

CO₂排出量を抑制した環境配慮グラウトの現場施工試験と引抜き試験

大成建設（株）技術センター
大成建設（株）土木技術部
ブイ・エス・エル・ジャパン（株）

正会員○岡本 礼子， 正会員 大脇 英司
正会員 重光 達， 正会員 望月 聖
高原 正樹， 廣田 士朗， 関口 尚明， 正会員 大熊 光

1. はじめに

著者らはCO₂排出量の削減を目的としてセメントを使用しない環境配慮コンクリート^{1),2)}を開発している。ここで用いられる結合材をグラウンドアンカー工法のグラウト（環境配慮グラウト）として活用するため、配合選定と材料の強度特性や鋼材との付着特性の評価を行ってきた^{3),4)}。地盤工学会の施工基準⁵⁾ではテンドン緊張時のグラウト圧縮強度は24N/mm²以上と規定されているが、施工サイクルの短縮のためには早期に規定強度を得ることが望ましい。このため、環境配慮コンクリートの結合材を単にグラウトに転用するだけでなく、グラウトとして最適な性能を得るために改良も進めてきた。本報告では、環境配慮グラウトについて現場施工試験と引抜き試験を行った結果を報告する。

2. 環境配慮グラウトの配合とアンカー体の概要

試験に供した配合の概要を表1に示す。配合1は既報^{3),4)}の環境配慮コンクリートの結合材である。配合2は配合1を基に早期強度発現性を高めた改良配合である。両配合共に、「P ロート流下時間：18 秒以下」、かつ「練り上がり後3 時間経過時のブリーディング率：4%未満」、の条件⁶⁾を満たす。環境配慮グラウトは高炉スラグ微粉末と複数化合物からなる刺激材で構成されるが、グラウンドアンカーは屋外で施工されるため、グラウトの製造の手間を削減できるよう粉体材料を予め混合して20kg ずつに個装して試験に供した。試験実施箇所の地質はボーリングコア調査の結果、GL-0~1m：礫交り粘性土層、GL-1~2m：ローム層、GL-2~4m：火山灰質粘性土層、GL-4~7m：シルト層、GL-7~17m：砂層であった。本試験ではGL-12m 付近の砂層（N 値=40 に設定）を定着層に設定した。テンドンはVSL 仮設アンカー（残置式）アンボンドタイプ⁶⁾を使用した。アンカー力Td がグラウトと地盤の極限付着力の1/2 よりも小さくなるように鋼線本数、アンカー体長、テンドン拘束長の組み合わせを設定した。決定したグラウンドアンカーの仕様を表2に、概略図を図1に示す。

3. 現場施工試験の概要

(1) 施工試験概要

事前にケーシング削孔したφ115mm、深さ15.0mの削孔にテンドンを挿入した。容量250Lのグラウトミキサー（翼回転数170rpm）に、水→混和剤→粉体の順に投入してグラウトを練り混ぜた。グラウトポンプで水平方向に約10m 圧送して削孔に注入し、孔口からの排出グラウトが注入グラウトと同程度の濃度になったことを確認して注入終了とした。次に拘束長（2m）の長さだけケーシング管を引抜き、グラウトを2回に分けて追加で加圧注入した。ケーシング管すべてを引き

キーワード 環境配慮コンクリート，グラウンドアンカー工法，グラウト，施工試験，引抜き試験

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 TEL 090-4912-5791

表 1 試験配合概要

配合名	W/P	粉体 (P)	水 (W)	混和剤 (Ad)
		kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
配合 1	44.0	1184.1	490.2	30.8
配合 2	42.0	1258.0	500.2	28.3

表 2 グラウンドアンカー仕様

テンドン仕様	φ12.7mm×5 本
削孔径	φ115mm
削孔長	15.0m
自由長	10.0m
アンカー体長	5.0m
テンドン拘束長	2.0m
テンドン全長	16.5m

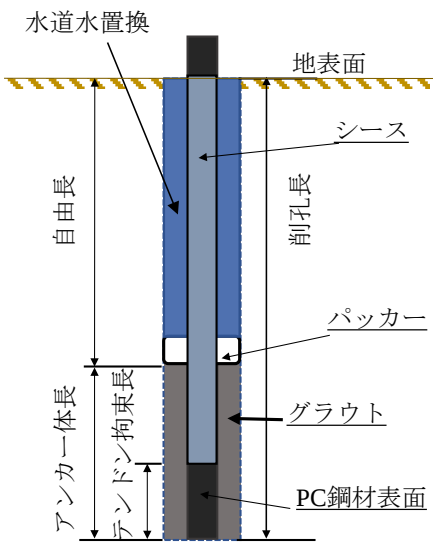


図 1 グラウンドアンカー概略図

抜いた後にアンカー体長 5m の位置に設置したパッカーにグラウトを注入して膨らませ区画を分けた。パッカーより上部の自由長に該当する部分のグラウトは引抜き試験結果に影響を与えないように水道水と置換した。グラウンドアンカーは各配合 2 本ずつ施工した。

