

# JCMAS

## 土工機械－燃料消費量試験方法－ ブルドーザ

JCMAS H 021 : 2010

平成 22 年 9 月 24 日制定予定

社団法人日本建設機械化協会標準部会 審議

## まえがき

この規格は、社団法人日本建設機械化協会規格（JCMAS）並びに標準化推進に関する規程に基づき、協会機械部会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、社団法人日本建設機械化協会会長が改正した社団法人日本建設機械化協会規格である。この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

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

---

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

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

意見受付終了日：平成 16 年 5 月 15 日

制定：平成 16 年 5 月 20 日

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

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

意見受付終了日：平成 19 年 3 月 15 日

第 2 版制定：平成 19 年 3 月 30 日

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

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社団法人日本建設機械化協会標準部〔〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5-8 TEL 03-5776-7858〕にご連絡ください。

# 土工機械－燃料消費量試験方法－ブルドーザ

## Earth-moving machinery – Test methods for fuel consumption -- Tractor-dozers

### 1 適用範囲

この規格は、エンジン定格出力（JIS D 0006-2 参照）560kW 以下のブルドーザの燃料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、実作業ではなくけん引負荷による試験方法を用いている。

### 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 8309 土工機械－けん引力測定方法
- 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 2249:1995 原油及び石油製品－密度試験方法及び密度・質量・容量換算表
- JIS Z 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 試験項目

試験は、次に示す a) 及び b) について行う。

- a) **けん引試験** 十分締固めた平坦な土の直線路上を、前進で最大けん引出力にてけん引走行しているときの燃料消費量、及び後進で軽負荷にてけん引走行しているときの燃料消費量を測定する。
- b) **待機試験** エンジン無負荷最低回転速度における燃料消費量を測定する。

### 4 試験条件

#### 4.1 供試機械

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。

- b) **エンジン回転速度** 供試機械のエンジン無負荷最低回転速度及び無負荷最高回転速度を、定められた仕様範囲に入るよう調節する。
- c) **燃料充填量** 燃料の充填量は、燃料タンク容量の3分の2以上とする。
- d) **暖機** 試験前に供試機械を十分暖機する。
- e) **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。

**4.2 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の基本式(23)を用いて求める。

**4.3 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。

- 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、エンジンへの入り流量と戻り流量を各々測定する場合は±0.2%以内とする。サブタンクを用いて質量で測定する場合、サブタンクのひょう量には測定消費量の±1%以内の正確さを有する精密測定機器を用いる。

**4.4 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)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

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

- 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。

## 5 燃料消費量の測定方法

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（4.3 参照）で、5.1 又は 5.2 に示す方法によって測定する。

