

超微粒子スラグを主材とした耐久性注入材

日本クリーン薬材(株) 正会員 ○佐藤和男
 正会員 利田靖治
 東興建設(株) 相馬文幸
 (有)シモダ技術研究所 下田一雄

1. はじめに

水ガラスと普通セメントを組み合わせた懸濁型注入材は、ゲル化時間と固結強度を任意に調整できず、浸透性並びに耐久性に問題があった。

これらの問題点を解決した本注入材は、1990年初めに開発、実用化したもので、超微粒子高炉水砕スラグを主材(A剤)とし、超微粒子消石灰(B剤)と特殊水ガラス(C剤)の3成分からなる。^{1),2)}

本注入材の作用効果として、B剤はC剤と反応してゲル化時間の調整を行うと同時に、アルカリ刺激剤としてA剤の硬化発現を促進する。すなわち、強度はA剤、ゲル化時間はB剤とC剤がそれぞれ受け持つため、強度とゲル化時間を任意に調整でき、図-1に示すような幅広い特性を示す。³⁾

本報告は、この注入材の特性として1)粘度変化、2)耐久性、3)浸透性と固結能力について室内試験を行った結果である。

配合	A剤(kg/m ³)	300	188	63~125
	A剤/B剤	10~17	10~17	7~14
	A剤/C剤	2.0	1.3	0.5~1.1
特性	ゲル化時間(分,20℃)	0.3~1	1~40	120~180
	強度(N/mm ² ,28日)	12~18	2.5~3.5	0.5~1.5

図-1. 注入材(ソイルサポート)の配合と特性

2. 試験方法

試験で使用する注入材は、A剤/注入材=18.8wt/v%、A剤/B剤=15.7、A剤/C剤=1.29に調整したものを注入材①とし、A剤/注入材=12.5wt/v%、A剤/B剤=13.9、A剤/C剤=1.05に調整したものを注入材②とした。

1)粘度変化 : 注入材の粘度はB型粘度計を使用し、液温を20℃に維持しながら経過時間に対する粘度変化を測定した。注入材の粘度が100mPa・sになった時点をゲル化時間とした。

2)耐久性 : 固結体は、注入材をモールド(直径50mm、長さ100mm)に入れ、間隙率35%となるように乾燥状態の珪砂(D₅₀=0.33mm)をモールド上部より自然落下させ作製した。作製した固結体は数日から数年間20℃で湿潤養生後、一軸圧縮強度試験を行い、経過日数と強度の関係を求めた。

3)浸透性と固結能力 : モールドに乾燥状態の珪砂(D₅₀=0.52mm)を充填率62%となるように均一に充填し、両端にはフィルター砂を30mm充填した。下から上へ通水し珪砂を水で飽和させ、直径52mm、長さ1,935mmの仮想地盤を作製した(試験装置を図-2に示す)。注入材を仮想地盤の下から上へ流速380ml/minで注入した。注入後の供試体は、28日間室温にて養生後、供試体の下から10cm毎に切り出し一軸圧縮強度試験を行い、浸透距離と強度の関係を求めた。



図-2. 試験装置

キーワード : 超微粒子スラグ、超微粒子消石灰、水ガラス、耐久性、浸透性、固結能力

連絡先 : 〒341-0055 埼玉県三郷市上口3丁目1番地 日本クリーン薬材(株) TEL 048-953-7550

3. 試験結果および考察

1) 粘度変化 : 粘度と経過時間の関係を図-3に示す。注入材を調整した直後から $10\text{mPa}\cdot\text{s}$ 前後の低粘状態が継続し、注入材に流動性がなくなる直前に急激な粘度変化を示した。粘度が $100\text{mPa}\cdot\text{s}$ に達した時間は、注入材①で 23 分、注入材②で 168 分であった。

2) 耐久性 : 20°C で湿潤養生した固結体の強度と経過日数の関係を図-4に示す。強度は養生 28 日間で急激に増加し注入材①で $2.5\text{N}/\text{mm}^2$ に達し、透水係数は 4.92×10^{-6} であった。その後は緩やかに強度が増加していき、養生 2,500 日時点で $3.0\text{N}/\text{mm}^2$ に達し、養生日数 28 日の強度を維持していた。注入材②では、養生 28 日で $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ に達し、養生日数 400 日の時点で $1.9\text{N}/\text{mm}^2$ であった。強度を維持していた理由として、本注入材は、B 剤と C 剤の反応によって生成される珪酸カルシウムと、A 剤中に含まれる CaO と SiO_2 がセメントと同じような水和反応を起こし生成する $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ の複合固結体となっていることが起因しているものと推察される³⁾。

