

III-530 吐さないマサ土の室内注入試験

福岡市交通局 古賀 徳治 萩原 兼秀
(財)大阪土質試験所 今西 肇

1. 要旨

マサ土を対象とした薬液注入については、過去において発表された事例は少なく注入方法・注入材の選定については指標がない状態である。そこで、本文では乱さない試料をサンプリングし各種のグラウトを注入してその浸透状況を観察したので報告する。なお、注入試験に際しては、供試体の応力解放による注入抵抗の低下を防止するため三軸状態とした。

この結果、今回対象としたマサ土に対する注入は地盤破壊を起こさないことを原則とすれば、ゲルタイムが20分以上、粘度が5cps以下での溶液型グラウトが望ましいとの結論を得た。

2. 試験概要

注入対象地盤は白亜紀系花崗岩類に属し、風化が激しく鉱物粒界面での分離によりレキ状化しており、指でつぶすと石英分を残して細粒化する。そこで、乱さない試料採取に当たっては二重管コアパック型サンプラーを用いた。採取試料は飽和度を60~80%程度に低下させた後、ドライアイスによって凍結させた。図-1にマサ土の物性と粒径加積曲線を示す。

これに対し注入材は、懸濁型2種類、溶液型2種類、ウレタン型1種類の5種類を用いた。(表-1)

また、図-2にB型粘度計により測定した注入材の粘度変化を示す。

図-3は、注入試験装置を示す。マサ土試料は応力解放に伴い間隙が大きくなり室内で実験する際には注入材の浸透性がよくなる。そこで、原位置の応力状態における間隙を再現するために図のような側圧を考慮できる装置を用いた。また、注入材のゲルタイムに长短があるので二種類の注入装置を用いた。

試験は図-4に示す手順で行った。

3. 試験結果および考察

供試体への注入時間と注入に伴う排水量の関係の一例を図-5に示す。また、注入後の固結状況をまとめたものが表-2である。

表-2より溶液型でゲルタイムの長いBグラウトは各供試体とも、ほぼ100%固結しており透水係数が 10^{-4} ~ 10^{-5} cm/secの地盤において2kgf/cm²程度の低圧でも時間をかけければ充分浸透固結することが判った。

溶液型でゲルタイムが2~3分程度のAグラウトの浸透量は、供試体の透水係数によって大きく左右され、透水係数が小さい程浸透量は少なく、従って固結率も小さくなっている。

Eグラウトの場合、セメント粒子はろ過され供試体中の間隙にはほとんど浸透しておらず、固結率は他のグラウトに比べ極端に小さくなってしまい、 10^{-4} ~ 10^{-5}

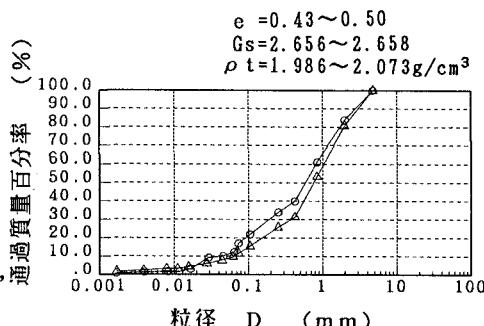


図-1. 粒径加積曲線

表-1. グラウトの配合およびゲルタイム

グラウト	主材		硬化材	ゲルタイム (分秒)
	種類	濃度 (液体)		
A	50		重炭酸塩、硫酸塩	2'15"~2'50"
B	水ガラス	65	シリカゲル、アクリルアミド アクリル酸	22'00"~27'00"
C		40	超微粒子セメント 分散剤	1'35"~1'55"
D	水和反応型 発泡ウレタン	12~15	—	3'30"
E	超微粒子セメント	W/C=300(重量)	*セメントのブレード値: 約8000cm ² /g	

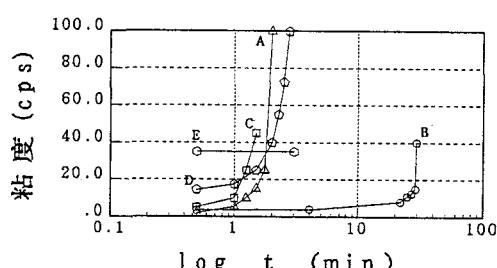


図-2. グラウトの粘度変化

cm/secの透水係数の地盤では地盤の破壊なしには浸透が難しいものと判断できる。

C グラウトの場合、透水係数の小さい試料への注入の方が固結率が大きくなってしまい、逆の現象がみられたが E グラウト同様セメント粒子のろ過等による影響と考えられる。

