

スパイラル筋を持つグラウンドアンカーの引抜き評価（その1）
 — 試験概要および試験結果（D_H級地盤） —

西日本高速道路エンジニアリング中国	正会員	○田中 晋也
国土防災技術	正会員	東 康治
サンスイナビコ	非会員	長木 大剛
高速道路総合技術研究所	正会員	竹本 将

1. はじめに

摩擦-引張り型のグラウンドアンカー（以下、アンカーという）のうち、アンカー体部をスパイラル筋で補強した構造¹⁾については、スパイラル筋が拘束具としてテンドンとグラウトの付着強度を高めるため、従来構造のアンカーよりも極限引抜き力などの支持特性が向上する効果が期待される。そこで、実際の切土のり面において両者の引抜き試験を行い、極限引抜き力向上の有無やその程度を確認した。また、実際に引抜き試験を行ったアンカー体の一部を掘り起こし、設置状況を確認した。

2. 試驗地盤

試験地盤の地質は中生代白亜紀の安山岩からなり、熱水や化学的作用により風化が進んでいる。アンカー体は（１）深部の D_H 級安山岩（風化軟岩）からなる平均換算 $N=93$ の地盤，（２）中層部の D_M 級安山岩（固い粘性土状）からなる平均 $N=34$ の地盤，（３） D_L 級安山岩（粘性土状）および盛土からなる平均 $N=14$ の地盤に造成した（図 1）。

3. 試験方法

(装置・方法) 表 1 は試験アンカーの仕様である。アンカーは比較対象孔との離隔を 3m とり、ロータリーパーカッションドリルの二重管方式 ($\phi 135$) により削孔した。アンカー体のグラウトは布パッカー (0.5m) と自由長部の水洗いにより所定の長さとなるよう造成 (A5, A6 は布パッカーを用いず目視で打設高さを調整) し、検尺ロッドにより比較対象同士がほぼ同寸法であることを確認した。グラウトは W/C=50%, 混和剤 2% からなる早強セメントのペーストであり、試験実施時の一軸圧縮強度は目標強度 24 N/mm² を上回る 40 N/mm² 程度以上に達していることを確認した。テンドンは JIS-G-3536-SWPR7B ϕ 12.7-7 (試験最大荷重 $T_p=0.9T_{ys}=982\text{kN}$) であり、スパイラル筋 (図 3, JIS-G-4309-SUS304W2 ϕ 7-ピッチ 30mm) を用いるものについては付着型のエポキシ被覆²⁾ がなされている。載荷は多サイクル方式で行い、テンドンの荷重 (最小読み 0.5kN) -変位 (最小読み 0.02mm) 関係のほか、アンカー体部については外周部のグラウトに地中伸縮計のアンカーボルト (図 4, M10-100mm) をテンドンと分離するよう設置して、各サイクル最大荷重保持終了時の変位をスケールで計測した (最小読み 1mm)。またテンドンの表面にひずみゲージを貼付してひずみ量を計測した (短軸 120 Ω ・ゲージ長 1mm)。

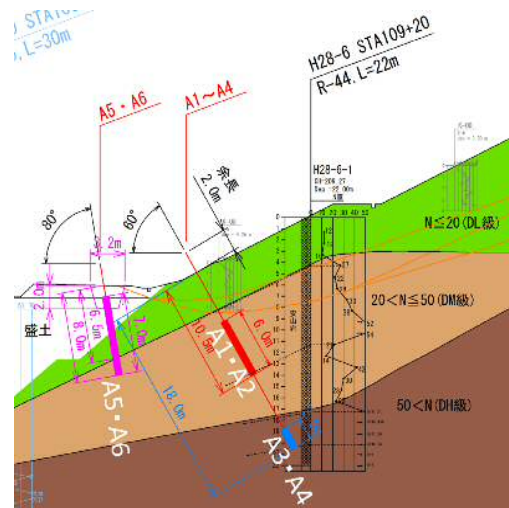


図 1 試験地盤

表 1 試験アンカーの仕様

設置地盤	N 値	L _f (m)	L _a (m)	No.	スパイラル筋
(1)D _H 級	93	16.0	2.0	A3	なし
				A4	あり
(2)D _M 級	34	4.5	6.0	A1	なし
				A2	あり
(3)D _L 級 ～盛土	14	1.0	7.0	A5	なし
				A6	あり

