

III-606

定着部シースの拘束効果に関する研究

（残留摩擦抵抗性状試験）

建設基礎エンジニアリング(株) 正○山田 邦光 建設基礎エンジニアリング(株) 正 内藤 清司
岸本ボーリング (株) 正 原 裕 日本国土開発 (株) 岡田 隆幸

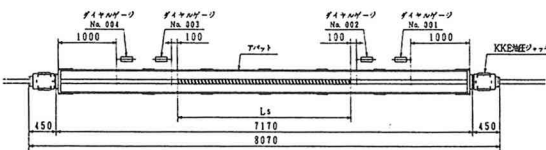
1. まえがき

定着部シースの材質の違いによるアンカー引張り材とグラウトとの付着強度に及ぼす影響に関して、過去にも多くの実験が行われてきた。その結果、シースの拘束条件によって付着強度が異なり、特にSHSシース（ステンレスシース）に拘束された場合、PC鋼より線とセメントペーストとの付着強度は非常に高い値を示す事実が報告されている。本報告は最大付着強度に達し、付着が切れた後、さらにPC鋼より線を引張り、残留する摩擦強度を確認したものである。

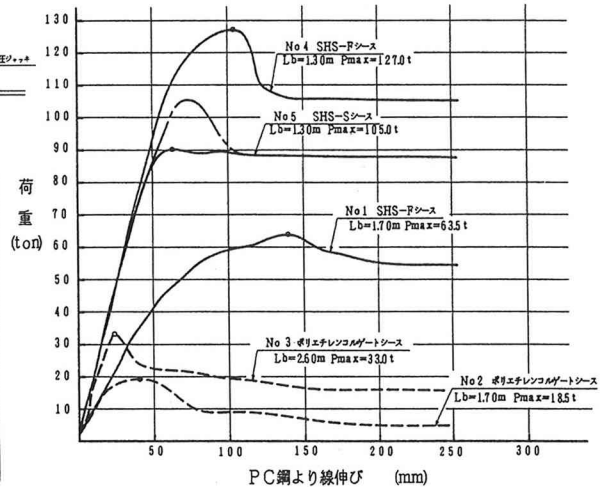
2. 試験方法

シースの種類はSHSシース（ステンレス製ワインディングシースφ87/80mm）とポリエチレン製コルゲートシース（φ85/75mm）の2種類を使用した。アンカーケーブルはPC鋼より線φ12.7mmを4本～8本を左右からシース内部にオーバーラップ配置してグラウト注入を行った。アンカーグラウトは水セメント比W/C=47%（混和剤NL4000=2%含）のセメントペーストを注入し、1週間の材令でグラウトが硬化した後にPC鋼より線を左右両側からセンターホールジャッキで引張った。試験結果を図-2、表-1に示す。

（図-1）载荷方法



（図-2）荷重-伸び曲線



3. 試験体の種類と試験結果

表-1

シース				引張り材				最大引張荷重	最大付着強度	kg/cm ²	残留荷重	残留付着強度	kg/cm ²	残留率
番号	種類	径	長さl	板厚t	径	本数	実測付着長	Pmax(t)	単線周長	束ね周長	Pmin	単線周長	束ね周長	%
No.1	SHS-F	φ87/80	2.00m	0.30mm	φ12.7mm	n=4本	1.70m	63.6t	23.5	17.0	55.0t	20.3	14.7	86.5
No.2	ポリエチレン	φ85/75	2.00m	1.20mm	φ12.7mm	n=4本	1.70m	18.5t	6.8	5.0	4.9t	1.8	1.3	26.5
No.3	ポリエチレン	φ85/75	3.20m	1.20mm	φ12.7mm	n=6本	2.50m	33.0t	5.5	6.0	11.6t	1.9	2.1	35.2
No.4	SHS-F	φ87/80	1.30m	0.35mm	φ12.7mm	n=8本	1.30m	127.0t	30.6	44.4	106.0t	25.6	37.1	83.5
No.5	SHS-S	φ87/80	1.30m	0.35mm	φ12.7mm	n=7本	1.30m	90.9t	25.0	31.8	88.5t	24.4	31.0	97.4
								*(105.0t)				*		*(84.5)

（備考）単線周長による付着強度 $\tau_1 = P / \phi \cdot \pi \cdot l \cdot n$ （但し $\phi = 1.27\text{cm}$ として計算）

*() は推定値

束ね周長による付着強度 $\tau_2 = P / D \cdot \pi \cdot l$ （但し $D = 7.00\text{cm}$ として計算）

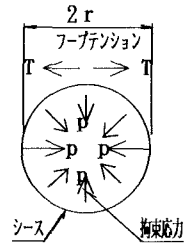
（注）No.5の試験体は付着長 $l = 2.6\text{m}$ として荷重155tを際与えた後に、付着長 $l = 1.3\text{m}$ として再使用したものである。既に大きな荷重履歴がある試験体である。

