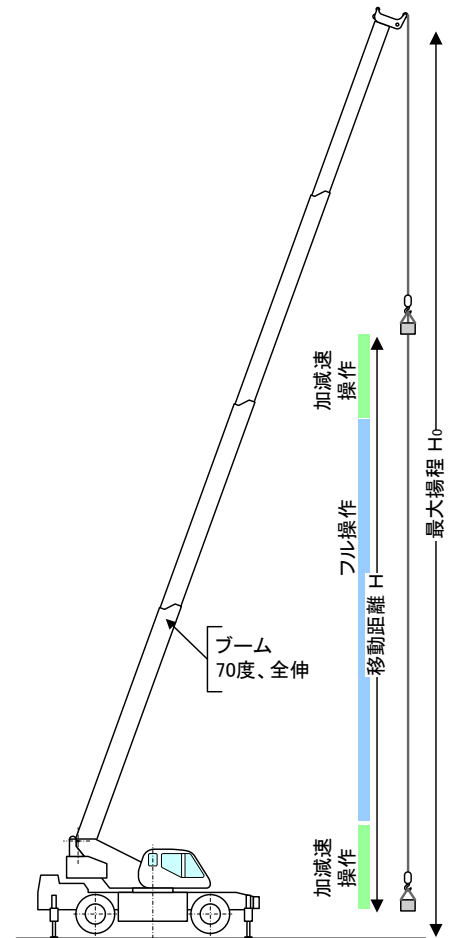
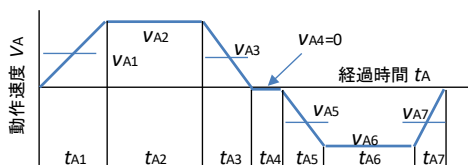


図 12 巻き上げ下げ試験の方法



t_{A1} 巻き上げ加速操作時間
 t_{A2} 巻き上げフル操作時間
 t_{A3} 巻き上げ減速操作時間
 t_{A4} 荷揺れ待ち時間
 t_{A5} 巻き下げ加速操作時間
 t_{A6} 巻き下げフル操作時間
 t_{A7} 巻き下げ減速操作時間

v_{A1} 巻き上げ加速操作平均上げ速度
 v_{A2} 巻き上げフル操作平均上げ速度
 v_{A3} 巻き上げ減速操作平均上げ速度
 v_{A4} 荷揺れ待ち平均上げ速度(0)
 v_{A5} 巻き下げ加速操作平均下げ速度
 v_{A6} 巻き下げフル操作平均下げ速度
 v_{A7} 巻き下げ減速操作平均下げ速度

図 13 巻き上げ下げ試験の時間構成

9.1.2 試験動作

試験は、荷を試験開始高さに設定した後、最長試験時間内に収まるように b) の①～⑦の操作を行う。

a) 試験開始の荷の高さ 荷の底面を地上約 1m に設定する。

b) 試験操作

- ① [t_{A1} 区間] : 加速しながら荷を上げる。
- ② [t_{A2} 区間] : フル操作(レバーストローク最大)で荷を上げる。
- ③ [t_{A3} 区間] : 減速しながら目標高さ(図 12 の移動距離 H の上端)まで荷を上げて停止する。

目標高さに合わせるための方法は、試験車のモニタの利用や確認用ロープに目印を付けるなど何れの方法を用いてもよいが、モニタの分解能は 50cm 以下とする。停止位置の許容範囲は目標高さ ± 50 cm とする。

- ④ [t_{A4} 区間]：目標高さでの停止時間は任意とする。
- ⑤ [t_{A5} 区間]：加速しながら荷を下げる。
- ⑥ [t_{A6} 区間]：フル操作(レバーストローク最大)で荷を下げる。
- ⑦ [t_{A7} 区間]：減速しながら試験開始高さまで荷を下げて停止する。

停止高さの許容範囲は±50cm とする。

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

9.1.2b)の①～⑦までの試験操作を1回行い、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。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の所要時間が最短と最長を除いた3回を試験結果として付表1に記録する。時間当たり燃料消費量は、式(10)によって算出する。

$$F_A = q/t \times 3.6 \dots\dots\dots (10)$$

ここに、 F_A ：巻き上げ下げの時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 q ：燃料消費量 (g)
 t ：所要時間 (s)

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_A (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_A を図11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_A も図11から求め記録しておく。

b) 電気エネルギー駆動形機械

9.1.2b)の①～⑦までの試験操作を1回行い、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の所要時間が最短と最長を除いた3回を試験結果として付表2に記録する。時間当たり電力消費量は、式(11)によって算出する。

$$W_A = w/t \times 3.6 \dots\dots\dots (11)$$

ここに、 W_A ：巻き上げ下げの時間当たり電力消費量 (kW)
 w ：電力消費量 (Wh)
 t ：所要時間 (s)

9.2 ブーム起伏試験

9.2.1 試験条件

試験は、次の状態で行う。

- a) **試験車の設置** 十分な耐力を有する舗装面または締め固められた地面に、アウトリガを最大に張出し、試験車を水平に設置する。
- b) **使用フック及び吊り荷** 補巻フックを使用する。吊り荷は、吊り具等を含めそれらを吊ったとき許容荷重の 1/2 になる質量を 100 kg 刻みで丸めた質量のもの（許容範囲±10kg）とする。なお、丸めた質量が所定の試験条件姿勢においてブーム起伏角度 60 度の定格総荷重の 80% を超える場合には、ブーム起伏角度 60 度の定格総荷重の 80% になる質量（許容範囲±10kg）とする。
- c) **吊り方向** 吊り方向は、車両前方面面方向とする。
- d) **ブームの状態** ブームは、全ての段を伸ばした状態とする。
- e) **エンジン又は電動機の回転速度** エンジン又は電動機は最低回転速度とする。
- f) **ブーム角度** 試験開始 60 度～最大起こし 70 度、起伏角度 $\theta=10$ 度とする。

g) **最長試験時間** 目標試験時間 T_B を次のとおり算出し、得られた数値を整数に丸めた値を最長試験時間とする。起こし速度 v_{B2} と伏せ速度 v_{B6} は、試験と同じ条件で事前に確認する。

$$T_B = t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} + t_{B5} + t_{B6} + t_{B7}$$

t_{B1} : 起こし加速操作時間 (s)

$$t_{B1} = 5.21$$

t_{B2} : 起こしフル操作時間 (s)

$$t_{B2} = (\theta - v_{B1} \cdot t_{B1} - v_{B3} \cdot t_{B3}) / v_{B2}$$

θ : 起伏角度 (10 度)

v_{B1} : 加速操作平均起こし速度 (度/s)

$$v_{B1} = 0.6582 v_{B2} - 0.0952$$

v_{B2} : 起こし速度 (度/s)

v_{B3} : 減速操作平均起こし速度 (度/s)

$$v_{B3} = 0.4706 v_{B2}^{0.9304}$$

t_{B3} : 起こし減速操作時間 (s)

$$t_{B3} = 1.0168 v_{B2} + 3.419$$

t_{B4} : 荷揺れ待ち時間 (s)

$$t_{B4} = 2.52$$

t_{B5} : 伏せ加速操作時間 (s)

