

超微粒子複合シリカの強度発現の挙動

ジャテック(株) ○正会員 小山忠雄
 強化土エンジニアリング(株) フェロー会員 島田俊介
 正会員 後藤博子
 東洋大学名誉教授 フェロー会員 米倉亮三

1.はじめに

超微粒子複合シリカグラウト(ハイブリッドシリカ)は既に報告したとおり平均粒径 $6\mu\text{m}$ の超微粒子化した懸濁型シリカと溶液型シリカの複合体からなる懸濁型シリカグラウトであって、砂質土への浸透が可能であると共に水和反応によってそのゲル化物は高強度と長期耐久性に優れている。

このため1995年に発生した阪神・淡路大震災の復興工事に採用されて以来、橋梁・建築基礎の補強、液状化防止、土留め欠損部補強等の掘削地盤の強化・止水、遮水壁の造成等に広く使用されるに到っている。

今回、実際に適用した現場採取砂を用いてこのグラウトの強度発現の挙動・経過について室内試験で確認したので報告する。

表1 注入状況

	L-1	L-2
モールドの体積 (cm^3)	4245.3	4245.3
充填した砂の重量 (kg)	6.712	6.722
密度 (g/cm^3)	1.58	1.58
注入量 (ml)	2000	2000
上部排出液量 (ml)	1500	1400
注入総時間 (min)	25.8	40.8

2.室内試験

超微粒子複合シリカの強度発現挙動を確認するため室内試験を実施した。強度発現挙動の確認はホモゲルとサンドゲルで行うことと浸透試験状況とした。グラウトには高強度タイプ:L-1と通常タイプ:L-2を用いた。それぞれの試料を室温養生し、所定日数の一軸圧縮強度を測定した。

2.1.ホモゲル試料

内径50mm、高さ100mmのモールドに作液したグラウトを充填してホモゲル供試体を作成した。

2.2.サンドゲル試料

現場から採取した砂質土を用いて混合法と浸透固結

キーワード；薬液注入、恒久地盤改良、超微粒子複合シリカ、浸透試験

連絡先；〒133-0033 東京都文京区本郷1-10-14 ジャテック(株) TEL03-3815-2133

法にてサンドゲル供試体を作成した。(1)混合法は現場採取砂とグラウトを均一に混合し、内径50mm、高さ100mmのモールドに充填して作成した。(2)浸透固結法は内径52mm、長さ2000mmの透明アクリル製モールドに現場採取砂を自由落下させて充填し、脱気水で飽和させたのち下方から注入圧 $P=0.3\text{MPa}$ で定圧浸透注入した(写真1)。注入状況を表1に示す。モールド上部からの排出液のpHが注入液のpHと同程度となった時点で注入を終了した。注入後12~14日でモールドの両端5cmは除外して10cmごとに切断し、下から順にNo.1~19とした。

3.試験結果

供試体はホモゲル、サンドゲル(混合法)とも当初は淡青色を呈していたが、時間の経過につれ濃青色に変色している。ホモゲルは28日の時点では濃紺に変色している(写真3)。これは超微粒子複合シリカに含まれるCa、Al、Siが水和反応によりセメントと同様の結晶結合を生じて、最終的に高強度の固結体を形成する過程であると思われる。ホモゲルの一軸圧縮試験の結果を図1に、混合法によるサンドゲルの一軸圧縮試験の結果を図2に、浸透固結法による一軸圧縮試験の結果を図3、4に示す。ホモゲル・サンドゲルとも時間の経過と共に一軸圧縮強度が増加していることがわかる。特にサンドゲルは28日以降も増加の傾向を示しており、



写真1

浸透試験状況

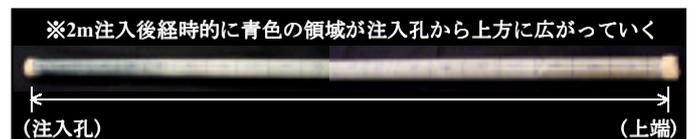


写真2 注入後12日目の固結モールド



写真3 ホモゲル

写真4 サンドゲル

今後 100 日強度の測定も予定しているため後日報告したい。また、浸透試験では浸透源に近いほど濃青色で浸透距離が長くなるほど青色は薄くなり(写真5)、一軸圧縮強度も青色が濃いほど高強度を呈する事も確認された(図3、4)。

4.まとめ

超微粒子複合シリカはその強度発現挙動がホモゲルとサンドゲルとでは差異があることが判明した。ホモゲルは14日ではほぼ最終強度を呈し、その後緩やかな増加傾向を示している。サンドゲルは14日ではホモゲルに比して10~20%程度しか強度が発現していないが、その後28日までに急激な強度発現を示しており、更なる強度増加傾向がうかがえる。サンドゲルの場合、土粒子を取り込みながら水和反応が進行するためその速度はホモゲルに比べて遅くなる傾向があり、28日以降にも強度増加傾向を示しているものと思われる。

