

CO₂排出量を抑制した環境配慮グラウトの引抜き強度特性

大成建設(株)技術センター 正会員○岡本 礼子, 正会員 大脇 英司
 フェロー会員 青木 智幸, 正会員 重光 達
 ブイ・エス・エル・ジャパン(株) 関口 尚明, 高原 正樹

1. はじめに

著者らが開発してきたセメントを使用しない環境配慮コンクリート^{1, 2)}をグラウンドアンカーのグラウトとして活用する「環境配慮グラウト」について配合の選定と強度特性の評価などを行ってきた³⁾。環境配慮グラウトがグラウンドアンカーの tendon との十分な付着強度を持つことを確認するために鋼管に環境配慮グラウトを充填し、PC 鋼より線の引抜き試験を実施した。本報告では、引き抜き試験で求められた極限引張強度と地盤工学会の基準⁴⁾で定める許容付着応力度と比較した結果および極限引張強度と圧縮強度の関係について報告する。

2. 材料と配合

使用材料には、環境配慮コンクリートの結合材を用いた。結合材は高炉スラグ微粉末(高炉スラグ)と高炉スラグの水和を促進して所定の強度発現をさせるために添加するカルシウム系刺激材から構成される。比較にはグラウンドアンカーで通常使用されている普通ポルトランドセメント(OPC)を使用する配合を用いた。グラウトの注入はグラウトホースを介してポンプ圧送で施工されることがほとんどである。そのため、試験に用いる配合は施工性を考慮し、フレッシュ性状がPロート流下時間:18秒以下、練上がり後3時間経過時のブリーディング率:4%未満(24時間経過時では0%)の条件を満たすよう選定した⁵⁾。配合を表-1に示す。

3. 試験方法

引抜き試験に用いる試験体には7本よりで外径12.7mmのPC鋼より線を使用した。グラウトとの付着長は300mmに設定した。グラウトは図-1に示すように架台に鋼管を垂直に設置して上部から充填した。試験体は材齢2日までは室温20°C、湿度80%の環境のもと架台上で封かん養生した。その後、試験実施場所へ移動し、室温と湿度を管理しない屋内で試験まで静置した。引抜き試験は材齢3日または材齢8日に実施した。引抜き試験装置概要を図-2に示す。引抜き試験では荷重サイクルの初期荷重は5kNとした。その後は図-3のように段階的に15kNずつ各サイクルの最大荷重を上げながら、グラウトとPC鋼より線の付着が切れるまで荷重を繰り返した。各サイクルの途中荷重では30秒間保持し、最大荷重値では60秒間保持した。また、引抜き試験体と同じ環境で封かん養生したφ50×100mmの試験体を用いて引き抜き試験時に圧縮強度試験を実施した。

表-1 配合

kg/m³

配合名	W/P	水	高炉スラグ	OPC	刺激材	高性能減水剤
環配-1	42	521	957		283	25
環配-2	40	509	983		291	29
OPC	50	587		1174		12

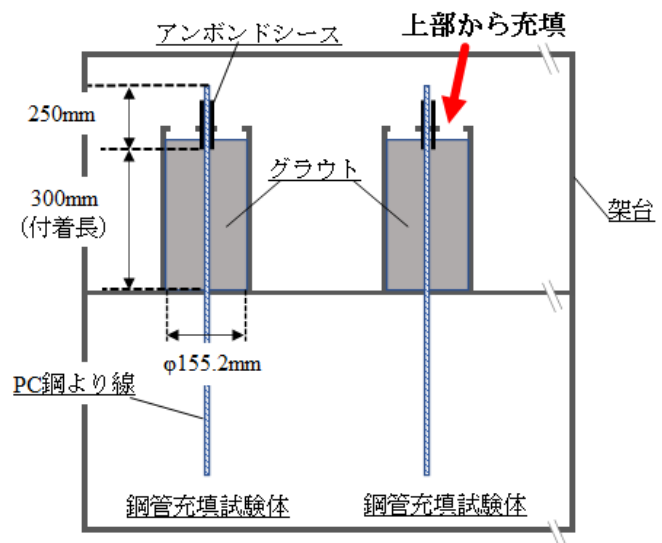


図-1 鋼管充填試験体打設概要

キーワード グラウンドアンカー, グラウト, 環境配慮コンクリート, 引抜き試験, 極限付着強度, 圧縮強度
 連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7221