$$t_{B5} = 4.48$$

t_{B6} : 伏せフル全操作時間 (s)

$$t_{B6} = (\theta - v_{B5} \cdot t_{B5} - v_{B7} \cdot t_{B7}) / v_{B6}$$

v_{B5} : 加速操作平均伏せ速度 (度/s)

$$v_{B5} = 0.3575 v_{B6} + 0.1411$$

v_{B6} : 伏せ速度 (度/s)

v_{B7} : 減速操作平均伏せ速度 (度/s)

$$v_{B7} = 0.3915 v_{B6} + 0.0257$$

t_{B7} : 伏せ減速操作時間 (s)

$$t_{B7} = 4.7613 v_{B6}^{0.405}$$

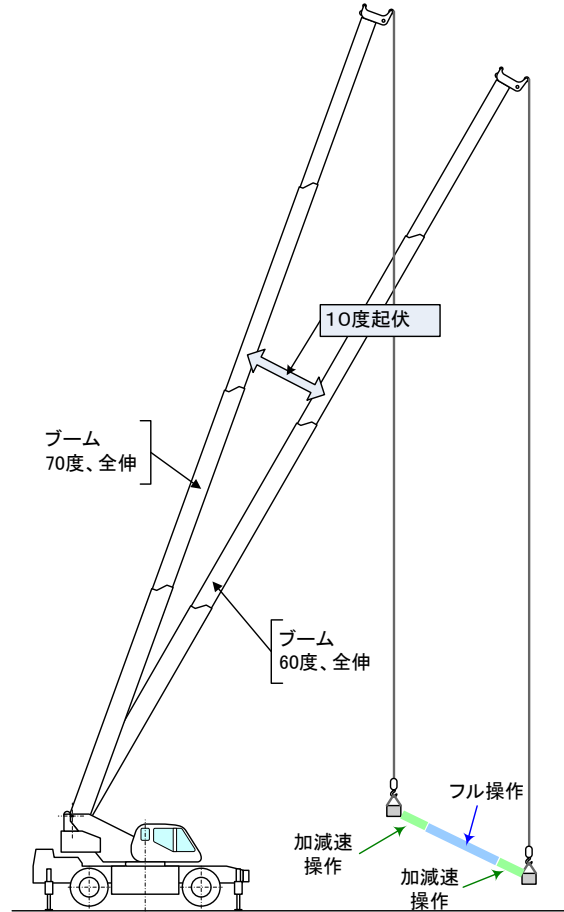
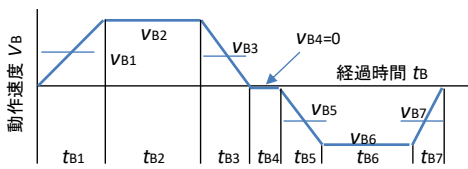


図 14 ブーム起伏試験の方法



t_{B1} 起こし加速操作時間
 t_{B2} 起こしフル操作時間
 t_{B3} 起こし減速操作時間
 t_{B4} 荷揺れ待ち時間
 t_{B5} 伏せ加速操作時間
 t_{B6} 伏せフル操作時間
 t_{B7} 伏せ減速操作時間

v_{B1} 起こし加速操作平均起こし速度
 v_{B2} 起こしフル操作平均起こし速度
 v_{B3} 起こし減速操作平均起こし速度
 v_{B4} 荷揺れ待ち平均起こし速度(0)
 v_{B5} 伏せ加速操作平均伏せ速度
 v_{B6} 伏せフル操作平均伏せ速度
 v_{B7} 伏せ減速操作平均伏せ速度

図 15 ブーム起伏試験の時間構成

9.2.2 試験動作

試験は、荷を試験開始高さに設定した後、最長試験時間内に収まるように b) の①～⑦の操作を行う。

a) **試験開始の荷の高さ** 荷の底面を地上約 1m に設定する。

b) 試験操作

- ① [t_{B1} 区間] : 加速しながらブームを起こす。
- ② [t_{B2} 区間] : フル操作(レバーストローク最大)でブームを起こす。
- ③ [t_{B3} 区間] : 減速しながら最大起こし角度までブームを起こして停止する。

ブーム角度を合わせるための方法は、試験車のモニタの利用や確認用ロープに目印を付けるなど何れの方法を用いてもよいが、モニタの分解能は0.5度以下とする。停止角度の許容範囲は目標角度±1度とする。

- ④ [t_{B4} 区間] : 最大起こし角度での停止時間は任意とする。
- ⑤ [t_{B5} 区間] : 加速しながらブームを伏せる。
- ⑥ [t_{B6} 区間] : フル操作(レバーストローク最大)でブームを伏せる。
- ⑦ [t_{B7} 区間] : 減速しながら試験開始角度までブームを伏せて停止する。

停止角度の許容範囲は試験開始角度±1度とする。

9.2.3 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

9.2.2b)の①～⑦までの試験操作を1回行い、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。ハイブリッド形機械は、9.2.2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、9.2.2の所要時間が最短と最長を除いた3回を試験結果として付表1に記録する。時間当たり燃料消費量は、式(12)によって算出する。

$$F_B = q/t \times 3.6 \quad \dots\dots\dots (12)$$

ここに、
 F_B : ブーム起伏の時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 q : 燃料消費量 (g)
 t : 所要時間 (s)

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_B (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_B を図11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_B も図11から求め記録しておく。

b) 電気エネルギー駆動形機械

9.2.2b)の①～⑦までの試験操作を1回行い、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、9.2.2の所要時間が最短と最長を除いた3回を試験結果として付表2に記録する。時間当たり電力消費量は、式(13)によって算出する。

$$W_B = w/t \times 3.6 \quad \dots\dots\dots (13)$$

ここに、
 W_B : ブーム起伏の時間当たり電力消費量 (kW)
 w : 電力消費量 (Wh)
 t : 所要時間 (s)

9.3 旋回試験

9.3.1 試験条件

試験は、次の状態で行う。

- a) **試験車の設置** 十分な耐力を有する舗装面または締め固められた地面に、アウトリガを最大に張出し、試験車を水平に設置する。
- b) **使用フック及び吊り荷** 補巻フックを使用する。吊り荷は、吊り具等を含めそれらを吊ったとき許容荷重の 1/2 になる質量を 100 kg 刻みで丸めた質量のもの（許容範囲±10kg）とする。なお、丸めた質量が所定の試験条件姿勢において定格総荷重の 80% を超える場合には、定格総荷重の 80% になる質量（許容範囲±10kg）とする。
- c) **吊り方向** 試験開始時の吊り方向は、車両前方正面方向とする。
- d) **ブームの状態** ブームは、全ての段を伸ばし 70 度に設定する。
- e) **エンジン又は電動機の回転速度** エンジン又は電動機は最低回転速度とする。
- f) **旋回角度** 試験開始 0 度（前方正面）～右旋回 90 度、旋回角度 $\alpha=90$ 度とする。
- g) **最長試験時間** 目標試験時間 t_c を次のとおり算出し、得られた数値を整数に丸めた値を最長試験時間とする。右旋回速度 v_{c2} と左旋回速度 v_{c6} は、試験と同じ条件で事前に確認する。