### 5.1 流量計を用いた測定方法

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

#### 5.1.1 直接消費流量測定方法

図 1 に、消費流量を直接測定する方法の例を示す。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。

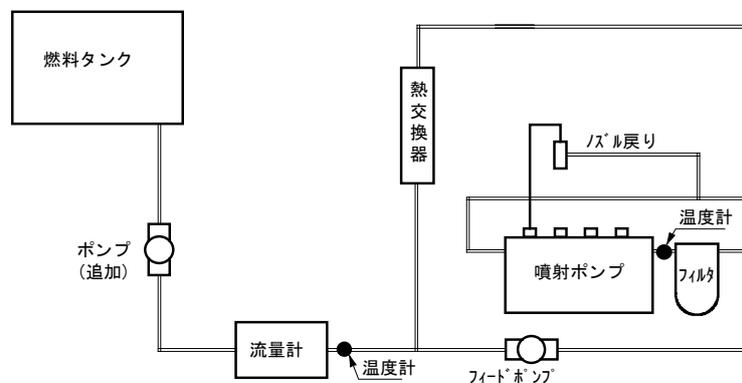


図 1 直接消費流量測定方法の例

#### 5.1.2 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。

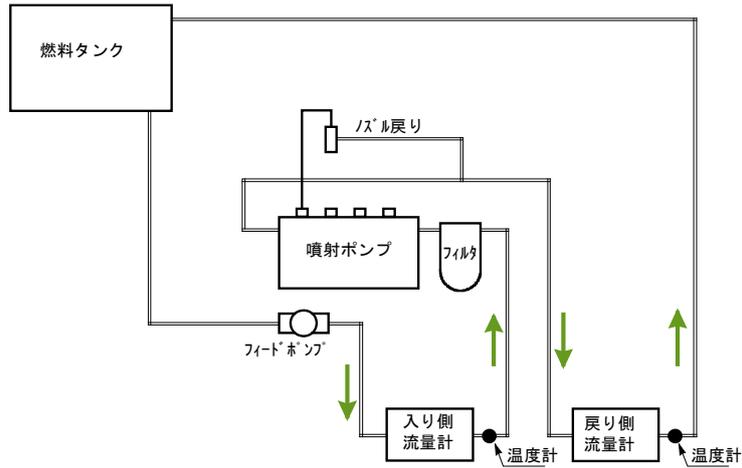


図2 エンジンへの入り側と戻り側入りと戻りの流量測定方法の例

## 5.2 サブタンクを用いた測定方法

5.1 の代替方法として、図3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。

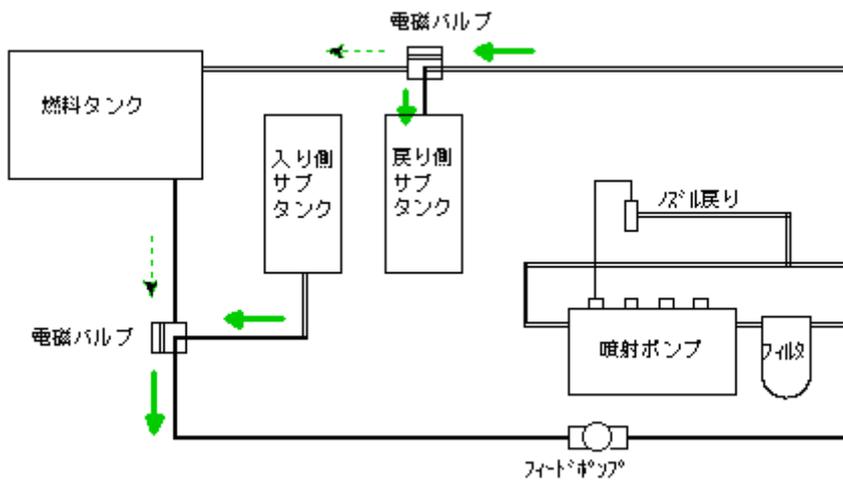


図3 サブタンクを用いた燃料消費流量測定方法の例

## 6 試験方法

### 6.1 けん引試験

JIS A 8309 に基づき、前進最大けん引出力点のけん引出力、けん引速度及び燃料消費量、並びに後進軽負荷けん引時のけん引負荷、けん引速度及び燃料消費量を求める。スリップ率については、JIS A 8309 に示された方法以外の測定手法を用いても良い。

ただし、マイナーチェンジなどの小変更の機械については、搭載エンジンの単体試験による出力・燃料

消費量測定結果，及び供試機械の動力伝達システムの効率から計算で求めてもよい。その場合のエンジン単体試験は，JIIS D 0006-2 に基づいて行う。

### 6.1.1 試験条件

#### a) 最大けん引出力点試験

- けん引負荷 最大けん引出力点のけん引負荷とする。ただし，けん引負荷は，重力加速度で除した値が供試機械の運転質量の 40 ～ 60 % の範囲内の大きさとする。
- 変速段 前進で上記けん引負荷が発生する変速段とする。
- けん引距離 30 m 以上とする。

