

JCMAS

社団法人 日本建設機械化協会規格

6トンを超える油圧ショベル転倒時等保護構造 (EOPS) — 試験方法及び性能要求事項

JCMAS H 018: 2003

平成 15 年 3 月 31 日 制定

社団法人 日本建設機械化協会

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定に基づいて、国内標準委員会の審議を経て会長が制定した社団法人日本建設機械化協会規格である。

この規格の一部が、技術的性質を持つ特許権、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の会長及び国内標準委員会は、このような技術的性質を持つ特許権、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出願にかかわる確認について、責任をもたない。

平成 14 年 11 月 22 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 15 年 1 月 15 日

意見受付終了日：平成 15 年 3 月 15 日

制定：平成 15 年 3 月 31 日

この規格についての意見又は質問は、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機械振興会館201-2 Tel 03-5776-7858）にご連絡ください。

6 トンを超える油圧ショベル転倒時保護構造(EOPS)－ 試験方法及び性能要求事項

Excavator's Operator protection structure (EOPS) for over 6 tons hydraulic excavators - Laboratory tests and performance requirements

1. 適用範囲 この規格は、単体で又は機械と一体となって機能する転倒時保護構造（以下、EOPSという）の静的負荷による載荷特性を評価する一連の再現性ある試験方法及び代表的な供試品に対する性能要求事項について規定する。

この規格は、運転質量6 000kgを超え50 000kg未満の油圧ショベル（以下、機械という）を、やむを得ず不整地、傾斜地などで作業をする際などに、傾斜角30°以下の平らな堅い地盤の斜面上に転倒し、機械の前後方向軸を中心に機械が地面との接触を失うことなく360°回転するという条件の下で、運転員が押しつぶされないよう空間を確保するために、機械に備えられたEOPSに適用する。

この規格は、ローディングショベル及び運転席床面を標準仕様より高くしたハイキャブ付き油圧ショベルには適用しない。

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。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS A 8320 土工機械－機械全体、作業装置及び構成部品の質量測定方法

備考 ISO 6165: 2001, Earth-moving machinery – Methods of measuring the masses of whole machines, their equipment and components が、この規格と一致している。

JIS A 8322 土工機械 一 寸法、性能及び容量の単位並びに測定精度

備考 ISO 9248: 1992, Earth-moving machinery – Units for dimensions, performance and capacities, and their measurement accuracies が、この規格と一致している。

JIS A 8403-1 土工機械 一 油圧ショベル 一 第1部：用語及び仕様項目

備考 ISO 7135 : 1993, Earth-moving machinery – Hydraulic excavators – Terminology and commercial specificationsからの引用事項は、この規格の該当事項と同等である。

JIS A 8910 土工機械 一 転倒時保護構造 一 試験及び性能要求事項

備考 ISO 3164: 1995, Earth-moving machinery – Laboratory evaluation of roll-over and falling-object protective structures – Specifications for deflection-limiting volume からの引用事項は、この規格の該当事項と同等である。

JIS A 8911 土工機械用シートベルト及び取付け部

備考 ISO 6683: 1981及びAmendment 1: 1990, Earth-moving machinery – Seat belts and seat belt anchorages が、この規格と一致している。

JIS B 1180 六角ボルト

備考 ISO 898-1: 1988, Mechanical properties of fasteners – Part 1: Bolts, screws, and studs からの引用事項は、この規格の該当事項と同等である。

JIS B 1181 六角ナット

備考 ISO 898-2: 1992, Mechanical properties of fasteners - Part 2 : Nuts with specified proof load values - Coarse thread からの引用事項は、この規格の該当事項と同等である。

JIS Z 2202 金属材料衝撃試験片

備考 ISO 148: 1983, Steel - Charpy impact test (V-notch) からの引用事項は、この規格の該当事項と同等である。

JIS Z 2242 金属材料衝撃試験方法

備考 ISO 148: 1983, Steel - Charpy impact test (V-notch) からの引用事項は、この規格の該当事項と同等である。

3. 用語及び定義 この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

3.1 転倒時保護構造 (Excavator's Operator Protective Structure (EOPS)) 機械が転倒などしたときに、シートベルトシステム(3.4)で支えられた運転員が、押しつぶされる可能性を少なくすることを主要な目的とした構造物。

備考 この構造物には、これを旋回フレームに取り付けるための取付け具など(サブフレーム、ブラケット、マウンティング、ソケット、ボルト、ピン、サスペンション又は可撓性のショックアブソバなど)を含むが、旋回フレームと一体構造の取付け座は含まれない。

3.2 スイングフレーム(swing frame) 機械の上部旋回体の主要構造部材で、その上にEOPSが直接取り付けられるフレーム。

3.3 作業装置 (equipment and attachment) JIS A 8320に定義する作業装置

3.4 シートベルトシステム (seat belt system) シートベルト及びシートベルト取付け部(JIS A 8911の定義参照)。

3.5 ベッドプレート (bed plate) EOPSの試験のために、旋回フレームを取り付ける試験装置の堅固な部分。

3.6 たわみ限界領域 (deflection-limiting volume (DLV)) 大型の男性運転員が運転席に腰をかけ、通常の着衣でヘルメットを着用した状態を箱形状で近似させたもの(JIS A 8910附属書1図1参照)。

3.7 代表的供試品 (representative specimen) 製造業者の仕様の範囲内にあつてそれらを代表するEOPS及びその取付け金具並びに機械フレーム(完成品又は部品)。

3.8 負荷分散装置 (load distribution device) 着力点におけるEOPS部材の局所的な貫入を防止するために用いる装置。

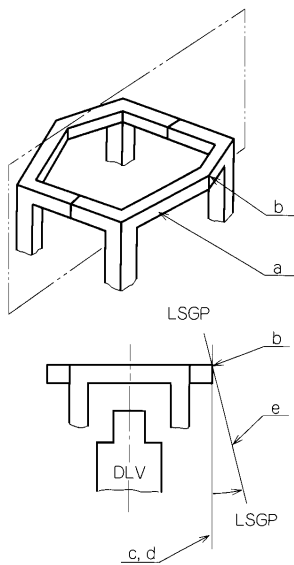
3.9 着力点 (load application point) EOPSに対し試験荷重を負荷する点。

