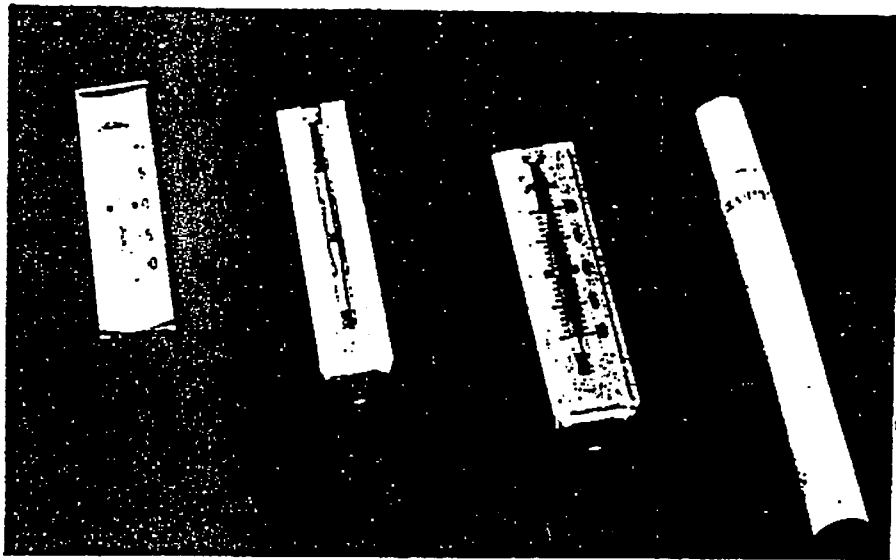


東芝ニセツトカメラ

説明書



KG - 806 形
PAT. NO 567264

東芝ミゼットGメーター

東芝ミゼットGメーターは緩衝材を介して包装された内容物（製品等）に直接取りつけて落下試験、輸送試験等をおこなひ、Gメーターの振子が外部よりの衝撃により変位する量を指標にて指示させ、内容品が受ける最大加速度を測定するものであります。

これによつて輸送中の最大加速度、および荷扱ひの落下高さ、包装材の緩衝効果等の推定ができ、包装設計に有効な資料が得られ、包装の改善、コストダウンにつながる手がかりをつかむことができます。

1. 仕様

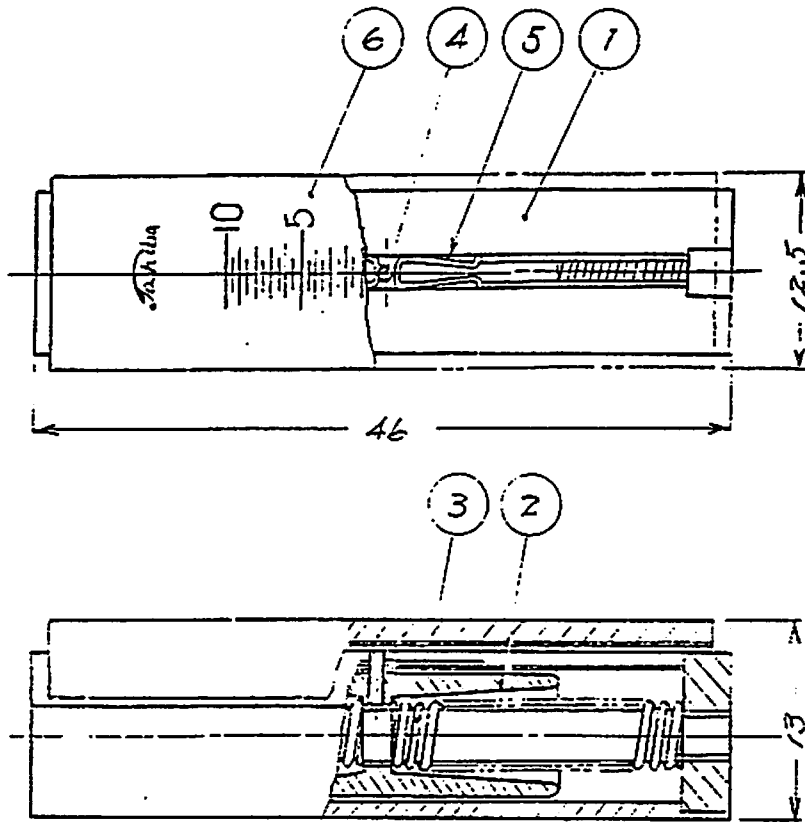
形 式	KG-806形
寸 法	巾 12.5 × 長 46 × 高 13mm
重 量	13g
測 定 方 法	1元方向
測 定 範 圍	10g ~ 80g
測 定 読 み	振子の変位量を指標目盛で読む。

