養生シートの強度についての研究

建築課　斉藤次郎，木下釣一，小川勝教

On the strength of canvases for protection against falling articles.

by Jiro Saito Kinichi Kinoshita Katsunori Ogawa

We have made research for the strength of some sorts of canvases which are widely being used outside the building under construction, so in this report we show the result of it.

As oue of the methods of test we made two steel pipes-48.6^{mm} in diameter, 2.4^{mm} in thickness, 5^{kg} and 7.4^{kg} in each pipe—fall from the experimental tower on the canvases set in the steel frame at the some angles to the level.

From this test, we find the lowest altitude of pipes to penetrate and the angle of canvases which make most for convases being penetrated.

As the other method of test, we made in a tentative way an impact tester in which a pendulum was applied, and by using of it we got the result of the test of them.

More over we analysed the motion of a thing throun out of high place and we calculated the kinetic energy of steel pipe and the angle between the direction of falling thing and the canvases in the moment when it came into collision with them.

In conclusion, as the strength of canvases it is necessary that the product breaking strength and elongation is more than 5000^{kgmm}

1. 建築工事現場における飛来落下物の重さ

昭和35年および36年における，東京，大阪および愛知の3労働基準局管内で起った，建築工業現場の落下物による労働災害の，落下物の種類別件数調べおよび落下物体の重量別件数調べを行った。

落下物の種類別件数調べは研究所報 1963, No. 1 に報告した通りであるが，落下物体の重量は，死傷病報告書に記載されていないものが多々あり，記載されてあったものについて分類すると Table—1 の通りとなった。

Table—1 Distribution of the weight of fallings

less thau 1kg 95	1kg ～ 4kg 85	4kg ～ 7kg 48	7kg ～19kg 37
10kg～13kg 20	13kg～16kg 19	16kg～19gk 8	19gk～22gk 17
22kg～30kg 8	more than 30kg 59	total number of cases 329	

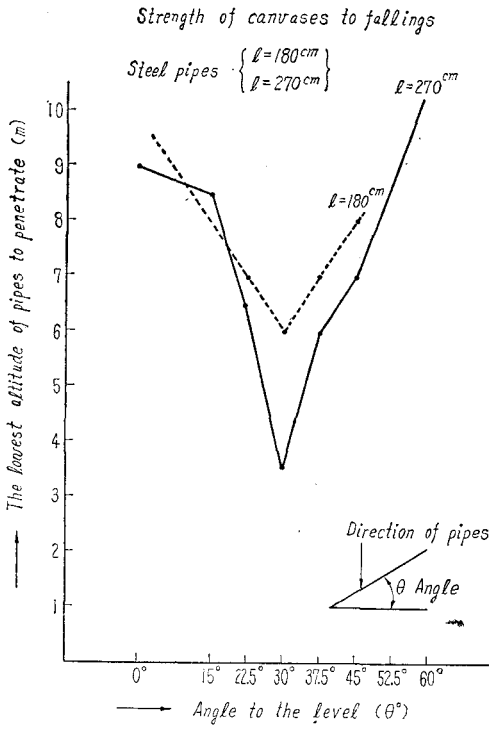
上表により，4kg未満のものまでが45.5%，7kg 未満のものが 57.7%で，約60%，10kg 未満のものが80.6%で約80%を占めていることになる。

2. シートに落下物が当ったときの破れ易いシートの角度

落下物の種類をみると角材，板類，丸太，コンクリート斫り屑，の順になっていて，鉄筋など先端の比較的尖ったものについては順位は下になっている。しかし，先端の尖ったものは落下物体となったとき，その防護はできないものとし，鋼管類が落下するときを対象とすることにした。

主として金網について，昭和37年に落下物防護に関する試験研究として実験を行ったとき，金網と水平面の張り角度によって破れ易くなる傾向があり，シートの場合はそれが顕著であることがわかった。そこで昭和39年5月26日前後になおその実験を本格的に行つたところシートが水平と 30°前後の角度で，落下物が真上より当ったときが最も破れ易いことがわかった。Fig—1 にその時の結果を示す。

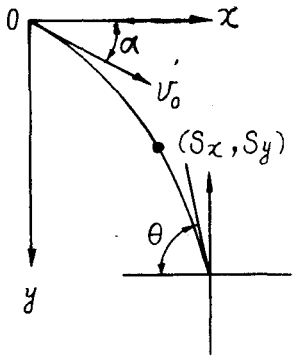
Fig. 1



3. 放射体の運動と自由落下高さとの関係

工事中の建築物の側より何らかのはずみで物が飛び出してシートに当ったときを想定して，放射体が足場に張られたシートより 180cm の距離にある点より飛び出したときの解析は次に述べる通りである。