3.10 EOPSのたわみ量 (deflection of EOPS) 荷重を加えることによって生じるEOPS構造の動きで、着力点において計測する。

3.11 仮想地面 (simulated ground plane (SGP)) 転倒などの後、機械がその上に静止すると仮定された平面。

3.11.1 側方仮想地面 (Lateral Simulated Ground Plane (LSGP)) 機械が横転した状態で止まる場合に対応する仮想地面で、その(負荷を受ける頂部部材の)最外端点をとおる垂直面を、最外端点をとおる水平軸のまわりにDLVから遠ざかる方向に回転させた面(図1a)参照)。又は、機械が床面最大掘削半径の状態に横転した時、作業装置と上部旋回体の側面の剛性の高い⁽¹⁾箇所3点(例えば、ブームの屈曲部側面、キャブベット左前端及びカウンタウエイト左上部)によって形成される平面(図1b)参照)

注⁽¹⁾ "剛性が高い"とは、機械が転倒して接地したとき、接地箇所の数に応じて機械質量の分散荷重を塑性変形することなしに支えることができることをいう。



記号

a ---横荷重が負荷されるEOPSの頂部部材

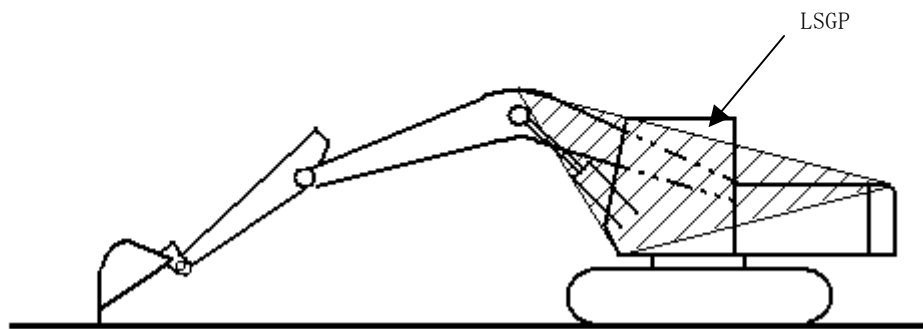
b ---部材aを端から見たときの最外端点

c ---b点を通る垂直線

d ---上記の垂直線cを含み、機械の前後方向中心線に平行な垂直面

e ---側方仮想地面 (LSGP)

a)



b)

図1 EOPSの側方仮想地表面 (LSGP)

3.11.2 天頂仮想地面 (Vertical Simulated Ground Plane(VSGP)) 機械が180° 転倒した状態で止まる場合に対応する仮想地面で、EOPS頂部部材の全面に接する面。又は機械が床面最大掘削半径の状態では180° 転倒したとき、作業装置と上部旋回体の上部の剛性の高い箇所(例えば、ブーム背とカウンターウエイトの上部)によって形成される平面。

3.12 運転質量 (operating mass) 燃料、潤滑油、作動油及び冷却水を規定量とし、製造業者が指定する作業装置を装備した本体に、乗員1名分(75kg)の質量を加えた質量。

備考 使用中の機械に付着した土、岩石、枝、破片などは機械の質量から除外する。掘削、運搬又は処理した積載物は試験条件を決定する際には機械の質量には含めない。

4. 記号 この規格は、次の記号を使用する。

4.1 U EOPSにより吸収されるエネルギーで、機械の質量に関係し、Jで表示する。

4.2 F EOPSにかけられる力で、Nで表示する。

4.3 m 製造業者が指定する試験に供する機械の運転質量で、kgで表示する。この質量には作業装置、EOPS及び工具を含む。

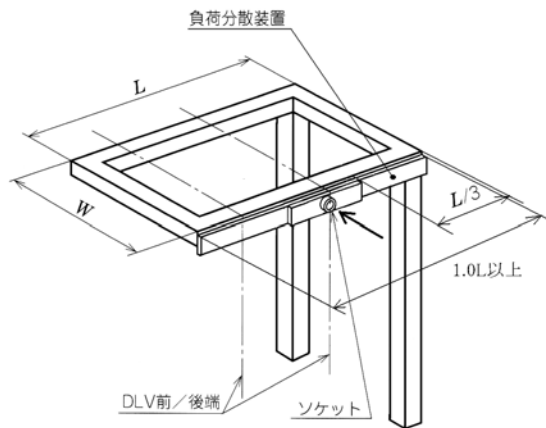
4.4 L 次のように定義されるEOPSの長さで、mmで表示する。

長さ L は、DLVの前後方向の垂直投影を覆っている載荷部材の長さであって、

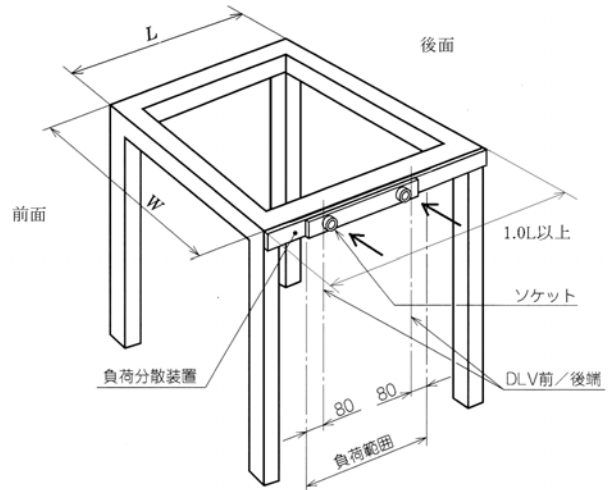
a) 片持ちはり式の2柱式にあつては、EOPSの頂部において、EOPS支柱の端面から他端までの距離とする（**図2a**参照）。

b) 4柱式やその他のEOPSにあつては、EOPSの頂部において前後の支柱の外端面間の前後方向の最大距離とする（**図2b**参照）。

備考 負荷分散装置及びソケットは、負荷装置の端部を保護し、局部的な貫入を防止する。



a) 2柱式EOPSの場合



b) 4柱式EOPSの場合

図 2 EOPSの側方負荷箇所

4.5 W 次のように定義されるEOPSの幅で、mmで表示する。

幅 W は、DLVの横方向の垂直投影を覆っている載荷部材の幅であって、片持ちはり式の2柱式、4柱式及びその他のEOPSにあつては、EOPSの頂部において、左右のEOPS支柱の外端面間の最大幅とする（**図2**参照）。

