

緊張力の摩擦損失に関する研究

大阪大学 奥 島 正 一

西 岡 思 郎

§ 序

近年、我が国に於ても7本振りのWire strandが製造されて居り、これはコンクリートとの附着も良好なることから、主としてプレテンション法に用いられている。

しかし、若し碇着法を工夫すれば、ポストテンション法にも用いることも可能で、太径の鋼棒に比し柔軟性のあることから、回率のあるシースにも比較的容易に挿入し得て便宜である。

一方、シースも種々のものが製産されているが、使用するシースの型の種類に依つては、ポストテンション法に依るWire strandの摩擦の影響による緊張力減退量が異つてくるといふことはいうまでもない。

我々は、最近市場に現はれたシースの一商品を用いてWire strandの緊張力の減少についての実験を行つたので、ここにこの結果を述べることにする。

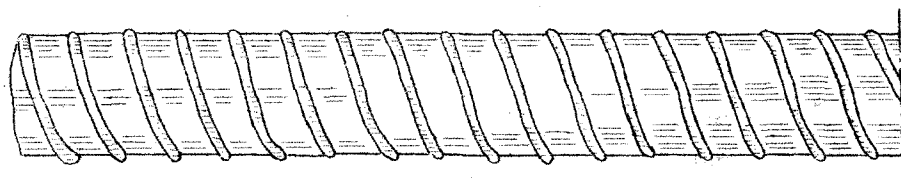
§ 実験方法

使用したWire strandは、表面平滑で錆の無い神鋼鋼線鋼索株式会社 $\phi 9.3\text{ mm}$ ($\phi 3/8$ inch)の7本振りWire strandで、その振り合せのピッチは材軸方向に約 1.2 cm であつた。その機械的性質は次の如くである。

公 称 径	$\phi 9.3\text{ mm}$ ($3/8$ inch)
断面積概略値(公称)	0.517 cm^2
抗 張 力	9.65 ton
弾 性 係 数	$2.010,000\text{ kg/cm}^2$
降 伏 点 強 度	8.50 ton (0.2% offset)
伸 び 率	8.2%

シースは、栗本鉄工所の重合螺旋捲鋼管で、その口徑は 14 mm 、肉厚は 0.14 mm 、鋼帯巾は

第 1 図



2.4mm, その外観は第1図の如くである。尚、これはその鋼板表面が磨かれている。

供試体製作に用いたセメントは小野田セメント株式会社製の早強ポルトランドセメントで、そのセメント規格試験の強度は第1表の如く、砂は紀の川産、砂利は淀川産で、その粒度は夫々第2図、第3図の如くである。

第 1 表

材 令(日)	曲げ強度 (K_g/cm^2)	圧縮強度 (K_g/cm^2)
3	33.7, 36.2, 33.2	43.3, 46.2, 46.7
7	(34.4)	(47.1)
7	190, 202, 192	330, 335, 338
	(195)	(334)

