

## エレベータ用油圧緩衝器について

宮本 忠博\* 高橋 達男\*\*

## On the Oil Buffer of Elevators

By Tadahiro Miyamoto and Tatsuo Takahashi

Taga Works, Hitachi, Ltd.

## Abstract

Elevator must be equipped with various safety devices by law to improve reliability.

Oil Buffer is an important device of them.

Characteristics which Oil Buffer must have is provided strictly by "American Standard Safety Code".

On "Hitachi Oil Buffer" we have discussed fundamentally on its design and tested strictly in conformity with the code mentioned above by special testing apparatus in our shop.

As the result, we have confirmed to come up to "American Standard Safety Code".

Now, the safety of "Hitachi Elevator" has been appreciated more highly.

Authors will explain here the testing method and its results of our Oil Buffer.

## [ I ] 緒 言

エレベータはその安全性を高めるために、種々なる安全装置を整備する必要がある。其中一般に最も關心を持たれるものは、かごの過速降下に對するものである。これには、調速機を用い、萬一かごが何等かの原因で定格速度より一定の割合だけ過速した場合には、直ちに調速機スイッチを働かせて牽引電動機を急停止させると同時にかごに附屬した安全機構を働かせてガイドレールを把握し、かごを安全に停止させる様になつている。

かごが降下をつゞけ、もし最下階の階床を通過した場合には、その直後に於て、制限スイッチ終端行過ぎ防止用スイッチ等によりかごを停止させ、昇降路底部には達しない様になつている。しかし最悪の場合、萬一このス

イッチが切れなかつた時には、かごは其のまま降下を續け、遂に昇降路底部に達する。その場合に衝撃を緩和させる目的を以て、緩衝器を設けてある。

此の装置には發條緩衝器と油壓緩衝器の二種類がある。前者はかごの定格速度が 65 m/min 以下の場合に限り適用され、この速度を超えるものに對しては油壓緩衝器を使用しなければならない事になつている。(東京都昇降機安全條令)

我國に於ては現在エレベータ用油壓緩衝器として具備すべき性能について明確な規定がないが、米國に於ては早くから「アメリカンスタンダードセーフティコード」なる詳細にしてしかも嚴重な検査規定が設けられている。

日立エレベータ用油壓緩衝器はすべて、この規格に合格する様に設計されたものであるが、今般特殊の試験装置を設備し、この規定に準據して試験を行つた結果良好

\* \*\* 日立製作所多賀工場

な成績を収めたので、その結果を發表する。

## [II] 『アメリカンスタンダードセーフティコード』<sup>(1)</sup>による油圧緩衝器の検査規定

「アメリカンスタンダードセーフティコード」に於ては1921年に早くもエレベータに関する安全規則を法律化しているが、その中で油圧緩衝器に関するものは下記のように定められている。

### 第201條「かご並びに平衡重錘用緩衝器」

a) かごの速度 200 ft/min 以上のエレベータに於ては油圧緩衝器を設けること。

かごが調速機作働速度で油圧緩衝器に接觸し、それから平均減速度  $32.2 \text{ ft/sec}^2$  (g) を以て減速して停止するに必要なだけの長さを緩衝行程の最少限度とすること。減速中に於ける最大減速度は  $2.5g$  を超えてはならない。

b) 油圧緩衝器はその中に入れた油の量を示す油面計を備えること。

c) 油圧緩衝器はかごの中心に對し對稱の位置に据付けること。

d) 省略 (重錘用緩衝器に関する規定)

e) かごに定格荷重を積み定格速度の  $1/2$  以上の速度で緩衝器に突き當て、現地試験を行うこと。

f) 型式承認試験は下記の點について當局の指定する試験所に於て行うこと。

- 1) 減速度試験
- 2) 油洩れ試験
- 3) 泡立ち試験

4) プランヂャ復歸試験

5) プランヂャの横方向遊び測定

### 1) 減速度試験

緩衝器をシリンダ軸が垂直になる様に適當な基礎の上に据付ける。しかる後メーカーによつて供給された油を入れる。かごを第1表に示す二種類の異つた高さからそのガイドレールに沿つて自由落下させる。かごの行程をドラム式クロノグラフか或は精密な目盛を施したテープを寫眞に撮影することに依り正確に記録する。何れの方法に於ても時間の讀みには  $0.005$  秒以上の誤差を許さない。

時間—行程 曲線よりかごの速度並びに減速度を計算してグラフを描く。A—1, A—2, B—1, B—2, 試験に於てかごの減速度は  $1/25$  秒以上に互つて  $2.5g$  を超えてはならない。A—3, B—3, 試験は單に異常状態を検査するために記録するのである。

上記の試験終了後に於て緩衝器の何れの部分にも歪及び故障を起してはならない。

### 2) 油洩れ試験

本試験は上記減速度試験と同時にを行うこと。試験に先立ち油面を正確に記録する。1回試験する毎に緩衝器を全壓したまゝ5分間放置すること。6種の試験(3種の荷重及び2種の速度)が全部終つた後で緩衝器が伸びた状態のまま30分間放置して油をタンクへ戻し、更に油中に混入した空気を完全に逃がす様にする。その後再び油面を検査する。その結果試験前と比較して緩衝器行程の  $300 \text{ mm}$  について  $1.6 \text{ mm}$  以上の油面低下があつて

はならない。

### 3) 泡立ち試験

油圧緩衝器の行程に等しい距離だけかごを落下させた時、緩衝器を全壓するに要する時間を寫眞、クロノグラフ、又は自動記録装置により正確に記録する。時間の記録は出来るだけ正確で遅れが少なく、 $0.01$  秒を

第1表 油圧緩衝器減速度試験計畫表

試験	落下距離	總重量 (籠重量+積載重量)
A	S	1. 定格最小重量 (積載重量零の場合) 2. 定格最大重量 (積載重量最大の場合) 3. 定格最大重量の 110%
B	緩衝器行程 24"以下.....0.51 S	1. 定格最小重量 (積載重量零の場合)
	24"—30".....0.56 S	2. 定格最大重量 (積載重量最大の場合)
	30" 以上.....0.64 S	3. 定格最大重量の 110%