4.6 Δ EOPSのたわみ量で、mmで表示する。

5. 試験方法及び装置

5.1 一般事項 EOPSに対する要求事項は、側方のエネルギー吸収能力及び垂直負荷能力である。また、側方の負荷及び垂直負荷の下でのたわみ量には制限が設けられている。側方負荷時のエネルギー要求、垂直負荷及びたわみ制限は、EOPSが転倒時などの衝撃に耐える有効な能力をもちつつ、定められたDLVの姿勢に侵入する程変形しないよう保証することを意図している。

5.2 計測装置 質量、力及びたわみ量の計測装置は、**JIS A 8322**の要求に合致する能力を持つものとする。

5.3 試験装置 EOPS、旋回フレーム及び必要であれば作業装置を結合したものをベッドプレートに固定し、**表 2**に示す数式により決められる側方エネルギー及び垂直荷重を負荷するために適した装置とする。

5.4 EOPSと旋回フレームとの結合及びベッドプレートへの取付け（**図 3**参照）

5.4.1 EOPSは、実機と同様に旋回フレームに取り付けなければならない。この試験には旋回フレームの完成品は必要としない。しかし、旋回フレームとこれに取り付けられたEOPSの供試品は、実機の構造様式を代表するものでなければならない。窓、パネル、ドアその他の通常取り外しできる非構造部品は、EOPSの評価に影響を与えないよう取り除いておく。

5.4.2 EOPS と旋回フレームを結合したものは、これとベッドプレートをつなぐ部材の試験中における変形が経験的に最小に止まるように、ベッドプレートに取り付けなければならない。

また、EOPS と旋回フレームの結合物は、最初の取付けによるもののほか、ベッドプレートからいかなる支持もしてはならない。

5.4.3 すべての懸架装置は、供試品の荷重－たわみ特性に影響しないよう、外部から確実に固定して試験を行わなくてはならない。ただし、EOPS を旋回フレームに取り付け、かつ荷重の伝達路として働く緩衝部品はそのままとし、試験開始時には機能しているようにする。

5.4.4 EOPSの変形が、作業装置などとの干渉により影響を受けると予想される場合、取り付ける作業装置の姿勢は床面最大掘削半径姿勢とする。

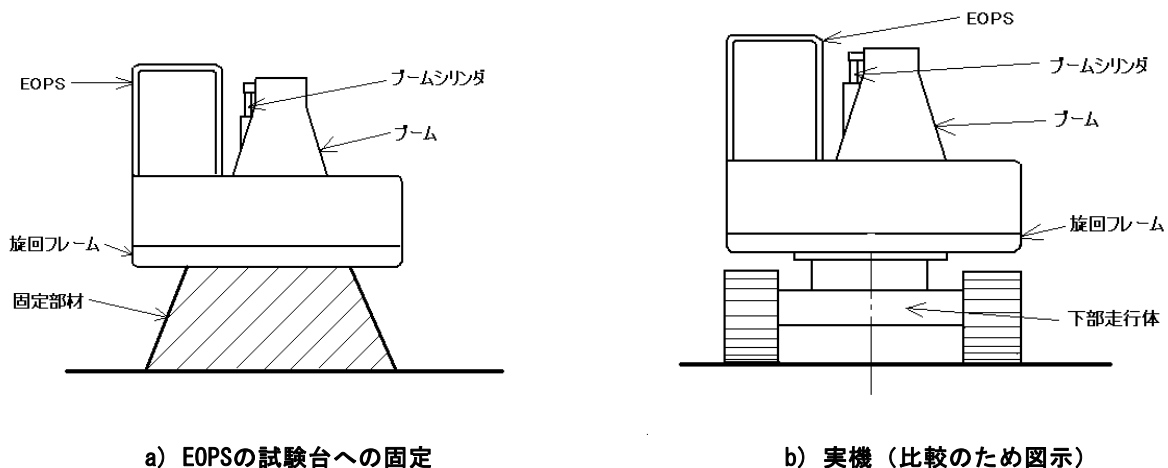


図 3 旋回フレームの取付け

6. 試験方法

6.1 一般事項

6.1.1 負荷試験に先立って、すべての着地点を確認し、構造物上にマークする。

6.1.2 負荷試験の順序は、最初に側方、次に垂直方向とする。

6.1.3 負荷試験の途中又は各試験の間において、部材の曲がりを直したり、修理してはならない。

6.1.4 局部的陥没（又は変形）を防ぐため負荷分散装置を使用してもよいが、EOPSの垂直軸回りの回転及び水平軸回りの回転を拘束するものであってはならない。

6.2 側方負荷試験

6.2.1 負荷分散装置の長さは、EOPSの変形に追従して負荷できるよう、長さ $1.0L$ 以上とするのがよい。

6.2.2 最初の着地点は、長さ L とDLVの前後の面の垂直投影線との関係によって指定する。すなわち、

- － 2柱式 EOPSの着地点は、支柱から $L/3$ 以内であってはならない。

もし、 $L/3$ の点がDLVの垂直投影線と2柱式EOPS支柱との間にあるときは、それがDLVの垂直投影内にくるまで、着地点をEOPS支柱から離れる方向に動かす(図2a)参照)。

- － 3柱式以上のEOPSの着地点は、DLVの前後の境界面から80mm外側の面の垂直投影線の間に置く(図2b)参照)。

6.2.3 側方荷重は、EOPSの左側最外端から加える。

6.2.4 側方負荷の最初の方向は、水平で、かつ旋回フレームの前後方向中心線を通る垂直面に対して垂直に加える。負荷の継続とともにEOPS及び旋回フレームに変形が生じ、荷重の方向が変化することがあるが、これは許容される。