(2) 引抜き試験概要

引抜き試験は材齢 3 日と材齢 7 日に各配合 1 本ずつ実施した。引抜き試験は初期荷重を 25kN とし、載荷速度と除荷速度は 58kN/min とした。各サイクルの最大荷重保持時間は 5 分とした。載荷時間と荷重の関係を図 2 に示す。引抜き試験はテンドンが引抜けるまで、または計算で求めたテンドンの許容引張力まで載荷することとした。載荷状況を写真 1 に示す。

4. 試験結果

(1) 施工試験

環境配慮グラウトの練上がりおよび硬化後の性状を表 3 に示す。P ロート流下時間は配合 1 で約 16 秒、配合 2 で約 12 秒であった。比重は配合 1 で 1.79、配合 2 で 1.82 であった。グラウトの圧送は目標とした圧送圧 0.2~0.3Mpa の範囲内でホースの閉塞もなく良好に圧送できた。配合 1 の材齢 3 日の圧縮強度は 22.8kN/mm² で地盤工学会基準⁵⁾で規定される 24N/mm² に達しなかったが、配合を改良した配合 2 では 34.6N/mm² と規定値を上回った。材齢 7 日では配合 1、配合 2 ともに規定値以上となった。

(2) 引抜き試験

図 2 に示す載荷サイクルで材齢 3 日と材齢 7 日に引抜き試験を行った結果を図 3 と図 4 に示す。配合 1 では材齢 3 日での圧縮強度は 24N/mm² に達しなかったが、付着力が 24N/mm² に達した材齢 7 日での試験結果とほぼ同等となった。設計付着応力 (248.2kN) 以上の付着強度を示し、グラウトとテンドンの付着が切れる前に約 462kN で地盤とアンカー体の付着が切れた。配合 2 も材齢 3 日、材齢 7 日で付着強度に大きな差はなく約 520kN で地盤とアンカー体の付着が切れた。いずれの配合物もグラウトとして必要な付着特性を持つことを確認できた。

5. まとめ

CO₂ 排出量を抑制した環境配慮グラウトの現場施工試験の結果、現場での施工が可能ながわかった。また、引抜き試験の結果、設計付着応力の約 2 倍の付着強度を示した。以上の結果から、環境配慮グラウトはグラウンドアンカー用グラウトとして十分適用が可能であると考えられる。

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, pp71~74, 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) 岡本礼子ほか, 土木学会第 77 回年次学術講演会, III-377, 2022.9
- 5) 地盤工学会, 2016.5
- 6) VSL 協会, 2022.10

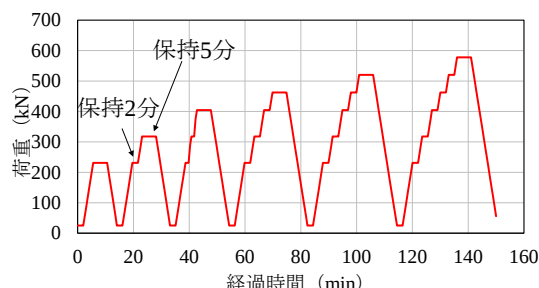


図 2 載荷時間と荷重の関係



写真 1 引抜き試験状況

表 3 施工試験結果

	P ロート 流下時間 (sec)	比 重	圧縮強度 (N/mm ²)	
			3 日	7 日
配合 1-①	15.50	1.79	22.8	28.1
配合 1-②	15.72	1.79		
配合 2-①	12.08	1.82	34.6	37.6
配合 2-②	12.25	1.82		

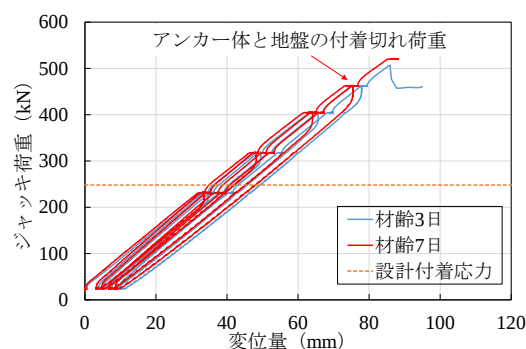


図 3 配合 1 の引抜き試験結果

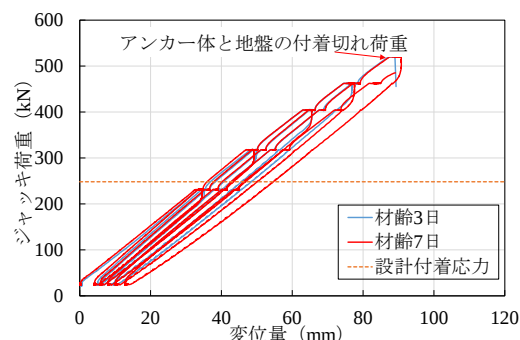


図 4 配合 2 の引抜き試験結果