註) 括弧内は平均値

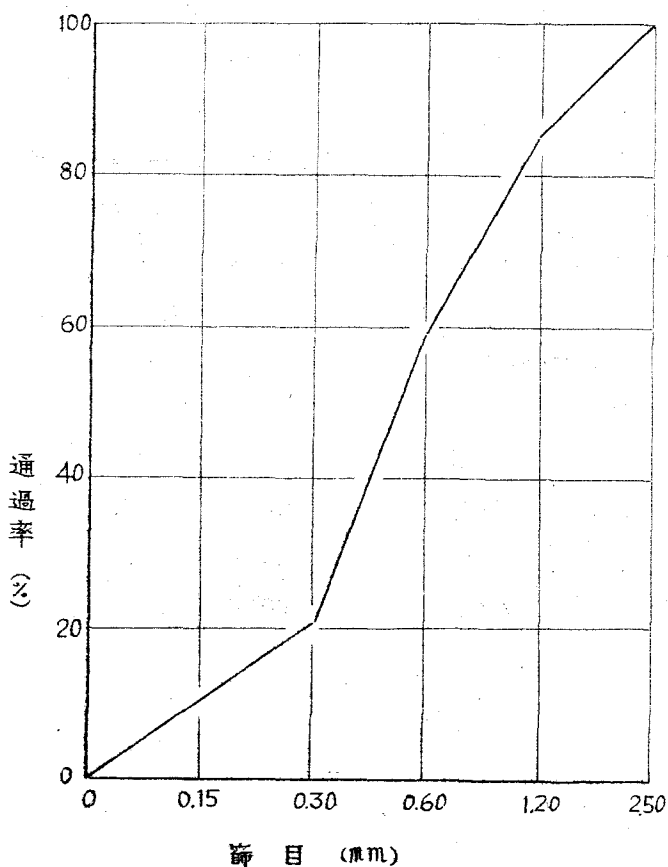
第 2 図

コンクリートの重量調
合比は1:1.3:2.3,
水比は35%, スランプ
は2.5cmで、これを振動
詰めとした。

コンクリートの試験体
は、第4図~第7図に示
す如き形状とし、各試験
体は曲率をかえて、シー
ス両端部の接線のなす角
が夫々0°、30°、45°、
60°となる様にした。