6.2.5 変形の速度は、負荷が静的であると考えられる程度とする。

なお、着力点における変形速度が、5mm/s以下の場合には静的負荷と見なされる。

6.2.6 この負荷は、必要最小エネルギーを満足するまで、又は、機械側面の剛性の高い部分によって形成される側方仮想地面(LSGP)に至るまで続ける。

15mm以下の(合力の着力点における)変位量ごとに、荷重とたわみ量を記録する。

6.2.7 エネルギーUの計算方法については、**図4**を参照。ただし、エネルギーの計算に用いるたわみ量は、力の作用方向に沿ったEOPSのたわみ量とする。

負荷装置を支える如何なる部材の変形も、たわみに含めてはならない。

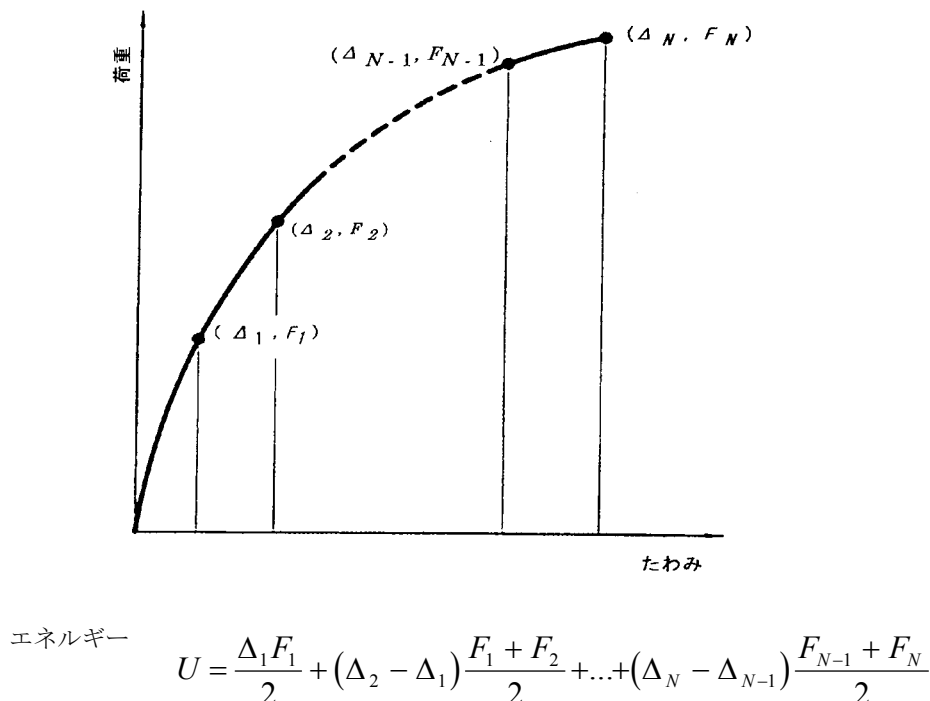


図 4 負荷試験時の荷重たわみ曲線

6.3 垂直負荷試験

6.3.1 側方荷重を除去した後、垂直荷重をEOPSの頂部に対して負荷する。

6.3.2 2柱式のEOPS単体で試験する場合は、垂直負荷の中心は、**6.2.2**に示す側方負荷の着力点よりEOPS支柱に近づいてはならない。機械と一体のEOPSの場合は、VSGPに沿った傾斜平面で負荷してもよい。

6.3.3 垂直荷重の分散方法については、特に制限しない。

6.3.4 変形の色度は、負荷が静的であると考えられる色度とする。**(6.2.5 参照)**

この負荷は、EOPS が荷重条件を満足するか、又は、機械の剛性の高い部分（例えばブーム背及びカウンターウエイト上面）によって形成される天頂仮想地面(VSGP)に至るまで続ける。

EOPSは、5分間又は変形が終了するまでのうち、いずれが短い時間だけこの荷重を支持しなければならない。

7. 材料—温度条件

7.1 荷重条件のほかに、EOPSがぜい（脆）性破壊に対して十分な抵抗をもつことを保証するために、材料—温度条件を規定する。

この要求事項は、試験に使用された供試品と、引き続いて製造されるEOPSに使用される材料の仕様と調達が、同様の強度特性を持つことを保証するならば、すべての構造部材を -18℃ 又はそれ以下の温度の中で静的負

荷試験を行なうことによって達成される。

代替法として、この要求事項は、すべてのEOPS構成部材が7.2から7.4に示す次の機械的条件を満たすならば、より高い温度下での負荷試験によっても達成される。

7.2 構造物に使用するボルト及びナットは、**JIS B 1180**に規定する強度区分8.8又は10.9のボルト、及び**JIS B 1181**に規定する強度区分8又は10のナットでなければならない。

備考 フートポンド法を用いている国で製作されたものでは、ボルトとナットの強度区分は上記と同等のものとする。

7.3 EOPS構成部材及びこれを旋回フレームに取り付けるのに使用する材料は、-30℃において、**表1**に示すシャルピーVノッチ(CVN)衝撃試験値を満足するか、又はそれ以上の鋼材でなければならない。(シャルピーVノッチ衝撃試験値による評価は、元来品質管理上のチェックのためのものであって、表示された温度は必ずしも直接に使用条件に関係するものではない。)

試験片はロールの圧延方向にとり、EOPSとして成形又は溶接する前の板材、管材、型钢などからとらなければならない。管又は型钢の試験片は最長寸法の中央部からとり、溶接部を含んではならない(**JIS Z 2202**及び**JIS Z 2242** 参照)。

7.4 厚さが2.5mm以下で最大炭素含有量が0.20%の鋼は、シャルピー試験についての要求事項を満足するものと見なされる。

表 1 最小シャルピーVノッチ強度

試験片寸法 (高さ×幅) mm	-30℃でのエネルギー ⁽¹⁾ J
10 × 10 ⁽²⁾	11
10 × 9	10
10 × 8	9.5
10 × 7.5 ⁽²⁾	9.5
10 × 7	9
10 × 6.7	8.5
10 × 6	8
10 × 5 ⁽²⁾	7.5
10 × 4	7
10 × 3.3	6
10 × 3	6
10 × 2.5 ⁽²⁾	5.5