Fig. 2



上図の場合，物体の運動は

V_o=物体の初速　t＝放射後の時間

α ＝放射角

θ ＝（シートに当るときの角度）水平線に対する運動方向の角度

とすれば

$$Sx=V_o \cos\alpha \cdot t$$

$$Sy=V_o \sin \alpha \cdot t+\frac{1}{2}gt^2$$

よって，シートに当るときの角度θは

$$\theta=\frac{dSy}{dSx}=\tan\alpha+\frac{gSx}{V_o^2\cos^2\alpha}$$

上式より

$$\theta=\tan^{-1}\left(\tan\alpha+\frac{gSx}{V_o^2\cos^2\alpha}\right)$$

ここに，Sx=180cm とし，V_o=1, 2, 5, 10, 15, 20 m/sec

α=0°, 5°, 10°, 15°, 20°, ……50°, 60°のときのθの値を求めたのが Table. 2である。また，これらの値を図にしたのが Fig. 3 である。

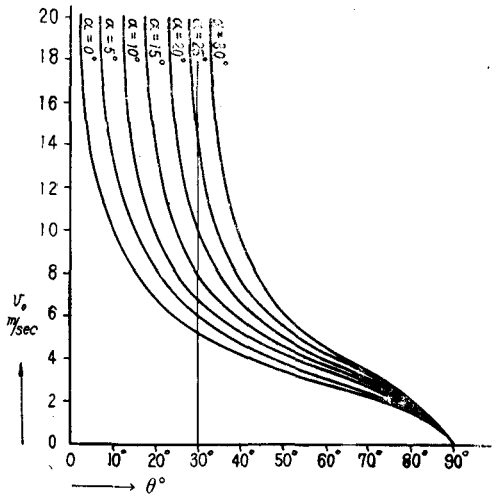
Table—2

α°	V_0	θ°	Sy′
0°	1	86°45′	15.93
	2	77°13′	4.17
	5	35°09′	1.91
	5.57	30°00′	2.09
	10	10°00′	5.26
	15	4°30′	11.43
	20	2°31′	20.24
5	1	86°48′	16.20
	2	77°32′	4.35
	5	38°38′	2.07
	6.02	30°00′	2.54
	10	14°53′	5.42
	15	9°27′	11.59
	20	7°30′	20.40
10	1	86°53′	16.73
	2	78°02′	4.61
	5	42°06′	2.25
	6.73	30°00′	2.98
	10	19°42′	5.58
	15	14°25′	11.75
	20	12°30′	50.56
15	1	87°07′	17.55
	2	78°41′	4.94
	5	45°40′	2.44
	7.82	30°00′	3.87
	10	24°33′	5.75
	15	19°20′	11.93
	20	17°30′	20.72

$\alpha°$	V°	$\theta°$	Sy′
20	1	87°11′	18.69
	2	79°26′	5.35
	5	49°20′	2.65
	9.68	30°00′	5.43
	10	29°25′	5.94
	15	24°20′	12.10
	20	22°29′	20.90
25	1	87°23′	20.22
	2	79°29′	5.43
	5	52°58′	2.88
	10	34°15′	6.13
	13.9	30°00′	10.07
	15	29°20′	12.29
	20	27°30′	21.10
30	1	87°33′	22.26
	2	81°12′	6.53
	5	56°30′	3.16
	10	39°05′	6.35
	15	34°19′	12.49
	20	32°29′	21.28
35	1	87°53′	24.96
	2	82°11′	7.38
	5	60°20′	3.49
	10	43°55′	6.60
	15	39°15′	12.73
	20	37°25′	21.52
40	1	88°08′	28.62
	2	83°13′	8.47
	5	63°53′	3.87
	10	48°33′	6.88
	15	44°14′	12.99
	20	42°26′	21.78
45°	1	88°25′	33.60
	2	84°15′	9.94
	5	67°30′	4.35
	10	53°30′	7.22
	15	49°09′	13.30
	20	47°25′	22.08
50°	1	88°45′	42.46
	2	85°11′	11.95
	5	70°56′	4.96
	10	58°16′	7.36
	15	54°17′	13.68
	20	52°30′	22.45

$\alpha°$	V_0	$\theta°$	Sy′
60°	1	89°12′	66.68
	2	87°03′	19.19
	5	77°35′	6.93
	10	67°42′	8.85
	15	63°58′	14.76
	20	63°10′	23.48

Fig—3



また，任意の点の運動速度Vは Fig—2 を参照して，

$$Vx = V_0 \cos\alpha$$

$$Vy = V_0 \sin\alpha + gt$$

2式により

$$V = \sqrt{V_0^2 + 2g \tan\alpha \cdot Sx + \frac{g^2 Sx^2}{V_0^2 \cos^2\alpha}}$$