尚、各試験体ともシー
スの全長は何れも全じて
その長さは80cmである。

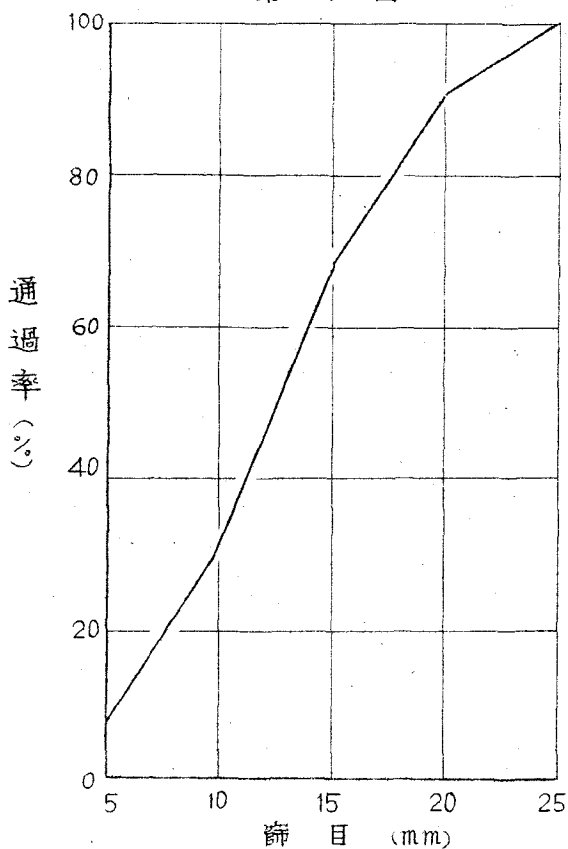
コンクリートは打込2
日後に脱型し、以後室内
で空中養生とした。尚、



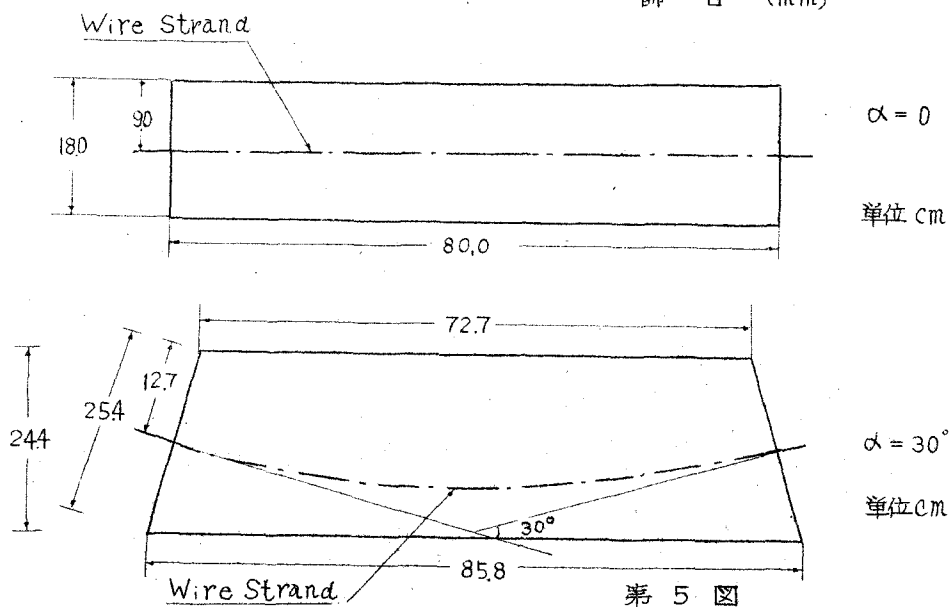
これと全時に圧縮強度試験用として標準試験体3ヶを製作し、前記試験体と同様に養生した。