(1) -20℃におけるエネルギー要求代替値を用いてもよい。-20℃におけるエネルギー要求値は、-30℃における規定値の2.5倍とする。
なお、衝撃エネルギー強度には、その他の、例えば、ロール方向、降伏点、粒塊形成、溶接といった要因も影響する。鋼材の選定に当たっては、これらのことも考慮しなくてはならない。

(2) 推奨寸法を示す。試験片の寸法は、材料の許す範囲で推奨寸法の最大寸法を下回ってはならない。

8. 許容基準

8.1 一つの代表的な供試品について、**表 2**に示す側方エネルギー及び垂直荷重に対する要求を満足するか、又はこれを超えるか、若しくは側方仮想地面(LSGP)及び／又は天頂仮想地面(VSGP)に至るまで負荷する必要がある。

表 2 エネルギー要求値及び荷重の算定式

側方負荷エネルギー J	垂直負荷荷重 N
$13000 \left(\frac{m}{10000} \right)^{1.25}$	9.8m

8.2 EOPSのたわみに関する制限は絶対的である。

8.2.1 側方負荷試験の如何なる段階においても、EOPS構造部材が、JIS A 8910に規定するたわみ限界領域(DLV)の基準軸LAより上の部分を、図5に示すように鉛直方向に対して側方に15°まで傾けた(DLVを取り付ける床そのものの変形によるDLVの傾きは前記15°に加算される)DLVに入ってはならない(図5a)参照)。

又は、側方仮想地面(LSGP)内側のEOPS構造部材と、JIS A 8910に規定するたわみ限界領域(DLV)の基準軸LAより上の部分を、図5に示すように鉛直方向に対して側方に15°まで傾けた(DLVを取り付ける床そのものの変形によるDLVの傾きは前記15°に加算される)DLVの最も近い部位との隙間は、次に示す寸法以上でなければならない。(図5b)参照)。

$$D_L = (4 \cdot m / 1\,000) + 20$$

ここに、
 D_L : LSGP内側のEOPS構造部材とDLVとの最小隙間 (mm)
 m : 製造業者が指定する試験機械の運転質量 (kg)

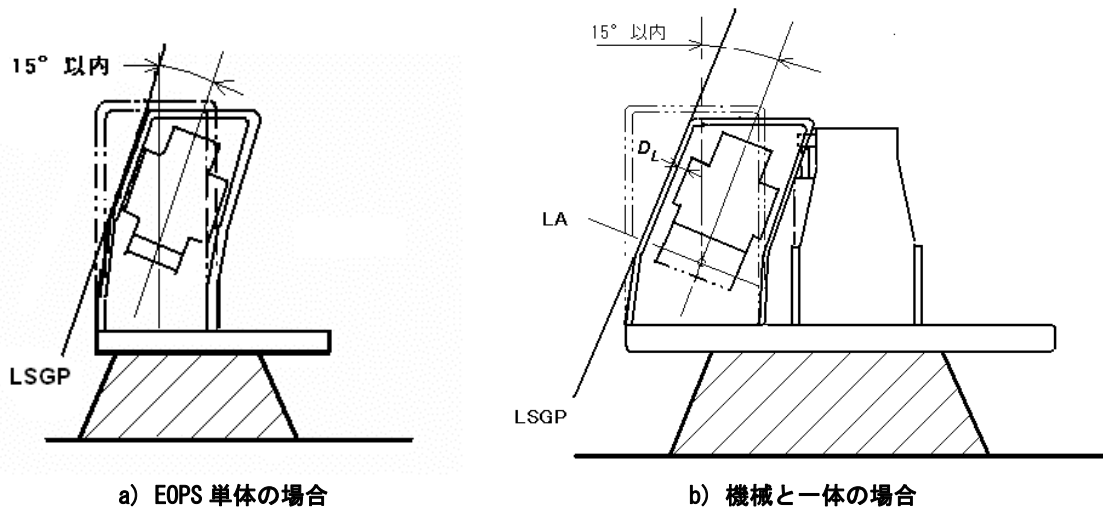


図 5 側方負荷とDLV上半部の回転許容量

8.2.2 垂直負荷試験の如何なる段階においても、EOPS構造部材が、鉛直方向に対して側方に15°まで傾けたDLVに入ってはならない。又は、天頂仮想地面(VSGP)内側のEOPS部材と、DLVの最も近い部位との隙間が、次に示す寸法以上でなければならない。(図6参照)。

$$D_H = \{(3.5 \cdot m / 1\,000) + 40\} / 2$$

ここに、
 D_H : VSGP内側のEOPS構造部材とDLVとの最小隙間 (mm)
 m : 製造業者が指定する試験機械の運転質量 (kg)

