

VI-PS 7 炭素繊維(CFRP)を用いたグラウンドアンカー工法の開発

(株) 錢高組 正会員 ○三宅 克哉

" 吉田 俊夫

" 山崎 裕一

1. はじめに

従来のアンカー工法では、引張材としてP C鋼材を使用しており、永久アンカーとして使用する場合引張材の耐久性が常に問題となる。このため、通常引張材に対して二重の防錆処理が行われる。

一方、先端技術の進歩は目ざましく、炭素繊維やアラミド繊維等の繊維系新素材が開発され、様々な用途に使用され始めている。繊維系新素材は、軽量かつ耐食性に優れ、強度については従来の鋼材と同程度あるいはそれ以上を有するという特長を持つ。

そこで、これら繊維系新素材の特長に着目し、引張材に炭素繊維(CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastic)を用いた永久アンカーの開発を行った。

2. グラウンドアンカーの概要

炭素繊維ケーブルを用いたグラウンドアンカーの概要を図-1に示す。アンカーの引張材は、 $\phi 12.5\text{mm}$ の炭素繊維ケーブル6本で構成され、定着装置も兼ねたスリーブ(テンドングリップ)にエポキシ樹脂で固定されている。炭素繊維ケーブルには、より線タイプのものを用いた。開発したアンカーの主な特長を以下に述べる。

- 1) 炭素繊維は耐食性に優れ、P C鋼材のように錆による劣化が生じない。したがって、グラウンドアンカーは定着長部、自由長部とも二重の防錆処理を簡略化でき、構造が非常に簡単なものとなっている。
- 2) 炭素繊維は、P C鋼材に比べ軽量(比重がP C鋼材の約1/5)であり、施工時には人力のみのアンカー挿入が可能である。

この他の特長として、①テンドングリップにより再緊張が容易、②弾性係数がP C鋼材等に比べて小さいため、地盤の圧密などによる有効プレストレス力の低下が小さい等が挙げられる。

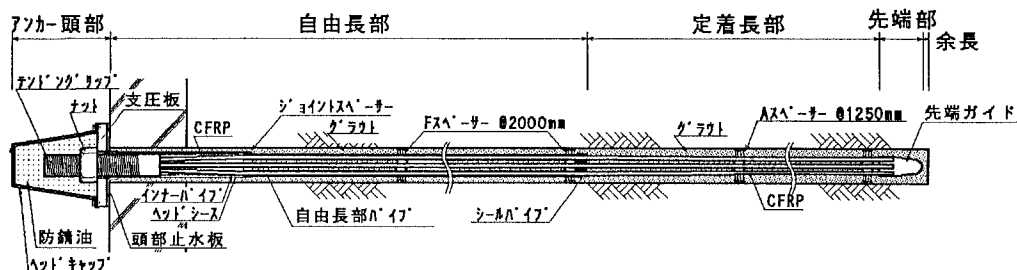


図-1 アンカー全体図

3. グラウンドアンカーの力学特性

炭素繊維ケーブル1本の強度特性は、既に把握されている¹⁾。しかし、開発したアンカーはこれを6本束ねた構造となっている。このため、設計上必要な破断荷重等の強度特性を把握しておく必要がある。

また、グラウトとの付着特性はアンカーの定着長を決める上で重要な因子である。しかし、コンクリートとの付着特性については、既に数多くの研究成果が報告されているが、グラウトとの付着特性についてはあまり報告されていない。

これらのことから、グラウンドアンカーの開発にあたり、炭素繊維ケーブルを6本束ねた試験体の引張試験、及び炭素繊維ケーブル1本の単純引抜付着試験を実施した。

3.1 強度特性 図-2に引張試験に用いた試験体の概要を示す。また試験では、荷重の他に変位計と歪ゲージを用いて試験体の引張歪も測定している。

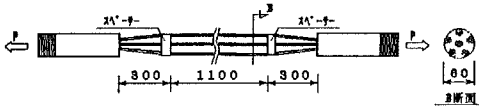


図-2 試験体概要

引張試験結果を表-1及び図-3に示す。ただし、表-1は実験結果の平均値であり、弾性係数は、破断荷重の20～60%の範囲で算出した。

表-1に示すように破断荷重は87.2tfとなり、単純に1本の6倍(16.4×6=98.4tf)ではなく、12%程度小さな値となった。これは、試験体がテンドングリップによる両端定着の構造のため、製作誤差により長さの不均一が生じ、試験時の引張応力が均等でなかったためと考えられる。しかし、グラウンドアンカーでは、引張部材長が長い場合、長さの影響は小さくなる。したがって、強度低下は12%より小さくすると予想される。