D グラウトは、初期の粘度が他のグラウトに比べて高いにもかかわらず透水係数が同程度のものと比べると固結率は A グラウトと同じ程度であった。これは、D グラウトが水に希釈されて大幅に粘度を下げることで硬化の過程でガスを発生するといった特性を持っていること等が原因であると推察される。

4.まとめ

①セメントミルクでは超微粒子セメントを用いてもほとんどがろ過されることとなり、浸透効果は期待できない。

②水ガラス系懸濁型グラウトは、超微粒子セメントを用いたとしても①と同様、セメント粒子がろ過され浸透は期待できない。

③水ガラス系溶液型グラウトにおいて3分程度のゲルタイムでは、グラウトの粘度上昇が急激なため地盤の引張り破壊を起こさずに充分な浸透効果は期待できない。

④水ガラス系溶液型グラウトでゲルタイムが長く(20分以上)粘度上昇が緩慢なものについては、初期粘度が比較的高い場合(5cps程度)でも時間をかけさえすれば地盤破壊を起こさない程度の低圧でも充分な浸透効果が期待できる。

⑤ウレタン系グラウトは、水と反応して固結するという特性はあるが所定の物性を得るために配合ではゲルタイム3~5分程度が限界であるため充分な浸透効果を期待することは難しい。

<謝辞> 今回の試験に当たってご協力いただいた日本総合防水(株)研究室・所武彦氏に感謝致します。

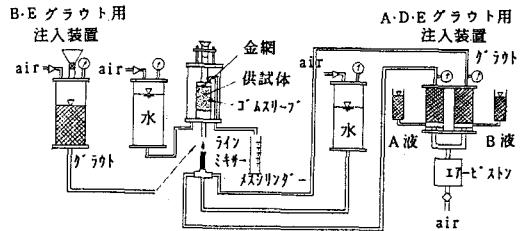


図-3. 試験装置

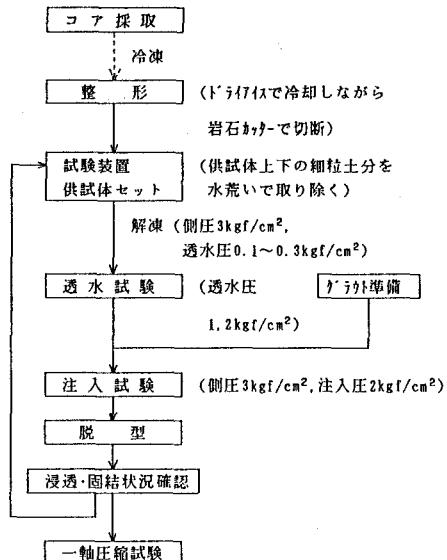


図-4. 試験手順

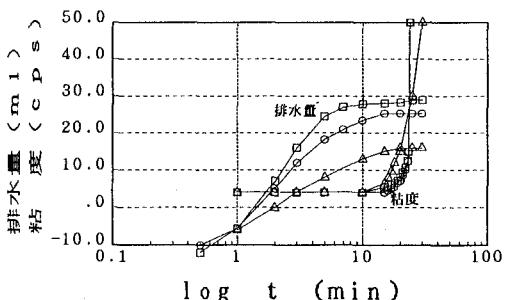


図-5. 排水量の時間変化(Bグラウト)

表-2. 試験結果のまとめ

グラウト	グラウトの ゲルタイム	供試体よりの 排水量 (ml)	供試体の透水 係数 (cm/sec)	供試体の固結率 (%)
E 超微粒子 セメントミルク	—	25 22	1.38×10^{-4} 1.64×10^{-4}	51.0 4.5
C 水ガラス系 懸濁型	1'35"(18°C) 1'55"(16°C)	33 10	1.70×10^{-4} 5.90×10^{-4}	18.9 31.4
D ウレタン系	3'30"(15°C)	12	1.43×10^{-4}	27.0
A 水ガラス系 無機溶液型	2'15"(20°C) 2'20"(18°C) 2'50"(16°C)	30 18 6	4.20×10^{-4} 2.37×10^{-4} 6.49×10^{-4}	56.6 34.6 9.5
B 水ガラス系 有機溶液型	27'(25°C) 22'(27°C) 27'(25°C)	26 16 29	1.00×10^{-4} 7.27×10^{-5} 6.73×10^{-5}	100 98.0 97.6