

CMI 報告

運転員保護構造 (FOPS, ROPS) の性能試験

佐々木 隆男

1. はじめに

建設機械の係わる事故の際、運転員を死亡事故から守ることを目的とした保護構造物がある。この保護構造物には①飛来落下物からの保護、②機械の転倒・転落での保護の2種類があり、それぞれ保護構造物内の運転員が押しつぶされないように空間を確保する目的がある。これら保護構造物として要求される性能および試験方法は、保護目的および機種ごとに日本工業規格 (JIS) あるいは日本建設機械化協会規格 (JCMAS) に定められている。

なお、JCMASH018については、これを基にした国際規格が発行され (ISO12117-2:2008)、現在 JIS 化が進められている所である。

運転員の保護構造物

- ①飛来・落下物からの保護
 - ・ JISA8920 (土工機械-落下物保護構造 (FOPS))
 - ・ JISA8922 (油圧ショベル-運転員保護ガード)
- ②転倒・転落での押しつぶれからの保護
 - ・ JISA8910 (土工機械-転倒時保護構造 (ROPS))
 - ・ JISA8921 (ミニショベル横転時保護構造 (TOPS))
 - ・ JCMASH018 (油圧ショベル転倒時等保護構造 (EOPS))

施工技術総合研究所 (CMI) は、昭和 51 年から建設機械メーカーの依頼に基づき保護構造物の性能試験を実施している。ここでは、国内規格を基に各種の試験概要と CMI が実施した 2001 年以降の実績などを紹介する。

2. 落下物保護構造の試験とその実績

(1) 規格とその概要

JISA8920 (以下、FOPS という。) は土工機械に適用されるもので、舗装機械や油圧ショベル等は適用外である。ただし、油圧ショベルには別規格として JISA8922 が定められており、この規格では運転室直上に落下する物体に対する保護構造をトップガード (top guard) と呼び、要求される性能は FOPS と同じである。またフロントに飛来・落下する物体からの保護構造はフロントガード (front guard) と言い、これについても性能が規定されている。

FOPS とトップガードの要求性能は全く同じのものであり、衝撃保護レベルもレベル I、レベル II とともにそれぞれ同等である (表-1)。CMI ではそれぞれに対応するため、写真-1 に示す鋼製の打撃重錘を保有している。

表-1 衝撃保護レベルと要求性能

レベル	対象落下物	落下物のエネルギー	保護構造物の要求性能
I	小さなコンクリートブロック	1,365 J	落下物の打撃により、 ①落下物が貫通しないこと。
II	岩石等	11,600 J	②構造物の一部が一瞬でも人体に接触しないこと。



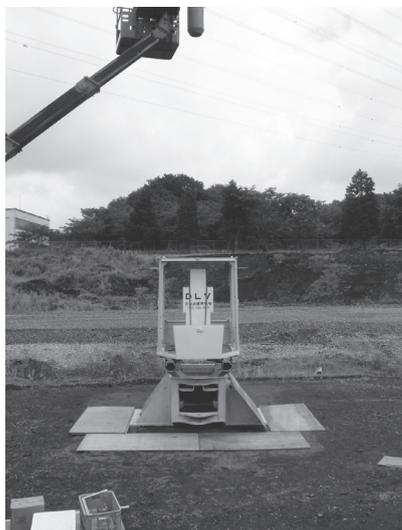
写真-1 打撃重錘 (左: レベル I 用、右: レベル II 用)

(2) 試験要領と要求性能の確認 (写真-2, 3)

試験は水平堅土上に供試機 (機械フレームに保護構造を組み込んだもの) を据え、移動式クレーンで吊り上げた重錘を打撃位置に合わせ、落下エネルギーが所定となる高さに引き上げた後、重錘を支える鋼線をガス溶断し、自由落下した重錘が構造物を直接打撃する方法を採っている。この方法による打撃位置のずれは 2~3 cm 程度である。

規格で要求される性能は、重錘の貫通はもとより構造物と DLV (たわみ限界領域) の接触も一切許され

ない。重錘の打撃振動により DLV が座席面より離れ、構造物と接触してしまうことを防止するために（SIP 位置が正規位置より動かないように）、DLV と座席をロープで緊縛して固定している。これにより構造物の打撃変形による DLV への接触のみが確認される。



写真一2 FOPS (レベルII) の試験状況



写真一3 トップガードの試験状況

(3) 試験実績

2001 年以降の FOPS やトップガードの試験実績は表一2のとおりであり、要求性能を満たさなかった供試機は無かった。

油圧ショベルのフロントガードの試験実績はない。

表一2 FOPS, トップガードの試験実績 ('01 ~ '10)