（変位量、落下高さ、緩衝材の固有円振動数、受衝最大加速度のうちいづれか2つの値がわかれば他の値を推定図表より読み取る）

取 付 受衝方向が既知な場合は、その方向に1ヶ又は数ヶ
未知の場合は通常 X, Y, Z 方向に計 3ヶ
テープ状接着剤等により確実に固着する。

Gメーターの固有円振動数 416.4 rad/sec

2. Gメーターの構造



Gメーターの構造

- ① 外筒 耐衝撃性スチロール製
- ② 振子
- ③ スプリング
- ④ ピン
- ⑤ 指標
- ⑥ カバ - ポリエチレン製

外筒①内に2本の精密に測定されたスプリング③で両側より押し合うように支えられた振子②がある。振子には中央にピン④が設けてあり、指標⑤を両側へ動かす役目をする。この指標は、外筒に設けられた溝内にはめ込まれており、振子の最大変位を指示されるようになっている。

⑥はスケール付のカバーで、指標の変位を読み取ることができる。

3. 用途例

推定図表を用いることにより、振子の振れと、落下高さ、緩衝材の固有円振動数、品物の受けた最大加速度のいづれか一つの値がわかれば、他の2つの値を推定することができます。

a 包装の緩衝効果のチェック

品物の受衝方向にGメーターを取りつけて、落下試験を行なう。

落下高さ、その場合の振子の振れがわかるので、推定図表からこの時の品物が受けた最大加速度と緩衝材の固有円振動数を推定することができます。

通常このような手順で落下試験を行ない、包装の適否、固有円振動数、最大加速度を推測した後輸送試験を行なうものであります。

b 輸送中の落下高さの推定

a項の落下試験により緩衝材の推定固有円振動数が判明していれば、輸送試験後Gメーターを回収し、振子の振れを読むことにより荷扱中の最大落下高さ、およびそのときの最大加速度を推定することができます。

c 包装設計が完全かどうかの検討

品物の耐衝撃性がGファクターのような尺度で表示されているものを包装し、輸送中の荷扱い状況をb項により調査してあれば、所定の高さからGメーター付けて落下試験を行えば、品物に加わる最大加速度が、わかるので、直ちに包装の適否を知ることができます。

4. 御注意

東芝ミゼットGメーターは、緩衝材を介して包装された内容物の受ける衝撃を測るもので、緩衝材を介さない物品、又は梱包の木枠、段ボール等に直接取付けて測定しても正しい値を指示いたしませんから御注意下さい。

8. Gメーターの利用実例について

1. 概 要

東芝ミゼットGメーター(以下Gメータと略す。)を開発した目的は約10年前に包装箱中に収容された内容品の衝撃力を測定したい要求から生れたものである。

当時から東芝では冷蔵庫から小形トランジスタラジオまで種々な製品を製造していたため、小形で軽く精度の高いものが条件になり、今日のGメーターが生れた。

従つて過去の包装から現在の包装まで多くの無駄が除かれコストの低減に寄与しているが、その裏にこのGメーターが大きな役目を果たしている。

包装の目的は言うまでもなく、工場からお得意様まで製品を安全にとどける保護手段で、保護をあまり贅沢にすればコストが重み、少なくすれば内容品が破損する。

従つて多くも少なくもない丁度良い、保護を見つけるためには現状の運搬につき包装品がどのくらいの衝撃を受けるか、又その衝撃値を設計に取入れて設計した包装品が設計通りになつたか吟味するためにもこの衝撃値を測定出来るGメーターが必要となる。

従つて今後包装設計を新しい方式や新しい材料を使う場合Gメーターを使つて数値で管理しない限り合理的な包装は出来ないと云つても過言ではない。

2. 利用方法実例

2.1 製品の衝撃強さの測定

製品を設計する場合は衝撃強さをどのくらいにするか定め設計するが、はたして目標通りの強さか又は局部的に弱所がないか、更に使用時にさしつかえない強度になつているか確認する必要がある。この時Gメーターを使うと便利で、次の方法がある。

a 製品を裸で落下試験する場合

製品にGメーターを取付け包装をせず、裸で落下してGメーターの読みで強度を測る。その際、例えば10cm 20cm 30cm と落下高さを徐々に上げて破壊寸前までやつてみれば製品の強さ又は必要とする局部の強さが判る。

b 規定のパネ架台を利用する場合

事前に図1に示す簡単なパネ架台をつくる。パネは固有円振動数を定めたものをパネ架台に取付けて置き、そのパネ架台上に製品を固定して落下すればGメーター用の換算図表より指針の振れにより製品の強度(G)を測定出来る。