註—Sはかごをその距離から落下せしめて緩衝器に接觸する瞬間に於ける速度が、其のエレベータの調速機作働速度に等しくなる様な距離である。

読み取り得るものでなければならない。次にかごに牽引用鋼索を付けたまゝ試験 B の約 1/2 の速度で 1 分間隔を置いて 10 回緩衝器に突當てる。しかる後油の中に泡が立つかどうかを調べる。この試験で緩衝器の外側に泡が出てはいけない。この試験が終つて後、直ちに緩衝器行程に相當する距離からかごを自由落下させ、その行程の時間を測る。この第二回目の測定時間は泡立ち試験を行う前に測定された時間の少くとも 75% 以上でなければならない。

4) プランヂャ復歸試験

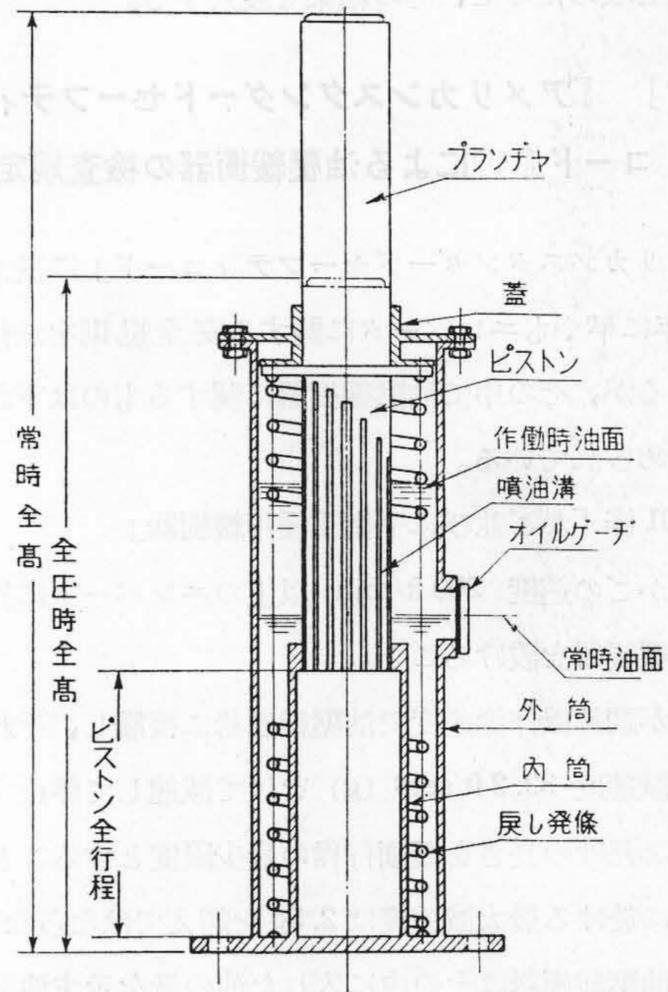
荷重が除かれれば緩衝器は 90 秒以内に伸びきつた状態に戻らねばならない。

5) プランヂャ横方向の遊び測定

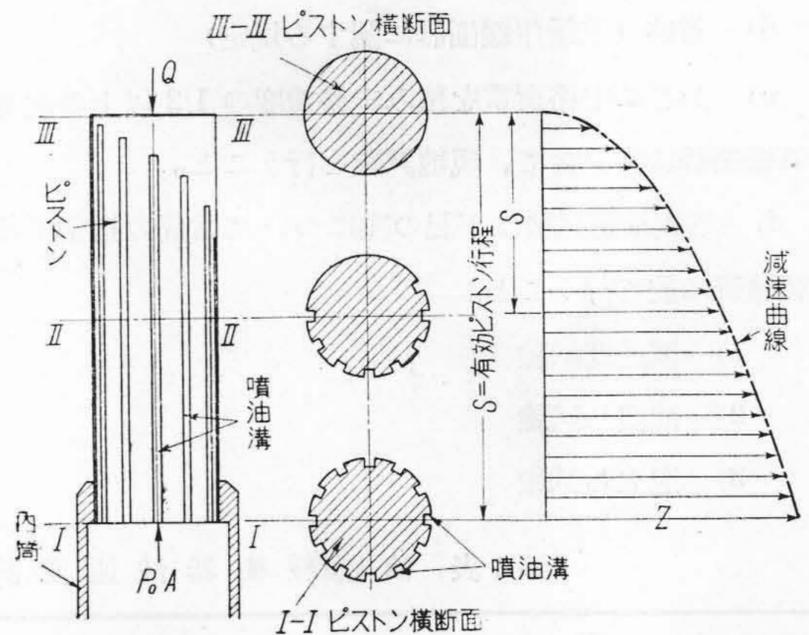
緩衝器ケースを固定してプランヂャ頂上の横方向の動きを測定する。この動きの 1/2 を緩衝器中心からの遊びとし、この大きさは緩衝器の行程 300 mm につき 1.6 mm を超えてはならない。

[III] 油壓緩衝器の構造

第 1 圖は本試験に供した油壓緩衝器の構造の概略を示す。圖に示す様に内筒と外筒とから成り、内筒は嵌合面を精密に仕上げ、これに噴油溝を工作したピストンを精密に嵌合せしめる。ピストンの上部は伸びて中空の軸を形成し、蓋を貫通して上部に突出し、その頂上はかごに接觸した場合の衝撃を緩和する様な装置になつてゐる。圖は平常時の状態を示したものであるが、ピストンは常に戻し發條によつて一定の位置迄押し上げられてゐる。又その時の油量はオイルゲージで正確に測定出来るようになつてゐる。作働時に於てはピストンが押し下げられて内筒の底部に至る迄にかごの持つエネルギーを吸収しつゝ減速して停止する。第 2 圖はピストンの構造を圖示したものである。ピストンが作働し初める瞬間はピストンの下端は I—I の位置にあり、全部の噴油溝より油が逃げ出しピストンが下り初める。ピストンが内筒に深く入るに従つて噴油溝の数が減少し油の噴出が次第に阻止せられる。ピストンの III—III 断面が I—I の位置迄下ると噴油溝の全部が塞がれるために噴油は止まつて



第 1 圖 日立エレベータ用油壓緩衝器構造圖  
Fig. 1 Construction of Oil Buffer for "Hitachi Elevator".



第 2 圖 日立エレベータ用油壓緩衝器ピストン構造圖  
作働直前に於ける状態  
Fig. 2 • Construction of Oil Buffer Piston & Cylinder for "Hitachi Elevator" Condition just before Operation.

