

V-166

組紐状AFRPロッドのPC緊張材

としての定着特性に関する研究

三井建設（株）土木技術部 正会員 三上 浩
 同上 正会員 加藤正利
 三井建設（株）技術研究所 正会員 田村富雄

1. はじめに

PCプレテンション部材に所要のプレストレスが導入されるか否かは、緊張材の定着特性に左右されるが、これは又、部材端部の有効長さ並びに部材の耐力・変形という観点からも極めて重要な問題である。

本文は、プレテンション部材の緊張材として、アラミド繊維を組紐状に成形したロッドを使用した時の定着特性に関する実験的研究結果を報告するものであり、又、従来のPC鋼線の定着に関する渡辺*の研究結果を基に、この種のロッドの定着特性を理論的に考察した結果も併せて報告するものである。

2. 使用した緊張材とコンクリートの諸元

表-1 ロッドの諸元

使用した組紐状AFRPロッドには2種類あり、一方はロッドの表面に砂を接着させたもので、他方は未処理のものである。

ロッドの諸元を表-1に示す。コンクリートは粗骨材の最大寸法が10mmの、いわゆるマイクロコンクリートで、材令1～2週における圧縮強度は350～400(kgf/cm²)、割裂強度は20～30(kgf/cm²)、

ヤング率は2.5～2.7×10⁵ (kgf/cm²)で、ポアソン比は0.15～0.2程度であ

った。本実験に先立ち行なった、付着試験の結果を図-1に示す。付着試験の結果から、表面に砂を接着したロッドの付着応力度は非常に大きく、異形鉄筋とほぼ同程度であり、端部の抜け出し量が0.10mm周辺で荷重がピークを示すのに対し、砂無しのロッドでは、荷重と共に端部の抜け出し量がだらだらと増加しているのが解る。

3. 実験概要

(1) 供試体形状寸法

供試体は直径φ100、75、50mmで長さが1mの円柱状で、断面圆心位置に前述したAFRPロッドを一本配置した。

(2) 荷重方法、測定項目

ロッドの初期緊張力は基準強度の65%までとし、コンクリート硬化後、緊張力を解放する際に、解放荷重を徐々に増加させ、この時の荷重に対応したコンクリート表面の軸方向、軸直角方向の歪を歪ゲージより読み取った。又、その時の導入荷重をロードセルにより確認した。

4. 実験結果

φ100、75供試体における、各測点、各荷重段階での軸方向、軸直角方向の歪を、使用した緊張材の種類毎に図化したものが図-2、図-3である。図-2より砂付きのロッドの方が、部材端からの離れが短い状態で軸方向圧縮歪が定常状態になり

直径	8mm	単位体積重量	1.29(g/cm ³)
断面積	0.5cm ²	伸び率	2%
基準強度	6.4ton	ポアソン比	0.6
ヤング率	7.0×10 ⁵ (kgf/cm ²)		

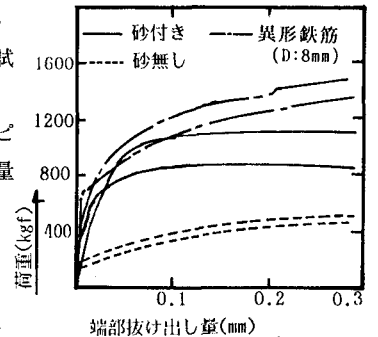


図-1 荷重—端部抜け出し量の関係

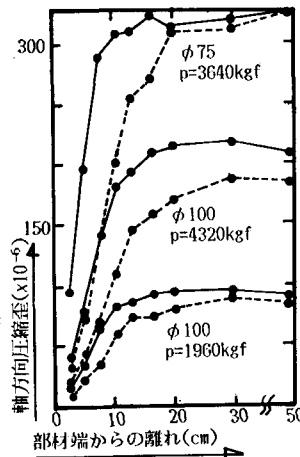


図-2 軸方向圧縮歪

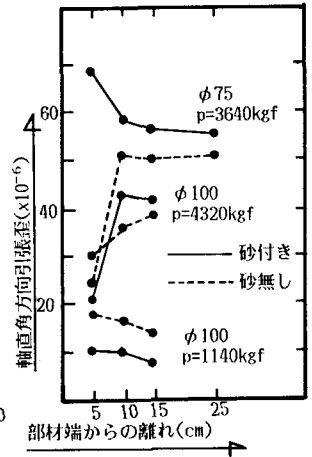


図-3 軸直角方向引張歪

易く、いわゆる伝達長が短い事が判る。砂付きの組紐状ロッドの伝達長は20D(D:ロッドの直径)、砂無しのロッドでは30~35D程度であった。又、この時のコンクリートの歪は、ほぼ導入荷重に対応している。図-3より、軸直角方向のコンクリートの引張歪は、導入荷重が小さい場合は、部材端から離れるに従って小さくなるが、導入荷重がある程度大きくなると、部材端近傍よりも、内部の方が大きくなる様である。ただし、 $\phi 75$ の砂付きロッドを用いた場合での実験結果では、荷重強度が最大の時でも依然として引張歪は部材端から離れるに従って小さくなる傾向を示している。

