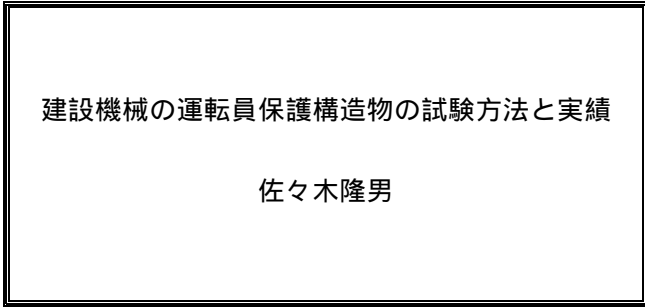


CMI 報告



キーワード：建設機械、運転員保護構造物、飛来・落下、転倒、転落、FOPS、ROPS、TOPS、EOPS

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 飛来落下物からの保護、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ることを保護する目的がある。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。

運転員の保護構造物

- 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)
- 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、規格に示される試験及び要求性能の概略と、試験の実施に際して CMI が配慮していることなどを紹介する。

2. 飛来落下物からの保護構造物

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 JIAS8922 (以下、油圧ショベルという。) が定められている。FOPS と油圧ショベルでは運転室直上に落下する物体に対して要求される性能は同じであり、油圧ショベルのみフロントに飛来・落下する物体について

も性能が規定されている。

運転室直上の落下物に対する要求性能には、レベルとレベル の二通りがあり、CMI ではそれぞれに対応するため、図 - 1 に示す鋼製の打撃重錘を保有している。

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
	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、落下物が貫通しないこと。構造物の一部が一瞬でも人体に接触しないこと。
	岩石等	11,600 J	

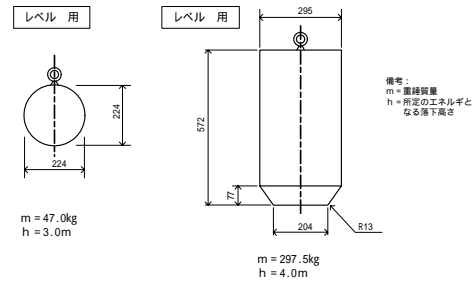


図 - 1 打撃重錘の形状・寸法

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。



写真 - 1 FOPS (レベル) の試験状況

要求性能の確認は、重錘貫通の有無は目視で、構造物と人体の代わりとして用いる DLV (たわみ限界領域) の接触については、構造物と DLV の隙間が最も小さい所、例えば DLV の頭頂部にグリースを塗布して、このグリースの付着痕の有無で確認を行っている。油圧ショベルのフロント・ガードの試験は、先のレ

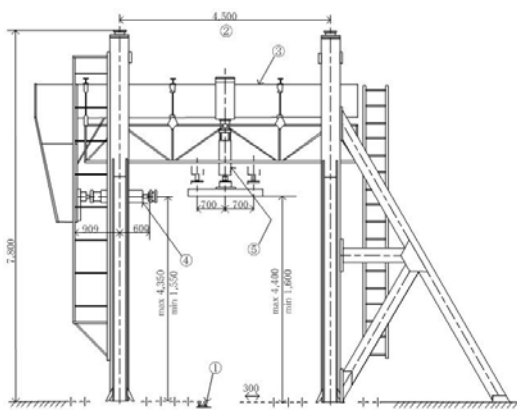
ベル 用重錘先端テーパ部と同じ形状の載荷装置による静的試験または、運転室直上と同様に重錘による動的(打撃)試験とがあり、要求性能はレベル 7では700 J、レベル 8は5800 Jのエネルギーを受けた時に、貫通や構造物とDLVの接触がないことである。

### 3. 転倒・転落での保護構造物

JISA8910(以下、ROPSという。)とJCMASH018(以下、EOPSという。)の保護構造物は30度以下の斜面に沿って機械が側面から転落1回転した時に、また、JISA8921(以下、TOPSという。)は水平面上で機械が横転した時に、それぞれ運転員が押しつぶされるのを保護するものである。

EOPSとTOPSは、ROPSの適用外である油圧ショベルに関して規格化されたものであり、EOPSは運転質量6,000 kgを超えるものに、TOPSは運転質量6,000 kg以下の油圧ショベルに適用される。