ピストンは靜止するに至る。

[IV] 油壓緩衝器の計算式について(2)

油壓緩衝器の緩衝効率を最大となる様に常に一定値  $g$  なる減速度を以てかごのエネルギーを吸収するように設計する。以下計算に用うる諸量を次のように定める。

- $Q$ ……ピストンに加わる全静荷重 kg
- $A$ ……III—III 断面の面積  $\text{cm}^2$
- $a$ ……溝1箇の断面積  $\text{cm}^2$
- $Z$ ……I—I 断面の溝の数
- $z$ ……任意の断面 II—II における溝の数
- $S$ ……有効ピストン行程 cm
- $s$ ……III—III 横断面より II—II 横断面に至る距離 cm
- $p$ ……ピストンの減速度  $\text{cm/sec}^2$
- $v_0$ ……時間  $t_0$  におけるピストンの初速度  $\text{cm/sec}$
- $v$ ……任意時間  $t$  におけるピストンの速度  $\text{cm/sec}$
- $P_0$ ……時間  $t_0$  におけるピストン下面の油圧  $\text{kg/cm}^2$
- $P$ ……時間  $t$  におけるピストン下面の油圧  $\text{kg/cm}^2$
- $c$ ……噴油溝よりの油の流出に関する係数 (油の噴出速度  $v_f$  と油圧  $P$  との間に  $P=cv_f^2$  なる関係がある)。

噴油溝の面積は行程と共に變化する。即ち I—I 断面に於ける噴油溝面積の總和は  $Za$  で III—III 断面では零である。此の間の平均噴油孔断面積を  $\frac{2}{3}Za$  と假定し簡単のためにピストンのどの断面に於ても溝面積が一樣に  $\frac{2}{3}Za$  と考える。このように考えればピストンの有效断面積は  $A - \frac{2}{3}Za$  となり次の式が成り立つ。

$$P_0 = \frac{Q}{A - \frac{2}{3}Za} + \frac{Q \times \frac{p}{g}}{A - \frac{2}{3}Za} = \frac{Q \left(1 + \frac{p}{g}\right)}{A - \frac{2}{3}Za} \dots\dots\dots(1)$$

上式において右邊の第一項は  $Q$  の静荷重に依るもの、第二項は  $Q$  の動荷重に依るものである。前述の様に行程に無關係に  $p=g$  とすれば、

$$P_0 = \frac{2Q}{A - \frac{2}{3}Za} \dots\dots\dots(2)$$

$$P_0 = P \dots\dots\dots(3)$$

次に  $P=cv_f^2$  なる關係より、

$$v_f \text{ (噴油溝よりの油の噴出速度)} = \frac{\left(A - \frac{2}{3}Za\right)v_0}{aZ} \dots\dots\dots(4)$$

$$\therefore P_0 = c \left\{ \frac{\left(A - \frac{2}{3}Za\right)v_0}{aZ} \right\}^2 \dots\dots\dots(5)$$

$$\therefore Z^2 = c \frac{v_0^2}{P_0} \left( \frac{A - \frac{2}{3}Za}{a} \right)^2 \dots\dots\dots(6)$$

(2), (3), (6) 式より  $P_0$  を消去すれば

$$Z^2 a^2 = c \frac{v_0^2 \left(A - \frac{2}{3}Za\right)^2}{2Q} = c \frac{v_0^2}{2Q} \left(A - \frac{2}{3}Za\right)^3$$

これを展開して  $Za$  に関する高次の項を無視すれば、

$$Z^2 a^2 = c \frac{v_0^2}{2Q} (A^3 - 2A^2Za)$$

この二次方程式を解いて、

$$Za = -c \frac{v_0^2}{2Q} A^2 + \sqrt{c \frac{v_0^2}{2Q} A^3 + \left(c \frac{v_0^2}{2Q} A^2\right)^2}$$

√中の第二項は第一項に比較して小さいからこれを無視すれば

$$Za = -c \frac{v_0^2}{2Q} A^2 + \sqrt{c \frac{v_0^2}{2Q} A^3} \dots\dots\dots(7)$$

豫め  $c, v_0, Q, A$  を決定しておけば、この式から  $Za$  を計算することが出来る。従つて溝数  $Z$  をピストン圓周を分割するに適當な値を選べば  $a$  を算出することが出来る。

次に、ピストンは初速度  $v_0$  を與えた場合減速度  $g$  で減速し終速度が零になるために必要な行程を持たなければならぬから

$$S = \frac{v_0^2}{2g} \dots\dots\dots(8)$$

又

$$P_0 = c \left\{ \frac{\left(A - \frac{2}{3}Za\right)v_0}{aZ} \right\}^2 \quad P = c \left\{ \frac{\left(A - \frac{2}{3}Za\right)v}{az} \right\}^2$$

(3) 式に依り

$$\left(\frac{v_0}{Z}\right)^2 = \left(\frac{v}{z}\right)^2 \quad \therefore \frac{v_0}{Z} = \frac{v}{z}$$

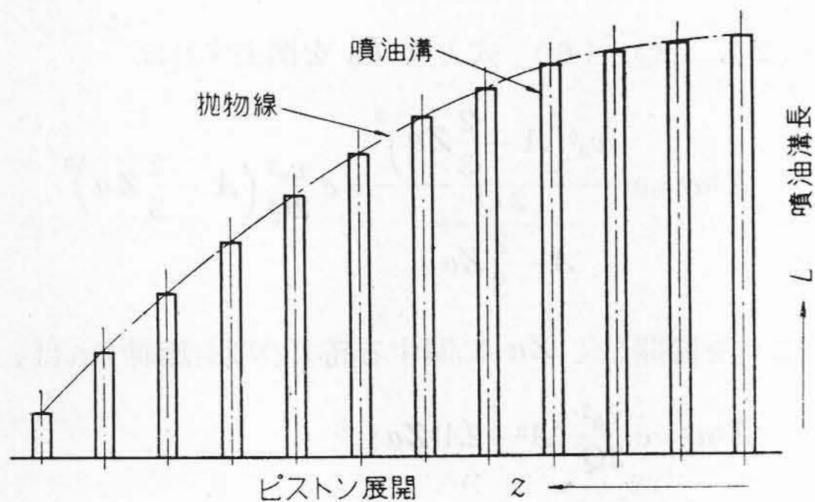
又  $v_0 = \sqrt{2gS}$ ,  $v = \sqrt{2gs}$  であるから

$$\frac{\sqrt{2gS}}{Z} = \frac{\sqrt{2gs}}{z} \quad \therefore \frac{S}{Z^2} = \frac{s}{z^2}$$

$$\therefore s = S \left( \frac{z}{Z} \right)^2 \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{溝の長さ } L = S - s = S \left\{ 1 - \left( \frac{z}{Z} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (10)$$

この式を以て溝の長さを計算すれば第 3 圖に示すよう



第 3 圖 油壓緩衝器用ピストンの噴油溝説明圖  
Fig. 3 Explanation Diagram of Orifice of Oil Buffer Piston.