$$T_c = t_{c1} + t_{c2} + t_{c3} + t_{c4} + t_{c5} + t_{c6} + t_{c7}$$

t_{c1} : 旋回加速操作時間 (s)

$$t_{c1} = 8.91$$

t_{c2} : 旋回フル操作時間 (s)

$$t_{c2} = (\alpha - v_{c1} \cdot t_{c1} - v_{c3} \cdot t_{c3}) / v_{c2}$$

α : 旋回角度 (90度)

v_{c1} : 加速操作平均旋回速度 (度/s)

$$v_{c1} = 0.8159 v_{c2} - 1.6207$$

v_{c2} : 旋回速度 (度/s)

v_{c3} : 減速操作平均旋回速度 (度/s)

$$v_{c3} = 0.4459 v_{c2}^{1.103}$$

t_{c3} : 旋回減速操作時間 (s)

$$t_{c3} = 6.40$$

t_{c4} : 荷揺れ待ち時間 (s)

$$t_{c4} = 1.82$$

t_{c5} : 旋回(戻り)加速操作時間 (s)

$$t_{c5} = 6.27$$

v_{c6} : 旋回(戻り)速度 (度/s)

t_{c6} : 旋回(戻り)フル全操作時間 (s)

$$t_{c6} = (\alpha - v_{c5} \cdot t_{c5} - v_{c7} \cdot t_{c7}) / v_{c6}$$

v_{c5} : 加速操作平均旋回(戻り)速度 (度/s)

$$v_{c5} = 0.1476 v_{c6} + 2.5428$$

v_{c7} : 減速操作平均旋回(戻り)速度 (度/s)

$$v_{c7} = 0.2802 v_{c6}^{1.3289}$$

t_{c7} : 旋回(戻り)減速操作時間 (s)

$$t_{c7} = 9.70$$

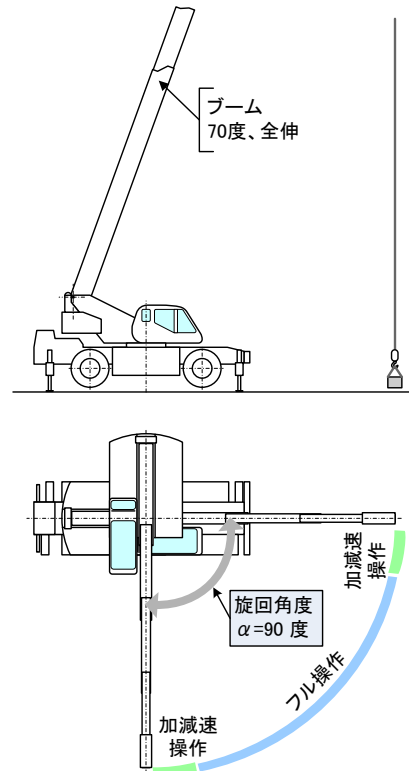
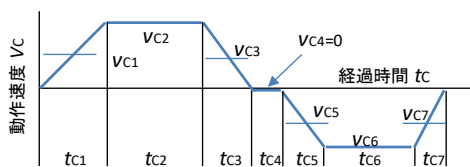


図 16 旋回試験の方法



t_{c1} 旋回加速操作時間
 t_{c2} 旋回フル操作時間
 t_{c3} 旋回減速操作時間
 t_{c4} 荷揺れ待ち時間
 t_{c5} 旋回加速操作時間
 t_{c6} 旋回フル操作時間
 t_{c7} 旋回減速操作時間

v_{c1} 旋回加速操作平均旋回速度
 v_{c2} 旋回フル操作平均旋回速度
 v_{c3} 旋回減速操作平均旋回速度
 v_{c4} 荷揺れ待ち平均旋回速度(0)
 v_{c5} 旋回加速操作平均旋回速度
 v_{c6} 旋回フル操作平均旋回速度
 v_{c7} 旋回減速操作平均旋回速度

図 17 旋回試験の時間構成

9.3.2 試験動作

試験は、荷を試験開始高さに設定した後、最長試験時間内に収まるように b)の①～⑦の操作を行う。

a) 試験開始の荷の高さ 荷を地切り状態(高さは任意)にする。

b) 試験操作

① [t_{c1} 区間] : 加速しながら右旋回する。

② [t_{c2} 区間] : フル操作(レバーストローク最大)で右旋回する。

- ③ [t_{c3} 区間] : 減速しながら 90 度まで右旋回して停止する。
旋回角度を合わせるための方法は、試験車のモニタの利用や旋回角度位置への目印設置など何れの方法を用いてもよいが、モニタの分解能は 1 度以下とする。停止角度の許容範囲は目標角度 ± 2 度とする。
- ④ [t_{c4} 区間] : 90 度旋回位置での停止時間は任意とする。
- ⑤ [t_{c5} 区間] : 加速しながら左旋回する。
- ⑥ [t_{c6} 区間] : フル操作(レバーストローク最大)で左旋回する。
- ⑦ [t_{c7} 区間] : 減速しながら試験開始角度まで左旋回して停止する。
停止角度の許容範囲は試験開始角度 ± 2 度とする。

9.3.3 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

9.3.2b) の①～⑦までの試験操作を 1 回行い、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。ハイブリッド形機械は、9.3.2 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、9.3.2 の所要時間が最短と最長を除いた 3 回を試験結果として付表 1 に記録する。時間当たり燃料消費量は、式(14)によって算出する。

$$F_c = q/t \times 3.6 \quad \dots\dots\dots (14)$$

ここに、
 F_c : 旋回の時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 q : 燃料消費量 (g)
 t : 所要時間 (s)

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_c (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_c を図 11 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_c も図 11 から求め記録しておく。

b) 電気エネルギー駆動形機械

9.3.2b) の①～⑦までの試験操作を 1 回行い、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、9.3.2 の所要時間が最短と最長を除いた 3 回を試験結果として付表 2 に記録する。時間当たり電力消費量は、式(15)によって算出する。

$$W_c = w/t \times 3.6 \quad \dots\dots\dots (15)$$

ここに、
 W_c : 旋回の時間当たり電力消費量 (kW)
 w : 電力消費量 (Wh)
 t : 所要時間 (s)