で表わされる。この速さを，物体の自由落下させたときの速さと同等としたときの落下距離を Sy′ とすれば，

$$V' = \sqrt{2g \cdot S_Y'}$$

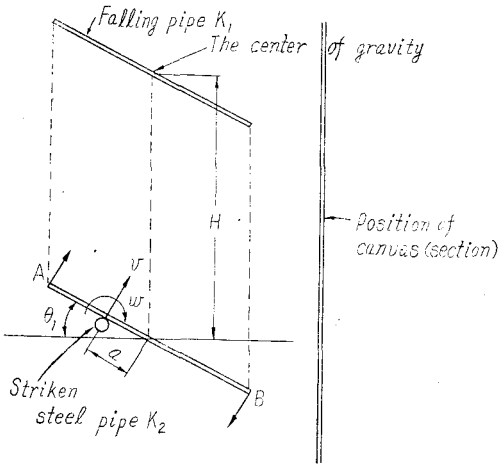
とおきV=V′とおけば

$$S_Y' = \frac{V_0^2}{2g} + \tan\alpha \cdot Sx + \frac{g \cdot Sx^2}{2V_0^2 \cos^2\alpha}$$

となる。これが，自由落下としたときの高さを求める式である。Sx=180cmとして，V_0 および α の各値のときについて計算した Sy′ の値を Table—2 の右欄に記入した。

4. はねかえりによりシートに当る場合

Fig—4



Fig—4 を参照して，鋼管 K_1 が落下してきて鋼管 K_2 に衝突してはねかえるときの運動を解析する。

衝突前後の速度は，衝突面に直角な方向では，衝突前 $-V_0 \cos\theta$，衝突後 V とし，角速度は衝突前は O で後は ω とする。

M：落下鋼管の質量，I：慣性能率

i：慣性半径とし，

衝撃力を P，重心から作用点までの距離を a とすると，運動の方程式は

$$M \cdot \frac{dV}{dt} = P$$

$$I \cdot \frac{d\omega}{dt} = Pa$$

時間 t で積分すれば

$$M(V+V_0 \cos\theta_1) = \int_0^t P \cdot dt$$

$$I \cdot \omega = a\int_0^t P \cdot dt$$

$$\text{よって} V+V_0\cos\theta_1 = \frac{I}{aM}\omega = \frac{i^2}{a}\omega \cdots\cdots(1)$$

衝突前後におけるエネルギーを不変とすれば

$$\frac{M}{2}V_0^2\cos^2\theta_1 = \frac{I}{2}\omega^2 + \frac{M}{2}V^2$$

$$V^2 - V_0^2\cos^2\theta_1 = -i^2\omega^2 \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

よって(1)および(2)より

$$\left.\begin{aligned} V &= \frac{i^2-a^2}{i^2+a^2}V_0\cos\theta_1 \\ \omega &= \frac{2a}{i^2+a^2}V_0\cos\theta_1 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

もし，衝突点で反発しないものとすれば

$$V = -a\omega$$

この式と(1)式とより

$$\left.\begin{aligned} V &= -\frac{a^2}{i^2+a^2}V_0\cos\theta_1 \\ \omega &= \frac{a}{i^2+a^2}V_0\cos\theta_1 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

(3)式は理想的に反発する場合であり，(4)式は全然反発しない場合である。

そこで，(1)式に(3)式の角速度を代入して

$$V+V_0\cos\theta_1 \frac{i^2}{a}\omega = \frac{2i^2}{i^2+a^2}V_0\cos\theta_1$$

(1)式に(4)式の w を代入して

$$V+V_0 c\cos\theta_1 = \frac{i^2}{a}\omega = \frac{i^2}{i^2+a^2}V_0\cos\theta_1$$

となるが，実際には理想的な反発と全然反発しない場合の中間で，$1 \leqq \mu \leqq 2$ をとすれば，

$$V+V_0\cos\theta_1 = \frac{i^2}{a}\omega = \frac{\mu i^2}{i^2+a^2}\cdot V_0\cos\theta_1$$

故に，この式より

$$\left.\begin{aligned} V &= \left(\frac{\mu i^2}{i^2+a^2}-1\right)V_0\cos\theta_1 \\ \omega &= \frac{\mu a^2}{i^2+a^2}V_0\cos\theta_1 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