に拋物線状になる。故に噴油溝の平均斷面積を  $\frac{2}{3}Za$  と假定したことは當を得ていると言ひ得る。即ち平均噴油溝斷面積

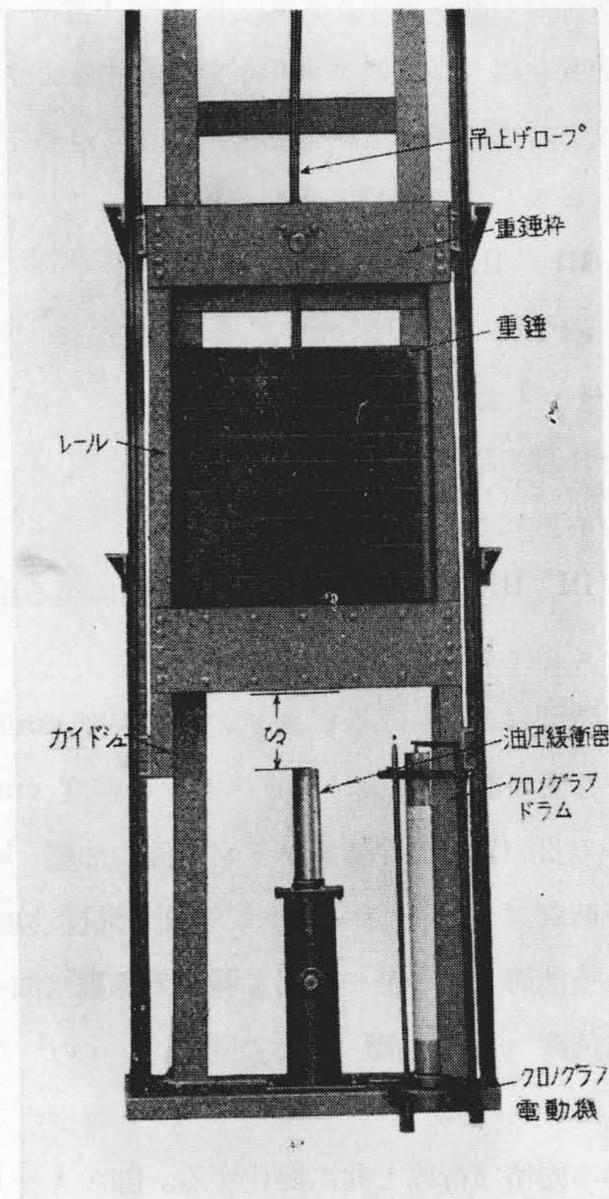
$$\begin{aligned} &= \frac{1}{S} \int_0^Z aLdz = \frac{a}{S} \int_0^Z S \left( 1 - \frac{1}{Z^2} z^2 \right) dz \\ &= a \left[ z - \frac{1}{Z^2} \cdot \frac{z^3}{3} \right]_0^Z = a \left( Z - \frac{Z}{3} \right) = \frac{2}{3} Za \end{aligned}$$

[V] 實驗の方法

第 4 圖に示す装置は今回の油壓緩衝器試験のために特に設備したものであつて、垂直に立てられた 2 本のレールをガイドとし上下に運動出来る様にした重錘を置き、その真下中央に供試の油壓緩衝器を、そのピストン軸が垂直になる様に据付けた。

重錘は種々なる重量のものを製作し、その組合せ方を調整することにより略々目的の重量を得る様にした。

重錘が落下して、緩衝器頂部に接觸した時の速度が豫定の速度になる様に落下距離を  $S = v_0^2 / 2g$  によつて算



第 4 圖 油 壓 緩 衝 器 試 験 装 置  
Fig. 4 Testing Apparatus of Oil Buffer.

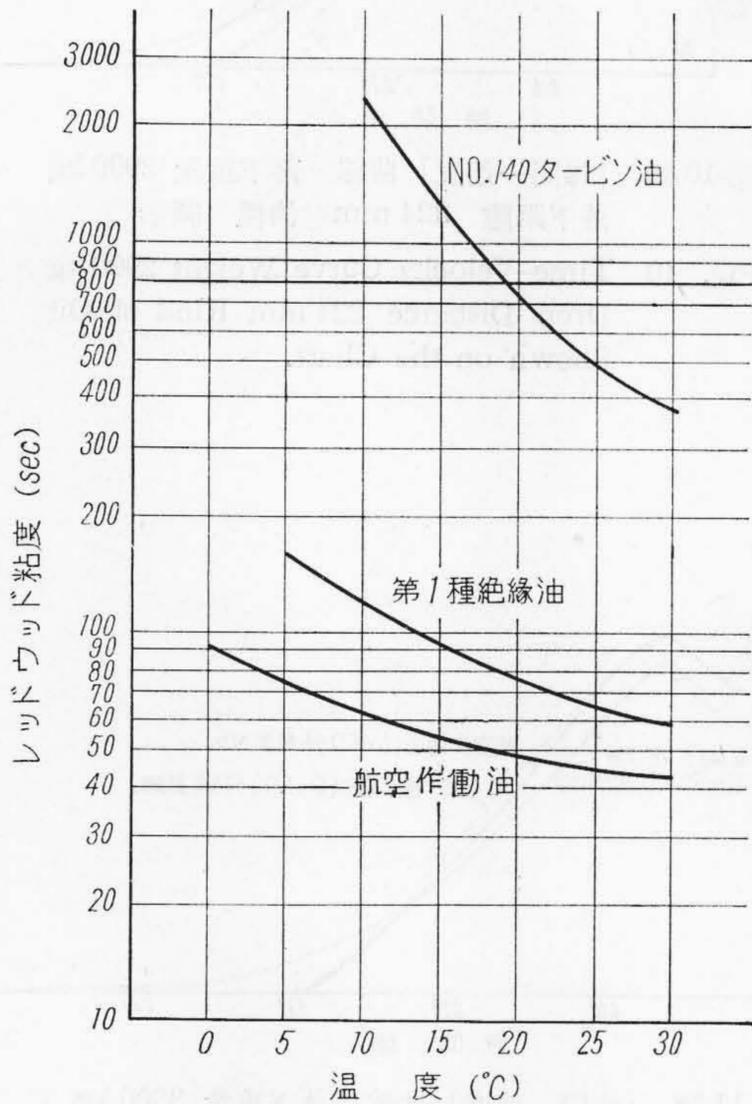
出して置き、その距離だけ錘を起重機により吊り上げた吊り上げには引外し出来る特殊のフックを用い、吊り上げ後このフックを外すことによつて重錘を自由落下させた。一方、同期電動機に直結されたクロノグラフドラムの上に方眼紙を巻き、これを回轉軸が垂直になる様に立てる。重錘の下端に固定された鉛筆を常に紙に接觸させておき電動機を回轉させながら重錘を落下させた。かくして方眼紙上に、時間—行程曲線が描かれる。これから圖式微分法により時間—速度曲線を求め、更にその微分値をとつて減速度を求めた。

