

23. ROPSの静載荷試験

建設機械化研究所 本郷博一 門内正信

1. まえがき

ROPS, 即ち車両の転倒時にオペレータが車両と地面との間で押しつぶされる事故を防ぐための保護構造物は、トラクタ系建設機械については昭和51年中にその装着が可能となるよう、各メーカーで準備が進められている。これらのROPSの性能を評価するための試験を行う試験装置(写真-1)が、昨年度末建設機械化研究所構内に完成し、これにより各社の実用ROPSの性能試験が本年度から開始された。以下に、現在までに実施した試験の結果を報告すると共に、その評価の方法について述べる。



写真-1

2. 試験の方法と試験装置

試験の方法は、ISO/3471に定められた実験室試験方法(静載荷試験)により行っている。この試験方法は、JIS化すべく現在検討が進められているものであるが、まずROPS頂部のメンバーに対して水平方向の載荷を行(写真-2)、その後、垂直載荷を行(写真-3)、それぞれに定められた性能の要求基準を満足させるか否かを測定して、その性能判定を行うものである。



写真-2

載荷の際には、ROPSは直接ベットに固定されるのではなく、車両またはフレームアセンブリに取付けられた状態として載荷を行う。これは、車両又はフレームもROPSの一部として荷重を受持ち、変形するという考慮に基づくものである。なお、車両又はフレームアセンブリをテストベットに固定する際には、固定材等がフレームの変形を拘束しないよう考慮しなければならない。又、オペレータシートがROPSに対しオフセットされているような場合には、オペレータに対し不利な側のメンバーに載荷する。



写真-3

この試験装置は、上記の水平及び垂直載荷を行うための油圧シリンダ2基と、これらを取付けて載荷時の反力役となるメンフレーム及びビーム、供試車両又はフレームアセンブリを固定するテストベット、荷重及び変位の計測と吸収エネルギーの演算までを行う計測装置及び運転制御装置とから成っている。油圧シリンダはそれぞれ100tの容量を有し、テストベットの広さ及びメンフレーム間隔等については、現在の最大のトラクタを車両アセンブリとして固定してもなお若干の余裕を有している。

3. 性能要求基準

3.1 側方水平負荷時の最小荷重

機種及び車両の重量に対し、表-1に示す計算式により求めた値以上でなければならぬ。

表-1 性能要求基準

機種	側方荷重 (Kgf)	吸収エネルギー (Kgf・m)
車輪式トラクタショベル 及び車輪式ブルドーザ	$F = 6120 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.20}$	$U = 1280 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.25}$
モータグレーダ	$7140 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.10}$	$1530 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.25}$
プライムムーバ	$9690 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.20}$	$2040 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.25}$
履帯式トラクタショベル 及び履帯式ブルドーザ	$7140 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.20}$	$1330 \left(\frac{W}{10000} \right)^{1.25}$

3.2 側方負荷時の最小吸収エネルギー

側方荷重と載荷量の変位から、計算により求められる変形エネルギーで、表-1に示す値以上でなければならぬ。

なお、試験載荷を続行して行く過程で、上記の二項を同時に満足させることは要求されていない。実際の試験ではこういうことは極めて希で、通常は何か一方が満足した後更に載荷を続行して他方も基準値に達する場合が多い。ただし、一旦荷重基準を超えた後荷重が減少する場合があり、この場合でも変形は進行するのでエネルギーは増加するが、エネルギー基準に達した時の荷重は荷重基準を下回ってはならない。

3.3 最小垂直荷重

車両の最大重量以上でなければならぬ。

3.4 最大許容変形

上記の各基準を満足した時において、たわみ限界領域 (DLV, ISO/3164) 内に ROPS は仮想地面が侵入してはならない。

4. 試験結果

9月末までの時点で、車輪式トラクタショベル用 ROPS 12体とモータスクレーバ用 ROPS 1体についての試験が行われた。図-1は、トラクタショベル用 ROPS について、その装着車両の最大重量に対してエネルギー基準到達時の側方荷重を示したものである。この図には、表-1による荷重基準値曲線を示してあるが、この曲線と側方荷重が一致しているものは、エネルギー基準到達後に側方荷重が基準値に達したか、又は両基準値が同時に満足されたことを示す。

図-2, 3, 4は、各供試 ROPS の側方載荷時の荷重-変形曲線図である。各図で、○囲み数字で示した横線は、各供試 ROPS の荷重基準値を示す。図-3の④及び図-4の①の供試体は、エネルギー基準到達後に荷重基準を満足したものの例である。これら以外は、全て荷重基準を