#### b) 後進軽負荷けん引試験

- けん引負荷 けん引負荷は，重力加速度で除した値が供試機械の運転質量の 8 ～ 12 % とする。
- 変速段 後進 2 速（複数の変速段を有する場合で，かつ自動変速機付の場合は，手動変速に切り替え，2 速固定とする。）とする。HST 車の場合は，表 1 の走行速度で実施する。ただし，最高速度がこれ以下の場合は最高速度とする

表 1 HST 車の試験走行速度

ブルドーザ定格出力(kW)	75 未満	75～170 未満	170 以上
走行速度(km/h) (±10%)	6	7.5	9

- けん引距離 30m以上とする。

### 6.1.2 試験回数及びけん引出力当たり燃料消費量の算出

最大けん引出力点試験を 5 回実施し，けん引出力が最大と最小の試験を除いた 3 回の試験を試験結果とする。

後進軽負荷けん引試験を 5 回実施し，けん引負荷が目標値に近い 3 回の試験を試験結果とする。

けん引出力  $F_{TO}$  当たり燃料消費量は，次式によって算出する。計算においては，下記の数値の丸めを行う前の数値を用いる。

$$F_{TO} = \frac{F_1 \times \frac{S_2}{S_1 + S_2} + F_2 \times \frac{S_1}{S_1 + S_2}}{M_1 \times \frac{S_2}{S_1 + S_2}} \dots\dots\dots(4)$$

ここに，  
 $F_{TO}$  : けん引出力当たり燃料消費量 (g/kWh)  
 $F_1$  : 最大けん引出力点の時間当たり燃料消費量 (g/h)  
 $F_2$  : 後進軽負荷けん引の時間当たり燃料消費量 (g/h)  
 $S_1$  : 最大けん引出力点のけん引速度 (km/h)  
 $S_2$  : 後進軽負荷けん引のけん引速度 (km/h)  
 $M_1$  : 最大けん引出力点のけん引出力 (kW)

付表 1 に記録する 3 回の試験結果で，所要時間 (s) は小数点以下第一位，燃料消費量 (g) は整数，時間当たり燃料消費量 (kg/h) は小数点以下第一位，けん引出力 (kW) は小数点以下第一位，けん引速度 (km/h) は小数点以下第二位，けん引出力当たり燃料消費量 (g/kWh) は整数に丸める。

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。

## 6.2 待機試験

安定したエンジン無負荷最低回転状態において、燃料消費量を測定する。

測定する時間は、600 秒以上とする。

試験結果を、付表 1 に記録する。

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

## 7. 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(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) けん引出力(kW)は、小数点以下第 1 位に丸める。
- d) けん引速度(km/h)は、小数点以下第 2 位に丸める。
- e) 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。

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。

---

## 参考文献

- [1] JIS A 8420-2 土工機械—トラクター第 2 部：仕様書様式及び性能試験方法
- [2] 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



## JCMAS H 021 : 2010

# 土工機械－燃料消費量試験方法－ブルドーザ

## 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、ブルドーザの運転動作における燃料消費量の比較、又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、問題が無いことが確認されたので、“試行”に関する注記を抹消した。

1.2.2 原案で得られる数字には、使用者の誤解を招く虞があったため、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。

### 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、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、ブルドーザの代表的な作業内容が中小型機はドーピングと整地作業、大型機はドーピングとリッピング作業であり、その仕事量はけん引出力(けん引力と走行速度)に基づくものであることから、けん引出力当たりの燃料消費量で作業時燃料消費量を表すことにした。

ブルドーザの場合は、作業がけん引負荷によるものであり、本制定案と実作業には相関が取れたものであると判断する。

## 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。

## 3 各版審議中に特に問題となった事項

### 3.1 評価値の不統一

土工機械は土を動かす機械なので、単位作業土量当たりの燃料消費量 (g/t 又は g/m<sup>3</sup>) で燃料消費効率を表すのがもっとも自然であり分かり易く、工事ごとの燃料消費量の予測にも役立つ。しかしながら、この規格ではけん引試験によるけん引出力当たりの燃料消費量としたために、g/kWh 単位の評価値になっており、一般に普及している燃費の単位とは異なるため使用者が同一基準で評価できないことに注意する必要がある。

