

部 会 報 告

機械部会 クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成 WG 活動報告 JCMAS H020 の制定経緯を中心として

1. はじめに

筆者は本題名でもある WG の委員長を仰せ付かっており、今回、約 1 年間の活動の下に、従前の「JCMAS H020：2007 土工機械—油圧ショベルの作業時燃料消費量—試験方法」に関して、ハイブリッドショベルや電動ショベルと言った、ディーゼルエンジンのみで動く以外の油圧ショベルにおける燃費測定標準の追加を検討してきた。その結果は、本原稿を執筆している現在、仮称「JCMAS H020：2010 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（案）」として、WTO/TBT 協定に基づく意見受付公告中であり、本誌が発刊される頃には制定されているものと推測する。本標準は制定段階で様々な方策が検討され、また改正を繰り返している為、本報告においては JCMAS そのものの初版からの制定経緯を中心に寄稿するものとする。

また、説明する JCMAS には以下の 3 種類があるが、本稿では H020 油圧ショベルを例に解説を進めるものとする。

- JCMAS H020…油圧ショベル
- JCMAS H021…ブルドーザ
- JCMAS H022…ホイールローダ

2. 生い立ち

2000 年(平成 12 年)1 月に、国土交通省が設置した「地球温暖化対策検討分科会」において、建設機械の CO₂ 低減方針が打ち出され、その評価手段として油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダの 3 機種についての燃料消費量測定方法の検討依頼が(社)日本建設機械化協会の機械部会に出され、傘下のショベル技術委員会(油圧ショベル担当)トラクタ技術委員会(ブルドーザ、ホイールローダ担当)にて検討を開始した。

数ある建設機械の中からこの 3 機種に絞られた理由は、前記検討分科会において全建設機械の CO₂ 排出量の寄与率を算出した際にそれが高かったものを選定したことによる。特に油圧ショベルは半分の 50% を占めていた。参考までにこの調査時の関連データを

挙げると、全産業に対する土木分野の寄与率は 10%、その中での建設機械に使用される燃料の寄与率は更に 10% であって、全産業の中における全建設機械の寄与率は 1% と必ずしも大きいものではない。しかしながら、CO₂ 低減という世の中の流れに対して建設機械としても何らかの対応をすべく活動が開始された。

3. 初版 (JCMAS H020：2004) までの経緯

従来は各社が独自の試験条件で相対比較として燃費評価を行っており、業界共通の燃費試験方法は無かった。そこで 2000 年(平成 12 年)10 月、12 トンの油圧ショベル 6 社 6 機種と、各社のオペレータ 6 人が施工技術総合研究所に集められ、実掘削と模擬掘削による燃費測定が行なわれた。模擬掘削を試みた理由は、油圧ショベルの対象となる「土」の性状によって経験上燃費データが大きく変化することがわかっており、且つ土の条件を一定に保つには条件が複雑すぎることに、またそれを実施する作業が容易ではなく、「どこでも誰でも簡単にできて、同じ結果が出る」という試験規格の目的から外れてしまうことから、模擬掘削動作を選択し検討を進めた。その結果、バケットの中に土に相当する分の錘を入れた「負荷バケット」を用いて、水平引き掘削、旋回ブーム上げ、ダンプ積み、開始点に復帰という一連の模擬動作を行うことで測定できる見通しを得た。しかしながらこの模擬動作では、水平引き掘削時には土の抵抗が無い為油圧負荷が十分にかからない、つまり油圧ショベルの掘削負荷を正しく反映できていないとの懸念があった。よってアームの油圧ラインに油圧負荷装置(負荷バルブ)を挿入し、実掘削時の油圧負荷を模擬することを、2001 年(平成 13 年)に 12 トン油圧ショベル 1 台を用いて追加テストし、有効性を確認した。尚、負荷バケット、油圧負荷装置は実際に土を掘る状況にできるだけ近づけるための発想であるが、逆にダンプ積みの後で開始点に戻る際には本来バケットの中は空で有るべきであるのに対して重量物が内蔵されており、本来の動きとは異なる。且つこれが問題になることは後述する。