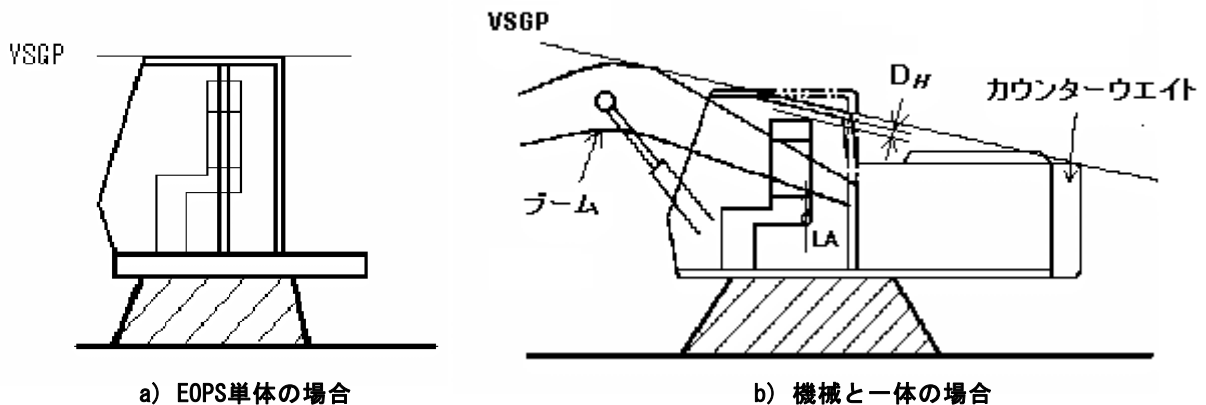


図 6 垂直負荷とDLV

8.3 旋回フレームの一部又は取付け部の破損は許されるが、EOPSが旋回フレームから離脱してはならない。

9. EOPSの表示

9.1 この規格の基準に合格したEOPSには、9.2及び9.3によってラベルを取り付けなければならない。

9.2 ラベルの仕様

9.2.1 ラベルは、耐久性のあるものとし、EOPS構造に永久的に取り付けなければならない。

9.2.2 ラベルは、容易に読み取れ、かつ、気候による摩滅を防ぐことのできる位置に取り付けなければならない。

9.3 表示の内容 表示の内容は、次のとおりとする。

- a) EOPS製造業者の名称と所在地
- b) EOPSの型式及び識別番号
- c) EOPSが装着可能な機種及び型式
- d) EOPSがすべての性能基準に合格する場合は、(社)日本建設機械化協会規格番号
- e) 製造業者が必要と考えるその他の事項(例えば、取付け、修理又は交換に関する情報)

10. 試験成績書 試験結果は、附属書Aに示す試験成績書の様式に基づき記録する。

11. 取扱説明書 機械の製造業者は、この規格に適合するEOPSが、保護構造として保証できる機械の仕様範囲(派生機械も含め)を、取扱説明書に明記しなければならない

附属書 A（規定） JCMAS H 018 に規定する EOPS の試験報告書

A.1 確認事項

A.1.1 機械

名称 _____

製造業者名 _____

型式 _____

製造番号 _____

旋回フレーム部品番号 _____

A.1.2 EOPS

製造業者名 _____

形式及び型式 _____

製造番号 _____

EOPS 部品番号 _____

A.2 機械製造業者よりの情報

A.2.1 EOPS

共用する機械の運転質量範囲 _____ kg

試験質量 _____ kg

その根拠となる幾何学的データ

DLV の位置 _____

A.2.2 負荷条件

側方エネルギー _____ J

側方仮想地面 (LSGP) の三次元データ

垂直荷重 _____ N

天頂仮想地面 (VSGP) の三次元データ

A.3 試験結果

A.3.1 側方仮想地面 (LSGP) 及び天頂仮想地面 (VSGP) の実機による確認

側方仮想地面 (LSGP) _____

天頂仮想地面 (VSGP) _____

A.3.2 側方負荷試験

EOPS 構造部材が DLV へ侵入することなしに、次のエネルギー値に達し、又はこれを越えることができた。

到達最大エネルギー _____ J

又は、エネルギー _____ J に達した時点で、EOPS 構造部材が DLV との間に規定以上の隙間を残して、規定の側方仮想地面 (LSGP) に達した。

その時の EOPS 構造部材と DLV との最小隙間は、 _____ mm(部位 _____)

A.3.3 垂直負荷試験 EOPS 構造部材が DLV へ侵入することなしに、次の垂直荷重値に達し、又はこれを越えることができた。

到達最大垂直荷重 _____ N

又は、垂直荷重値 _____ N に達した時点で、EOPS 構造部材が DLV との間に規定以上の隙間を残して、規定の天頂仮想地面(VSGP)に達した。

その時の EOPS 構造部材と DLV との最小隙間は、 _____ mm(部位 _____)

A.3.4 材料温度条件：

A.3.4.1 負荷試験は、EOPS と旋回フレーム部材を _____ °C にして行なわれた。

A.3.4.2 (A.3.4.1 が -18°C を越える場合のみ記入)

EOPS を構成する鋼材のシャルピーV ノッチ衝撃試験結果は、次の通りである。

試験片の寸法 _____ mm × _____ mm

参考 鋼材のシャルピーV ノッチ衝撃試験は、試験片を _____ °C にして行なわれた。

エネルギー _____ J

ボルトの強度区分 _____

ナットの強度区分 _____

A.4 証明書

EOPS

機械の試験質量 _____ kg に対する本試験において、**JCMAS H 018** に規定する最小要求性能を満
足した。

EOPS 型式名： _____

試験対象機械の型式名： _____

試験年月日： _____

試験機関の名称及び所在地： _____

試験担当者： _____

試験成績書の日付： _____

6 トンを超える油圧ショベルの転倒時保護構造 (EOPS) —

試験方法及び性能要求事項—解説

この解説は、本体及び附属書に規定・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. 制定の趣旨 この規格は、労働災害の中でも数多い建設機械に関わる事故のうち、油圧ショベルの転倒・転落による死亡事故を減らすことを目的に制定するものである。過去の油圧ショベルの転倒・転落による死亡事故を分析した結果、大半は転倒時に運転員がキャブから飛び出し又は投げ出され、その上に機械が落下してきて死亡に至っていることが分かった。しかも、その約7~8割方は事故後でもキャブ内に DLV 相当の空間が残っていると推測され、仮に運転員がシートベルトを締めてキャブ内に止まっていたならば死なないで済んだであろうと推測される。この規格では、その事実も踏まえ更に安全性を高めて死亡事故を大幅に削減するため、油圧ショベルの大きさ、形式等を考慮した転倒時保護構造(EOPS)の試験方法と性能要求事項を制定した。

2. 制定の経緯 ニュージーランドでは、森林用途における油圧ショベルの転倒・転落事故が多いことから、1997年に油圧ショベルにROPSを装着する法律案が検討された。それまで油圧ショベルの転倒時保護構造など念頭に無かった日米欧の関係者は、これを契機に油圧ショベルの転倒・転落死亡事故を調べた結果、圧倒的に多い日本が主体となってその保護構造の規格案を検討することになった。日本小型自動車振興会の「小型自動車等機械工業振興事業に関する補助金」と大手製造業者の自己負担により、1999年より2001年にかけて実機を用いた転倒実験を繰り返し、転倒・転落時の油圧ショベルの挙動を考慮して、必要な側方吸収エネルギー及び垂直負荷荷重を求め、この規格を制定した。これを基にISO/TC127に新規作業項目として提案することになっている。