9.4 ブーム起伏・巻き上げ下げ試験

9.4.1 試験条件

試験は、次の状態で行う。

- a) **試験車の設置** 十分な耐力を有する舗装面または締め固められた地面に、アウトリガを最大に張出し、試験車を水平に設置する。
- b) **使用フック及び吊り荷** 補巻フックを使用する。吊り荷は、吊り具等を含めそれらを吊ったとき許容荷重の 1/2 になる質量を 100 kg 刻みで丸めた質量のもの（許容範囲±10kg）とする。なお、丸めた質量が所定の試験条件姿勢においてブーム起伏角度 60 度の定格総荷重の 80% を超える場合には、ブーム起伏角度 60 度の定格総荷重の 80% になる質量（許容範囲±10kg）とする。
- c) **吊り方向** 吊り方向は、車両前方面面方向とする。
- d) **ブームの状態** ブームは、全ての段を伸ばした状態とする。
- e) **エンジン又は電動機の回転速度** エンジン又は電動機は製造者が定める作業時の無負荷最高回転速度の 75% とする。
- f) **ブーム角度** 試験開始 60 度とする。
- g) **荷の水平移動距離** ブーム角度を 60 度から 70 度に変えたときの荷の水平移動距離 L_0 を次のとおり算出し、得られた数値を 0.5m 刻みで丸めた値を水平移動距離とする。

$$L_D = L_{D1} - L_{D2}$$

L_{D1} : ブーム角度 60 度 (θ_1) のブームフットピン・ブーム先端間水平距離 (m)

$$L_{D1} = B \cos \theta_1$$

B : ブームフットピン・ブーム先端間距離 (m) 仕様値とする。

L_{D2} : ブーム角度 70 度 (θ_2) のブームフットピン・ブーム先端間水平距離 (m)

$$L_{D2} = B \cos \theta_2$$

h) 最長試験時間 50 s とする。

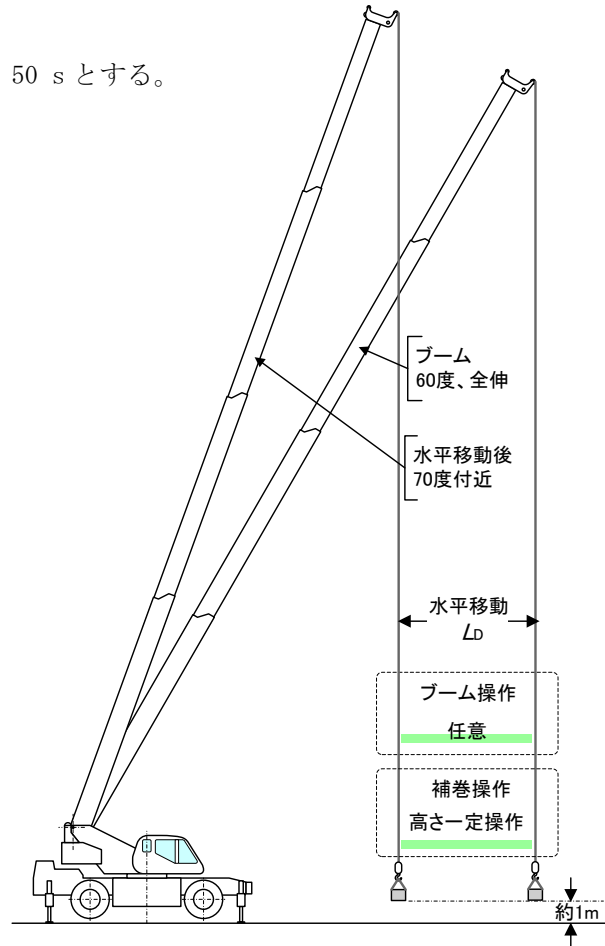


図 18 ブーム起伏・巻き上げ下げ試験の方法

9.4.2 試験動作

試験は、荷を試験開始高さに設定した後、最長試験時間内に収まるように b) の①～③の操作を行う。

a) 試験開始の荷の高さ 試験条件の姿勢をとったのち、荷の底面を地上約 1m に設定する。

b) 試験操作

① ブーム起こし： 荷の高さを補巻きの上下操作で一定にしながらブームを起こすことで荷を L_D 水平移動する。

水平移動距離を合わせるための方法は、試験車のモニタ（ブーム角度）の利用や確認用の目印を付けるなど何れの方法を用いてもよいが、モニタの分解能は 0.5m 以下とする。停止位置の許容範囲は目標距離 $\pm 0.5m$ とする。

上下方向の許容範囲は $\pm 0.5m$ とする。

荷の高さを一定に維持する操作を行うため、荷の側方に一定高さのロープを配置するなど目標を設置する。

- ② 停止時間： ブーム起こし位置での停止時間は任意とする。
- ③ ブーム伏せ： 荷の高さを補巻きの上下操作で一定にしながらブームを伏せることで荷を試験開始位置に水平移動する。
 停止位置の許容範囲は距離±0.5mとする。
 上下方向の許容範囲は±0.5mとする。

9.4.3 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

9.4.2b)の①～③までの試験操作を1回行い、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。ハイブリッド形機械は、9.4.2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、9.4.2の所要時間が最短と最長を除いた3回を試験結果として付表1に記録する。時間当たり燃料消費量は、式(16)によって算出する。

$$R_b = q/t \times 3.6 \quad \dots\dots\dots (16)$$

ここに、
 R_b ：ブーム起伏・巻き上げ下げの時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 q ：燃料消費量 (g)
 t ：所要時間 (s)

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_b (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_b を図11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_b も図11から求め記録しておく。

b) 電気エネルギー駆動形機械

9.4.2b)の①～③までの試験操作を1回行い、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、9.4.2の所要時間が最短と最長を除いた3回を試験結果として付表2に記録する。時間当たり電力消費量は、式(17)によって算出する。

$$R_b = w/t \times 3.6 \quad \dots\dots\dots (17)$$

ここに、
 R_b ：ブーム起伏・巻き上げ下げの時間当たり電力消費量 (kW)
 w ：電力消費量 (Wh)
 t ：所要時間 (s)

9.5 旋回・巻き上げ下げ試験

9.5.1 試験条件

試験は、次の状態で行う。

- a) **試験車の設置** 十分な耐力を有する舗装面または締め固められた地面に、アウトリガを最大に張出し、試験車を水平に設置する。
- b) **使用フック及び吊り荷** 補巻フックを使用する。吊り荷は、吊り具等を含めそれらを吊ったとき許容荷重の 1/2 になる質量を 100 kg 刻みで丸めた質量のもの（許容範囲±10kg）とする。なお、丸めた質量が所定の試験条件姿勢において定格総荷重の 80% を超える場合には、定格総荷重の 80% になる質量（許容範囲±10kg）とする。
- c) **吊り方向** 試験開始時の吊り方向は、車両前方正面方向とする。
- d) **ブームの状態** ブームは、全ての段を伸ばし 70 度に設定する。
- e) **エンジン又は電動機の回転速度** エンジン又は電動機は最低回転速度とする。
- f) **旋回角度** 試験開始 0 度（前方正面）～右旋回 90 度、旋回角度 90 度とする。
- g) **上下移動距離** 7m とする。
- h) **最長試験時間** 9.3 旋回試験の最長試験時間とする。

