

CMI 報告

建設機械の運転員保護構造物の試験 方法と実績

佐々木隆男

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

建設機械に係わる事故の際、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）あるいは社団法人日本建設機械化協会規格（JCMAS）に定められている。

表—1 保護構造物規格

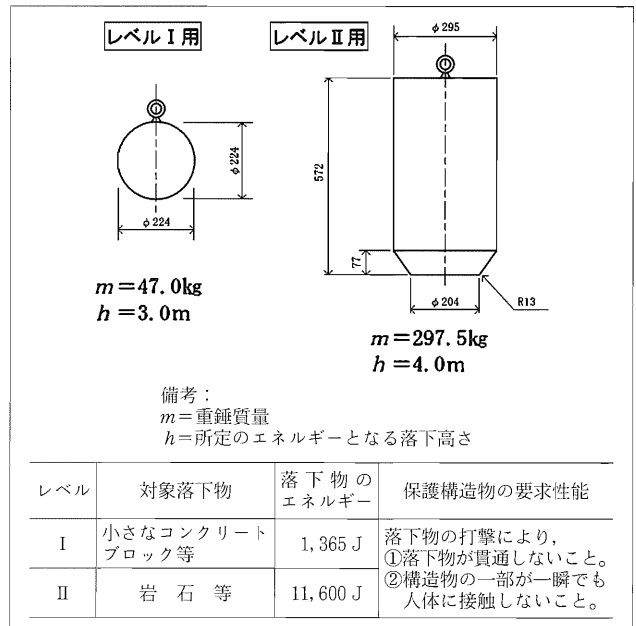
運転員の保護構造物	
①飛来・落下物からの保護	<ul style="list-style-type: none"> ・ JIS A 8920（土工機械—落下物保護構造（FOPS）） ・ JIS A 8922（油圧ショベル—運転員保護ガード）
②転倒・転落での押しつぶれからの保護	<ul style="list-style-type: none"> ・ JIS A 8910（土工機械—転倒時保護構造（ROPS）） ・ JIS A 8921（ミニショベル横転時保護構造（TOPS）） ・ JCMAS H 018（油圧ショベル転倒時等保護構造（EOPS））

社団法人日本建設機械化協会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

JIS A 8920（Falling Object Protective Structures、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JIS A 8922（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ⅠとレベルⅡ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。



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込んだもの）を据え、移動式クレーンで吊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。

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の間隙が最も小さい所、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Ⅱ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

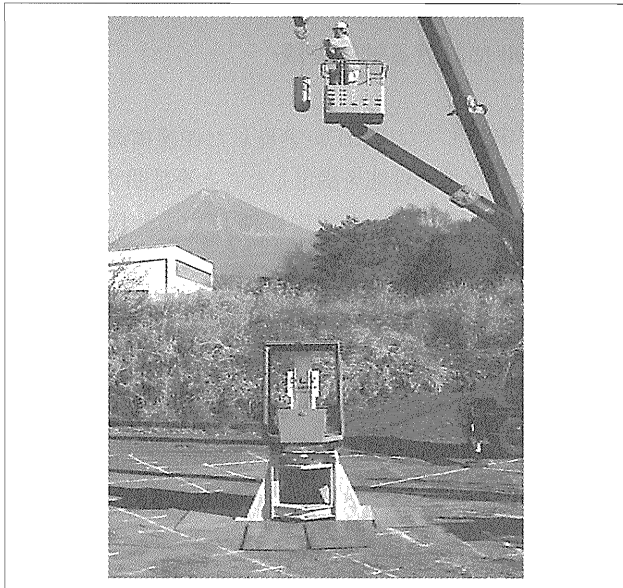


写真-1 FOPS (レベルII) の試験状況

験とがあり、要求性能はレベルIでは700J、レベルIIは5,800Jのエネルギーを受けたときに、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

JIS A 8910 (Rolling Object Protective Structure, 以下, ROPS という) と JCMAS H 018 (Excavator's Operator Protection Structure, 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回転したときに、また、JIS A 8921 (Tip-Over Protection Structure, 以下, TOPS という) は水平面上で機械が横転したときに、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6,000kgを超えるものに, TOPS は運転質量6,000kg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)を満足したときに, 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ときである。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。

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ドにM24ハイテンボルトで固定し, まず水平載荷装置で保護構造物の側