この際も10cm から徐々に落下高さを増加していくと便利である。

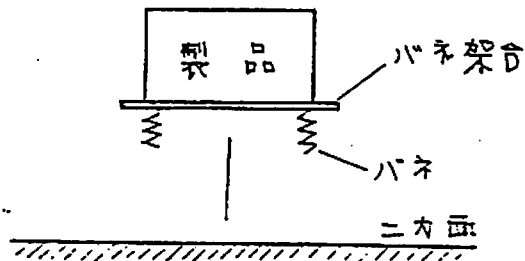


図1. バネ架台の概観

2.2 包装の緩衝効果のチェック

一般に荷物を運ぶ場合は持上げたり、ころがしたりして移動させる。

もし、持上げた場合、その持上げ高さに対し、その位置から落した場合どんな力が製品に加はるか調べると

$$\text{製品に加わる力} = \text{製品の重量} \times \text{持上げた高さ(落下高さ)}$$

例えば、冷蔵庫100ℓ級の重量は約57kgであるが、もし30cm 持上げて落下させれば $57 \times 30 = 1,710$ (kg-cm) 即ち約1.7トンの力加わる。もちろん1.7トン加わった製品は大きく変形するためこの力を吸収し、力を少なくさせるものが緩衝材である。

従つてどのくらい吸収されたかを計るのがGメーターの役割である。

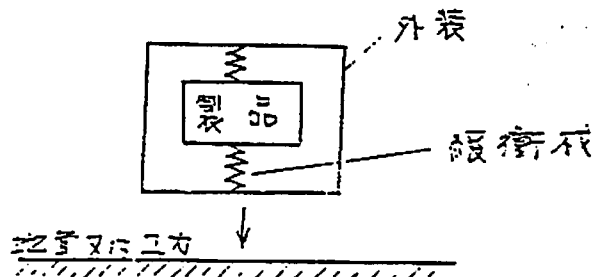


図2. 包装の一般構造図

包装用の緩衝材は昔しからある木毛モミガラから最近急に販売増加をみている発泡スチロール、ウレタンフォームにいたるまで種々あり、この製品にこの緩衝材を使った方がよろしいとなかなか定めにくい、そこでこの緩衝材はどのくらい吸収するかで必然的に甲、乙、丙、丁が判り、製品のこわれやすさや緩衝材のコストを考え合わせれば緩衝材を決定出来る。

2.8 包装方式の比較

上の2.2項で述べた様に緩衝効果がチェック出来ると包装方式別の優劣もチェック出来る。一般に製品に対し包装を決定するとき2~8の案を立て、包装試験により優劣を定める方式をとっている。

例えば東芝の電気冷蔵庫包装仕様決定のためには、次の様な検討をしており、その一部を下記で紹介する。

NO	検討項目	A 案	B 案	C 案
1	内容品	100ℓ冷蔵庫	左 同	左 同
2	緩衝方式	発泡スチロール	木材クッション	発泡スチロール
3	落下試験高さ	100% (として)	100%	100%
4	衝撃値 (G)	37	58	37
5	包装材料費	100% (として)	85%	90%

表1. 冷蔵庫の包装方式決定の例

表1の例で判るように、包装材料費の最も安価なB案は危険のため、C案が最も安全で経済的なことが判る。もしGメーターがない場合は衝撃値が不明のままB案を採用しがちになり、事故を発生する原因をなすことがある。

2.4 局部衝撃値の測定

製品を設計するとき、配線レイアウトの関係や意匠上の制約で局部に大きな荷重を配するようになる。

例えばテレビやステレオのシャーシ上に大きなトランスを取付けたとき、落下試験をするとトランスの重さでシャーシを変形させることがある。

もし、これを包装で変形の起こらない様、対策すれば高価な費用を必要とするため、

シャーシの下部にアンクル等を取付けて対策すればわずかな費用ですむ。このアンクル対策をどの程度にするかを決定するとき、トランスにかかる衝撃値を測定すれば容易に補強アンクルの強さを設計することが出来る。