2003 年(平成 15 年)この測定法改良案を用いて、

20トン油圧ショベル6社6機種を施工技術総合研究所に集め、データ取りを行った。結果、実掘削と模擬動作には相関が有る事が確認され、これを受けて「現時点では最善の測定法である」として国内標準委員会にJCMAS化を提案した。委員会ではJCMASと言うよりはまだ「技術レポート」とすべきとの意見が出されたが、規格の重要性により2004年（平成16年）3月に正式に制定された。この際、解説として制定の趣旨の中に、「この規格は、現状得られる最新技術を用いて燃料消費効率の測定方法を規定したものであるが、その合目的性、公平性、精度、再現性などにおいて、まだまだ改善すべき余地があると考えられる。しかしながら、上記大目的のためには、関係者が合意した一定の方法に基づく試験を早期に繰り返し実施しながらデータを積み重ね、今後の試験方法の改善、試験結果の評価・判定の方法、更には表示方法等について検討する必要があるので、ここに制定するものである。この規格を用いて測定した燃料消費効率のデータを商用や証明用などに用いてはならない。」と記されている。先ずはこの方法で測定を開始し、データを積みながら改良して行こうと言う趣旨であった。

4. 改正第2版（JCMAS H020：2007）までの経緯

こうして、半ば条件付で油圧ショベルの燃費測定基準が世に出たわけであるが、各社においてその整合性、本測定法の検証・改善を目的に個別測定を進めることにより、いくつかの改善点が明らかになってきた。

- 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。また入手性が悪く、「どこでも誰でも簡単にできて、…」と言う試験規格の趣旨にそぐわない。
- ②負荷バケットは、模擬動作試験時に旋回・ブーム・アーム複合操作にて開始姿勢に戻る際、バケットが重いために車体が揺動し、それをレバー操作で抑制する必要があるが、結果として運転員によるばらつきの要因となる。これは実作業ではありえない状況であると共に、場合によっては車体後方が大きく浮き上がり危険である。

（以下、この負荷バケットに対し、バケット内の土の質量を考慮しない場合を空バケットと呼ぶ。）

上記の問題点に対応した検討の結果、

- ①に関しては、実掘削試験と負荷バケットを用いた油圧負荷装置無しの模擬動作試験の間には相関性があ

ることが確認できた。

②に関しては、

- 1) 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。
- 2) 負荷バケットと空バケットの模擬動作試験の結果、測定値に1割程度の差はあるが、高い相関があることを追加実験により確認することができた。

したがって結果的に、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、空バケット模擬動作試験で実掘削試験を模擬できることがわかった。

以上から、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。

またこの際同時に適用範囲を標準バケット容量0.28～0.8m³クラスから土工工事で一般的に使われる0.28～1.4m³クラスの油圧ショベルに拡大し、且つ初版で記された「試行」に関する注記を抹消した。

5. ISO との関係

2008年（平成20年）3月、今日の国際的な課題である地球温暖化対策として、温暖化効果ガス排出の減少とそのためのエネルギー資源消費の減少・そのための尺度設定として標準化が求められる背景のもと、米国提案により「持続可能性 - ISO/TC 127/WG 8」及び「エネルギー消費測定方法 - ISO/TC 127/SC 6」のISO規格作成が目論まれ、ジュネーブで第1回の国際WGが開催され検討が開始された。

日本は、特に後者の案件に関して、日本建設機械化協会団体規格JCMAS H 020～022を参考として提示した。こうした燃費測定の標準は世界的に見てもJCMAS以外に存在せず、また多くの実機試験や改良に基づく規格である為に説得性のある「たたき台」として取り扱われており、日本発の規格としてのISO化が期待される場所である。現在この場で議論されているのは、「実際に土を扱うか否か」「油圧システムの違いで結果が変わってこないか」という点であり、これらは既にJCMASにて経験済みの課題であることから、日本の委員の意見が重きを置くことは間違い無い。

6. 改正第3版 (JCMAS H020:2010 予定) までの経緯

当初から CO₂ 低減と言う目的で走ってきた本規格であったが、地球温暖化防止の動きは更に活発化し、自動車に代表されるようなハイブリッド、電動化の波も建機に及ぶようになってきた。そうした波の中で各社からハイブリッド形や、電動形の油圧ショベルが発売されるようになり、注目されるに至ったのはごく自然の流れであると言える。一方で、こうした機械の開発には多大な開発コストがかかることから、メーカーにとってはこのような機械に対する「補助金制度」或いは「低金利融資制度」といった、国からのバックアップが望まれる。しかしながら現状ではディーゼルエンジン搭載機の規格しか存在せず、制度を適用する為に燃費測定標準をこれらの機械に適用拡大する必要性が増してきた。その為、日本建設機械化協会機械部会のショベル技術委員会とトラクタ技術委員会のメンバを中心として、本稿の題名でもあるクリーンエネルギー建機燃費測定標準作成 WG が 2009 年 (平成 21 年) 6 月に発足し、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を開始した。(ここで言うハイブリッドの中では、電気エネルギーを蓄積するエネルギー蓄積装置を備えた機械の場合と、油圧エネルギーを蓄積するエネルギー蓄積装置を備えた機械の場合のそれぞれに関して検討している。)