なお、ニュージーランドでは、最終的にTOPSと同じ負荷能力をもつCOPS(Cabin Operator Protective Structure)を採用している。

3. 審議中に問題となった事項

3.1 垂直負荷荷重について 過去の事故分析の結果、転倒時にまれに360°回転することがあることは分かっていたが、実機による転倒実験の結果をVTRで観察した結果、斜面を1回転する中の180°時点では、ブームが支点となりカウンターウエイト側が宙に浮いて回転していることが分かった。元々横転時の保護を主として考えていたので、仮に360°回転する場合でも上記のことから、垂直負荷荷重は不要とする考え方もあったが、運転質量12tクラスの転倒実験の結果から、地盤の状況によっては180°回転で停止する場合も考えられるので、垂直負荷荷重も規定に盛り込むこととした。但し、トラクタ系のように保護構造だけで機械の全質量を支えるのではなく、ブームと保護構造との2点で支えることになるので、負荷荷重は9.8m(N)とした。

3.2 ブームがキャブをカバーすることを保護構造として認めるか否かについて 過去の事故分析の結果、作業装置はほぼアームを垂直にした走行姿勢が多く、その場合ブームにカバーされてキャブが変形してもその中に DLV 相当の空間が残ることが推測された。これは油圧ショベルの構造によるものである。転倒時に車体の剛体部 3 点で支えられる側方仮想地面(LSGP)内に DLV が残れば、それをもって保護構造とみなしてよいか否かについて最後まで議論になった。より安全側を考えると、支点間の距離が長すぎて剛体部としての確実性にかけることより、車体の剛体部 3 点による側方仮想地面(LSGP)は採用すべきでないとする考え方がある。一方でダンパのROPS規格がキャブのROPS

化の他に、荷台だけによるROPS化も認めているように、その機種特有の構造を活かした側方仮想地面(LSGP)及び天頂仮想地面(VSGP)も許容されるべきであるとの論がある。 後者は、これにより今後各種機械の設計の自由度をもたらす可能性もあることから、賛成多数で側方仮想地面(LSGP)及び天頂仮想地面(VSGP)を採用することになった。

ただし、その場合でも転倒実験時に機械を支える剛体部が斜面にめり込み、その分実際の地面が側方仮想地面(LSGP)より内側に入ることが観測されたことより、安全側を考慮して〔側方仮想地面(LSGP)+めり込み量〕で検討することとした。

このめり込み量は、実際の様々な現場条件を考慮すると一概に決めたいが、今回の試験条件の下で、実験データを基に、次のような考え方で求めた。

実験データ:

解説表 1 転倒実験における各部のめり込み量(床面最大掘削半径姿勢)

機 種	a.ブームめり込み量(横転~180°) (mm)	b.横転時キャブ/模擬保護構造のめり込み量 (mm)	c.横転時カウンターウエイトのめり込み量 (mm)	d. a と c の中間位置のめり込み量 (mm)
12t 標準キャブ	185	0	160	173
20t 模擬保護構造(1)	110	380	50	80
20t 模擬保護構造(2)	100	240	100	100
45t 模擬保護構造(1)	200	400	100	150
45t 模擬保護構造(2)	160	180	180	170
45t 模擬保護構造(3)	200	260	230	215
平均値	159		137	148

- 1) ブーム、カウンターウエイト及びキャブ/模擬保護構造のめり込み量は、トータルの受圧面積とキャブ/模擬保護構造の強度に関係する。標準キャブは、強度が弱く機体の質量を支えられない。
- 2) 模擬保護構造付きのブーム及びカウンターウエイトのめり込み量は、機械質量に概略比例する。
- 3) 実機における DLV の位置は、油圧ショベルの型式、大きさによって若干異なるが、おおむねブーム屈曲部とカウンターウエイト左後上部とのほぼ中間(40~60%)である。
- 4) 回転途中の 180° 時点では、カウンターウエイトが宙に浮いており接地していない。

DLV の位置におけるめり込み量(=LSGP, VSGP の移動量):

前提 (1) これまでの各社検討結果、標準キャブだけで保護構造に相当するものは存在しえず、それなりの強化が必要であり、横転時受圧面積となり得る。

(2) 機械の構成、形状は、各社とも現状レベル程度に同じとする。

(3) 安全を見て解説表 1 の d の最悪値を 20t---100mm, 45t---200mm とする。

(4) ブーム屈曲部でのめり込み量(解説表 1 の a)を 20t---110mm, 45t---200mm, カウンターウエイトのめり込み量 0 とする。

LSGP の移動量 $D_L = (4 \cdot m / 1000) + 20$ DL: LSGP 内側の EOPS 構造部材と DLV との最小隙間
m: 試験機械の運転質量

VSGP の移動量 $D_H = \{(3.5 \cdot m / 1000) + 40\} / 2$ DH: VSGP 内側の EOPS 構造部材と DLV との最小隙間
m: 試験機械の運転質量

供試品を用いた静的試験時には、側方仮想地面(LSGP)及び天頂仮想地面(VSGP)より更に押すことは物理的に不可能なので、めり込みによる LSGP, VSGP の移動量を EOPS 構造部材と DLV との間の最小限必要な隙間として規定した。

3.3 DLVの回転について 標準キャブ付き実機による転倒実験の結果、変形後のキャブ内でも約22° 傾斜の人体が入る空間が残ったこと、及び人体はシートベルトをしていても容易に15° 以上横傾斜及び前屈させることが可能であることより、横、前方ともに15° 以上の傾斜を許容すべきとの意見もあったが、現在 ISO で許容されている15° 以上の

横傾斜は説得が難しいこと、及び前屈は後方からの負荷に対してのみ許容されている現実から、横傾斜は 15° まで、前方傾斜は認めないこととした。但し、側方の静的負荷実験の結果、床も同時に変形するので、その分を DLV の 15° 傾斜に加味してもよいこととした。