①油壓緩衝器の設計に當つて、かごの重量を 2000 kg 積載重量を 1000kg とした。よつて減速度試験に於ては最小 2028 kg, 最大 2990 kg, 最大の 110% 3300 kg の 3 種の荷重により試験を行つた。

②かごの速度を 90 m/min として設計したため、調速機の作働速度は  $\frac{90 \text{ m/min}}{60} \times 1.4 = 2.1 \text{ m/sec}$  となる

第2表 油圧緩衝器減速度試験計畫表

試 験	落下距離 mm	總重量 kg
A	224	1. 2028
		2. 2990
		3. 3300
B	114	1. 2028
		2. 2990
		3. 3300



第5圖 使用油の粘度  
Fig. 5 Viscosity of Oil used.

から (90 m/min の定格速度に對しては、許容された過速度は40%である)、(8)式により落下距離を算出し、 $S=224\text{ mm}$ .  $0.51 S=114\text{ mm}$  を採用した。油の粘度が緩衝器の性能に及ぼす影響を調べるために、航空作働油、第1種絶縁油、No.

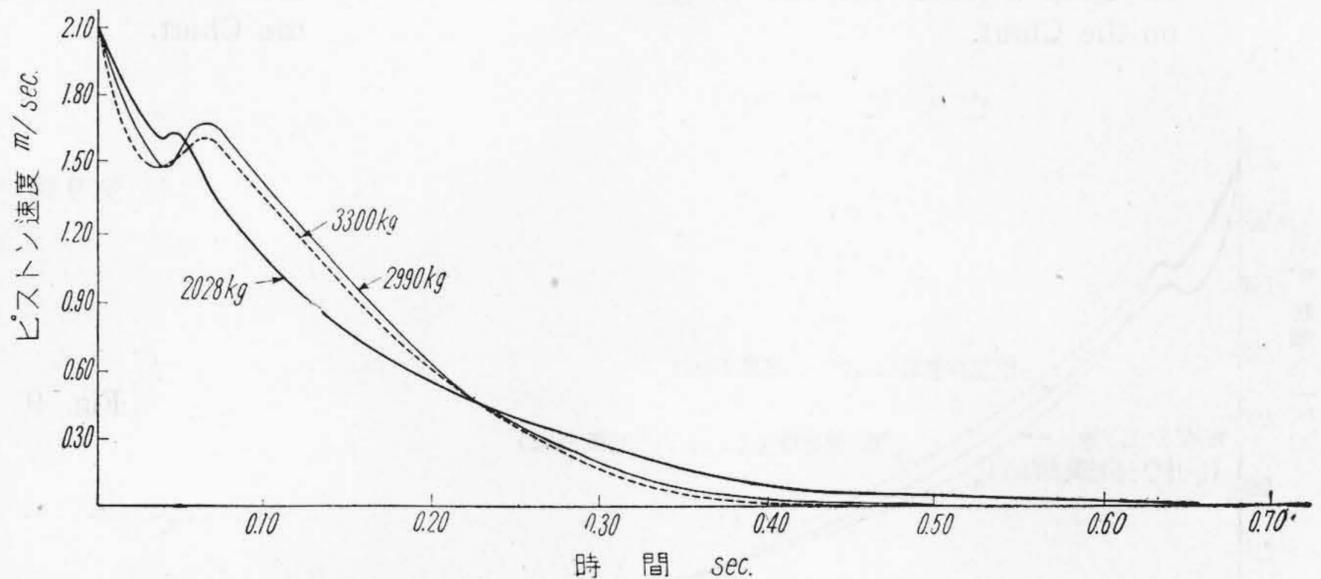
140 タービン油の3種の油を用いて試験を行った。第5圖にそれ等3種類の油のレッドウッド粘度を示す。

[VI] 實驗の結果

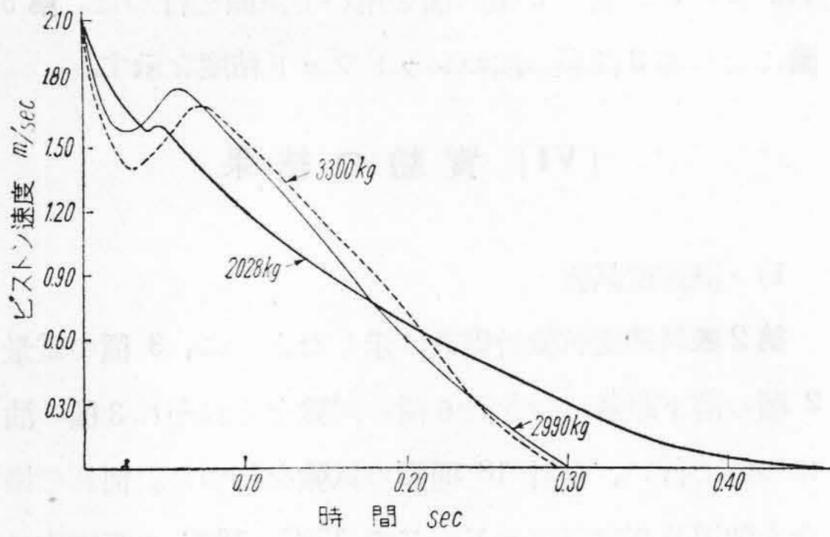
1) 減速度試験

第2表減速度試験計畫表に示したように、3種の重量2種の落下距離につき計6種の試験をそれぞれ3種の油について行い、合計18種類の試験を行った。何れの場合も油温及び室温は殆ど同じで  $17^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$  の範囲内で試験を終了することが出来た。落下重量がプランジャ上端に衝突し、その降下が始まつて  $0.02\text{ sec}\sim 0.04\text{ sec}$  経過した後、プランジャと蓋との間隙から油が噴霧状になつて噴出し初めるのを認めたが、これはピストンの降下中はずつと持續し、降下が終つてからもなお  $1.5\text{ sec}\sim 2.0\text{ sec}$  の間は引續き噴出するのが認められた。又重錘がプランジャの頂部に達した瞬間にはピストンにほぼ豫定した速度が伝えられ、直ちに緩衝作用が開始され時間の経過と共に漸次重錘の持つエネルギーは緩衝器によつて吸収され降下速度が減少して遂に行程の最終に於て靜止すると言ふことが判つた。