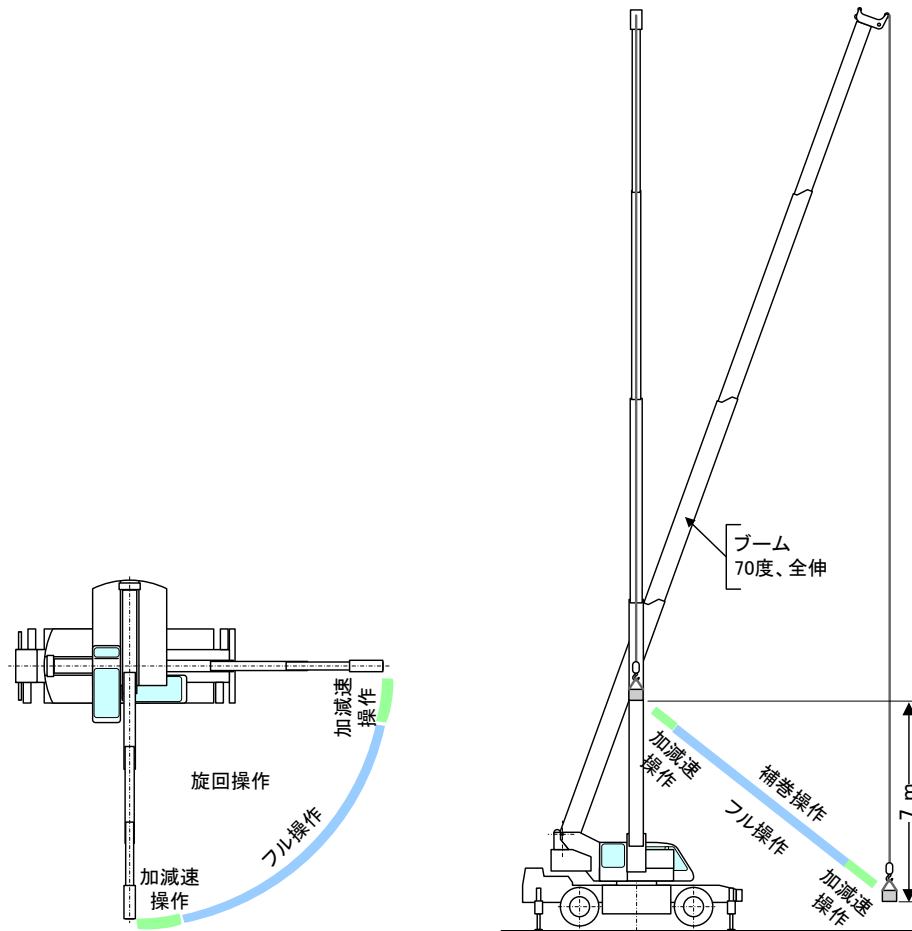


図 19 旋回・巻き上げ下げ試験の方法

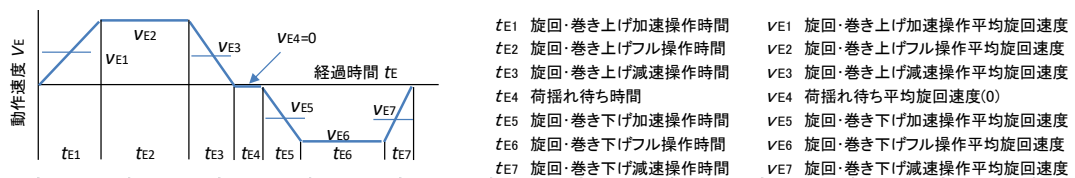


図 20 旋回・巻き上げ下げ試験の時間構成

9.5.2 試験動作

試験は、荷を試験開始高さに設定した後、最長試験時間内に収まるように b)の①～⑦の操作を行う。

a) 試験開始の荷の高さ 荷の底面を地上約 1m に設定する。

b) 試験操作

以下の旋回操作と巻き上げ下げ操作は、何れの場合も同時に操作を行う必要はない。

- ① [t_{E1} 区間]：加速しながら右旋回するとともに加速しながら荷を上げる。
- ② [t_{E2} 区間]：フル操作(レバーストローク最大)で右旋回するとともにフル操作で荷を上げる。
- ③ [t_{E3} 区間]：減速しながら 90 度まで右旋回して停止するとともに減速しながら目標高さまで荷を上げて停止する。

旋回角度を合わせるための方法は、試験車のモニタの利用や旋回角度位置への目印

設置など何れの方法を用いてもよいが、モニタの分解能は 1 度以下とする。停止角度の許容範囲は目標角度±2度とする。

目標高さに合わせるための方法は、試験車のモニタの利用や確認用ロープに目印を付けるなど何れの方法を用いてもよいが、モニタの分解能は 50cm 以下とする。停止位置の許容範囲は目標高さ±50cm とする。

- ④ [t_{E4} 区間] : 90 度旋回・目標高さでの停止時間は任意とする。
- ⑤ [t_{E5} 区間] : 加速しながら左旋回するとともに加速しながら荷を下げる。
- ⑥ [t_{E6} 区間] : フル操作(レバーストローク最大)で左旋回するとともにフル操作で荷を下げる。
- ⑦ [t_{E7} 区間] : 減速しながら試験開始角度まで左旋回して停止するとともに減速しながら試験開始高さまで荷を下げて停止する。

停止角度の許容範囲は試験開始角度±5 度とする。停止高さの許容範囲は±50cm とする。

9.5.3 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

9.5.2b)の①～⑦までの試験操作を 1 回行い、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。ハイブリッド形機械は、9.5.2 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、9.5.2 の所要時間が最短と最長を除いた 3 回を試験結果として付表 1 に記録する。時間当たり燃料消費量は、式(18)によって算出する。

$$F_E = q/t \times 3.6 \quad \dots\dots\dots (18)$$

ここに、
 F_E : 旋回・巻き上げ下げの時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 q : 燃料消費量 (g)
 t : 所要時間 (s)

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_E (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_E を図 11 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_E も図 11 から求め記録しておく。

b) 電気エネルギー駆動形機械

9.5.2b)の①～⑦までの試験操作を 1 回行い、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、9.5.2 の所要時間が最短と最長を除いた 3 回を試験結果として付表 2 に記録する。時間当たり電力消費量は、式(19)によって算出する。

$$W_E = w/t \times 3.6 \quad \dots\dots\dots (19)$$

ここに、
 W_E : 旋回・巻き上げ下げの時間当たり電力消費量 (kW)
 w : 電力消費量 (Wh)
 t : 所要時間 (s)

9.6 待機試験

9.6.1 試験条件

試験は、次の状態で行う。

- a) エンジン又は電動機の回転速度 エンジン又は電動機は作業状態の最低回転速度とする。
- b) 測定時間 600 s 以上とする。なお、ハイブリッド形機械においてエネルギー蓄積装置のSOC回復運転を周期的に行う機械にあつては、当該回復運転と非回復運転の時間構成比を保った600s以上の測定時間とする。

9.6.2 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

9.6.1の試験を1回行い燃料消費量と所要時間を測定し、その結果を付表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。

$$F_F = q/t \times 3.6 \dots\dots\dots (20)$$

ここに、 F_F ：待機の時間当たり燃料消費量 (kg/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

9.6.1試験を1回行い電力消費量と所要時間を測定し、その結果を付表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。

$$W_F = w/t \times 3.6 \dots\dots\dots (21)$$

ここに、 W_F ：待機の時間当たり電力消費量 (kW)
 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) 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) 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。
- d) 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。
- e) 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。
- f) 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 往復動内燃機関一排气排出物測定一第1部：ガス状排出物及び粒子状排出物の台上測定