当初は 3 ヶ月弱の期間、6～7 回程度の会合で改定原案を作る予定であったが、「ハイブリッドの定義」或いは「ハイブリッドの燃費測定基準」自体が、自動車の世界でもかなりの期間議論されてきており、また試験そのものも自動車とは大きく異なる建設機械への適用であることから困難を極め、予定をはるかに超えた 9 ヶ月、(社)日本建設機械工業会との合同会議も含めると 14 回に及ぶ議論を繰り返し、2010 年 (平成 22 年) 3 月 15 日、漸く前述した WTO/TBT 協定に基づく意見受付公告にこぎつけた。

ここでの大きな変更点は、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に関する測定方法、即ち電気に関する測定法の追加、或いは充電する為に必要とするディーゼル燃料の測定法の追加をメインとし、適用範囲を標準バケット容量 0.28～1.4 m³ 級からミニショベルも含めた 0.01～1.9 m³ クラスの油圧ショベルに拡大した。レンジ拡大は、バッテリー式等の電動ショベルはミニショベルに多いこと、ケーブル式も含めた電動ショベルは大型から超大

型まで拡大しているが、その中でも汎用的に使用されている 1.9 m³ クラス程度までを対象として行った。

7. ブルドーザ、ホイールローダへの適用

本稿ではこれらの機械に関しての経緯を省いてきたが、改正第 2 版 (2007 年版) までは、ショベルとあわせて 3 機種同時に推進してきた。しかしながら改正第 3 版 (2010 年版予定) においては、ブルドーザ、ホイールローダのハイブリッド、電動化がまだ単一メーカーで行われていなかったことにより、今後の各種技術への適用性の観点から今回の改訂では見合わせることにした。但し、測定方法や考え方としては、油圧ショベルで検討してきた内容はそのまま使えるものであり、適用に関しては大きな問題は生じないものとする。

8. JCMAS そのものの扱いに関して

JCMAS に関しては、制定当初からあくまで「測定法の規定」であることを貫いてきた。もっと直接的に表現すると、JCMAS H020 では、

「a) 掘削・積込み動作試験」

「b) ならし動作試験」

「c) 走行試験」

「d) 待機試験 (2007 年版まではアイドリング試験)」の 4 つの動作を、油圧ショベルの代表的な作業として表現し、燃費を測定する方法を示したものであり、今回改訂の 2010 年版 (予定) においてもこの考えは同じである。即ち、燃料消費量 (g) 或いは電力消費量 (Wh) を測定する方法を記載したものであり、それぞれ個別に測定値が計測されるに留まる。

当然、新旧機種や、競合機、或いは標準機とハイブリッド機の比較を行う上で、これら 4 つの動作を 1 つにまとめたいと言ったニーズがある。これに対して JCMAS においては、本文に付随する「解説」部分において、これらを組合せた「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)」として一例の扱いで紹介している。これは、国内ショベルメーカー各社から集めた、様々な現場における油圧ショベルの実稼働状況調査データから、上記 a) b) c) d) の割合を 50%、25%、10%、15% とし、それらを基に単一数値化したものがある。もちろん、こうした割合は作業内容や地域により変わるのは当然で、適宜利用者の実態に合わせた割合設定にて評価可能である。

また、燃料消費量 (g) 或いは電力消費量 (Wh) それぞれ独立に出てきた機種を比較する場合に、燃

料で統一するのか、電力で統一するのか、或いはCO₂換算して比較するのかといった点も、ユーザの使い方に一任するものである。

9. 終わりに

前述したように、本稿を作成する段階では改正第3版（JCMAS H020：2010 予定）はまだ正式発行されておらず、若干の変更があることはお詫し頂きたい。

しかしながら方向性や趣旨は間違っておらず、より良き物にする上で、或いは日本主導でISO化する上で、官民力を合わせて様々な課題を解決して行きたいと考える次第であり、ご協力をお願いしたい。

（尚、本稿では導出の根拠となったデータに関する記載を省いたが、詳細はJCMASの解説部分に掲載してある為、そちらをご参照頂きたい。）

JCMA

大口径岩盤削孔工法の積算

——平成22年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ケーシング回転掘削工法のビット損耗量の設定
- ・工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・“よくある質問と回答”の追加

- A4判／約250頁（カラー写真入り）
- 定 価
非会員：5,880円（本体5,600円）
会 員：5,000円（本体4,762円）
- ※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
- ※送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 450円
沖縄県 340円（但し県内に限る）
- 発行 平成22年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>