纖維の方向と衝擊抗力との關係

清水嘉市

鋼材の鍛錬方向と衝擊抗力との間には或關係が存在するものゝ如し。一般に所謂鍛錬纖維の方向に直角に衝擊を與ふるときは鋼材の抗力大にして纖維の方向に衝擊するときは弱し今其性質稍鋼材の夫に類似せる木材に就きて研究したるを以て其結果の概要を發表し些か鋼材研究の資料に供せんとす。

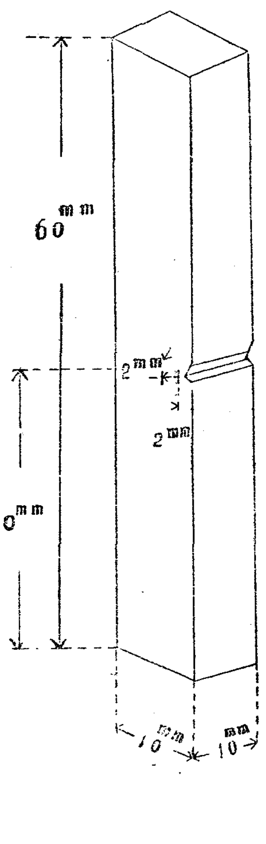
木材の衝擊抗力に於ても其衝擊抗力は試驗桿の採取方向に或關係を有すること鋼材の場合と相似たりと雖も抗力は後者の夫に比し著しく少なるを以て通常の試驗機を使用するは甚だ不便なり。爰に於てアイゾッド型の小試驗機を造り〇・五瓩米迄測り得ると同時に目盛の單位は〇・〇二瓩米となし、供試材料は檜を用ひ成る可く質等しき部分を選べり。而して纖維の方向に對し夫々 0°, 18°, 36°, 54°, 72°, 及び 90° の角を中軸となす六種の試驗桿を各十本宛作れり。試驗桿の大さ及び寸法は第一圖の如し。

纖維の中軸となす角の測り方は第二圖の如く十又は一を附す但し OX は試驗桿の中軸にして OF は纖維の方向なりとす則ち OF を OX より力を加ふる方向に測りたる場合角 θ は正にして反對に測りたる場合は負なり。

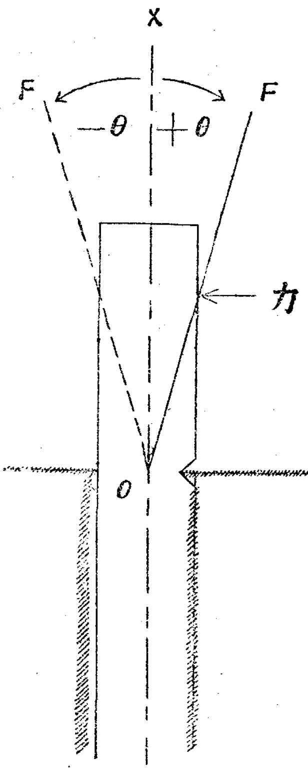
一種の試驗桿例へば 18° なる角を有する者の半數は +18° にして他の半數は −18° なり。

其試驗結果を擧ぐれば左表の如し。但し單位は瓩米とす。

第一圖



第二圖



角度 / 試驗桿番號	90°	72°	54°	36°	18°	0°	−18°	−36°	−54°	−72°
1	約0.002	約0.006	0.052	0.200	0.260	0.215	0.235	0.008	約0.004	約0.003
2	〃	0.007	0.052	0.208	0.265	0.250	0.218	0.010	0.003	〃

3	//	0.004	0.032	0.216	0.300	0.290	0.210	0.012	//	0.002
4	//	0.004	0.048	0.248	0.235	0.298	0.190	0.010	//	//
5	//	0.004	0.038	0.194	0.270	0.265	0.175	0.008	//	0.003
6	//	—	—	—	—	0.292	—	—	—	—
7	//	—	—	—	—	0.197	—	—	—	—
8	//	—	—	—	—	0.245	—	—	—	—
9	//	—	—	—	—	0.290	—	—	—	—
10	//	—	—	—	—	0.265	—	—	—	—
平均	約0.002	約0.0052	0.0444	0.2122	0.276	0.271	0.2056	0.0096	約0.0032	約0.0026

計算を便ならしむる爲め以後是等の値を百倍したるものを用ふ。

此等平均値と角度との關係を圖示すればレムニスケートに似たり。依つて此二量の關係が果してレムニスケートにて表はし得るや否やを見むとす。

今此關係が次式にて表はさるゝものと假定し式中の定數を求めん、

$$\rho^2=b^2\cos^2(\theta-\alpha)-a^2\sin^2(\theta-\alpha) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

前表中角 72°, 90°, −72°, −54°, −36° に相當する觀測値は 0.003 瓩米前後にして測器の單位目盛の十分の一内外なり。從て餘り正確ならず故に角度の相違に連れ測定値に對する信賴程度異れり。