付表1 燃料エネルギー駆動形及びハイブリッド形ラフテレーンクレーンの作業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 _____
 機械形式 (例) 燃料エネルギー駆動形 ハイブリッド形 _____
 定格出力 _____ kW / _____ min⁻¹ 作業時エンジン無負荷最高回転速度 _____ min⁻¹
 最大吊り質量 _____ kg × _____ m (本掛) 補巻許容荷重 _____ kg 試験吊り荷質量 _____ kg
 試験ブーム長 _____ m ブーム角度 70 度補巻最大揚程 (公称値) _____ m
 燃料流量測定装置 測定方式 _____ 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 _____ (15°C) 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。)

(1) 巻き上げ下げ試験 上下移動距離 H _____ m 最長試験時間 _____ s

試験番号	所要時間 t_A (s)	巻き上下燃料消費量 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 F_A (kg/h)
			燃料消費量 A_1 (g)	所要時間 R_1 (s)		
1						
2						
3						
平均						

(2) ブーム起伏試験 最長試験時間 _____ s

試験番号	所要時間 t_B (s)	ブーム起伏燃料消費量 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 F_B (kg/h)
			燃料消費量 A_2 (g)	所要時間 R_2 (s)		
1						
2						
3						
平均						

(3) 旋回試験 最長試験時間 _____ s

試験番号	所要時間 t_C (s)	旋回燃料消費量 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 F_C (kg/h)
			燃料消費量 A_3 (g)	所要時間 R_3 (s)		
1						
2						
3						
平均						

(4) ブーム起伏・巻き上げ下げ試験 荷の水平移動距離 _____ m 設定エンジン回転速度 _____ min⁻¹

試験番号	所要時間 t_D (s)	ブーム起伏・巻き上下燃料消費量 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_4 (g)	時間当り燃料消費量 F_D (kg/h)
			燃料消費量 A_4 (g)	所要時間 R_4 (s)		
1						
2						
3						
平均						

(5) 旋回・巻き上げ下げ試験 最長試験時間 _____ s

試験番号	所要時間 t_E (s)	旋回・巻き上下燃料消費量 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_5 (g)	時間当り燃料消費量 F_E (kg/h)
			燃料消費量 A_5 (g)	所要時間 R_5 (s)		
1						
2						
3						
平均						

(6) 待機試験

所要時間 (s)	待機燃料消費量 q_0 (g)	時間当り燃料消費量 F_F (kg/h)

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

付表2 電気エネルギー駆動形ラフテレーンクレーンの作業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 (例) 電源ケーブル式 _____ バッテリー式 _____ 作業時電動機無負荷最高回転速度 _____ min⁻¹
 最大吊り質量 _____ kg × _____ m (本掛) 補巻許容荷重 _____ kg 試験吊り荷質量 _____ kg
 試験ブーム長 _____ m ブーム角度 70 度補巻最大揚程 (公称値) _____ m
 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 _____ °C 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) 巻き上げ下げ試験 上下移動距離 H _____ m 最長試験時間 _____ s

試験番号	所要時間 (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 W _A (kW)
1				
2				
3				
平均				

(2) ブーム起伏試験 最長試験時間 _____ s

試験番号	所要時間 (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 W _B (kW)
1				
2				
3				
平均				

(3) 旋回試験 最長試験時間 _____ s

試験番号	所要時間 (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 W _C (kW)
1				
2				
3				
平均				

(4) ブーム起伏・巻き上げ下げ試験 荷の水平移動距離 _____ m 設定電動機回転速度 _____ min⁻¹

試験番号	所要時間 (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 W _D (kW)
1				
2				
3				
平均				

(5) 旋回・巻き上げ下げ試験 最長試験時間 _____ s

試験番号	所要時間 (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 W _E (kW)
1				
2				
3				
平均				

(6) 待機試験

所要時間 (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 W _F (kW)

ラフテレーンクレーン作業エネルギー消費量試験方法 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，ラフテレーンクレーンの作業時の燃料消費量の比較，又は燃料消費改善技術の確認を目的に，燃料消費量の試験方法として制定したものである。

1.2 改正第2版の趣旨

試験条件にある使用フック及び吊り荷の質量について，試験時の安全性を考慮した質量となる試験条件に変更した。

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ラフテレーンクレーン及び電気エネルギー駆動形ラフテレーンクレーン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ため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 規格名称を“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。

1.3.2 各種技術についての用語を定義した。

1.3.3 電力消費量の測定方法についての規定を追加した。

1.3.4 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。

1.3.5 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。

なお，上記変更内容は，土工機械－エネルギー消費量試験方法－油圧ショベル（JCMAS H 020:2014）に倣った。

2 制定・改正の経緯

2.1 初版制定の経緯

この規格は、機械部会建築生産機械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）/貿易の技術的傷害に関する（TBT）協定の適正実施基準（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、国内製造各社が国内に供給するラフテレーンクレーン全 11 型式による試験を実施した。初年度（2014 年度）は、25t 吊り 3 型式を用いて試験項目や試験条件等の検討、ならびに運転員の違いによる変動の確認を行った。2015 年度は、13t, 16t, 20t, 35t, 70t 吊り各 1 型式を用いて規格素案の各クラスへの適用性を確認して不具合を修正し、更に残る 3 型式（13t, 50t, 80t 吊り各 1 型式）により問題なく適用できることを確認した。

現場毎に異なる多様なクレーン操作は、基本的なクレーン操作である荷の巻き上げ下げ、ブーム起伏、旋回の 3 種類のクレーン操作と、複合操作を模擬するブーム起伏・巻き上げ下げ、旋回・巻き上げ下げの 2 種類のクレーン操作で代表した。

燃料消費量の評価単位は、エネルギー効率の観点からは仕事量当たりの燃料消費量とすべきであるが、仕事量当たり燃料消費量はクレーン操作を素早く行った方が小さくなる傾向があり、試験において危険な操作を招く要因となるだけでなく機械の開発を高速化に誘導する可能性があるため時間当たり消費量で評価することにした。

2.2 改正第 2 版の経緯

従来の主巻と補巻を装備した 2 ウインチ仕様に対して、必要に応じて主巻フックと補巻フックを付け替える 1 ウインチ仕様の商品化された。新たな商品は主巻フックのウインチが補巻フック用を兼ねるため、補巻フックの許容荷重が従来よりも大きく、所定の試験条件姿勢において許容荷重の 1/2 になる質量でも定格総荷重を超える事態が発生した。

クレーン分類及び等級—第 1 部：一般（JIS B 8822-1:2021）の表 3（荷重スペクトル係数 K_p の等級 Q_p ）によると、吊り荷が定格総荷重の約 80%を超える場合は最大の負荷等級（ Q_{p5} ）と位置付けられている。（約 80%は Q_{p5} の K_p から式(1)を使って逆算した値）

定格総荷重は、静的な吊り荷等の荷重を定めるものであることから動的な試験である各試験項目における吊り荷の質量の規定においては余裕を持たせる必要がある。

なお、初版から改正第 2 版の検討前までに吊り荷の質量が定格総荷重の 80%を超えた事例はない。

以上より、本改正では、全ての試験項目について、吊り荷質量（許容荷重の 1/2）が定格総荷重の 80%を超える場合には 80%にて試験を行うように見直しを行った。

前述の如く、機械部会建築生産機械技術委員会（ラフテレーンクレーン作業燃費分科会）で、吊り荷質量を見直した改正原案を作成し、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）協定の適正実施基準（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。