第6圖、第7圖、第8圖はそれぞれ No. 140 タービン油、第1種絶縁油、航空作働油について、落下距離を何れも  $224\text{ mm}$  一定とし、重量をパラメータとしたピストンの時間速度のグラフである。これはクロノグラフに畫かせた時間—行程曲線から圖式微分法によつて求め

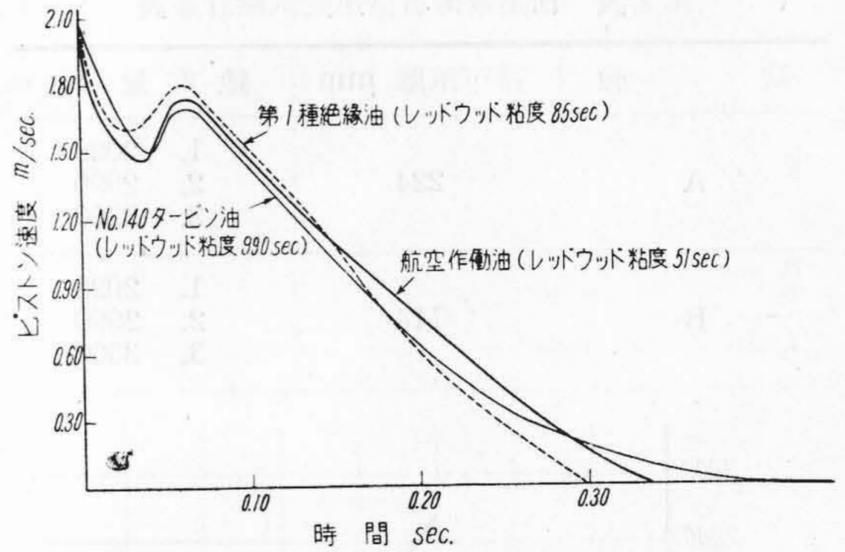


第6圖 [時間—速度] 曲線 No. 140 タービン油 落下距離 224mm 落下重量 圖示  
Fig. 6 Time-Velocity Curve No. 140 Turbine Oil Drop Distance 224mm Weight Shown on the Chart.



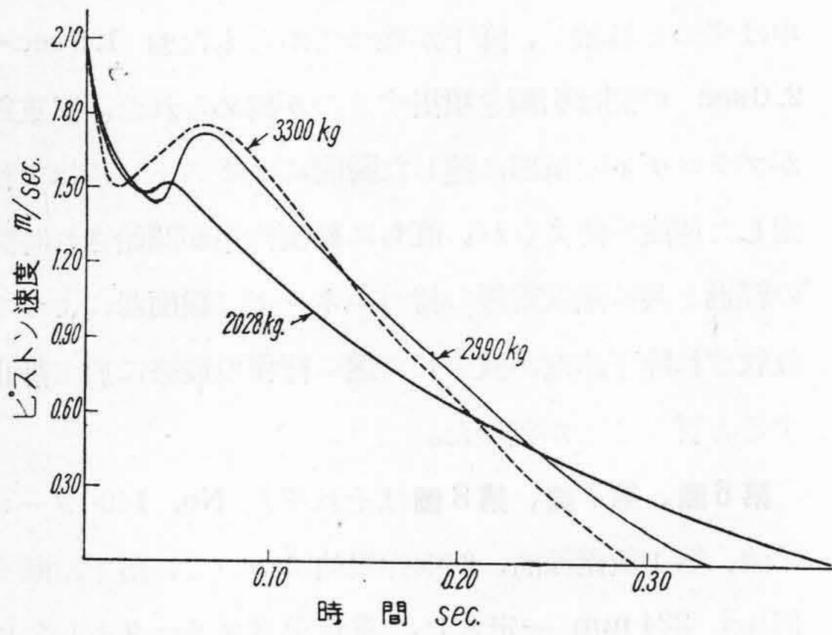
第7圖 [時間—速度] 曲線 第1種絶縁油  
落下距離 224 mm 落下重量 圖示

Fig. 7 Time-Velocity Curve No.1 Insulation Oil Drop Distance 224 mm Weight Shown on the Chart.



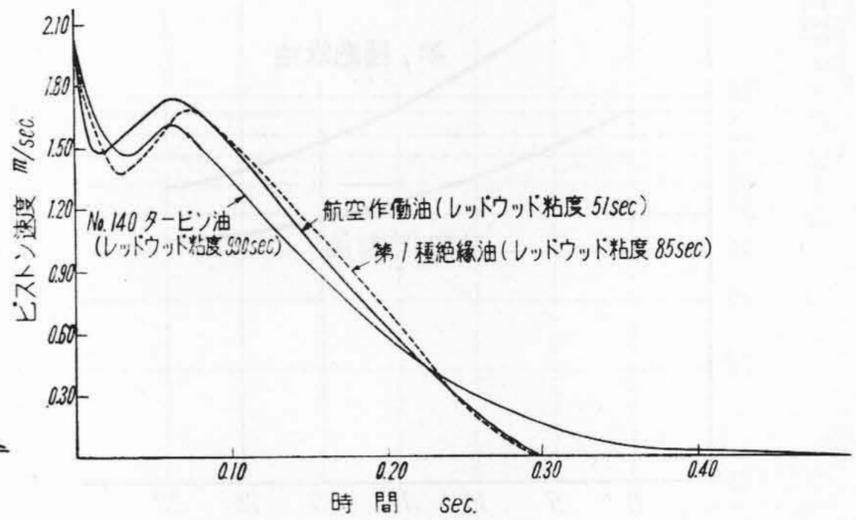
第10圖 [時間—速度] 曲線 落下重量 2990 kg  
落下距離 224 mm 油種 圖示

Fig. 10 Time-Velocity Curve Weight 2990 kg Drop Distance 224 mm Kind of Oil Shown on the Chart.



