

PC鋼線のフリクションボンドについて

九州大学 工 学 部 渡 辺 明

“ 大学院学生 ○出 光 隆

I. ま え が き

近年 PC 部材の長大化が進む一方、PC 部材の建築部門への利用が盛んになるにつれて短かい部材に対する需要も高まってきている。

しかるに PC 部材の最小長は付着長に拘束されて旧態を脱していない。付着長を短かくすることは、プレストレスの確保はもちろん二次的に、例えば端部で大きな曲げモーメントとせん断応力を受ける鉄道枕木や片持梁などにおける主引張応力をプレストレスが減殺する効果を高める意味でも重要である。

さて、付着長を左右するものとしてコンクリートと PC 鋼線の純付着力、摩擦による抵抗力が考えられるが、現在のところこれらの純付着力、摩擦係数を明確に実測した報告は見当らない。そこでわれわれはこれらを測定すべく種々試みた結果、結局、次の様な測定方法を見出した。

II. 実 験 方 法

図一 1 の様に $\phi 5\text{mm}$ の PC 鋼線を中央に通した $\phi 25\text{mm} \times 50\text{mm}$ のコンクリート供試体の円周方向からコンプレッサーによって油圧を加え、鋼線を引抜く、この際、引抜き荷重の大きさはストレインゲージを引張用鉄筋に貼り、自動平衡式記録計にペン書きさせ、その最大

値、即ち引抜き荷重を正確にとらえる。側圧を種々かえれば、それに対応する引抜き荷重がそれぞれ得られる。

III. 側圧から PC 鋼線とコンクリートの接触圧を求める式

図一 2 に示す様に側圧 p が加えられた場合 PC 鋼線とコンクリートとの接触圧を $\bar{p}$ とすると、コンクリート部分を厚肉円筒とみなし次式を得る。

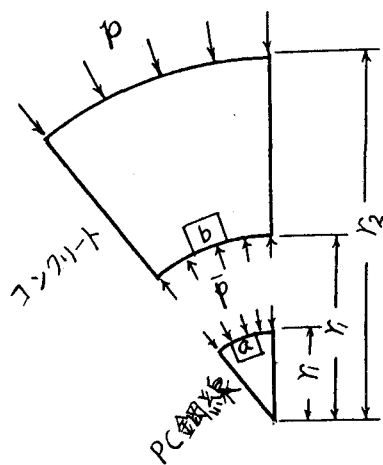
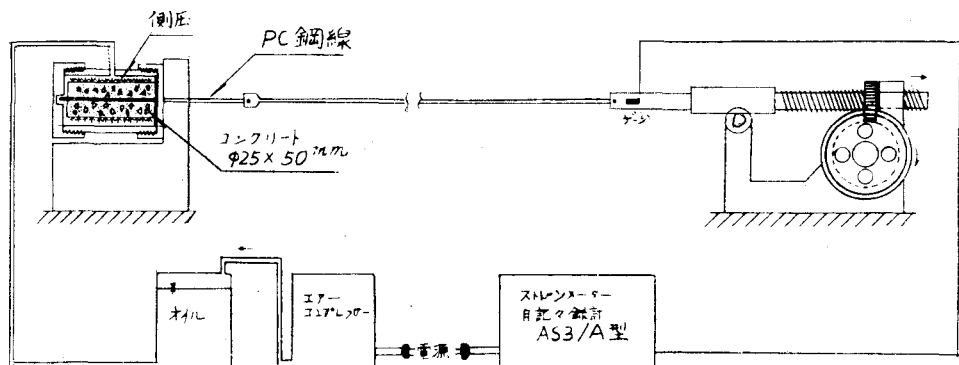


図 — 2



図一 1 測 定 装 置

$$\left. \begin{aligned} \frac{E_c}{1-\nu_c^2} \left[C(1+\nu_c) - \frac{D}{r_1^2} (1-\nu_c) \right] &= -\bar{p} \\ \frac{E_c}{1-\nu_c^2} \left[C(1+\nu_c) - \frac{D}{r_2^2} (1-\nu_c) \right] &= -p \end{aligned} \right\} \dots \textcircled{1}$$