その他局部衝撃のかかりやすいキャビネットの角部、重いコンプレッサの取付台等同じ様な方法で対策が容易となる。

2.5 輸送中の落下高さの推定

一般に緩衝材を設計する場合は次の理論式が使われている。

$$\text{緩衝材の厚み(T)} = \frac{\text{クッションファクター(c)} \times \text{落下高さ(H)}}{\text{製品の脆さ}} \dots\dots (1)$$

(1)式でクッションファクター(c)とは2.1項で述べた緩衝材が衝撃値を吸収する能力である。また製品の脆さ(G_H)も設計するときに定まっております。(定まらない場合は落下試験で推定出来る)荷役時の落下高さ(H)が定めれば緩衝材の厚み(T)が設計出来ることになる。

落下高さ(H)をどの様に調べ決定するかはカメラを持つて現地調査も良いが出荷地区ごとでは大変な時間と労力が必要で、目で見える高さのため調査結果も不正確になりがちである。

この点Gメーターを取付けて輸送試験をすれば比較的容易に衝撃値を算出出来る。

一例として冷蔵庫を支店に送つた場合、次の荷役分布となり落下高さを見出せた。

2xf=150 rad/secのとき

累積頻度率	指 針	高 さ	累積頻度率	指 針	高 さ
10	1 > K > U	0.05 (cm)	65	1.4	5.61
15	"	0.28	70	1.55	6.77
20	"	0.63	75	1.6	7.60
25	"	1.02	80	1.75	8.87
30	"	1.55	85	1.8	10.5
35	"	1.90	90	2.3	12.6
40	"	2.44	95	2.4	16.3
45	1	2.95	99	3.1	27.5
50	1.1	3.56	99.95	3.5	35.1
55	1.2	4.23	99.997	4.2	50.2
60	1.25	4.89			

表2 冷蔵庫のGメーターによる推定落下高さ分布

8/10

表2から明らかなように今、冷蔵庫を1,000台送つて8台以内のクレームにするためには50cmからの落下高さに合格する包装の緩衝材を(1)式で計算すればよい。

8. 包装の経済性検討

6.2で利用方法を説明したが、この終局目的は費用の節減にあることは言うまでもない。包装設計は経験者のカンによつても十分目的を達することが出来るかも知れないが、少なくとも多くない丁度良い緩衝量はカンではなかなか生れない。また落下試験をしているいろいろな方式から一つをセレクトするのもカンでは困難でGメーターによる数値管理が今後包装のCDの新しい方向と考えられる。

更にGメーターを取付け輸送することで包装設計からみた輸送部門への荷扱注意の註文がつけられる。ABC3つのコースに輸送試験し、もしBコースが大きな衝撃が発生した場合は、Bコースの關係に注意を又は荷役改善を依頼すれば、包装の費用はこの点からも低減することが出来る。

ま と め

以上に述べたことを簡単にまとめてみると次のようになる。

- a 製品の衝撃差さを測定出来る。
- b 包装の緩衝効果をチェック出来る。
- c 包装方式の比較が出来る。
- d 局部衝撃値の測定が出来る。
- e 荷扱中の落下高さの調査が出来る。
- f 以上のことから包装の経済性検討

Gメーター利用の目的は、従来包装設計が経験的カンにより行つていたことを数値的に管理し、費用の節減を意図したものである。従つて使い方も今後更に検討することで、その他の利用価値も生まれることが予測される。

9/13

7. Gメーターの関係用語の説明

1. ばね定数 (Spring Constant)

- ばねを単位長さだけたわますに要する力のことで k_g/m で測られる。

Gメーターに使用しているばねは、0.874 (k_g) の荷重をかけ、そのたわみは、

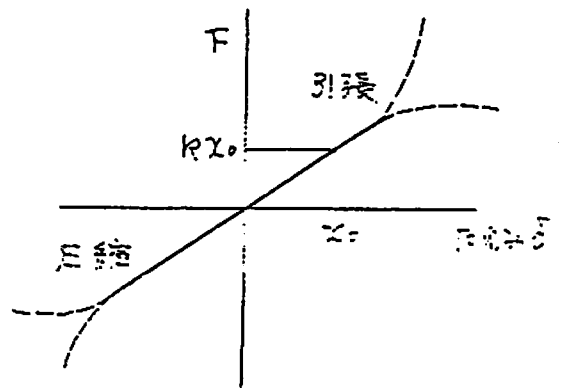
0.019 (m) であるから、このばねのばね定数 K は

$$K = 0.874 / 0.019 = 46 \text{ } k_g/m \text{ となる。}$$

- ばねの荷重とたわみの関係は右図のよ

うに荷重の小さい間は荷重とたわみの関係は直線的、即ち比例関係にあるがそれを少し超えると点線のように曲つて来る。即ち比例しなくなる。

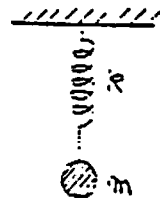
この直線的な範囲 (弾性限界内) に限定すれば $F = Kx$ となり、この K をばね定数と呼ぶ。