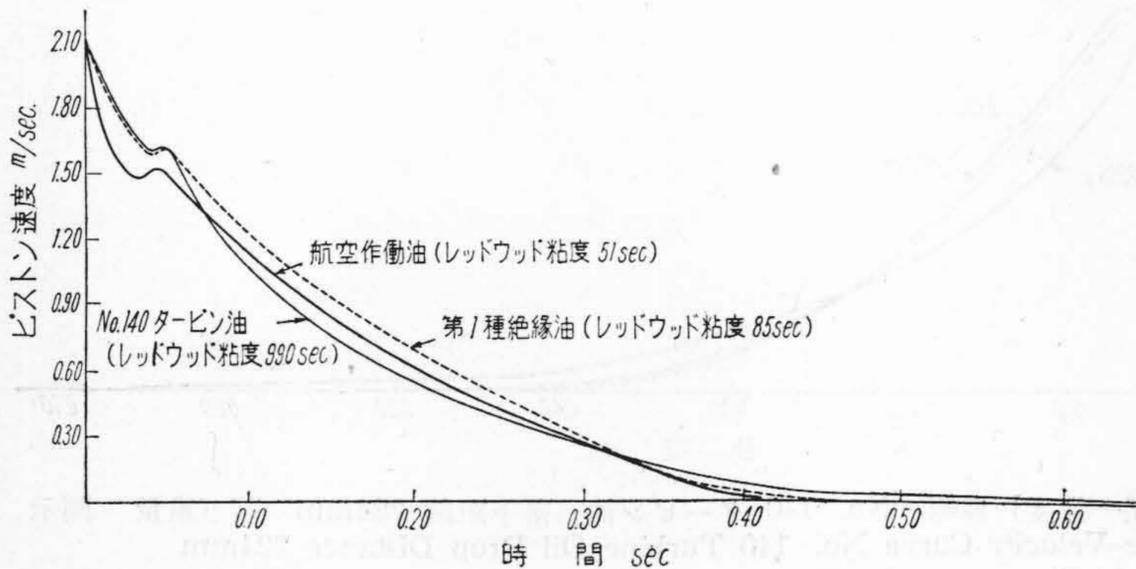
第8圖 [時間—速度] 曲線 航空作働油  
落下距離 224 mm 落下重量 圖示

Fig. 8 Time-Velocity Curve Aeroplane Buffer Oil Drop Distance 224 mm Weight Shown on the Chart.



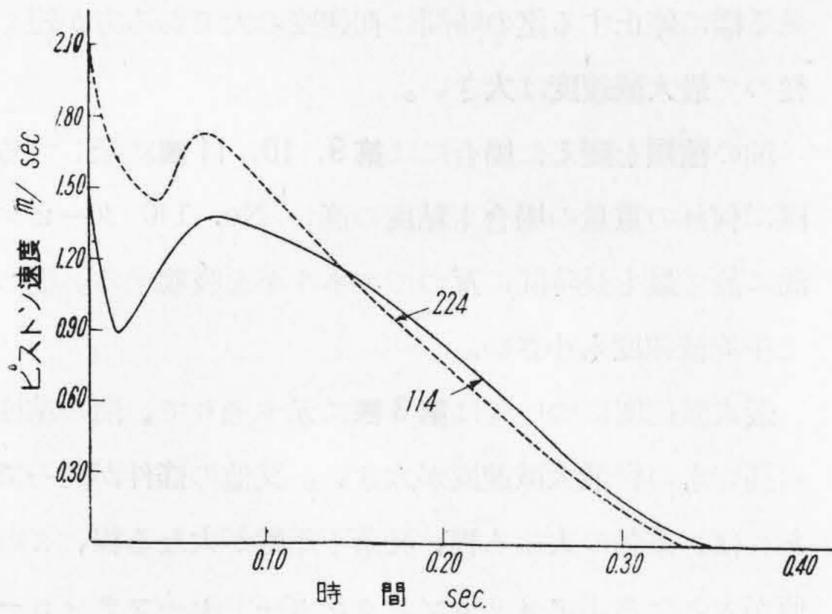
第11圖 [時間—速度] 曲線 落下重量 3300 kg  
落下距離 224 mm 油種 圖示

Fig. 11 Time-Velocity Curve Weight 3000 kg Drop Distance 224 mm Kind of Oil Shown on the Chart.

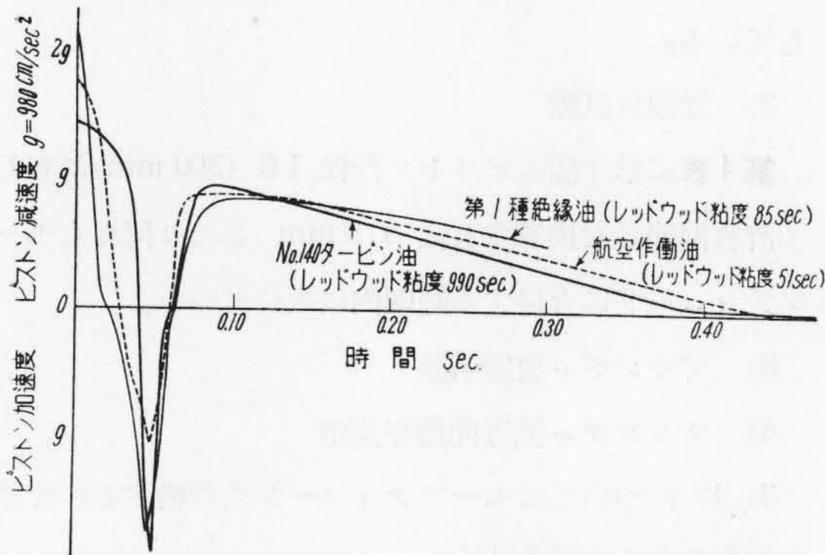


第9圖 [時間—速度] 曲線  
落下重量 2028 kg  
落下距離 224 mm  
油種 圖示

Fig. 9 Time-Velocity Curve Weight 2028 kg Drop Distance 224mm Kind of Oil Shown on the Chart.



第12圖 [時間—速度] 曲線 航空作働油  
落下重量 2990 kg 落下距離 圖示  
Fig. 12 Time-Velocity Curve Aeroplane Buffer  
Oil Weight 2990 kg Drop Distance Shown  
on the Chart.



第13圖 [時間—減速度] 曲線 落下重量 2990 kg  
落下距離 224 mm 油種 圖示  
Fig. 13 Time-Retardation Curve Weight 2990 kg  
Drop Distance 224 mm Kind of Oil Shown  
on the Chart.