従って、両端部では既に降伏した付着状態になっていると考えられ、今回のような結果になったものと考えられた為、最大付着強度を推定したものである。

4. 理論解析

- 1) シース外周の歪からフープテンション応力度を計算し、シースの拘束力を推定すると次のようになる。

- ①ステンレスシースの場合： $\sigma_t = 3,000 \text{ kgf/cm}^2$, $t = 0.035$, $r = 4.0 \text{ cm}$ とすると、拘束応力度 $p = \sigma_t \cdot t / r = 3,000 \times 0.035 / 4.0 = 26.2 \text{ kgf/cm}^2$ 、フープテンション $T = p \cdot r \cdot b = 3,000 \times 0.035 \times 1.0 = 105 \text{ kgf/cm}$ となる。
- ②ポリエチレンシースの場合：ひびわれの発生をステンレスシースの3倍まで許容するとすればステンレスシースの歪 $\varepsilon = 1,430 \mu$ の3倍の歪が発生していることになり、ポリエチレンシースのフープテンション応力度は $\sigma_p = 3 \cdot E_p \cdot \varepsilon_s = 3 \times 10,000 \times 14.3 \times 10^{-4} = 42.9 \text{ kgf/cm}^2$ となる。従ってポリエチレンシースの場合の拘束応力度は $p = \sigma_p \cdot t_p / r = 42.9 \times 0.12 / 4.0 = 1.2 \text{ kgf/cm}^2$ である。



- 2) 残留摩擦抵抗 τ_b は、拘束応力度 p と比例関係にあり、Coulomb の剪断応力式 $\tau_b = p \cdot \tan \phi + c$ が成立するものとし、内部摩擦角 $\phi = 45^\circ$ 、付着力 $c = 0$ とすると次のようになる。

- ①ステンレスシースの場合： $\tau_b = 26.2 \times \tan 45^\circ + 0 = 26.2 \text{ kgf/cm}^2$ ……実測値 $\tau = 20.3 \sim 37.1 \text{ kgf/cm}^2$
- ②ポリエチレンシースの場合： $\tau_b = 1.2 \times \tan 45^\circ + 0 = 1.2 \text{ kgf/cm}^2$ ……実測値 $\tau = 1.8 \sim 2.1 \text{ kgf/cm}^2$

5. 考察

1) 残留荷重：ポリエチレンシースの場合、実付着長 $l_b = 1.70 \sim 2.50 \text{ m}$ で $P_{\max} = 18.5 \sim 33.0 \text{ tf}$ 、残留荷重 $P_{\min} = 4.9 \text{ tf} \sim 11.6 \text{ tf}$ で荷重残留率 $\eta = 26.5 \sim 35.2\%$ 、ステンレスシースの場合、実付着長 $l_b = 1.3 \text{ m} \sim 1.70 \text{ m}$ で $P_{\max} = 63.6 \text{ tf} \sim 127.0 \text{ tf}$ 、 $P_{\min} = 55.0 \text{ tf} \sim 106.0 \text{ tf}$ で荷重残留率 $\eta = 83.5 \sim 86.5\%$ であった。

2) 残留摩擦抵抗：ポリエチレンシースの場合 $\tau_{\max} = 6.0 \sim 6.8 \text{ kgf/cm}^2$ 、残留摩擦抵抗 $\tau_{\min} = 1.8 \sim 2.1 \text{ kgf/cm}^2$ 、ステンレスシースの場合 $\tau_{\max} = 23.5 \sim 44.4 \text{ kgf/cm}^2$ 、残留摩擦抵抗 $\tau_{\min} = 20.3 \sim 37.1 \text{ kgf/cm}^2$ であり、ステンレスシースの場合、ポリエチレンシースの場合に比して約3倍以上の付着強度を発揮し、引抜けた後の残留摩擦抵抗は非常に大きいことが判明した。

3) 摩擦抵抗理論：今回の試験結果をCoulomb の剪断応力理論式により解析すると、シースの形状・弾性係数・肉厚などの拘束効果を評価して、グラウトとP C鋼より線との摩擦抵抗を概算できると考えられる。

6. まとめ

1) ステンレスシースにより拘束された場合、最大付着抵抗値の80%以上の残留摩擦抵抗が期待できることが確認できた。このように残留摩擦抵抗が大きいということは、アンカー一定着長全長に亘って荷重が分散され、より大きい安定した引抜き耐力が期待できると同時に定着長部に発生するひびわれ幅が小さくなる。また、付着強度が大きいのでセミボンドアンカーとして設計に取り入れやすい。これは自由長が比較的短いアンカーに有利となり、経済性の高いアンカーが提供できる。

2) 実際の地盤に施工されるアンカーにおいては、シースの拘束に加えて、地盤による拘束がプラス側に作用するので、今回の試験結果より当然大きな残留摩擦抵抗値が得られることになる。しかし、実際の地盤においては、グラウトと地盤との次第破壊によって定着長部の自由長化したP C鋼より線の伸びとグラウトとP C鋼より線とのズレの量を明確に区別することが困難であるが、今回の試験結果は今後アンカー一定着部に關しての有効な設計資料が得られたと考えられる。

本試験に際し、懇切なるご指導をいただきました日本大学・榎並 昭 教授ならびに実験を援助下さいました山本扛重機師鈴木義一、嘉野清隆両氏に心から御礼申し上げます。

(参考文献)

第28回土質工学研究発表会・講演概要集 1993. 6. 30「定着部シースの拘束効果に関する研究」山田邦光・内藤清司・原 裕