Lf:自由長, La:アンカー体長, 削孔径: $D_a=135\text{mm}$
 テンドン: $\phi 12.7$ -7本 (見かけの周長 $U=200.5\text{mm}$)

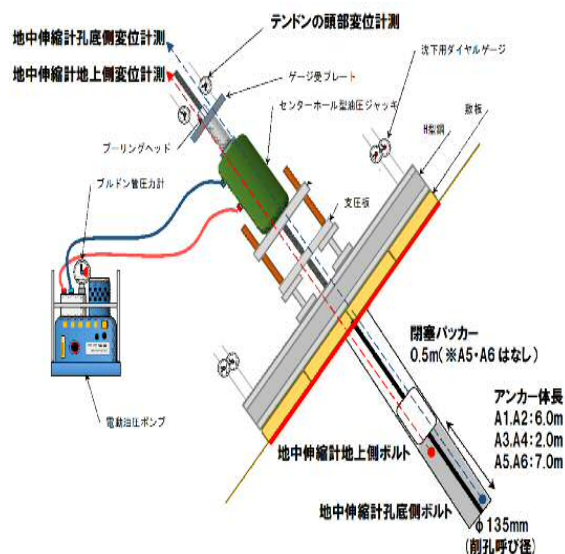


図 2 試験装置

キーワード グラウンドアンカー，周面摩擦力，付着力

連絡先 〒733-0037 広島県広島市西区西観音町 2-1 第3セントラルビル 6F TEL 082-532-1411

(結果の整理) 極限引抜き力 T_{ug} は荷重-変位量曲線が完全に上向きになった時点とした。また破壊形態(図5)は極限引抜き力時にアンカー体外周部に設置した伸縮計の下部が変位した場合に摩擦切れ、変位しなかった場合に付着切れと判定した。また、極限引抜き力から平均の周面摩擦抵抗 $\tau = T_{ug} / (\pi \cdot D_a \cdot L_a)$ 、付着応力度 $\tau_b = T_{ug} / (U \cdot L_a)$ を整理した。テンドンのひずみ量から、軸力 $P = A_s \cdot E_s \cdot \varepsilon$ (A_s : テンドン断面積, E_s : テンドン弾性係数, ε : 実測ひずみ) の分布, およびみかけの周面摩擦抵抗 τ' (軸力の区間差分/区間周面積) の分布を整理した。