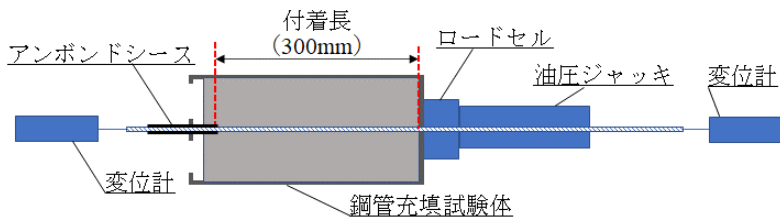


図-2 引抜き試験装置概要

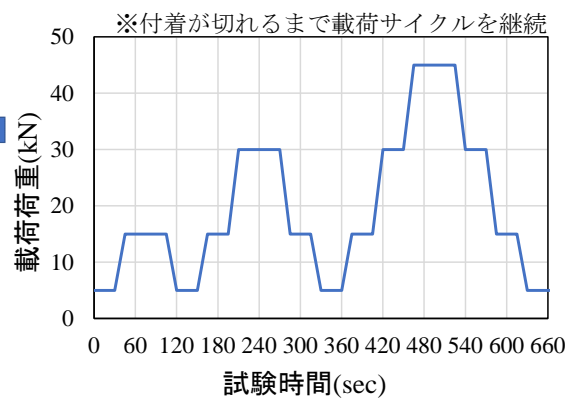


図-3 荷重サイクル

4. 結果

引抜き試験の結果を表-2 に示す。PC 鋼より線とグラウトの極限付着強度 (T_{bu}) は地盤工学会基準の式 (6.1)⁴⁾ を参考にして式-1 を用いて計算した。今回の試験では PC 鋼より線付着長は 300mm, 見かけの周長は 39.9mm であった。

$$T_{bu} = P / (l_{sa} \cdot U) \quad \text{式-1}$$

T_{bu} : 極限付着強度, P : PC 鋼より線降伏荷重

l_{sa} : 付着長, U : PC 鋼より線の見かけの周長

式-1 から得られた極限付着強度は、環配-1 では 1.76~1.97, 環配-2 では 2.50~2.82, OPC では 3.37~3.56 となり、表-3 に示す基準の許容付着応力度を設計強度にかかわらず上回る結果となった。

図-4 に引抜き試験時に並行して測定したグラウトの圧縮強度と極限付着強度の関係を示す。環境配慮グラウトの圧縮強度と極限付着強度の間に、環配-1 の 1 点を除き高い正の相関がみられ、OPC の結果ともよく整合した。

5. まとめ

セメントを使用しない環境配慮グラウトを用いて PC 鋼より線の引抜き試験を実施した結果、得られた極限付着強度は地盤工学会基準⁴⁾ に示された設計用の許容付着応力度よりも大きな値を示し、OPC グラウトの結果とも整合的であった。圧縮強度と正の相関関係も示したことから、OPC グラウトと同様に圧縮強度を指標に許容付着応力度を設定してもよいと考えられる。今後は配合の改良による強度の向上や現場での施工試験を実施し、実際の施工に必要なデータの蓄積を行う予定である。

参考文献

- 1) 岡本礼子ほか, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp1981~1986, 2013.7
- 2) 大脇英司ほか, コンクリート工学, Vol.57, No.1, pp.71~74, 2019.1
- 3) 大脇英司ほか, 土木学会第 76 回年次学術講演会, III-184, 2021.9
- 4) 地盤工学会, 2016.5
- 5) VSL 協会, 1999.7

表-2 付着試験結果

		付着長 (mm)	PC鋼より線周長 (mm)	PC鋼より線降伏荷重 (kN)	圧縮強度 (N/mm ²)	極限付着強度
環配-1	1	300	39.9	21.1	14.9	1.76
	2	300	39.9	23.6	14.0	1.97
	3	300	39.9	22.5	25.4	1.88
	平均値			22.4	18.1	1.87
環配-2	1	300	39.9	29.9	19.4	2.50
	2	300	39.9	32.8	22.6	2.74
	3	300	39.9	33.8	22.3	2.82
	平均値			32.2	21.4	2.69
OPC	1	300	39.9	42.6	33.0	3.56
	2	300	39.9	42.3	32.0	3.53
	3	300	39.9	40.3	32.1	3.37
	平均値			41.7	32.4	3.49

表-3 PC 鋼より線の許容付着応力度

分類	グラウトの設計強度(N/mm ²)			
	18	24	30	40以上
ランクB	1	1.2	1.35	1.5
ランクA	—	8	0.9	1

地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」より抜粋引用

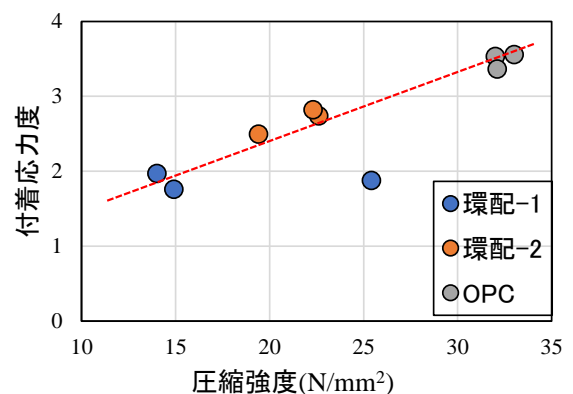


図-4 圧縮強度と極限付着強度の関係