2.3 改正第 3 版の経緯

前述の如く、機械部会建築生産機械技術委員会（ラフテレーンクレーン作業燃費分科会）で、ハイブリッド形ラフテレーンクレーン及び電気エネルギー駆動形ラフテレーンクレーンなどを考慮した改正原案を作成し、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）協定の適正実施基準（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 審議中に特に問題となった事項

この規格では、ラフテレーンクレーンの作業時の燃料消費量の測定試験を適用範囲としているが、ラフテレーンクレーンの実際の使用では、機械の所有者などの車庫から工事現場への回送のための移動の際にかなり燃料を消費しているが、地域性の違いなどを考慮した試験条件の設定及び試験の実施が容易でないことなどの問題があるので適用範囲に含めていない。

4 特許権などに関する事項

特になし。

5 適用範囲

(意見受付公告時点の案文の適用範囲ではラフテレーンクレーンの車格を考慮していない)。

この規格で規定している最長試験時間算出式は、現行型式を用いて試験した際の次の試験時クレーン動作速度に基づくものである。

巻き上げ下げ試験時の巻き上げ速度 (v_{A2}) 範囲	: 0.47~2.19 m/s
巻き上げ下げ試験時の巻き下げ速度 (v_{A6}) 範囲	: 0.50~2.31 m/s
ブーム起伏試験時の起こし速度 (v_{B2}) 範囲	: 0.62~1.49 度/s
ブーム起伏試験時の伏せ速度 (v_{B6}) 範囲	: 0.53~1.91 度/s
旋回試験時の右旋回速度 (v_{C2}) 範囲	: 4.82~7.51 度/s
旋回試験時の左旋回速度 (v_{C6}) 範囲	: 4.45~7.00 度/s

6 規定項目の内容

(この規格の制定・発行時点で記述)

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 使用フック及び吊り荷 (本体の 9.1.1 b), 9.2.1 b), 9.3.1 b), 9.4.1 b), 9.5.1 b))

使用フックは、クレーン作業の殆どが補巻を用いて行われることから実態に合わせ補巻とした。

吊り荷の質量は、多様なため中間となるように許容荷重の 1/2 とした。

6.3 最長試験時間 (本体の 9.1.1 h), 9.2.1 g), 9.3.1 g), 9.4.1 h), 9.5.1 h))

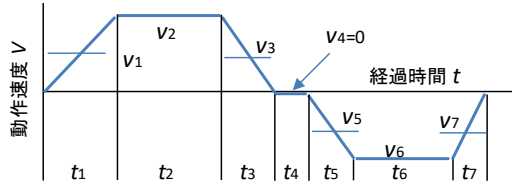
時間当たり燃料消費量は、クレーン動作の加減速を時間をかけて操作した方が小さくなるため、必要以上に時間をかけないよう試験の所要時間に最長試験時間を設定した。

9.4.1 h)を除く最長試験時間は、試験を実施した 8 型式 (2014 年 25t 吊り 3 型式, 2015 年 13t, 15t, 20t, 35, 70t 吊り各 1 型式) の試験時クレーン動作速度に基づくものであり、次の方法で算出式を設定した。9.4.1 h)の最長試験時間は、複数の運転者意見を参考に設定した。

(1) 試験動作の区分

解説図 1 で示すように試験時のクレーン操作を $t_1 \sim t_7$ の 7 区間に区分し、区間毎の時間を動作速度との関係から求め、その合計を最長試験時間とした。

$$\text{試験時間 } T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7$$



t_1 往路加速操作時間	V_1 往路加速操作平均動作速度
t_2 往路フル操作時間	V_2 往路フル操作平均動作速度
t_3 往路減速操作時間	V_3 往路減速操作平均動作速度
t_4 荷揺れ待ち時間	$V_4=0$ 荷揺れ待ち平均動作速度(0)
t_5 復路加速操作時間	V_5 復路加速操作平均動作速度
t_6 復路フル操作時間	V_6 復路フル操作平均動作速度
t_7 復路減速操作時間	V_7 復路減速操作平均動作速度

※ 荷揺れ待ち時間は、荷の揺れを抑えるための操作タイミングまでの時間。

解説図 1 最長試験時間算出における試験操作の区分

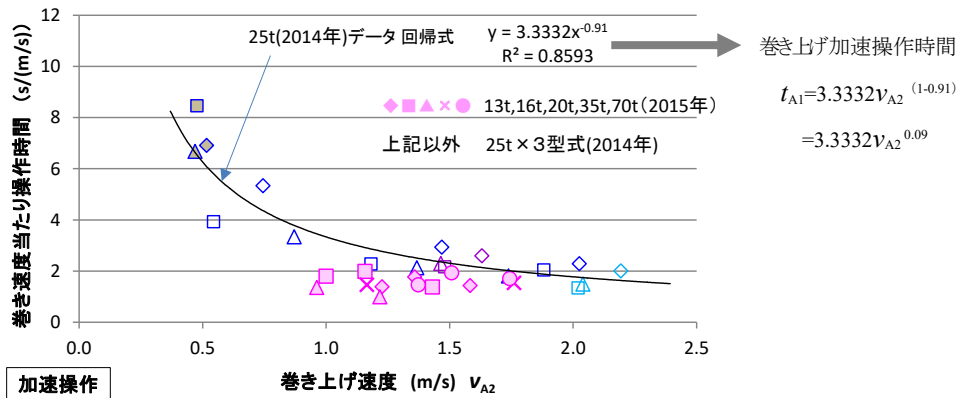
(2) 加減速操作及び荷揺れ待ち時間の推定 (t_1, t_3, t_4, t_5, t_7 区間)

動作速度 v_2 (又は v_6) と操作時間 t_1, t_3, t_4 (又は t_5, t_7) の相関が正の場合；

加減速の操作時間が動作速度と正の相関があるときは、動作速度との関係を明瞭にするため解説図 2 のように縦軸を“動作速度当たり操作時間”として、その特性を把握した上で回帰式を検討して選定した。選定に際しては、操作時間に余裕を持たせることを考慮した。

相関が負の場合及び相関が低い場合；

加減速の操作は、動作速度が早くなる程に調整に要する時間が長くなるものと考えられることから、加減速の操作時間が動作速度と負の相関がある場合及び相関が低い(相関係数 0.2 未満)場合は、“操作時間は変わらない”と見なし平均値を操作時間とした。平均値は、2014 年(25t 吊り 3 型式)データと全データを比較して大きい方を選定することで操作時間に余裕を持たせた。