図3 アンカー体

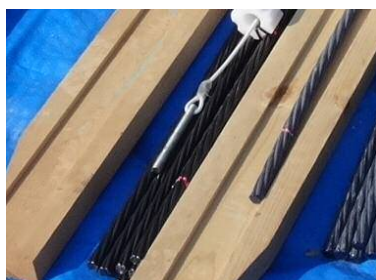


図4 地中伸縮計用ボルト

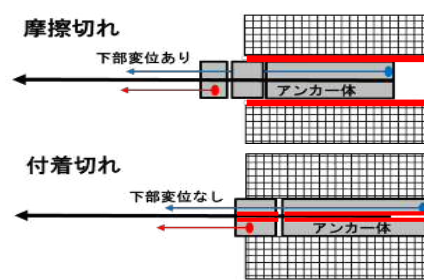


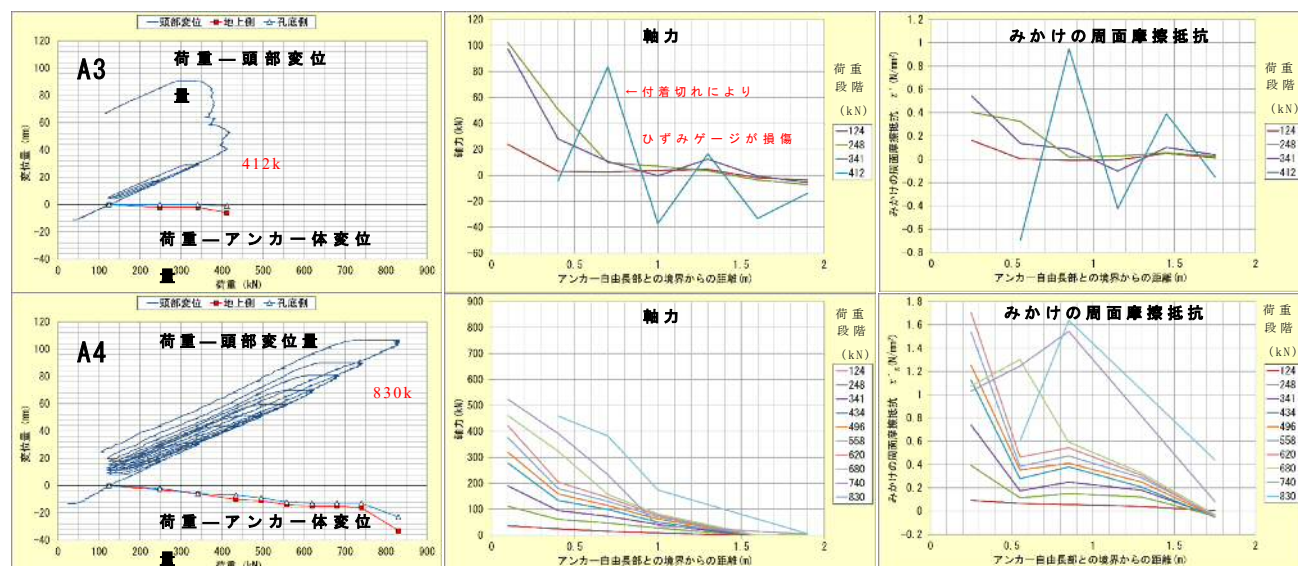
図5 アンカー体の破壊形態

4. 試験結果 (D_H 級地盤)

表2に結果を示す。スパイラル筋のないA3では引抜き力412kN時に付着切れ(極限付着応力度 $\tau_{bu} = 1.03 \text{ N/mm}^2$)が生じた(図6)。これはアンカー体グラウトの下部がほとんど変位していないことから明らかである。これに対し, スパイラル筋のあるA4では引抜き力が約2倍の830kN時に摩擦切れ(極限周面摩擦抵抗 $\tau_u = 0.98 \text{ N/mm}^2$)が生じた。これは, アンカー体グラウトの下部変位が破壊時に急増していることから明らかである。また, この時に発現している付着応力度は $\tau_b = 2.07 \text{ N/mm}^2$ である。したがって, A4ではスパイラル筋の効果により付着強度がA3よりも2倍以上大きく発揮されており, 付着切れが回避されたために摩擦切れが発現したものと考えられる。軸力分布についてみると, A3では付着切れであるため破壊時にひずみゲージが損傷してデータが全体的に乱れるのに対し, A4では摩擦切れであるため破壊時もアンカー体上部の1点が欠測するほかはデータが大きく乱れていない様子が見られる。

表2 試験結果

設置地盤	No.	破壊形態	極限引抜き力 T_{ug} (kN)	周面摩擦抵抗 τ (N/mm ²)	付着応力度 τ_b (N/mm ²)
(1) D_H 級	A3	付着	412	0.48(未破壊)	1.03
	A4	摩擦	830	0.98	2.07(未破壊)

図6 D_H 級の試験結果 A3 (スパイラル筋なし), A4 (スパイラル筋あり)

(参考文献)

- 1) (一財)砂防・地すべり技術センター: 建設技術審査証明報告書 Fixr グラウンドアンカー工法, 2018
- 2) (公社)土木学会: エポキシ樹脂を用いた高機能 PC 鋼材を使用するプレストレストコンクリート設計施工指針(案), 2010