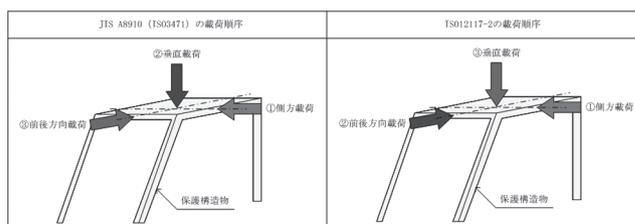
機種	クローラドリル		ホイールローダ		油圧ショベル	
	I	II	I	II	I	II
台数	0	3	1	4	3	2

3. 転倒・転落時保護構造の試験とその実績

(1) 規格とその概要

土工機械の転倒時保護構造についての試験および要求性能は JISA8910 (以下, ROPS という。) に示されるとおりで、2004 年から締固め機械 (ローラ) 等にも適用されるようになった。この規格で適用除外とされる油圧ショベルについては、運転質量 6,000 kg 以下の小型油圧ショベルには JISA8921 (以下, TOPS という。) が、運転質量 6,000 kg を超えるものは JCMASH018 (以下, EOPS という。) が規格化されている。

EOPS については先述したように、2008 年 12 月に国際標準規格 ISO12117 のパート 2 として発行された。同規格のパート 1 は TOPS であり、パート 2 はその流れを汲んでいるのか土工機械の試験 (载荷) 順序とは異なっている (図一1 参照)。



図一1 ROPS と EOPS の载荷順序の違い

また、ROPS では有り得なかった必要最小空間を示す DLV を TOPS と同様に側方载荷時に横 15 度に傾けられるため、大きな変位量で吸収エネルギーを満足する事も可能となった。なお、ISO では JCMAS の要求性能には無かった側方荷重や垂直荷重が新たに規定された。

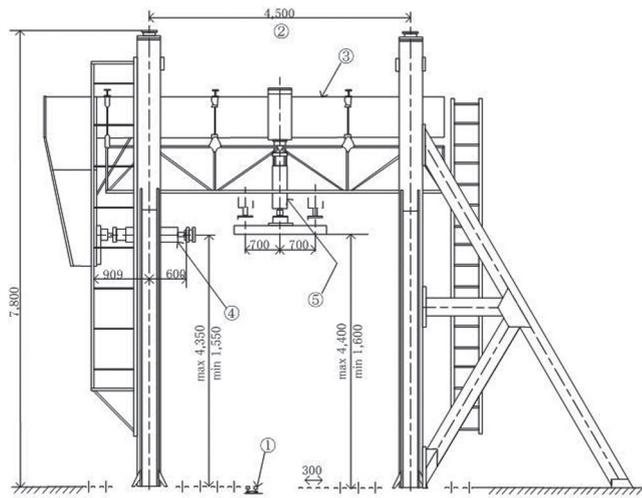
なお、TOPS では垂直载荷は規定されていない。

(2) 試験装置と要求性能の確認 (写真一4, 5)

CMI では図一2 に示す試験装置を用い各規格の試験を実施している。

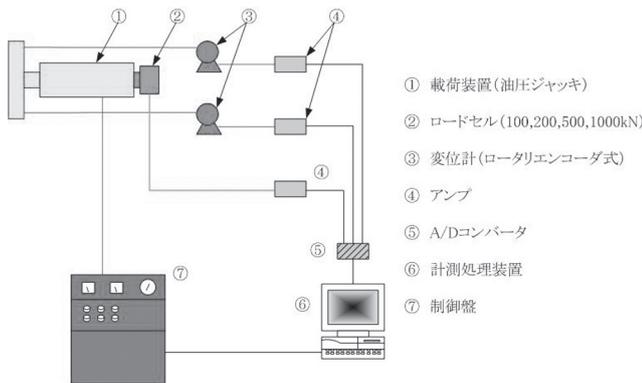
また、試験装置の計測・制御は図一3のとおりであり、水平载荷装置先端の負荷分布装置両端に変位計を設け、この平均値を保護構造のたわみとし、計測処理画面でモニターすると共に、たわみ 5 mm 毎に荷重と演算した吸収エネルギーを記録処理している。

要求性能の確認は、それぞれの载荷によって基準値が満足された時に、保護構造並びに仮想地面が DLV に侵入していないことを目視確認及び写真撮影により行っている。



- ① テストベット 幅 7.4m×長 11m×深2.5m
- ② 主桁内面間隔 4m
- ③ 載荷ビーム 昇降範囲 1.55m~4.35m
- ④ 水平載荷装置 油圧式 1,000kN×600mm
- ⑤ 垂直載荷装置 油圧式 1,000kN×500mm