### 3.2 運転モード

近年電子化が進み、燃料消費量低減・作業量増大などを目的とした省エネモード・エコノミーモード・パワフルモード（標準モードに追加したものであり、一般的に運転席でスイッチによ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。けん引出力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、油圧ショベルではかなり普及しているが、ブルドーザ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。

### 3.3 測定精度

JCMAS H 20 の解説 6.1 参照。

## 4 特許権などに関する事項

特になし。

## 5 適用範囲

この規格は、エンジン定格出力 560 kW 以下の大きさのブルドーザに適用する。

エンジン出力が 560 kW を超える超大型ブルドーザは、けん引試験が困難なこと、及び、ジャイアントリッパを装備したリッパ作業など作業内容が異なってくることから、エンジン定格出力を 560 kW 以下にした。

## 6 規定項目の内容

### 6.1 試験項目（本体の4）

現場での移動走行は、林業、除雪など特殊な作業を除いてはわずかな比率であり、燃料消費に影響する比率が少ないので、この規格案では省略した。

## 6.2 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、測定に当たっては供試機械毎に測定方法を検討する必要がある。

## 6.3 けん引試験（本体の 7.1）

製造業者が別途けん引試験を行い、供試機械のけん引性能の検証を実施している場合は、搭載エンジンの出力、燃料消費量、供試機械の動力伝達システムの効率から計算で求めてもよいこととした。

## 6.4 試験条件（本体の 7.1.1）

けん引試験の試験条件は、運転員が前進の掘削・運土時には機械の最大能力を発揮するよう最大けん引出力点で作業を行うようにブレードの負荷を調整するが、この時のけん引負荷はけん引負荷を重力加速度で除した値が経験的に供試機械の運転質量の 40～60 % の範囲に入ることを考慮した。後進試験の試験条件は、掘削・運土作業時の後進時では地表面が不整地になり、走行抵抗が増大するとなることを考慮した、運転質量の 8～12 % に相当するけん引負荷を加えることにした。

## 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。

現状の平均的な動作割合は、解説表 1 に示す値と推定される。この時間割合を用いてけん引試験及び待機試験の燃料消費量測定結果を解説(1)式に代入し、得られる値をけん引出力当たりの重み付け燃料消費量（ブルドーザ燃料消費量評価値） $F_{DZ}$  とする。

$$F_{DZ} = \frac{F_1 \times W_{f1} \times \frac{S_2}{S_1 + S_2} + F_2 \times W_{f1} \times \frac{S_1}{S_1 + S_2} + F_3 \times W_{f2}}{\alpha \times M_1 \times W_{f1} \times \frac{S_2}{S_1 + S_2}} \dots\dots\dots \text{解説(1)}$$

ここに、

$F_{DZ}$  : ブルドーザ燃料消費量評価値 (g/kWh)

$M_1$  : 最大けん引出力 (kW)

$S_1$  : 最大けん引出力時の走行速度 (km/h)

$S_2$  : 後進軽負荷けん引時の走行速度 (km/h)

$F_1$  : 最大けん引出力点試験時の燃料消費量 (g/h)

$F_2$  : 後進軽負荷けん引試験時の燃料消費量 (g/h)

$F_3$  : 待機試験時の燃料消費量 (g/h)

$W_{f1}$  : 掘削・運土の重み係数 (解説表 1 参照)

$W_{f2}$  : 待機の重み係数 (解説表 1 参照)

$\alpha$  : 作業効率改善係数 (通常 1 とし、ブレード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。)

解説表 1 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

動作内容		ブルドーザの定格出力		
		75 kW 未満	75~170 kW 未満	170 kW 以上
掘削・運土	$W_{f1}$	0.85	0.9	0.95
待機	$W_{f2}$	0.15	0.1	0.05

本体の6.1.2 (4)式および解説(1)式の除数(分母)は、前進時間のみ仕事をしているものとした。

## 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

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