4. 適用範囲

4.1 上限について 最近日本においても運転質量 40t 級まで市街地工事にも普通に使われだしてきていること、及び運転質量 50t 以上の大型機は鉱山・採石場など特定の現場に採用され、比較的平らな地面で稼動する 경우가多く、転倒の可能性が少ないことにより、この規格の適用上限を運転質量 50t 未満とした。なお、ニュージーランドでは運転質量 60t まで COPS を適用する法律となっている。

4.2 除外機種について

(1) ローディングショベル 地盤より上方を掘削するローディングショベルは、その稼動する作業環境から転倒に至る状況は殆ど考えられないことにより、この規格の対象外とした。

(2) ハイキャブの油圧ショベル 油圧ショベルの保護構造物(EOPS)として作業装置を含めた全体構造を考慮するとき、キャブと作業装置の相対的な高さ関係が問題になり、キャブを上げるとそれだけ転倒時に運転員が受けるリスクが大きくなる。この規格は、標準仕様におけるキャブの高さと作業装置の関係を基本として検討したものであり、特殊用途のためにキャブ位置を上げたハイキャブは考慮していない。

現在のところ、ハイキャブの定義としてのキャブ高さは定まっていない。このため試験対象機種がハイキャブであるかどうかは、この規格の利用者が判断することとして、適用範囲に数値を記載しなかった。現在の応用機種では最低限のキャブ上昇高さが 50cm 程度である。

なお、森林用途のハイキャブ仕様の保護構造について、米国で多大の関心があるようであり、日本でもハイキャブの応用機種があることから、今後ハイキャブ仕様の機械に対する転倒時保護構造の規格を作る必要がある。

5. 規定項目の内容

5.1 1. 適用範囲 この規格は、適用機種のすべてに標準で適用すべきものではなく、稼動現場の状況よって取捨選択すべきものであることを備考で示している。

5.2 3.11.1 側方仮想地面 (LSGP) 機械の構造を利用して保護構造とする場合、用途により様々に変わる履板幅に係わり無く特定できる上部旋回体、及び作業装置の中で構成する剛体部 3 点とした。

5.3 4.3 m 製造業者が指定する試験に供する機械の運転質量 キャブと同様に、同一 EOPS が数型式の機械に共用して用いられる可能性がある。その場合、すべての EOPS について試験をするか、又はそれら一連の関連する機械及び各種仕様のうち、最も条件の厳しい機種を選択して試験を実施し、他の機種は省略するか否かは、機械製造業者自らの責任と判断による。

5.4 6.2.1 負荷分散装置の長さ 保護構造物の形状には、本体の特性に応じて色々な形状が考えられるので、どのような形状にも対応して静的負荷試験が出来るよう、負荷分散装置の長さを 1.0L 以上とした。

5.5 5.4.4 EOPS と旋回フレームとの結合及びベットプレートへの取付け 図 3 において、上部旋回体と作業装置からなる形状を示したが、これ以外に EOPS 単体をベットプレートに取り付ける場合も考えられる。

5.6 6.2.6 側方載荷試験及び 6.3.5 垂直負荷試験 機械の構造を利用して保護構造とする場合、側方仮想地面(LSGP)及び天頂仮想地面(VSGP)に到達するまで負荷するが、実機における側方仮想地面(LSGP)及び天頂仮想地面(VSGP)の支点を、保護構造の近傍まで移して実施することを望ましい。

5.7 8.2.1 側方載荷試験における許容基準 機械の構造を利用して保護構造とする場合、実機による転倒実験の観察結果から、単に幾何学的な側方仮想地面(LSGP)及び天頂仮想地面(VSGP)で判断するのではなく、機体支点の地盤へのめり込みを考慮した最小隙間を確保できるか否かで判断することとした。

5.8 11. 取扱説明書 油圧ショベルには色々な仕様や応用形があり、EOPS がそれらすべてをカバーできるとは限ら

ないので、その機械に装着されているEOPSがどの範囲までカバー出来ているかを取扱説明書に明記することとした。

6. **懸案事項** 特になし。
7. **引用に関する事項** 特になし。
8. **特許権などに関する事項** 特になし。
9. **その他** 特になし。

10. 原案作成委員会の構成表

国内標準委員会構成表

役割	氏名	所 属
委員長	大橋秀夫	学識経験者
委員	小松克行	厚生労働省労働基準局安全衛生部
	高橋和慶	経済産業省産業技術環境局標準課
	加山秀男	(財)日本規格協会
	東 秀彦	学識経験者
	杉山庸夫	学識経験者
	西ヶ谷忠明	施工技術総合研究所
	外村圭弘	西尾レントオール株式会社
	桑原資孝	西松建設株式会社
	青山俊行	日本舗道株式会社
	岩本雄二郎	株式会社熊谷組
	青木義清	株式会社エスシーマシナリー
	慶寺省一	株式会社大林組
	菊地雄一	株式会社アクティオ
	和田和夫	株式会社小松製作所
	砂村和弘	日立建機株式会社
	陶山寛晃	新キャタピラー三菱株式会社
藤本 聡	コベルコ建機株式会社	
本橋 豊	住友建機株式会社	
岡部幹夫	酒井重工業株式会社	
大村高慶	石川島建機株式会社	
事務局	川合雄二	社団法人日本建設機械化協会
	渡辺 正	社団法人日本建設機械化協会
	西脇徹朗	社団法人日本建設機械化協会

ISO/TC127/SC2 TOPS ワーキンググループ構成表

役割	氏名	所 属
主査	西ヶ谷忠明	建設施工技術総合研究所
委員	田中健三	株式会社小松製作所
	野上三郎	株式会社小松製作所
	田村和久	日立建機株式会社
	原 正敏	コベルコ建機株式会社
	清水邦友	新キャタピラー三菱
	加藤 晃	住友建機製造株式会社
事務局	渡辺 正	社団法人日本建設機械化協会
	西脇徹朗	社団法人日本建設機械化協会

(文責 渡辺 正)