一方、試験体の荷重-引張歪の関係は、図-3よりほぼ線形で、塑性域がなく破断に至っており、炭素繊維ケーブル1本と同様、完全弾性体の性状を示した。また、変位計で測定した標点間距離1700mmの歪と歪ゲージで測定した歪は傾きが異なっているが、これは炭素繊維ケーブルのより戻しの影響と思われる。

3.2 グラウトとの付着強度 試験概要を表-2及び図-4に示す。また、試験はP C鋼より線も同時に実施し、両者の比較検討を行った。

試験結果例を図-5に示す。また、付着長と平均付着応力度の関係を図-6に示す。なお、より線の周長は次式により求めた。

$$\text{より線の周長} \phi = \frac{D}{3} \times \pi \times \frac{240^\circ}{360^\circ} \times 6 \quad D: \text{より線の直径}(12.5\text{mm})$$

図-5より、P C鋼より線の場合、自由端の滑り出しと同時に付着強度は最大に達するが、炭素繊維ケーブルは初期滑り出し以後も付着強度は増加し続け、自由端滑り量が0.2mm程度に至って最大付着強度を示す結果となった。また、図-6より、炭素繊維ケーブルの最大付着強度は、P C鋼より線の5～6倍程度大きいという結果が得られた。したがって、炭素繊維ケーブルの大きな付着強度を利用した引張型のアンカーとして使用が可能であると思われる。

一方、付着長の付着強度への影響は、図-6より炭素繊維ケーブルについてもP C鋼より線についても、今回の実験の範囲(50～150mm)では認められなかった。

4. 最後に

今回の実験より、炭素繊維ケーブルを用いたグラウンドアンカーの力学特性を把握することができた。今後、実施工に向け更に研究開発を進めていきたいと考えている。

参考文献：1) C F C C技術資料 東京製鋼㈱ 平成3年1月

表-1 試験体数及び試験結果

試験 体数	試験結果			
	破断荷重 (kgf)	引張強度 (kgf/mm ²)	弾性係数(kgf/mm ²)	
			変位計	歪ゲージ
11	87,200	191	13,300	15,960
	16,400	216	CFRP1本の結果	

CFRP1本の結果はCFCC技術資料より¹⁾抜粋

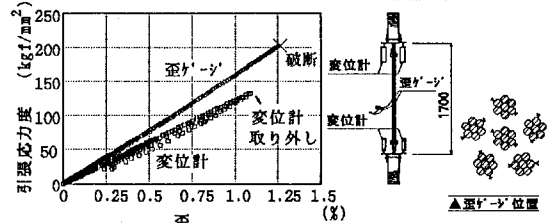


図-3 引張応力と歪の関係

表-2 試験体数

種類	CFRP			P C鋼より線		
付着長(mm)	50	100	150	50	100	150
試験体数	3	6	3	3	6	3

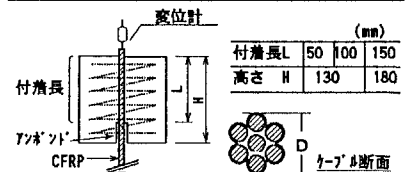


図-4 試験概要

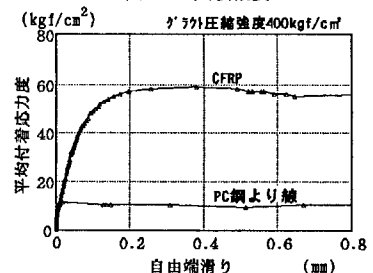


図-5 平均付着応力度と自由端滑り量の関係

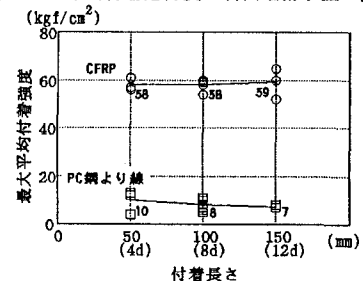


図-6 平均付着応力度と付着長さの関係