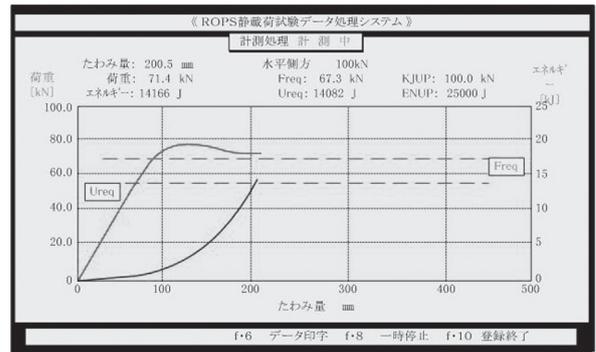
図一 2 ROPS 試験装置



図一 3 ROPS 試験装置の計測・制御



写真一 4 ROPS 試験状況



写真一 5 計測処理画面

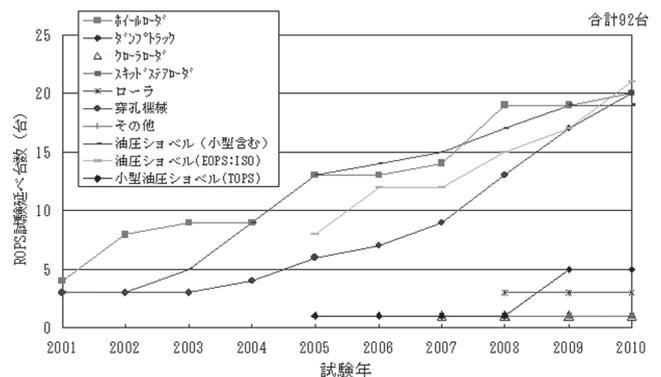
(3) CMI における試験実績

2001 年以降に CMI が実施した保護構造物の試験実績を図一 4 に示す。同図の中には油圧ショベルが 2 種類表示してあるが、2005 年以前からのものは JISA8910 のクローラトラクタ基準に準拠して行ったものであり、2005 年以降に新たに表示したものは ISO12117 パート 2 を準拠したものである。

近年では油圧ショベルやホイールローダと肩を並べクローラドリル等の穿孔機械を試験することが多くなってきている。この穿孔機械は JIS 規格では対象機種ではないものの、輸出等を考慮して依頼されたもので、この機種はクローラトラクタ基準に準拠している。

また、その他として示したのがレクリエーションユーティリティビークル (R.U.V) であり、試験規格は R OHVA である。CMI では ROPS 等の規格以外でも試験機仕様に見合うものであれば試験を実施している。

図一 4 の供試機の中には、要求基準を満たさなかったものもある。理由のひとつとしては保護構造としての運転室の強度不足、運転室を支えるマウントや機械フレームの強度不足がある。また、油圧ショベルでは保護構造となる運転室は基本薄肉のプレス鋼板の張り合わせであるため、載荷荷重が集中しないように取り付けた荷重分散版が、取り付けた溶接部から千切れ飛び、試験続行が不可能となったケースがある。



図一 4 ROPS 等の試験実績

要求基準を満たさなかった供試機は不具合部を改善した新たな設計が行われ、後日再度試験を行っている。

4. おわりに

建設機械の運転員保護構造は万が一の事故の場合でも人命を守り、死亡事故の大幅削減に寄与すると思われる。労働安全衛生規則第153条では車輛系建設機械にはヘッドガードと呼ぶ保護装置の装備が義務付けられており、これと同等以上の性能を有するものとしてFOPSやROPSが示されている。しかし、日本国内における運転員保護構造はオプション装備扱いとなることが未だに多いのか、運転室等に保護構造であることを示す表示がみられない。

運転員保護構造の今後の更なる普及を図る上で、ユーザとしては安価であるがゆえに未装備の機械を購入するのではなく、人命を第一位に考慮頂き多少高価な保護構造付の機械を選択する。使用者は作業条件にあった保護構造付機械以外での作業は行わない。等の

ユーザや使用者の安全意識も必要であると思われる。

また、機械の転落等の事故においては運転員が自ら飛び出したり又は投げ出された所に、機械が落下して死亡事故に至る事例が多く、ROPS等の保護装置が装備されている場合でも、シートベルト等の付属する装備使用は絶対不可欠である。

近年、建設施工の安全性向上が強く求められており、今後は、運転員保護構造の装備が望まれてくると考えられ、当研究所が行う保護構造の性能試験がその一助になることを願うところであります。

JCMA

[筆者紹介]

佐々木 隆男 (ささき たかお)
 (社)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第四部
 専門課長



橋梁架設工事の積算

——平成23年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編

- ・セッティングビーム工追加 (歩掛設定)
- ・製作工労務単価, 間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・支保工関連
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料, 基本料の追加 ほか

■ B5判/本編約1,100頁 (カラー写真入り)
 別冊約120頁 セット

■定価

非会員: 8,400円 (本体8,000円)
 会 員: 7,140円 (本体6,800円)

※別冊のみの販売はありません。

※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 600円
 沖縄県 450円 (但し県内に限る)

■発行 平成23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>