緊張試験を行つた時のコンクリートの材令は17日で、この時のコンクリート圧縮強度は、292、286、297 kg/cm^2 であつた。

第 3 図

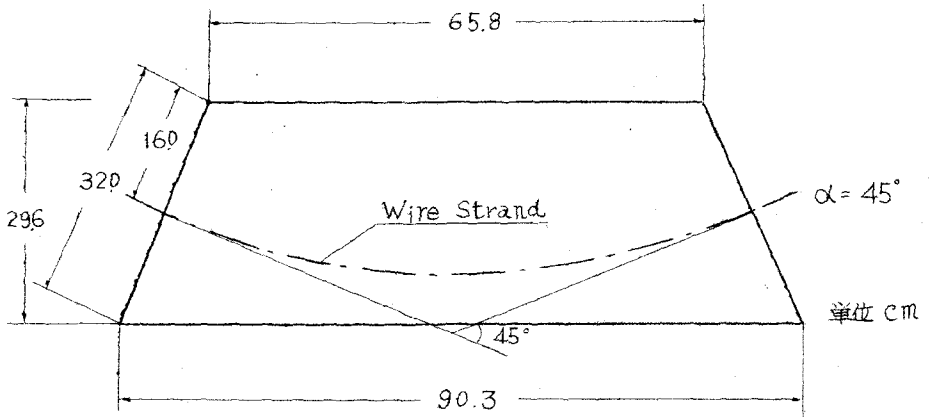


第 4 図

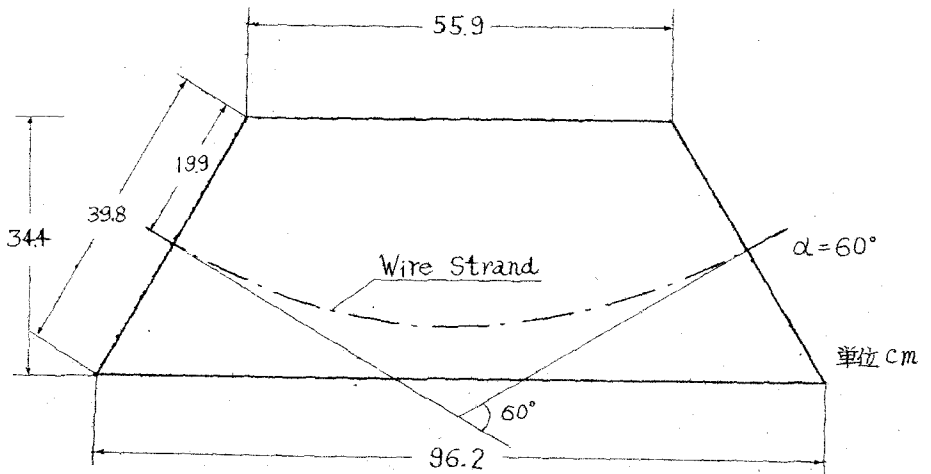


第 5 図

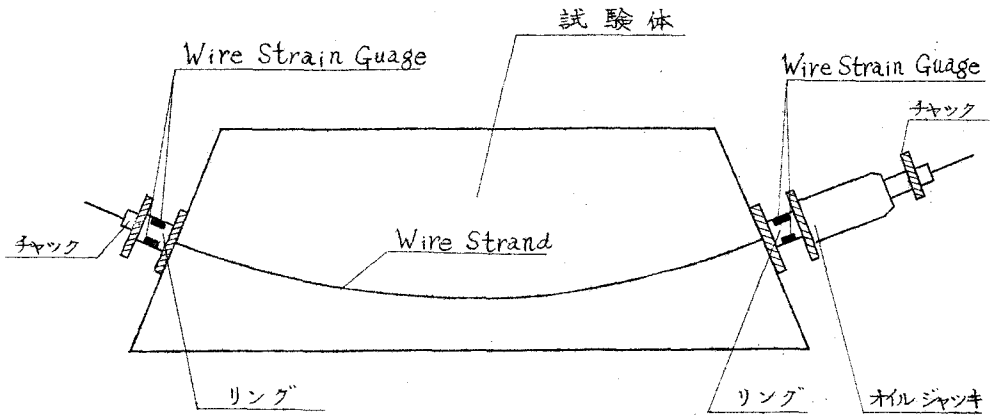
第 6 図



第 7 図



第 8 図



緊張試験を行つた方法は第8図の如くである。

Wire Strand の緊張端及び定着端には、夫々外径4.8cm、内径4.2cm、長さ7cmの鋼管をはさみ、一つの鋼管の表面には共和無線株式会社製のKB-1 (Gauge Length 2.05 cm) を対称に2枚はつてこの歪み量から緊張端と定着端とに於ける緊張力の大きさを求めた。