2. 固有円振動数 (固有角振動数)

- 振動系あるいは媒質の物理的性質 (長さ、重さ、等) のみによつて定まる、その系固有の振動数のことで、Rad/Sec で表はす。

例えば、ばね質量系 (右図のようにばね定数 K のコイルバネに質量 m ($k_g S/m$) が取付けてあるもの) で、質量 m を引張つてはなした場合、ばねは



振動を起す。全く減衰がなければ、この振動はいつまでも持続する。

この場合、この系の振動数 $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$ で表はされ、初めに引張つた距離、力には無関係で、その系固有の物理的性質 (ばね定数、質量) のみによつて定まつた振動数で

ある。これを固有円振動^角と云う。

- 振動数を表はすに、実用的には周波数 f (サイクル/秒) で表はすことが多い
角振動数 (円振動数) ω と周波数 f との関係は

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \quad \text{サイクル となる。}$$

- Gメーターでは固有円振動数 $\omega_n = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{K}{W/g}}$ $W = \text{振子の重量}$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{2 \times 460 \times 980}{5.2}} = 416.4 \quad \text{rad/sec (} = 66.2\% \text{)}$$

$$g = \text{重力の加速度} = 980 \text{ cm/sec}^2$$

3. 加速度

速度は一定の速さの割合で移動する場合であるが、次に速くなつたり又、遅くなつたりのように速さの割合が変化する場合、加速度 (減速度) となる。

即ち、速度とは単位時間当りの距離の変化をあらわし、加速度は単位時間当りの速度の変化の割合を示すものである。

通常速度は cm/sec で、加速度は cm/sec/sec 又 cm/sec^2 で測る。

- 地球上の重力の加速度は緯度とか水面上の高さにより多少異なるが、ほぼ一定で g で表はされ、 $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ である。

- 振動および衝撃の大きさは、その物体に加わる最大加速度であらわし、その大きさは $g (980 \text{ cm/sec}^2)$ の倍数 α で定め、 αg で表はす

即ち、最大加速度が、 980 cm/sec^2 の衝撃の大きさは $1g$ である。

4. Gファクター

- 物体に加速度が作用して生ずる力と物体の自重の比を Gファクターと呼び、物体に加えられた力の大きさを自重の倍数であらわす方が便利であるので緩衝設計に用いられる。

例えば重量 100kg の包装物が 80cm から落下され 2cm の最大歪を生じて減速され停止したとすると停止中物体を減速した外力は

$$F = W \left(\frac{H_f}{H_d} \right) = 100 \times \frac{80}{2} = 1.500\text{kg}$$