5. 渡辺の研究結果に基づいた考察

緊張材任意点における、緊張解放後の応力度 σ_s は渡辺の研究より

$$\sigma_s = \frac{\bar{\tau}_0 + \mu \phi}{\mu \phi} \{ 1 - \exp(-2\mu \phi x / r_1) \} \quad (1)$$

緊張材とコンクリート間での接触圧力 p は

ただし

$$p = \frac{v_s \cdot \sigma_{so} - (v_s + n k v_o) \sigma_s}{1 - v_s + n(1 + v_o)} = \phi - \psi \cdot \sigma_s \quad (2) \quad k = \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2}$$

$$\text{ここに } \phi = \frac{v_s \cdot \sigma_{so}}{1 - v_s + n(1 + v_o)} = \phi'' \cdot \sigma_{so} \quad \psi = \frac{v_s + n k v_o}{1 - v_s + n(1 + v_o)}$$

この時の付着応力度 τ_0 は

$$\tau_0 = (\bar{\tau}_0 + \mu \phi) \exp(-2\mu \phi x / r_1) \quad (3)$$

又、伝達長 λ (95%応力が導入される位置)は

$$\lambda = \frac{r_1}{2\mu \phi} \cdot \ln \left[\frac{1}{1 - 0.95 \mu \phi \sigma_{so} / (\bar{\tau}_0 + \mu \phi'' \sigma_{so})} \right] \quad (4)$$

ここで v_s : 緊張材のポアソン比 v_o : コンクリートのポアソン比

r_1 : 緊張材の半径 x : 材端からの距離 σ_{so} : 初期緊張応力

μ : 摩擦係数 $\bar{\tau}_0$: 純付着力 r_2 : 供試体の半径 n : 弾性係数比

実験結果より λ は既知であり、その他の定数を(4)式に代入する事により、

摩擦係数 μ を推定する事が出来る ($\bar{\tau}_0 = 1 \text{ kgf/cm}^2$ と仮定)。この摩擦係数を用い

て、部材端からの離れが x における任意点の緊張材応力、接触圧力、付着応力度が求まる。又、この接触圧力から、一様内圧が作用する場合の厚肉円筒の外縁円周方向応力度 σ_t も求まる。実験結果から σ_s を求める時には、コンクリートの歪とロッドの歪が一致すると仮定した。更に、軸直角方向の歪より σ_t を求めた。

図-4に $\phi 75$ での σ_s 、 p 、 σ_t の実験値と理論値を示す。 σ_s の実験値と理論値及び実験値の σ_s を基にした p と理論値の p は、ロッドの種類や緊張力の大きさに係らず極めて良く対応している。砂無しロッドを用いた場合の σ_t は、部材端部での整合性は悪いが、部材内部では比較的良く合う。又、砂付きの場合は、高荷重下でも、部材端部でも整合性が良い様である。図-3の歪分布曲線の傾向が変わる荷重での付着応力度を(3)式から算出すると、砂無しロッドで $80 (\text{kgf/cm}^2)$ 、砂付きロッドで $160 (\text{kgf/cm}^2)$ 程度で、これは付着試験結果の τ_{25} に比較的良く合致する。すなわち、部材端部での付着切れが、この傾向の原因と推定される。

6. 結論

- (1) 組紐状AFRPロッドの伝達長は、砂付きで20D、砂無しで30~35D程度と思われる。
- (2) 渡辺の研究結果を基に、この種の組紐状AFRPロッドの定着特性がPC鋼線と同様に理解できる。
- (3) $\phi 50$ の実験結果から、導入荷重の1/4を全引張合力と仮定すると、部材端部での水平ひび割れの発生荷重を良い精度で予測出来る事が解った。

* 参考文献 渡辺 明「ボンド定着プレテンション部材の鋼線定着に関する実験的研究」

土木学会論文第125号(昭和41.1) p p 21~35

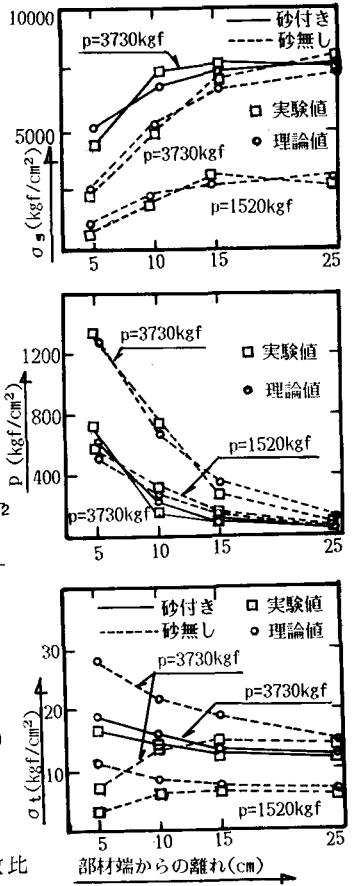


図-4 σ_s 、 p 、 σ_t の

実験値と理論値