3) 浸透性と固結能力 : 浸透距離と注入圧力の関係を図-5に示す。注入材①、②どちらも時間と浸透距離の関係は、比例関係になり、設定値(時間 ; 3 分)で目標値 140 cm に達したことから、設計通りに浸透したことが確認できた。

浸透距離と強度の関係を図-6に、固結体の状況を図-7に示す。浸透距離が長くなるにつれ強度は緩やかに低下していくが、浸透距離 140 cm で注入材①が $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ 、注入材②が $0.7\text{N}/\text{mm}^2$ の強度を示しており、先端部分まで固結能力があることを確認した。

4. まとめ

本注入材は、A 剤、B 剤、C 剤の濃度と配合比率を変えることによって、強度とゲル化時間を任意に調整できる。そのため、耐久性や浸透性といった様々な特性を示し、幅広い範囲での利用が期待できる。

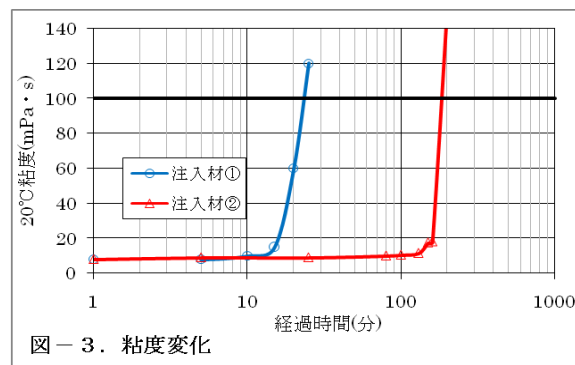


図-3. 粘度変化

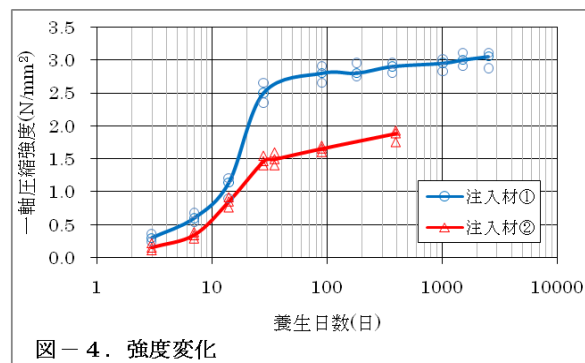


図-4. 強度変化

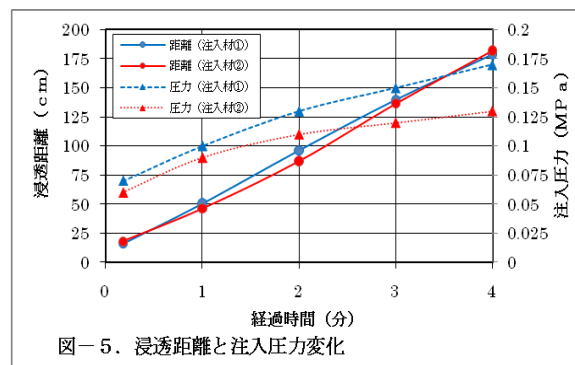


図-5. 浸透距離と注入圧力変化

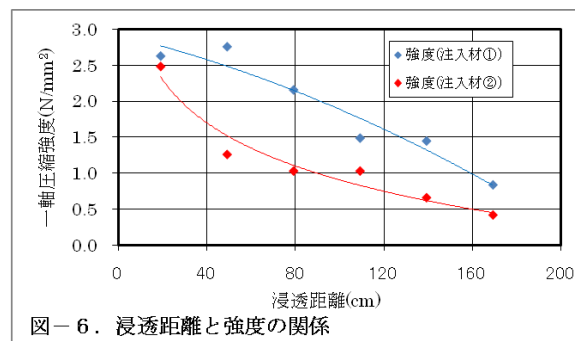


図-6. 浸透距離と強度の関係



図-7 注入材②の固結状況

【参考文献】 1)三木五三郎、下田一雄：スラグー石灰系硬化剤を用いた裏込め材の開発研究、第17回土質工学研究発表会講演集、1979 2)三木、斎藤、下田、木村：裏込め注入工法の設計と施工 P2、山海堂、1990 3)恒久注入研究会：ソイルサポート(恒久注入材)技術資料、2009