ここに E_c 、コンクリートの弾性係数
 ν_c 、コンクリートのポアソン比
 r_1, r_2 、PC 鋼線、供試体の半径

①式を解いて

$$\left. \begin{aligned} C &= \frac{(1-\nu_c)(\bar{p}r_1^2 - pr_2^2)}{E_c(r_2^2 - r_1^2)} \\ D &= \frac{(1+\nu_c)r_1^2r_2^2(\bar{p}-p)}{E_c(r_2^2 - r_1^2)} \end{aligned} \right\} \dots \textcircled{2}$$

b 点の変位 U_b は次式で与えられる。

$$U_b = Cr_1 + \frac{D}{r_1} \dots \textcircled{3}$$

③式に②式を代入して整理すると次式を得る。

$$U_b = \frac{r_1}{E_c(r_2^2 - r_1^2)} \left[(1-\nu_c)(r_1^2\bar{p} - r_2^2p) + r_2^2(1+\nu_c)(\bar{p}-p) \right] \dots \textcircled{4}$$

$\bar{p}$ が PC 鋼線の表面に働いた場合、a 点の変位 U_a は厚肉円筒の場合の式の内径を零と置けば求まる。したがって②式の r_1, r_2, ν_c, E_c をそれぞれ零、 r_1, ν_s, E_s に置きかえて C, および D を求め、③式に代入すれば良い。ここに ν_s, E_s はそれぞれ PC 鋼線のポアソン比、弾性係数である。

③式より

$$\left. \begin{aligned} C &= -\frac{(1-\nu_s)\bar{p}}{E_s} \\ D &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \textcircled{5}$$

⑤式を③式に代入して

$$U_a = -\frac{(1-\nu_s)\bar{p}}{E_s} r_1 \dots \textcircled{6}$$

連続の条件から $U_a = U_b$ 、したがって④、⑥式から

$$-\frac{\bar{p}r_1(1-\nu_s)}{E_s} = \frac{r_1}{E_c(r_2^2 - r_1^2)} \left[(1-\nu_c)(r_1^2\bar{p} - r_2^2p) + r_2^2(1+\nu_c)(\bar{p}-p) \right]$$

上式を解いて

$$\bar{p} = \frac{2nr_2^2p}{(1-\nu_s)(r_2^2 - r_1^2) + n\{(1-\nu_c)r_1^2 + (1+\nu_c)r_2^2\}} \dots \textcircled{7}$$

いま $\bar{p} = kp$ $\dots \textcircled{8}$

と置けば

$$k = \frac{2nr_2^2}{(1-\nu_s)(r_2^2 - r_1^2) + n\{(1-\nu_c)r_1^2 + (1+\nu_c)r_2^2\}} \dots \textcircled{9}$$

IV. 引抜き荷重と側圧から純付着応力度、摩擦係数を求める式

図一3に示すように縦軸に引抜き荷重 T 、横軸に側圧 p をとる。いま側圧 p_1 の時引抜き荷重を T_1 、側圧 p_2 の時引抜き荷重を T_2 として、それら2測点を結ぶ直線を引く。供試体の長さを ℓ 、純付着応力度を τ_0 、摩擦係数を μ とすれば

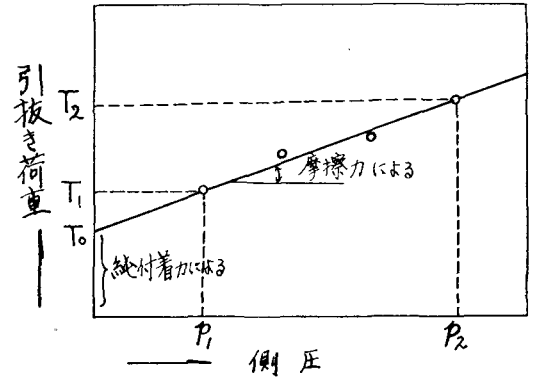


図 — 3

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= 2\pi r_1 \ell (\tau_0 + \mu \bar{p}_1) \\ T_2 &= 2\pi r_1 \ell (\tau_0 + \mu \bar{p}_2) \end{aligned} \right\} \dots \textcircled{10}$$

⑩式を解いて

$$\mu = \frac{T_2 - T_1}{2\pi r_1 \ell (\bar{p}_2 - \bar{p}_1)} \dots \textcircled{11}$$

⑧式を⑪式に代入して

$$\mu = \frac{1}{2\pi r_1 \ell} \cdot \frac{T_2 - T_1}{k(\bar{p}_2 - \bar{p}_1)} \dots \textcircled{12}$$

また $P=0$ の場合、 $T=T_0$ とすれば

$$\tau_0 = \frac{T_0}{2\pi r_1 \ell} \dots \textcircled{13}$$

よって実測値から直線を引き、その勾配、 μ 、ならびに切片から、純付着応力度、摩擦係数が求められる。

図一4は錆付きおよび錆なし鋼線につき引抜き荷重の時間的推移を自動平衡式記録計にペン書きさせたものである。これによると錆なし鋼線の場合には終始一様な上昇を示すに対し、錆付きの場合には終局近くで急上昇がみられ前者より相当に高い抵抗を示している。