また浸透固結法によるサンドゲルでは浸透源から近いほど青色が強く、遠くなるほどその色は淡くなっている。これは浸透の過程で注入孔付近では超微粒子分が密に充填され、浸透源から遠くなるほど超微粒子分の充填率が減少したためと考える。

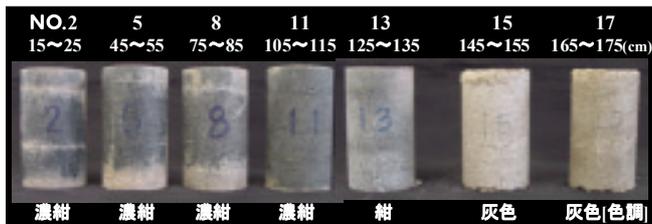


写真5 浸透状況(養生28日)

※図3、4中の黒点は装置の測定範囲を超えたため、実際の強度はこの値以上となる。

【参考文献】

- 1) 米倉、名越、島田、盛：超微粒子複合シリカグラウトの耐久性実証試験報告、第36回地盤工学研究発表会、2001.6
- 2) 後藤、島田、米倉、木嶋：高強度超微粒子複合シリカグラウトの浸透固結特性について、第38回地盤工学研究発表会、2003.7
- 3) 和田、島田、米倉、名越、木嶋：超微粒子複合シリカによる経年固結土の強度特性、土木学会第58回年次学術講演会、2003.9
- 4) 米倉、島田、木下：恒久グラウト注入工法、山海堂
- 5) 恒久グラウト協会：「ハイブリッドシリカ」技術資料

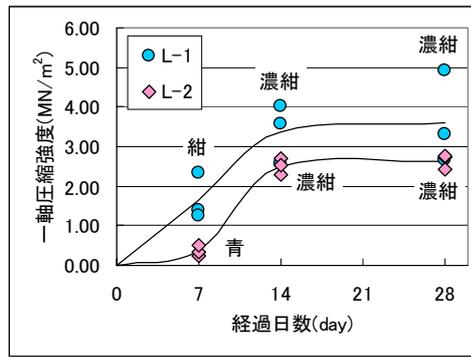


図1 ホモゲル強度の経時変化

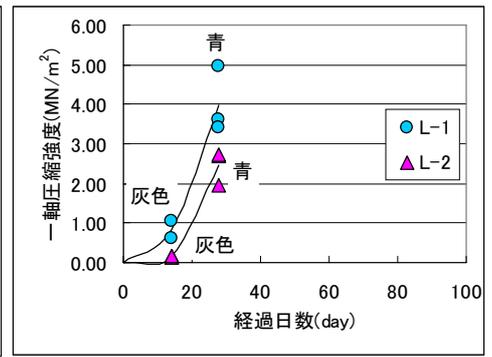


図2 混合法による現場採取砂のサンドゲル強度の経時変化

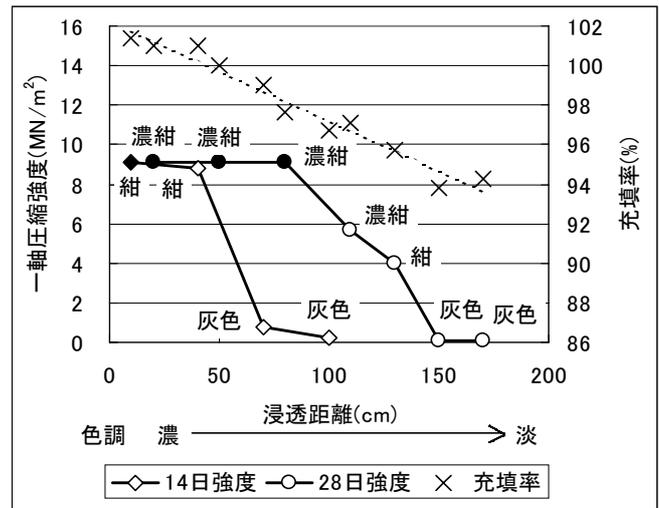


図3 現場採取砂の浸透試験による強度分布

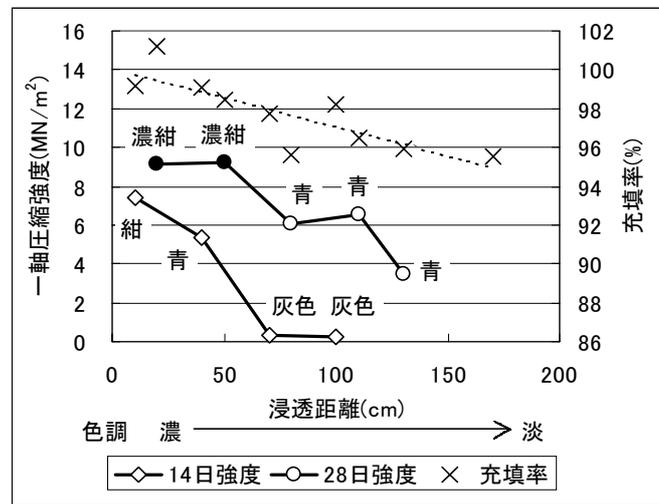


図4 現場採取砂の浸透試験による強度分布