ROPSの要求性能は、保護構造物の側面及び上面並びに前後方向それぞれで、機械の最大質量から算出される基準値(荷重及び吸収エネルギー)を満足した時に、保護構造物等がDLVに侵入しないことである。同様にEOPSでは側面の吸収エネルギーと上面の荷重、TOPSは90度転倒を条件とするため、側面の吸収エネルギーが満足した時である。なお、EOPS及びTOPSの吸収エネルギーの算出式は、ROPSのクローラトラクタの算出式と同じである。



- ① テストベット 幅7.4m×長11m×深2.5m
- ② 主桁内両間隔 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 - 2 ROPS 試験装置

CMIでは図-2に示す試験装置を用い各規格の試験を実施している。試験は供試機をテストベットにM24ハイテンボルトで固定し、先ず水平載荷装置で保護構造物の側面を、次に垂直載荷装置で上面に載荷した後、

機械のセット方向を変え水平載荷装置で前後方向の載荷試験を行っている。水平載荷装置の載荷速度は、静的とみなされる毎分10mm程度とし、垂直は毎分5mm程度で載荷を実施している。

また、試験装置の計測・制御は図-3のとおりであり、水平載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物のたわみとし、計測処理画面でモニターすると共に、たわみ5mm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。

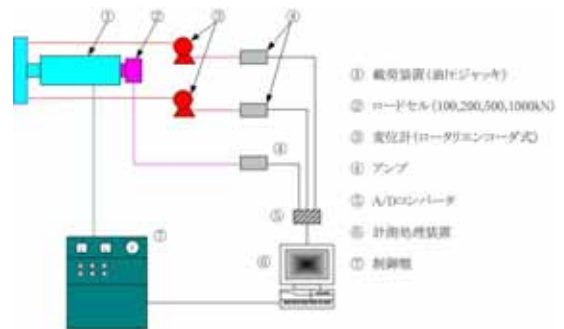


図 - 3 ROPS 試験装置の計測・制御



写真 - 2 ROPS 試験状況

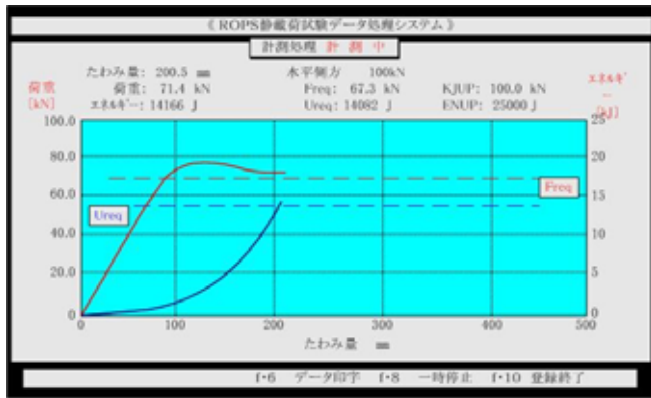


写真 - 3 計測処理画面

要求性能の確認は、それぞれの荷重によって基準値が満足された時に、保護構造物並びに仮想地面が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。

なお、CMIの荷重分布装置長さより供試機で許容されるその長さに長短がある場合等には、規定の長さとなる鋼板を取り付けて載荷しているが、他方向から載荷する場合にはその鋼板が補強材とならないよう取り外しを行っている。

#### 4. CMIにおける試験実績

平成17年度までにCMIが実施した保護構造物の試験実績として、各要求性能を満足したことを証明する報告書数を表-1に示す。同表の中にはFOPSとROPSを兼ね揃えた保護構造物が多数存在する。

また、近年では油圧ショベルをROPSとして試験することが多くなってきている。

表 - 1 保護構造物の試験実績 (S51~H17)

保護構造物の種類		機種名					
		ホイール式	油圧ショベル	ブルドーザ等	モーター式	加圧式等	その他
FOPS	ホイール式	9	13	2	0	0	0
	油圧式	24	10	0	1	4	0
ROPS		93	27	14	2	3	2

#### 5. おわりに

建設機械の運転員保護装置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。しかし、日本国内における運転員保護装置はオプション装備扱いとなることが多く、今後更なる普及、標準装備化を考えた場合は、欧米のように製造又は使用に係わる規制や施策が必要であろう。また、機械の転落等の事故においては運転員の飛び出し又は投げ出され、その上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が必要である。

近年、建設施工の安全性向上が強く求められているおり、今後は、運転員保護構造物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物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。

[著者紹介]

佐々木隆男(ささき、たかお)

社団法人日本建設機械化協会

施工技術総合研究所 研究第四部 主任研究員