次に鋼管の，1 端A（Fig—4 参照）についてこの運動径路は，x，y を座標とすれば，時間 t の関数として

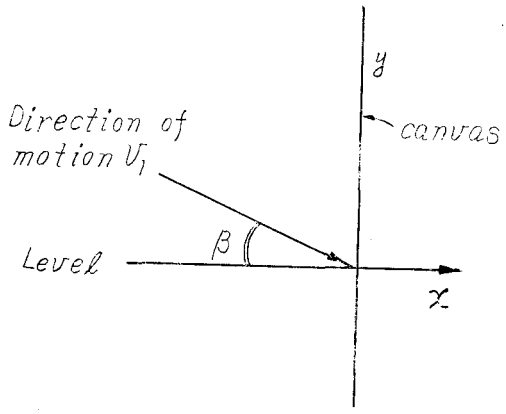
$$\left.\begin{aligned} x &= Vt\sin\theta_1 - \frac{l}{2}\cos(\omega t+\theta_1) + a\cos\theta_1 \\ y &= Vt\cos\theta_1 + \frac{l}{2}\sin(\omega t+\theta_1) - a\sin\theta_1 - \frac{1}{2}gt^2 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

速さは

$$\left.\begin{aligned} Vx &= \frac{dx}{dt} = V\sin\theta_1 + \frac{\omega l}{2}\sin(\omega t'+\theta_1) \\ Vy &= \frac{dy}{dt} = V\cos\theta_1 + \frac{\omega l}{2}\cos(\omega t+\theta_1) - gt \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

l は落下せしめる鋼管の長さで。$l=1.8^m$ また，シート面が足場の後踏みに張られているとして，足場の前踏の距離が 1.5^m とすれば，$x=1.5^m$ である。

Fig—5



xなる距離にあるシート面に当るときの角度βは

$$\tan\beta=\frac{dy}{dx}=\frac{dy}{dt}\cdot\frac{dt}{dx}$$

$$=\frac{V\cos\theta_1+\frac{l}{2}\omega\cos(\omega t+\theta_1)-gt}{V\sin\theta_1+\frac{l}{2}\omega\sin(\omega t+\theta_1)}\cdots\cdots(8)$$

ここにtは $x=1.5^m$ として(6)式より求めることができる。

また，重心についてその運動の径路は，x，y を座標とし，時間tの函数として，簡単に次のようになるとすれば

$$x=V.t\sin\theta_1$$

$$y=V.t\cos\theta_1-\frac{1}{2}gt^2$$

$\frac{dx}{dt}=Vx_1$，$\frac{dy}{dt}=Vy_1$ を求めて合成すると重心の速さ V_1 は

$$V_1=\sqrt{V^2x_1+V^2y_1}=\sqrt{V^2-2V\cdot\cos\theta_1\cdot gt+g^2t^2}\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

そこで，シート面に当るときの運動エネルギーは V_1 により

$$\frac{1}{2}M\ V_1^2+\frac{1}{2}I\omega^2$$

これを，自由落下による運動エネルギーに等しいとおいて，その高さhを求めると

$$Mgh=\frac{1}{2}MV_1^2+\frac{1}{2}Iw^2$$

$$h=\frac{1}{2g}(V_1^2+\omega^2i^2)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(10)$$

そこで，この式より，いまある高さから鋼管の一端がシート面に当るときの速さを，自由落下において，ある高さより落したときの速さに換算したときのその高さを求めることができることになる。

例1　落下高　4mの場合

落下鋼管，外径48.6mm，肉厚2.4mm，長さ $l=1.8m$

$\theta_1=45°$

$V_0=8.85^m/_{sec}$　　計算による。

t ＝0.23secは落下して鋼管k_2に衝突した後，はねかえりシート面に当るときまでの時間で，高速度カメラ撮影によって測定したもの。

そこで(6)式に(5)式を代入して

$$x=\left(\frac{\mu i^2}{i^2+a^2}-1\right)V_0\cdot t\cdot\sin\theta_1\cdot\cos\theta_1-\frac{l}{2}\cos\left(\frac{\mu a}{i^2+a^2}\cdot V_0\cos\theta_1\cdot t+\theta_1\right)+a\cos\theta_1\cdots\cdots\cdots\cdots 11$$