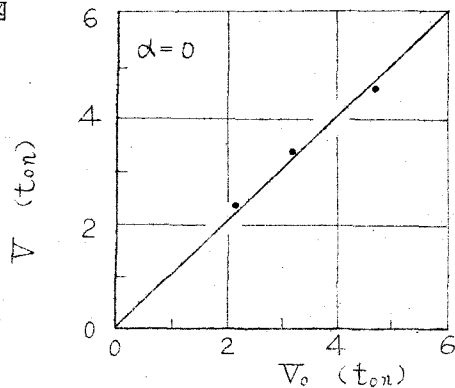
尚、使用したオイルジャッキは容量10 ton のものである。

§ 実 験 結 果

緊張端の力の大きさを V_0 、定着端の力の大きさを V とすると、 V_0 と V との測定結果は第9図～第12図の如くである。

さて、緊張端に於ける緊張力と、定着端に於ける緊張力との関係は次の(1)式で計算される。

第 9 図



$$V = V_0 e^{-\mu(\alpha + \beta \ell)} \quad (1)$$

ここに V : 定着端に於ける緊張力

V_0 : 緊張端に於ける緊張力

μ : 摩擦係数

α : 設計上の方向変化角

β : 意図せぬ方向変化角

ℓ : 定着端間の材長

今、第9図～12図の結果より

V/V_0 を求めると近似的に緊張

力の如何にかかわらず、オニ

表の如くなる。

第 2 表

$\alpha(^{\circ})$	0	30	45	60
V/V_0	0.993	0.958	0.879	0.810

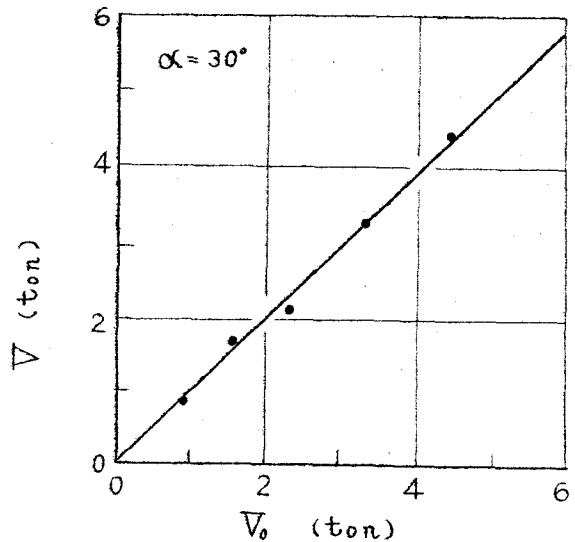
$\alpha = 0^{\circ}$ 、即ちシースが直線である場合にもコンクリート打込時に於けるシースの移動のため、定着端に於ける緊張力の減少が生じている。この数値には実験誤差も含まれているので正確値とは言へないかも知れないが、ここではこの値を採用して以後実験結果を整理しよう。

(1) 式を変形すれば

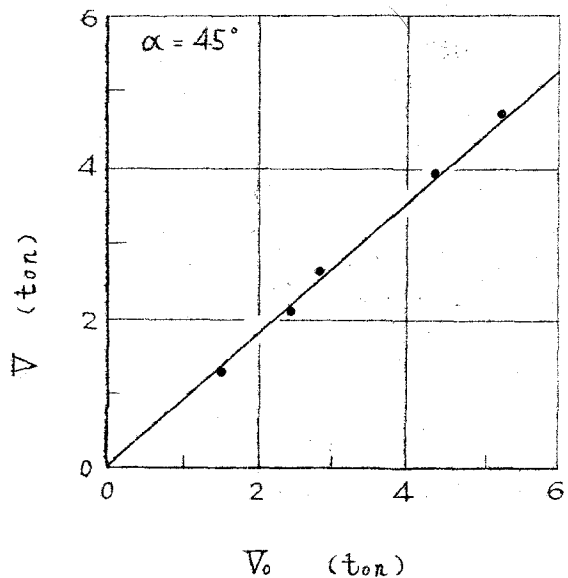
$$\mu\alpha + \mu\beta\ell = \log \cdot \frac{V_0}{V} \quad (2)$$

となる。

第 10 図



第 11 図



今、 $\alpha=0^\circ$ の時は(2)式より

$$\mu\beta l = \log \cdot \frac{V}{V_0} \quad (3)$$

となる。

従つて、第2表の V/V_0 の値を(3)に代入して、次の $\mu\beta l$ の値を得る。

$$\mu\beta l = 0.007 \quad (4)$$

β の値は、B. Fritz¹⁾によれば、曲げ剛性の小さいPC用鋼の時は、 α が増加するにつれて β は減少するが、曲げ剛性の大きいPC用鋼の場合には β の値を一定として計算して差支えないと述べている。

又ドイツに於ける告示²⁾では、 β の値は α の値に関らず一定値を取っている。

ここではシースの材長 l は $\alpha=0^\circ$ 、 $\alpha=30^\circ$ (0.524 radian)、 $\alpha=45^\circ$ (0.786 radian)、 $\alpha=60^\circ$ (1.048 radian) 何れの場合も80cmで一定であるから、 α の如何に関らず

$$\mu\beta l = 0.007$$

として、第2表の $\alpha=0$ 、 $\alpha=30^\circ$ 、 $\alpha=45^\circ$ 、 $\alpha=60^\circ$ に対する V/V_0 の値を用いて(2)式より $\mu\alpha$ 或ひは μ を求めることとすると、第3表の如くなる。

第 3 表

α (radian)	0.524(30°)	0.786(45°)	1.048(60°)
$\mu\alpha$	0.0361	0.1225	0.2041
μ	0.069	0.156	0.195