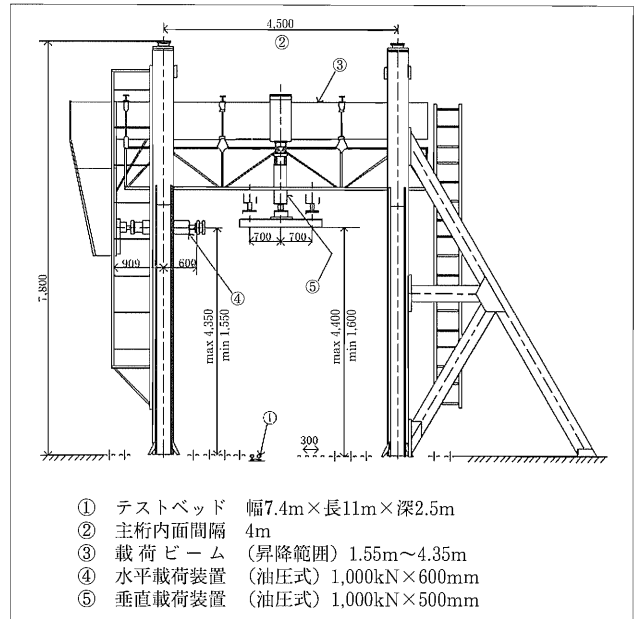


図-2 ROPS 試験装置

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。

要求性能の確認は, それぞれの載荷によって基準値が満足されたときに, 保護構造物並びに仮想地面がDLVに侵

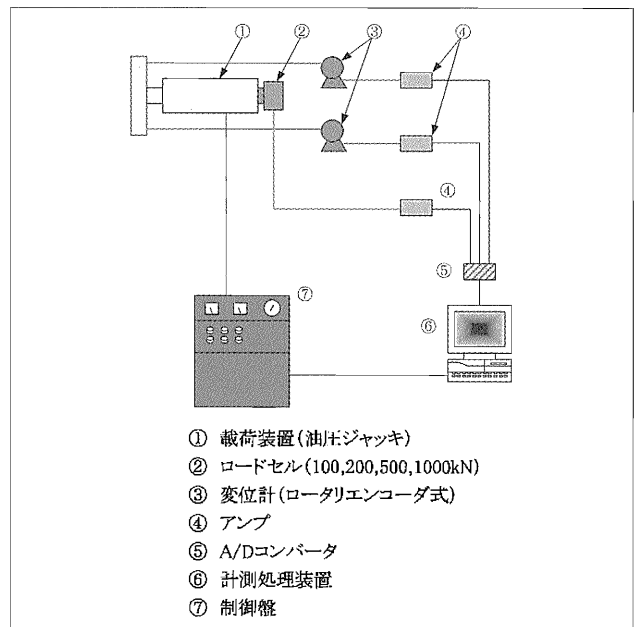


図-3 ROPS 試験装置の計測・制御

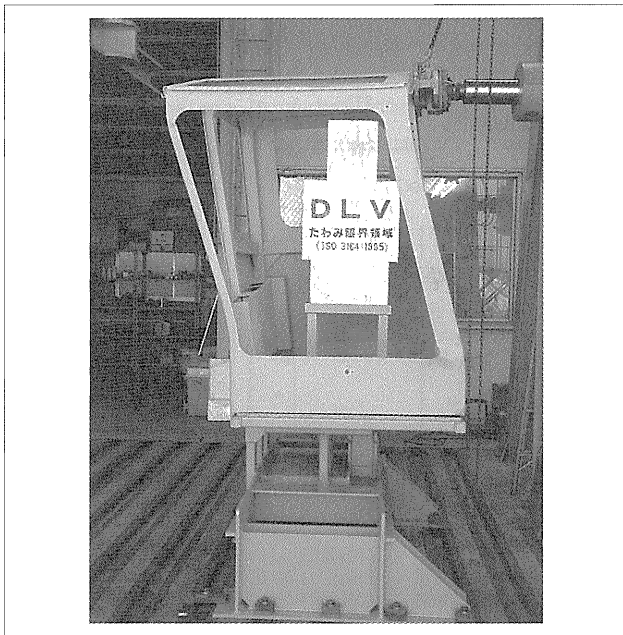


写真-2 ROPS 試験状況

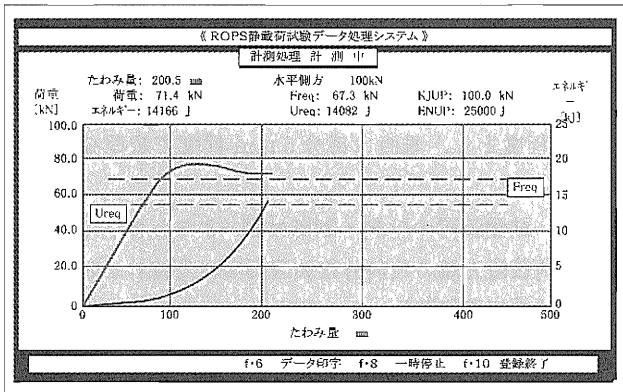


写真-3 計測処理画面

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の負荷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-2に示す。表-2の中にはFOPSとROPSを兼ね備えた保護構造物が多数存在する。

表-2 保護構造物の試験実績 (昭和51年～平成17年)

保護構造物の種類	機種名					
	ホイールローダ	油圧ショベル	ブルドーザ等	モータグレーダ	クローラドリル等	その他
FOPS						
レベルI	9	13	2	0	0	0
レベルII	24	10	0	1	4	0
ROPS	93	27	14	2	3	2

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。

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が飛び出したり又は投げ出されて、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る。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。

【筆者紹介】

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