を得るので，x＝1.5m（足場の前踏と後踏の間隔）と上述の数値を11式に代入して計算し，μを求めると

$\mu=1.88$となる。

よって(5)式に，$\mu=1.88$，$i^2=0.27$（慣性半径），$V_0=$ $^m/_{sec}$，$\theta_1=45°$

a＝0.23m（カメラ測定）を代入すれば

$V=3.31^m/_{sec}$，$\omega=8.16^{rad}/_{sec}$

次に，上述の V，ω，θ_1，l およびtの値を(7)式に代入して

$Vx=5.73^m/_{sec}$

$Vy=6.42^m/_{sec}$

また(8)式に代入して

$\tan\beta=-1.12$　　$\therefore\beta\fallingdotseq48°$

(9)式に代入して

$V_1=2.4^m/_{sec}$（重心の位置の速さ）

(10)式に代入して

h＝0.39m　を得る。

例 2　落下高さ10mの場合

上例で落下高さ 4mのとき，h＝0.39m で小さい値となるので，落下高さを大きく増して10mとした。

例1 にならい計算すると，

$V_0=14.0^m/_{sec}$

$V=5.42^m/_{sec}$

$\omega=13.0^{rad}/_{sec}$

h ＝3.17m

例 3　落下高さ15mの場合

$V_0=17.15^m/_{sec}$

$V=6.63^m/_{sec}$

$\omega=15.98^{rad}/_{sec}$

h ＝4.97m

例 4　落下高さ20mの場合

$V_0=19.8^m/_{sec}$

$V=7.66^m/_{sec}$

$\omega=18.45^{rad}/_{sec}$

h ＝6.83m

以上の例にみるように，落下鋼管が，はねかえりによりシートに当る場合のエネルギーは小さく，自由落下の高さに換算して，高さ13m以上のところより落さないと，シートを破るようなエネルギーにならないのではないかと思われる。

なお上の計算においては，μは V_0によって変わると考えられるが，高さ10～20m のとき，$\mu=1.85$とした。

以上により，落下物に対する防護用養生シートは，放射体の場合を対象にしてよいことがわかる。

5.　放射体の初速

工事下の建築物の柱，壁，天井等のコンクリー調打設用材料その他が何らかのはずみに外へ飛び出す等によって，建築物の側から，放射体が生ずることが想像され

る。そこで，それより速度が上まわる場合として作業者が物を投げる場合を考える。

いま落下物の重さとして 7kgをとれば落下物の約60%を占めることがわかっているので，投げやすい重さとして，5kg（約足場用鋼管長さ 1.8 mを）投げ，高速度カ

Table—3

	$\alpha^{(\circ)}$	$\cos\alpha$	D(m)	t•(sec)	t•cos α	$\frac{D}{t\cdot\cos\alpha}$ (m/sec)
No. 1	−2.5	0.9991	1.562	0.235	0.2347	6.65
No. 2	8.5	0.9890	1.562	0.225	0.2225	7.02
No. 3	6.0	0.9945	1.562	0.275	0.2734	5.71
No. 4	−5.0	0.9962	1.562	0.235	0.2341	6.67

メラにより物体がある二点間を運動するに要する時間を測定した。その結果を下式に代入して Table—3 のような初速についての結果を得た。

高速度カメラによる初速 V_0 の測定

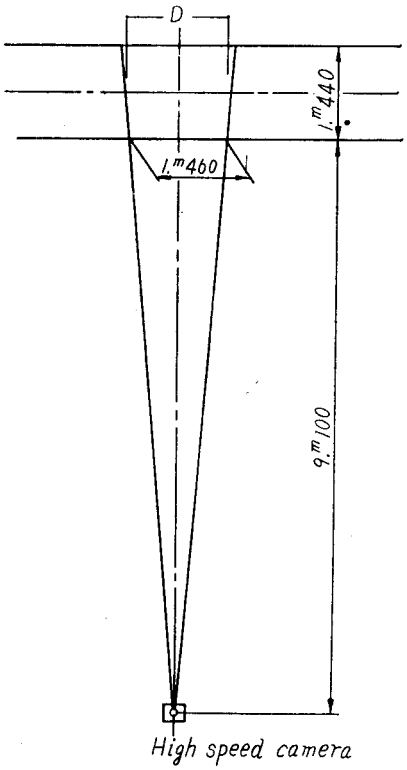
放射体・足場用鋼管重さ2.73kg/m×1.8m≒5kg

放射力・身長168cm，体重52kgの人

測　定・高速度カメラ 3000PPS

$$V_0=\frac{D}{t\cdot\cos\alpha}$$

Fig—6



6. 試験に用いる自由落下高さの決定

放射体の初速がわかれば，これによってシートに $\theta=30^\circ$ に当るように放射すればよいことになり，放射角 α が決定される。そこで，Table—2 および Fig—3 により，当該放射角，その角度のときの初速 V_0 m/sec および当る角度 θ が決まれば，それに対応する自由落下の高さが求められる。

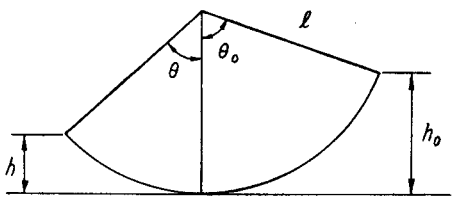
5 に述べたところによる初速を 7.7m/sec とすれば，$\theta=30^\circ$前後のとき Fig—3 より，$\alpha\fallingdotseq10^\circ$でTable—2より自由落下の高さは2.9すなわち約3mである。初速を8m/sec とすれば，前述にならって，自由落下の高さは約 4 m。初速を10m/secとすれば，自由落下の高さは約5.5m安全をみて初速は少し速めにとってあるので，7m/secの初速のときの高さ 3mを，試験に採用すべき高さとした方がよいと思われる。