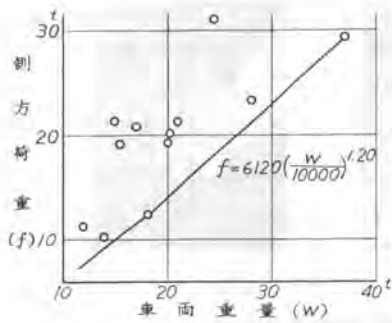


図-1

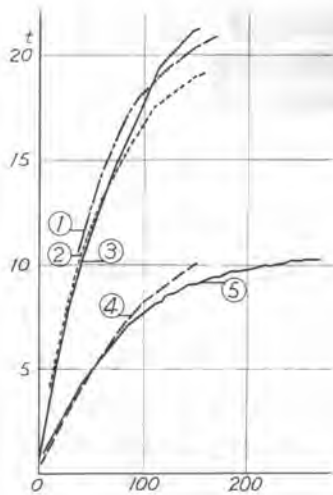


図-2

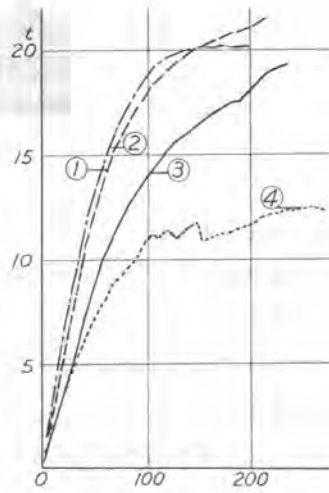


図-3

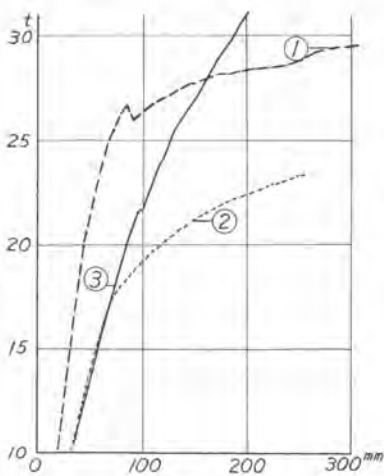


図-4

オーバー1に後、エネルギー基準を満足させている。即ち、前者は吸収エネルギーを分担する側方荷重と変位の内変位の占める割合が大きいのに対し、後者では荷重の分担する割合が大きくなっている。

変形によりエネルギー吸収を行う割合の大きいものは、柔性の優れたROPSであり、これに対して荷重分担の大きいものは剛性の強いROPSということができる。

図-2の①、②、③及び図-4の③のROPSは、特

にこの傾向が顕著に出たものである。剛性の強いROPSにするということは、ROPSとDLVとの間の余裕が余りないというふうな設計上の要求があったと思はれる。剛性の高いということはROPSの破壊荷重に対する安全率は高いといえるかも知れないが、許容限界内の変形によってエネルギーを吸収するというROPSの目的に対する安全性としては、必ずしも好ましいものではないと考えられる。

これに関して、ISO/3471では性能基準の下限を示したのみで、上限は設けていない。これは、経済性を考慮した設計とすれば過剰品値のものはおのづから排除されるので、上限を設ける必要はないというように解釈できるが、JIS化に当たっては検討を要する事項であろう。

次に、図-2の④、⑤、図-4の②等は柔性と剛性のバランスが良くこれに特性を示しており、製品々値のバラツキも考慮に入れば、図-3の④又は図-4の①よりはROPSとして好ましいものであると考えられる。

図-5は、性能基準到達時の荷重点の変位と車両重量別に示したものである。何れのROPSも、DLVから仮想地面までは300mm以上の余裕があり、ISO/3471に

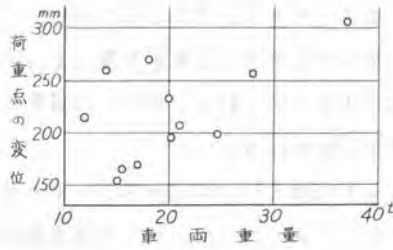


図-5



写真-4



写真-5



写真-6

よる要求は全て満足し、合格と判定された。

写真-4, 5, 6に試験終了後のROPSの変形又は破壊の状況である。この試験は一種の破壊試験であるから、供試体が破壊したということが、その供試体が不適当であるということ意味するものではない。重要なことは、破壊又は変形する過程において必要なエネルギーが吸収できたか否か、又その時の耐力が基準以上であるか否か、変形が限度以内であるかということである。ウイフポイントと何処にして、どの程度の変形を許容させるか、設計者の裁量の範囲であろう。

なお、この試験は現在新品の車両についての計行われているが、長時間の稼働によりROPS取付部等に生ずる故障により、ROPSの性能が低下することは十分ありうる事で、設計上の注意はもちろしのことながら、使用者も十分に得ておかなければならないことであろう。