参考のため丸鋼、異形丸鋼の引抜き試験結果を図一5、図一6、に示したが、これらと対比、考察すれば錆の特性がうかがえよう。

実験結果の詳細については講演の際のべることにする。

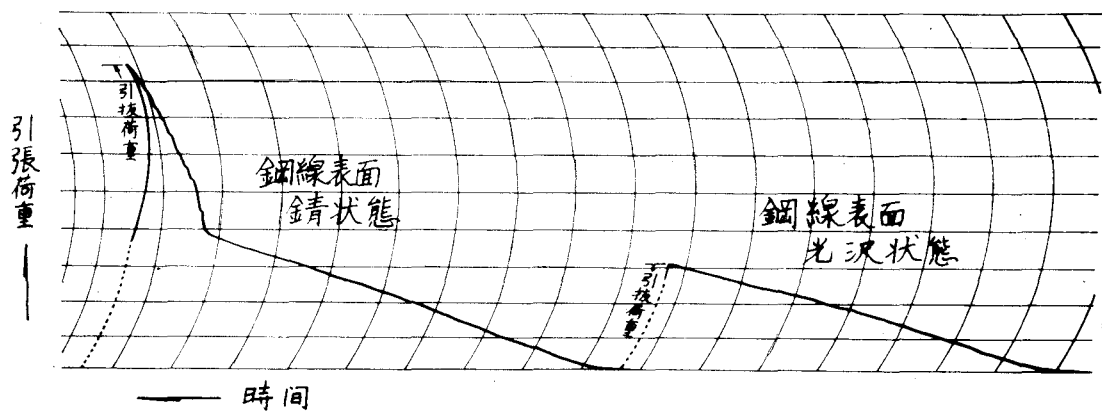
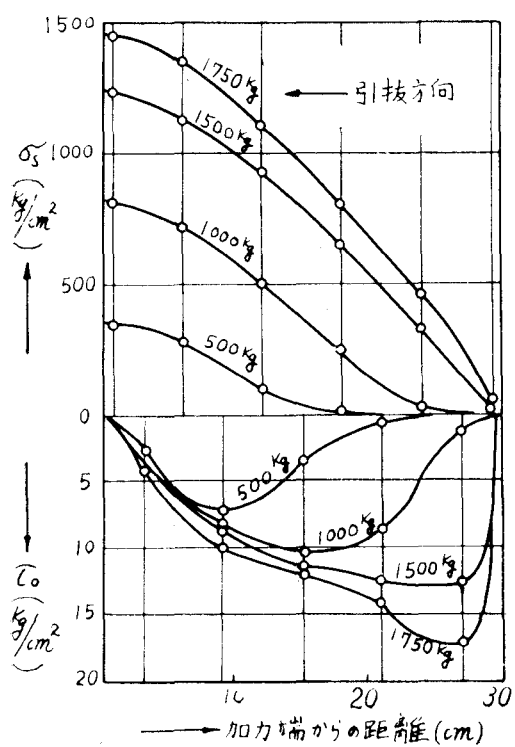
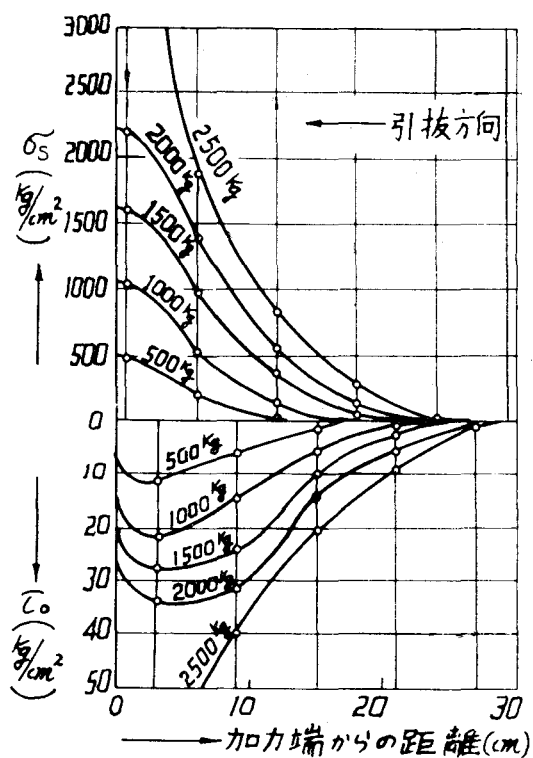


図 — 4



図一五 普通丸鋼φ13mm引抜き試験



図一六 異形丸鋼φ13mm引抜き試験