7. 養生シートの衝撃荷重試験機

前述では，ある一定の物体を自由落下させて，布を貫通するかしないかの限界高さを布の衝撃強度としたが，大がかりな野外装置と労力を必要とする。よって，室内での実験法で得た結果でシートの衝撃強度が推定できれば望ましいと考え，試験機試作を行い実験を試みた。

試作した試験機は Fig—8 に示すようなもので，シャルピー式衝撃試験と同様な機構をもったものである。すなわち，振子の先端が布を破るに要したエネルギーをWで表わすと

Fig—7



$W=mgh_0-mgh$

・・・　m＝振子の質量

h_0＝振子の初めの高さ

h ＝振子の振り上り高さ

I ＝振子の回転軸に関する慣性能率

l' ＝回転軸と重心までの距離

l ＝見かけの振子の長さ

$h_0=l\ (1-\cos\theta_0)$

$h=l\ (1-\cos\theta)$

$l=I/ml'$

とすれば

$$W=\frac{I}{l'}(\cos\theta-\cos\theta_0)$$

一般に振子はその振幅が小なる場合Tを周期とすれば

$$T=2\pi\sqrt{\frac{I}{mgl'}}$$

そして $l=\frac{I}{ml'}$

両式より $l=\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 g$

よって，周期を測定することによって，見かけの長さ l を求めることができる。周期は，振子をわずかに運動せしめ，これを高速度カメラにより撮影し，一周期に要したコマ数を調べることによりかなり正確に測定できる。

上式よりシートを破るに要したエネルギーWは

$$W=mg\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2((\cos\theta-\cos\theta_0)$$ より求められる。

試験機は Fig—8 に示す。この試験機において，シートに衝撃を加える振子の先端の形状について種々のものを試作した。実験を行ってその結果から，振子のポテンシャルエネルギーからみて，実験報告において使用したものが良かったと思うが，まだ，十分に研究して最適な形状を決める必要がある。

8. 衝撃試験機による実験結果

シートの周囲の固定条件が実験結果に多大の影響を及ぼす。そこで実験のとき，シートの取り付けは，4 隅のうち 1隅の 点を先に固定し，他の 3 点にバネ秤を取り付けて 500gr の初期張力を与えたまま 他 の 3 点を固定した後固定点と他の固定点の中間にも 1 点固定し，シートの周囲を 8 個のビスで支持枠に取り付けた。

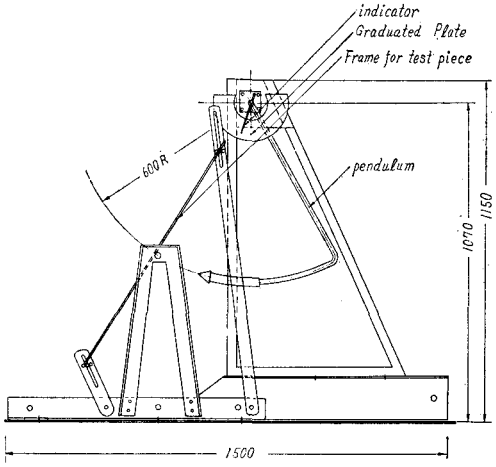
シートの大きさによりエネルギー消費量が異るものと考えられるので，実大のものを試験小片でその強度を推定するとき，この大きさの関係を明日にしておく必要がある。

そこでシートの大きさを80cm×80cm，65cm×65cm，45cm×45cm，30cm×30cm 及び 180cm×180cmの 5種類用意し上記の試験機にて実験を行 った。180cm×180cm の実大のものについては，試験機に取り付けることが出来ないので，固定条件，衝撃物体の先端の条件，衝撃速度等ほぼ試験機を用いた場合と同様になるようにして落下実験を行い，貫通限界高さを求め，シートを破るに必要なエネルギー量をこれより求めた。結果は Table—6 に示す。なお実験に使用したシートの強さの範囲が広いので，5 種の振子を用い，その重量，周期の測定を行い Table—5 に示した。