第3表 油圧緩衝器を働かせた場合の  
最大減速度解析結果

落下重量 kg	落下距離 mm	最大減速度(単位 $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ )		
		航空作働油	第1種 絶縁油	No. 140 タービン油
2028	114	1.28	1.31	1.17
	224	1.58	2.00	1.50
2990	114	1.44	1.87	1.41
	224	1.80	2.19	1.46
3300	114	1.72	2.13	1.60
	224	2.05	2.30	1.94

第4表 油洩れ試験結果

油種	漏洩量 (mm)	
	実測値	セーフティコード に規定された限度
航空作働油	1.8	1.8
第一種絶縁油	1.2	1.8
No. 140 タービン油	0.3	1.8

たものである。又これ等の結果を同一重量毎にまとめ、油の粘度をパラメータにとれば第9圖、第10圖、第11圖のようになる。次に航空作働油につき 2990 kg の重量を落下させて行つた試験につき落下距離をパラメータとして時間—速度曲線を描けば第12圖のようになる。

次に、時間—速度曲線を圖式微分して、時間—減速度曲線を描けば第13圖に示すようになる。即ち、重錘がプランヂャに接触し初めた瞬間に於て最大の減速度を示し、その後急速に減少し、零を経て遂に加速に變じ0.05秒位を經過した時には最大の加速度を示し、次で再び減速に變り 0.08 秒附近で異常過渡現象は回復して、いよいよ本格的な減速度區域に入る。その後はゆるやかな曲線を描く。従つて減速度の最大値はプランヂャに接触し初めた瞬間にあるが、その値を各々の場合につき比較すれば第3表の様になる。

2) 油洩れ試験

ピストンの下降に従つて緩衝器内の體積は減少するため、外筒内の空氣が蓋とプランヂャの間隙から漏洩するが、その際噴霧狀の油が幾分空氣に混つて筒外へ逃げる。オイルゲージに示された油量の減少は油の種類に依り差があるが、前述のセーフティコードに規定せられた方法によつて實驗した結果は第4表のようになる。

3) 泡立ち試験

今回設備した實驗装置では起重機を以て重錘を吊上げた關係上セーフティコードに規定せる1分間隔をおいて實驗を繰返すことが不可能であつたため本試験は行うことが出来なかつたが、泡立ちは多少認められる程度であつたから大體規定に合格出来るものと思う。

4) プランヂャ 復歸試験

重錘を吊上げるのに起重機を用いたが、その吊上げ速

度がプランヂャ復歸速度より遅いために復歸時間そのものは測定することが出来なかつた。しかし吊上げ速度を測定した處7秒であつたから、従つてプランヂャ復歸時間は7秒以下であると言ふことが確認された。

#### 5) プランヂャ横方向の遊び測定

實測値 0.095 mm セーフティコードに規定された許容量 1.8 mm

以上の試験を全部終了したが、油壓緩衝器のどの部分も何等の歪を起すことがなく、又損傷を受けることもなかつた。

### [VII] 結果の検討

#### 1) 減速度試験

18 回行つた試験の何れの場合にも、重錘がプランヂャに接觸した瞬間に速度が減少し初めるが、或る時間を経過したる後に一旦加速されて速度の上昇を見、しかる後に順調な減速が行われて停止するに至る。そのため減速度一時間曲線は第13圖に見る様に、0.02 sec から0.06 sec の間に互り加速が行われる。この異常な過渡現象は以下の様な理由で起ると考える。即ち、緩衝器に落下重量が接觸して、ピストンが下降を初めると、その瞬間に内筒内の油は噴霧状となつて油溝を通り、猛烈に外筒内へ噴出し、一時的にその氣壓が上昇するために内筒内の油の噴出が次の瞬間一時的に阻止される。そのためピストン下面に強壓を受け急激に減速する。外筒内の氣壓が或る値に迄上昇すると、それ迄はプランヂャと蓋の間の氣密が保たれて内氣の漏洩がなかつたものが、急に氣密が破れて漏洩し内壓が急激に減少する。そのため内筒内の油の噴出が促進されてピストンは瞬間加速され、内外氣壓の差が或る定常状態に達すると、漸く本格的な減速が行われるものであると推察せられる。第6, 7, 8圖第3表より、油の種類に関係なく、同一落下距離の場合落下重量が大である程停止するに至る迄の時間は短い。依つて減速度は大となる。又時間一速度曲線に見る過渡的な凹凸現象も重量の大きい程大きく現われている。

同一重量を異なる高さから落下させた場合は第12圖に

見る様に停止する迄の時間は初速度の大である方が短く従つて最大減速度は大きい。

油の種類を変えた場合には第9, 10, 11圖に示してゐる様に何れの重量の場合も粘度の高い No. 140 タービン油に於て最も長時間に互つてエネルギーを吸収する。従つて平均減速度も小さい。

最大減速度については第3表に示す通りで、油の粘度の高いもの程最大減速度が大きい。又他の條件が同一であれば、重量の大なる程、又落下距離が大なる程、この値が大となる。「アメリカンスタンダードセーフティコード」に従えば今回の試験では落下重量 2028 kg, 2990kg の試験に於て 1/25 秒以上に互る減速度が 2.5 g を超えてはならないことを規定している。第3表の結果は日立エレベータ用油壓緩衝器がこの規定に合格することを示している。

#### 2) 油洩れ試験

第4表に示す様にピストン行程 1 ft (300 mm) に對して許容漏洩量を換算すれば 1.8 mm となり何れもセーフティコードに合格する範囲内に入つている。

#### 3) プランヂャ復歸試験

#### 4) プランヂャ横方向遊び測定

3), 4) についてはセーフティコードに合格するに充分な結果であると言へる。

### [VIII] 結 言

日立エレベータ用油壓緩衝器はアメリカンセーフティコードに合格出来る様に設計、製作されたものであるが今回工場内に試験装置を設けて嚴重且つ詳細な試験を行つた結果優秀な性能を持つてゐることが確認された。

特に最も重要な減速度試験に於てはその最大値が、2.19 g を示すに過ぎず、又油洩れ量も僅少であつて充分「アメリカンセーフティコード」に合格することが判つた。依つて日立エレベータは他の優秀な安全装置の完備と相俟つて一層その安全性と信頼性を高めることが出来るものと確信する。

なお、本報告に當り油壓緩衝器の製作並びに試験の勞(以下第33頁へ續く)