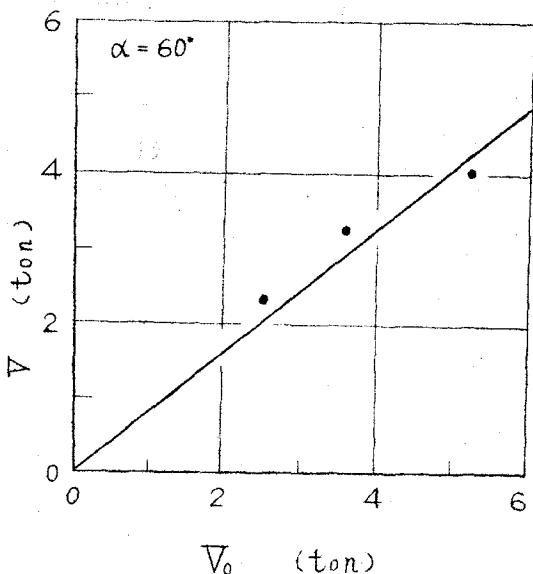
第3表の μ の値を図示すると第13図の如くである。

もし、実験が精度よく行はれるならば、これらの点は原点を通る一つの直線上に存在しなければならない。然し、この実験では一直線上になく、又特に $\alpha=30^\circ$ の実験値がかなり小さくなっている。

そこで、この実験値に近い、原点を通る直線を求めると

$$(16.3)$$

第 12 図



$$\mu\alpha = 0.182\alpha \quad \therefore \mu = 0.182 \quad (5)$$

となる。

或ひは、 $\alpha = 30^\circ$ の場合の値は特に実験誤差が大きかつたものと見做してこの場合を除外し、 $\alpha = 45^\circ$ 、 $\alpha = 60^\circ$ の実験値に近い 原点を通る直線を求めると

$$\mu\alpha = 0.191\alpha \quad \therefore \mu = 0.191 \quad (6)$$

となる。

この結果から、 $\phi 9.3\text{mm}$ ($\phi 3/8$ inch) の Wire Strand と、ここに用いた形状のシースの場合は

$$\mu \doteq 0.19 \quad (7)$$

とすれば宜いと思はれる。

尚、今(7)の $\mu = 0.19$ を用い、本実験では $\ell = 0.8\text{ m}$ であつたから、これらの数値を用いて(4)式より β を求めると

$$\lambda = \mu\beta = 0.00875/\text{m}$$

$$\beta = 0.0461 \text{ radian} \doteq 2.66^\circ$$

となる。

§ 結

この実験では、 $\phi 9.3\text{mm}$ ($\phi 3/8$ inch) の Wire Strand と市販の鋼製シース ($\phi 14\text{mm}$) とを用いた時の緊張力の摩擦損失を測定した。

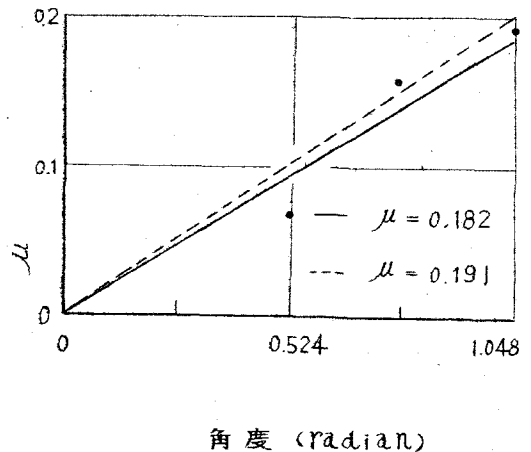
かかる場合については本実験に関する限り

$$\mu = 0.19 \quad \lambda = \mu\beta = 0.00875/\text{m}$$

程度で緊張力の減少が推定出来ることとなる。

筆を置くに当り、この実験に対して材料の寄贈を受けた神鋼々線鋼索株式会社、栗本鉄工所、高周波熱練株式会社大阪工場に深甚の謝意を表する。

第 13 図



以 上

(註)

- 1) Bernhard Fritz " Vorschlage Zur Genaueren Erfassung
Der reibungs bedingten Spankraftverluste in Geraden und
Gehrummten Spanngliedern." 3rd Congress of th F.I.P.
Session II, Paper. No 9
- 2) 坂 六車ドイツ連邦運輸大臣告示に示されている各程緊張材摩擦係数」材料試験, 第
8巻第69号 (昭34.6)