H_f = 自由落下の高さ
 H_d = 緩衝材により減速された高さ

したがって、物体の減速中に生じた外力の全量は、物体を減速させた力と物体の自重との和で

$$F_{\text{total}} = 1.500 + 1.000 = 1.600\text{kg}$$

となる。この場合物体に加えられた力は 1.6g であるという。

- 製品自身の脆弱性をあらわすにも、その自重の倍数であらわす方がわかりやすく、Gファクターを用いる。

例えば、冷蔵庫 (約 60kg) のGファクターは 4U であるということは自重との積、

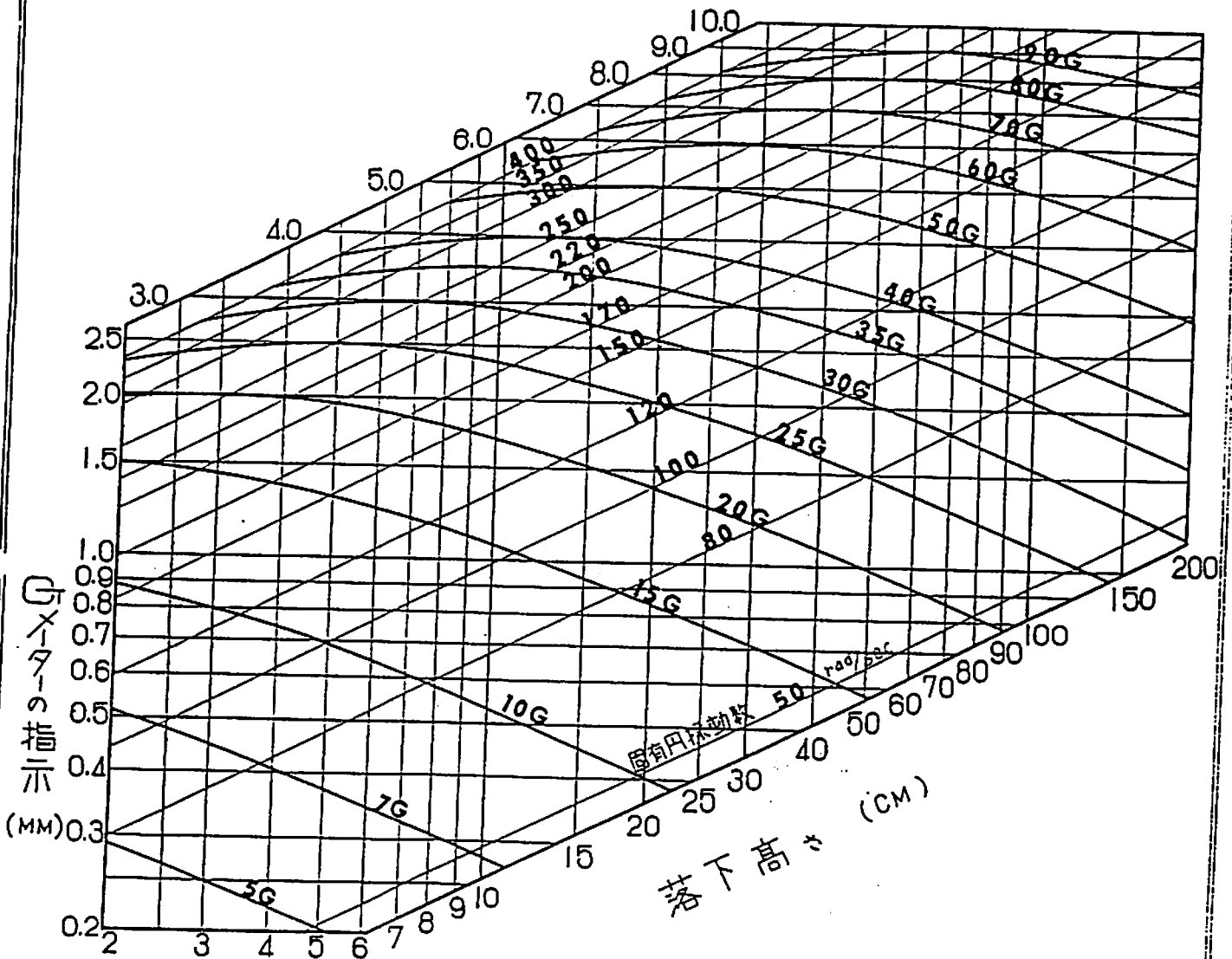
即ち $60 \times 4 = 240\text{kg}$ の力が冷蔵庫の破壊に耐える許容限界となる。

12 / 12

東芝ミゼットGメーター

落下高さ } 推定図表
 最大加速度 }
 固有円振動数 }

型式 KG-806
 測定範囲 80G



株式会社 東芝

推定図表(落下高さ・最大加速度・固有円振動数)

推定図表(落下高さ・最大加速度・固有円振動数)

指定図表の使い方

例 1.

ある包装物を20cmの高さから落下試験を行ない、Gメーターの指示が5mmだったとします。

図より横軸の落下高さ20cmのところを上にあがり縦軸のGメーターの指示5mmの線上を横にたどって両者の交点を見る。この交点から固有円振動数は250rad/sec、最大加速度は50Gとなります。

例 2.

落下高さを推定する場合、包装物の受衝方向の固有円振動数は落下試験から250rad/secが求められていて、これがある高さから落されてGメーターの指示が3.5mm振れていたとします。

縦軸3.5mmを横にたどり、包装物の固有円振動数250rad/secの斜線との交点を下に下げると、落下高さ約10cmが求められ、その時の最大加速度は約35Gとなります。