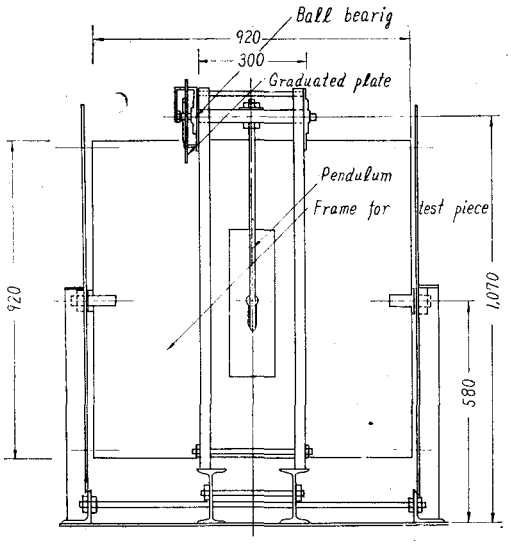
Table—4 は実験に使用した材 料 の品名とその経および緯の抗張力等を，実験前に採取して，ＪＩＳによる試験をした値である。現在シートとして最も多く用いられているのは，ビニロン，トラヨン（強力スフ）で綿およびナイロンがこれに次いでいる。しかし，比較の意味でギャバジン，シャークスキンおよびブロードの布をも実験に供した。

実験結果は Table—5 の右の欄に記した通りであり，これを図にしたのが Fig—9 である。この図において，180cm×180cm 実大シートの落錘による試験もそれぞれの材料のところに記した。なお，図中に数 値 を 記したが，これは各材料の経および緯の引張，引裂および伸度のＪＩＳによる試験値である。

Fig—8 (A)



Fig—8 (B)



Table—4 Sort and streugth of canvases used in the test

		breaking strength(kg) 3cm×20cm	(%) elongation	(kg) tear strength
vinylon (5890)	warp filling	154.7 154.0	23.5 19.0	8.8 8.0
high tenacity rayon(2122)	warp filling	112.3 82.0	18.7 15.8	7.7 8.8
cotton(60#)	warp filling	81.7 74.3	16.0 5.7	4.8 4.6
nylon(C—120)	warp filling	52.0 61.7	20.0 23.2	18.1 14.1
gaberdine	warp filling	83.1 42.0	12.0 7.3	1.9 1.6
sharkskin	warp filling	51.0 41.1	15.3 14.8	1.8 1.7
broad cloth	warp filling	31.5 18.0	13.0 12.3	0.7 0.5

Table—5

	mg	θ_0(°)	θ(°)	$\cos\theta - \cos\theta_0$	T (sec)	$\left(\frac{T}{2\pi}\right)$	$\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$	$l$cm	W
vinylon							$\times 10^{-2}$		
80 × 80	7.0	90°	20.°0	0.9397	1.528	0.2433	5.92	58.0	373.9
65 × 65	〃	〃	29.5	0.8704	〃	〃	〃	〃	346.2
47 × 45	〃	〃	33.3	0.8355	〃	〃	〃	〃	332.4
30 × 30	〃	〃	34.0	0.8290	〃	〃	〃	〃	330.0
high lenacity rayon									
80 × 80	5.5	90°	29.0	0.8746	1.57	0.250	6.25	61.3	288.9
65 × 65	〃	〃	33.0	0.8387	〃	〃	〃	〃	277.1
45 × 45	〃	〃	28.5	0.8788	1.46	0.232	5.38	52.7	249.6
30 × 30	〃	〃	33.1	0.8380	〃	〃	〃	〃	238.0
nylon									
80 × 80	5.5	90°	27.0	0.8910	1.46	0.232	5.38	52.7	253.1
65 × 65	〃	〃	36.5	0.8039	〃	〃	〃	〃	228.3
45 × 45	4.1	〃	34.5	0.8241	1.47	0.234	5.48	53.7	177.8
30 × 30	3.2	〃	30.0	0.8660	1.57	0.25	6.25	61.3	166.5
cotton									
80 × 80	5.5	90°	21.0	0.9336	1.46	0.232	5.38	52.7	265.2
65 × 65	〃	〃	22.8	0.9220	〃	〃	〃	〃	261.9
45 × 45	〃	〃	35.6	0.8107	〃	〃	〃	〃	230.3
30 × 30	4.1	〃	32.8	0.8403	1.47	0.232	5.48	53.7	181.1
sharkskin									
80 × 80	3.2	90°	34.4	0.825	1.57	0.25	6.25	61.3	158.6
65 × 65	〃	〃	42.0	0.744	〃	〃	〃	〃	143.0
45 × 45	〃	80°	39.1	0.603	〃	〃	〃	〃	115.8
30 × 30	〃	〃	41.0	0.579	〃	〃	〃	〃	110.0