最小自乘法にて式中の常數を定むるに信賴程度の非常に小なるものと見做さるべき 72°, 90°, −72°, −54°, −36° に於ける測定値を控除し殘餘の 54°, 36°, 18°, 0°, −18° のものを等重量と見做して求めんとす。五個の觀測値を組合せ最も憶らしき値を求め之と各觀測値との差を剩餘誤差と名くれば剩餘誤差の平方の和が極小なるが爲には式(2)が成立するを要す。

$$\left.\begin{aligned}
&\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \rho_n^2\ \sin^2(\theta_n-\alpha)-\tfrac{1}{4}\ b^2\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin^2 2(\theta_n-\alpha)+a^2\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin\ 4(\theta_n-\alpha)=0 \cdots\cdots\\
&\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \rho_n^2\ \cos^2\ (\theta_n-\alpha)-b^2\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \cos^4(\theta_n-\alpha)+\tfrac{1}{4}\ a^2\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin^2\ 2(\theta_n-\alpha)=0 \cdots\cdots\\
&\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \rho_n\ \sin\ 2(\theta_n-\alpha)-b^2\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \cos^2(\theta_n-\alpha)\sin 2(\theta_n-\alpha)+a^2\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin^2(\theta_n-\alpha)\sin^2(\theta\ -\alpha)=0
\end{aligned}\right\}(2)$$

此三式よりαを求むるには次の行列式を解くを要す。

$$\left.\begin{aligned}
&\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin\ 4(\theta_n-\alpha),\ \tfrac{1}{4}\Sigma_{n=1}^{n=6}\ \sin^2\ 2(\theta_n-\alpha),\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \rho_n^2\ \sin^2(\theta_n-\alpha) \cdots\cdots\\
&\tfrac{1}{4}\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin^2\ 2(\theta_n-\alpha),\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \cos^3(\theta_n-\alpha),\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \rho_n^2\ \cos^2(\theta_n-\alpha) \cdots\cdots\\
&\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin^2(\theta_n-\alpha)\ \sin\ 2(\theta_n-\alpha),\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \cos^2\ (\theta_n-\alpha)\ \sin\ 2(\theta_n-\alpha),\ \Sigma_{n=1}^{n=5}\ \rho_n^2\ \sin 2(\theta_n-\alpha) \cdots
\end{aligned}\right\}=0 \cdot (3)$$

然るに式(3)はαの複雜なる隱函數なるが故に容易に求め難し故に實測に依つて之を求めたる結果αは約十度なる事を知り得たり。依てαを十度とし座標軸を十度だけ廻轉し規正方程式を求むれば次の如し。

$$\left.\begin{aligned}
&\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \rho_n^2 \sin^2\theta_n-\tfrac{1}{4}\ b^2\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin^2 2\theta_n+a^2\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin^4\theta_n=0\\
&\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \rho_n^2 \cos^2\theta_n-b^2\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \cos^4\theta_n+\tfrac{1}{4}\ a^2\Sigma_{n=1}^{n=5}\ \sin^2 2\theta_n=0
\end{aligned}\right\}(4)$$

新座標に關する測定値と角度との關係は次の如し。

θ	44°	26°	8°	−10°	−28°
ρ	44.4	212.2	276.0	271,0	205.6

是等の値より規正方程式中の常數を求むれば左の如し。

$a^2 = 75261.7 \qquad b^2 = 74715.16$

之を舊座標軸を以て表はせば次の如し。

$$\rho^2 = 74715.16\cos^2(\theta-10) - 75261.7\sin^2(\theta-10) \quad \cdots\cdots (5)$$

此式を以て曲線を畫けば第三圖の如し圖中に於ける諸點は觀測値を表はす。

次に觀測の粗なるや否やを見んが爲め單位觀測の公算誤差を求めん。

$$\gamma = 0.6745\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-q}} \quad \cdots\cdots (6)$$

式(6)中γは公算誤差、vは剩餘誤差、nは觀測方程式の數qは規正方程式中の未知數の數にしてv^2の値を求め式(6)に代入し其百分の一を取れば左の如し。

$$\gamma = 0.0043$$

右の結果より見れば此計算に用ゐたる材料の範圍内にありてはレムニスケートに表はして不可ならざるが如し。

是等二量の關係がレムニスケートの如き式を以て表はさるる事は此等二量の間に理論的の關係なきやを思はしむ。又最大抗力の生ずる點が丁度座標軸の方向にあらずして約十度だけ傾きたる所に在るを見る。蓋し其理由の一として試料が力の作用を受け破折するまで少しも歪まざるものなれば纖維の方向が座標軸と一致したる場合最も強かるべきも實際は破折するまでに大なる歪を生じ此歪の爲め彈性限に於て纖維の方向と力の方向とが互に直角になりたるとき最も強かるべし。

$$\rho^2 = 74715.16\cos^2\theta - 75261.9\sin^2\theta$$

右曲線を吟味するに $\theta = 44°\ 54'$ 以上に於ては本式を適用することを得ず、則ちρの値は虚數となる、依て $\theta = 90°$ 附近に於て大なる値を有するが如き一般の場合には本式に適當の補正を要するものとす。(終)

第三圖