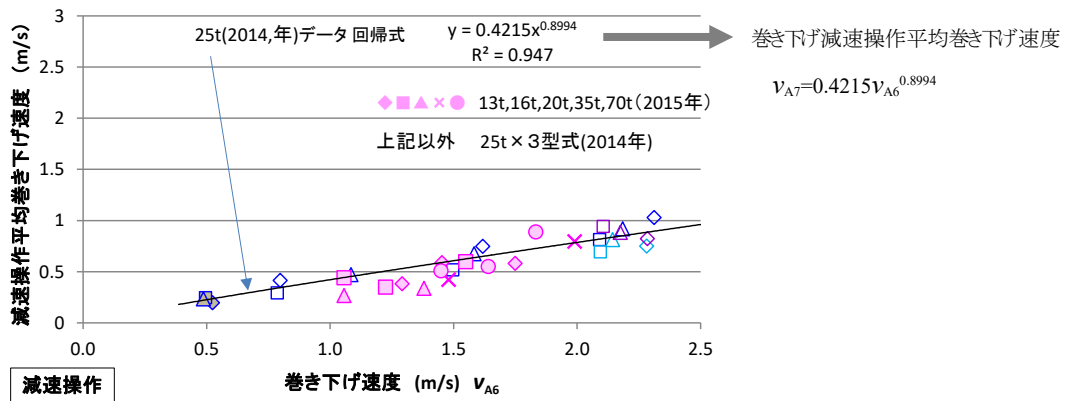


解説図 2 動作速度と動作速度当たり操作時間の関係 (巻き上げ (動作速度と操作時間が正の相関) の事例)

(3) フル操作区間の操作時間の推定 (t_2, t_6 区間)

フル操作 (t_2, t_6 区間) の時間は、往路と復路それぞれについて所定の全体移動距離 (又は角度) から加減速距離 (又は角度) を減じた値を動作速度 (v_2 又は v_6) で除算することで求める。

加減速区間の平均動作速度算出式は、解説図 3 に示すように動作速度 (v_2 又は v_6) と加減速区間の平均動作速度 (v_1, v_3 又は v_5, v_7) の回帰式を検討して選定した。



解説図 3 動作速度と加減速区間平均動作速度の関係
(巻き下げの速度と減速操作区間平均速度の事例)

7 燃料消費量評価値

今回の測定方法を決めるに当り、標準的な動作の割合を想定し、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ラフテレーンクレーンの実稼働状況を調査した結
果に基づき、ブームや旋回などの操作時間割合を定めたものである。複合操作については、調査データで
は巻き上げ下げ、ブーム起伏、旋回の 3 種複合操作の存在を示したが、試験ではブーム起伏・巻き上げ下
げと旋回・巻き上げ下げの 2 種複合操作に割り振った。ブーム起伏と旋回の単独操作は、調査データ上少
ない可能性が高いことから燃料消費量評価値の算出では重み係数を“0.00”とした。

$$F_{RC} = F_A \times W_{FA} + F_B \times W_{FB} + F_C \times W_{FC} + F_D \times W_{FD} + F_E \times W_{FE} + F_F \times W_{FF} \dots \dots \dots \text{解説(1)}$$

- ここに、
- F_{RC} : ラフテレーンクレーン作業燃料消費量評価値 (kg/h)
 - F_A : 巻き上げ下げ試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 - F_B : ブーム起伏試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 - F_C : 旋回試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 - F_D : ブーム起伏・巻き上げ下げ試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 - F_E : 旋回・巻き上げ下げ試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 - F_F : 待機試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)
 - W_{FA} : 巻き上げ下げの重み係数 0.15 (実作業分析に基づく係数)
 - W_{FB} : ブーム起伏の重み係数 0.00 (実作業分析に基づく係数)
 - W_{FC} : 旋回の重み係数 0.00 (実作業分析に基づく係数)
 - W_{FD} : ブーム起伏・巻き上げ下げの重み係数 0.10 (実作業分析に基づく係数)
 - W_{FE} : 旋回・巻き上げ下げの重み係数 0.15 (実作業分析に基づく係数)
 - W_{FF} : 作業中の待機の重み係数 0.60 (実作業分析に基づく係数)

なお、ハイブリッド形ラフテレーンクレーンにおいて、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ラフテレーンクレーン作業燃料消費量評価値 F_{RC} は、次の式で求めることができる。

$$F_{RC} = F_A \times W_{fA} + F_B \times W_{fB} + F_C \times W_{fC} + F_D \times W_{fD} + F_E \times W_{fE} + F_F \times (W_{fF} - W_{fI}) \dots \dots \dots \text{解説(2)}$$

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

$$W_{fI} = 0.15 \times \frac{R_A}{t_A} + 0.00 \times \frac{R_B}{t_B} + 0.00 \times \frac{R_C}{t_C} + 0.10 \times \frac{R_D}{t_D} + 0.15 \times \frac{R_E}{t_E}$$

R_A : 巻き上げ・下げ試験後の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_B : ブーム起伏試験後の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_C : 旋回試験後の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_D : ブーム起伏・巻き上げ下げ試験後の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_E : 旋回・巻き上げ下げ試験後の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)

t_A : 巻き上げ・下げ試験の所要時間 (s)

t_B : ブーム起伏試験の所要時間 (s)

t_C : 旋回試験の所要時間 (s)

t_D : ブーム起伏・巻き上げ下げ試験の所要時間 (s)

t_E : 旋回・巻き上げ下げ試験の所要時間 (s)

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ラフテレーンクレーンにおいては、作業電力消費量評価値 W_{RC} を次の式で求める。

$$W_{RC} = W_A \times W_{fA} + W_B \times W_{fB} + W_C \times W_{fC} + W_D \times W_{fD} + W_E \times W_{fE} + W_F \times W_{fF} \dots \dots \dots \text{解説(3)}$$

ここに、

W_{RC} : ラフテレーンクレーン作業電力消費量評価値 (kW)

W_A : 巻き上げ下げ試験時の時間当たり電力消費量 (kW)

W_B : ブーム起伏試験時の時間当たり電力消費量 (kW)

W_C : 旋回試験時の時間当たり電力消費量 (kW)

W_D : ブーム起伏・巻き上げ下げ試験時の時間当たり電力消費量 (kW)

W_E : 旋回・巻き上げ下げ試験時の時間当たり電力消費量 (kW)

W_F : 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

原案作成委員会の構成表を次に示す。

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

	氏名	所属
(委員長)	高 橋 弘	国立大学法人東北大学大学院
(委員)	中 田 幹 夫	経済産業省産業技術環境局国際標準課
	川 内 拓 行	経済産業省製造産業局産業機械課
	福 井 令 以	厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課
	山 口 崇	国立研究開発法人土木研究所
	佐 野 昌 伴	施工技術総合研究所
	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
	鈴 木 義 信	住友建機株式会社
	田 原 正 法	日立建機株式会社
	原 茂 宏	株式会社小松製作所
	大 西 秀 樹	株式会社 NIPPO
	越 田 健	株式会社安藤・間
	平 清 二 郎	西尾レントオール株式会社
	森 田 将 史	株式会社竹中工務店
	山 下 晋 仁	前田道路株式会社
(事務局)	正 田 明 平	一般社団法人日本建設機械施工協会
	西 脇 徹 郎	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

分科会 機械部会建築生産機械技術委員会移動式クレーン 構成表

区分	氏名	所属
(委員長、 分科会長兼任)	石 倉 武 久	住友建機株式会社
(委員)	大 谷 正 人	株式会社タダノ
	加 納 稔 大	株式会社加藤製作所
	花 本 貴 博	コベルコ建機株式会社
	佐 藤 充 弘	施工技術総合研究所
(事務局)	畑 田 健	一般社団法人日本建設機械施工協会