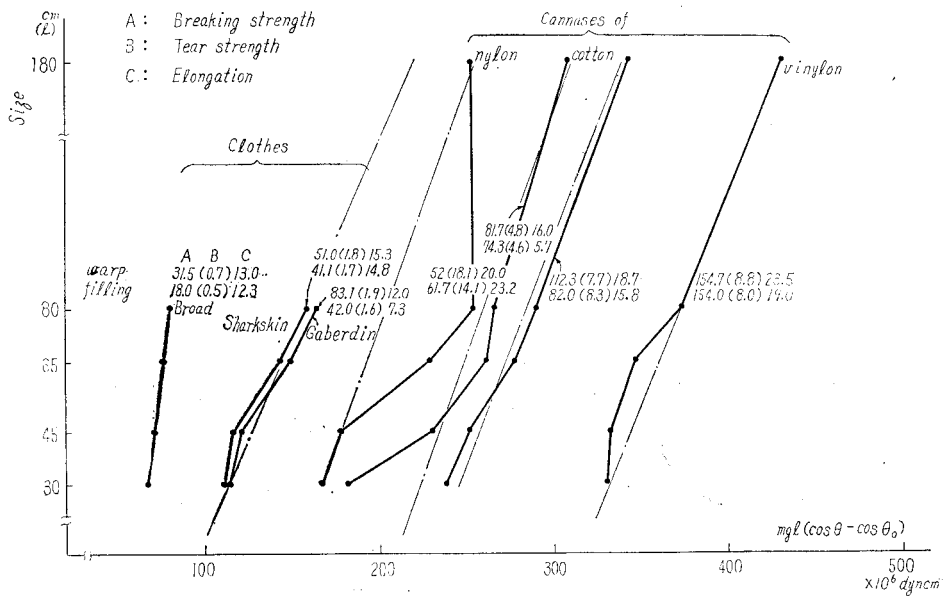
	mg	θ_0 (°)	θ (°)	$\cos\theta - \cos\theta_0$	T (sec)	$\left(\frac{T}{2\pi}\right)$	$\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$	l cm	W
gaberdine									
80 × 80	3. 2	90°	32	0. 849	1. 57	0. 25	6. 25	61. 3	163. 2
65 × 65	〃	〃	40	0. 765	〃	〃	〃	〃	147. 0
45 × 45	〃	80°	36. 6	0. 630	〃	〃	〃	〃	121. 1
30 × 30	〃	〃	41. 2	0. 579	〃	〃	〃	〃	111. 3
broad cloth									
80 × 80	3. 2	70°	40. 6	0. 418	1. 57	0. 25	6. 25	61. 3	80. 4
65 × 65	〃	〃	42. 8	0. 393	〃	〃	〃	〃	75. 6
45 × 45	〃	〃	44. 8	0. 368	〃	〃	〃	〃	70. 8
30 × 30	〃	〃	46. 3	0. 348	〃	〃	〃	〃	66. 9

Table—6

	m (kg)	h (cm)	mgh × 10^3
vinylon	6. 3	70	432
high tenacity rayon	5. 0	〃	343
cotton	4. 5	〃	308. 7
nylon	3. 7	〃	253. 8

evey test piece is 180cm by 180cm in size

Fig—9



9. 結　　論

衝撃試験機による実験において，シートの一辺の大きさと突き裂るエネルギー消費量の関係を見出すには，数多くの実験をしなければならないが，近似的に比例的な関係があり，Fig—9 の中の鎖線のようになるものと思われる。

屋外における落下実験結果と試験室における衝撃試験機による実験結果との定量的関係は明らかにならなかったが　以前すなわち昭和37年に鉄網，シート等の貫通限界高さを求めた実験における強さの順位と，この度の衝撃試験による実験結果およびＪＩＳによる試験法の値の順位とが大体一致する。よって，ＪＩＳ試験による試験結果の数値である引張強さ，伸び等をもって結論付けてよいと思われる。

そこで，Table—1 に述べたところにより，飛来，落下物を7kg 見当として，少し重い先の尖った足場用鋼管長さ 2.7m 重さ約 7.5kg とする。そして，6 で述べた落下高さ 3mとしたとき Fig—1 によりビニロンシートは貫通しないのでこれを標準とする。

昭和37年の実験においては，7.5cm×7.5cm の底面積の鋼塊を落下させたが，トラヨン2121 はビニロンより貫通限界高さが少し低かったに過ぎないことより，6 に述べた鋼管の落下高さ 3 m では貫通しないかもしれないが，Fig—9ではビニロンと大きな差がある。よってこれをもっと強さのあるものにしなければならない。なお，この実験では鉄網20#(0.9mm)13～16mm 経亀甲網目の強さに大体相当するのはビニロンとトラヨンであった。

シートの衝撃強さを示す目安として，引張強さに伸びを乗じた kg，mm で表わせば Fig—9 の数値よりこれを求めると，ビニロンは経 7,270kg, mm，緯5,852kg. mmとなり，トラヨンは4,200kg. mm，2,951kg. mm となった。よって耐候性も加味してビニロンを標準と考えて引張強さ（kg）×伸び(mm)をＪＩＳによる試験方法で，経および緯ともに5,000kg. mm 以上を衝撃の強さとするのがよい。