

吸水性繊維を用いた薬液注入工法の開発

榊大林組 川地 武・串間 正敏・坂本 秀一
東洋紡績㈱ 大村 治成・滝 瑛一路

1. はじめに

砂れき地盤や流水地盤の止水に薬液注入工法を用いる場合、通常用いられる水ガラス系薬液でもゲルタイムを短縮したり、注入方式を改良して対処しているが、薬液の希釈や流出により効果は十分とはいえない現状であり、この種の地盤は薬液注入工法が不得手とする地盤といえる。そこで、最近開発された新素材である吸水性繊維に着目し、その注入方法、止水性向上効果、流水地盤への適用を検討し、この種の地盤における新たな注入工法を開発した。本報告では、開発経過とモデル試験の結果を述べる。

2. 吸水性繊維とは

ここで用いた吸水性繊維はランエースといわれるアクリル繊維の表面が吸水加工された繊維であり、真水中では繊維軸に垂直方向に、体積が70倍程度(直径では8倍程度)に吸水膨張する。水ガラスに添加した場合には図-1に示すように、吸水量は減少するが、40%液中でも若干の吸水性能は維持する。このため、ランエースを添加した水ガラス溶液は表-1に示すように粘度が増大するがその流動特性はビンガム流であり、ポンプ圧送に支障はない。また、図-1に示すように、水ガラス中で吸水が抑制されるものの、真水中に戻すと徐々に吸水能力を回復する。この性質は注入後の止水性の向上に有利に作用すると考えられる。なお、試験に用いたランエースは長さ8mm、直径25 μ 前後の繊維である。

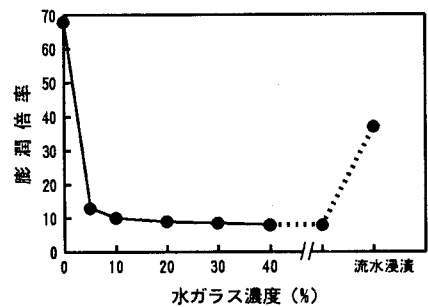


図-1 水ガラスによる膨潤抑制と回復

3. 吸水性繊維を含む注入材の物性

ランエースを水ガラス側(A液)に添加し、硬化剤液(B液)と反応させたゲルおよび砂ゲルの物性を表-1に示す。ランエース添加は添加した濃度の範囲ではゲルタイムや硬化後の強度、透水係数などには影響しないが、溶液型注入材における離しょう水の発生量の低下

表-1

注入材種類	無機溶液型		無機懸濁型	
	無添加	0.5%*	無添加	0.5%*
ランエース添加量				
粘度	4.2 cp	100 cp	6.4 cp	110 cp
ゲルタイム	13 秒	13 秒	10 秒	10 秒
離しょう率	35 %	19.5 %	0 %	0 %
強度 q_u ** kgf/cm ²	1.3	1.3	3.3	3.4
透水係数 ** cm/s	5.5×10^{-6}	6.0×10^{-7}	4.7×10^{-6}	2.8×10^{-7}

* 水ガラス(A液)中の濃度 ** サンドゲル(珪砂3号)の値

を招く。これは繊維によるゲルの収縮防止効果によると考えられるが、注入効果の持続性、耐久性には有利な性質といえる。図-2は溶液型注入材を用いて作成したサンドゲルの連続透水試験の結果であるが、ランエース無添加のサンドゲルでは当初の透水係数が 10^{-6} cm/sのオーダーであるが、連続透水により7日後には 10^{-4} cm/sのオーダーまで高くなり、止水効果が低下する

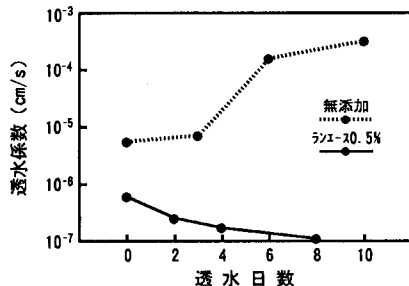


図-2 無機溶液型の止水性の変化

一方、ランエースを添加したサンドゲルでは、むしろ透水の継続により透水係数はやや低下する傾向にあり、止水効果が持続する。このような、透水の継続による止水性能の低下は溶液型注入材では従来から見られる現象であり¹⁾、その原因のひとつとして上述の離しょう現象があろう。逆に、吸水性繊維添加系では離しょう発生が抑制され、また透水により間隙中の塩類が溶脱されることにより、ランエースの再吸水、膨潤が促進される。これらはサンドゲルを緻密にすることになり、止水効果の持続に寄与していると考えられる。

4. 流水モデル地盤における実験

4.1 実験概要 実験は図-3に示す装置で行なった。その際の地盤材料は碎石(13～20mm)とし、流水条件は流量を50ℓ/min、圧力2kgf/cm²とした。モデル地盤の透水係数は9.5 cm/sであった。注入材料は表-1に示した溶液型水ガラス系と半懸濁型水ガラス系のものとした。また、吸水性繊維(ランエース)の添加量はA液(水ガラス)に0.5～1.5%(W/V)とした。注入速度は10ℓ/minとし、実験では注入ポンプで薬液を送りつつ、排水量を観察し、排水がゼロとなった時点で注入を終了した。

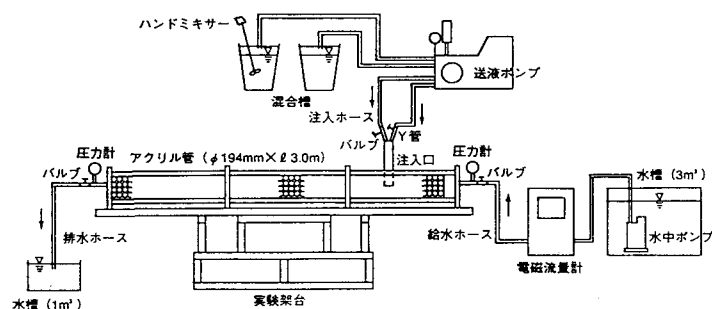


図-3 実験装置概要

4.2 実験結果 比較のためにランエース無添加の注入材を注入したが、いずれの注入材でも排水量は減少することなく、注入した薬液はゲル化しないで流出し、注入圧力の増大もみられない。したがって、今回の実験の流水速度(7.3cm/s)では従来の水ガラス系注入材による止水は困難と判断される。

つぎに、ランエースを添加した場合には注入孔の回りから薬液がゲル化しはじめ、図-4に例を示すように、注入の進行につれて注入圧力が上昇するとともに排水量が減少し、最終的にはゼロとなる。ランエースの効果はいずれの注入材にも見られたが、その必要添加量は注入材のゲルタイム等によって異なると思われる。ゲルタイムが13秒の場合について、添加量と止水効果の関係を示す。この図によれば、ランエースは0.5%でも効果を示しており、50ℓ程度の注入量で効果が見られる。完全に止水してから装置を解体し、パイプ内の硬化部分の体積、ランエースの分布状況を調査した。その結果、固結体積は30～40ℓ程度であり、ランエースの分布範囲より薬液の分布範囲のほうがかなり広い。これは注入した薬液に含まれる吸水性繊維が地盤の空隙に捕捉され、その物理的な閉塞効果により徐々に薬液のゲル化が進み、最終的には流水を通り道を完全にふさぐことにより、止水を完全なものにすると思われ、この状態に至るまでにかかなりの部分の薬液が流出していることを示唆している。

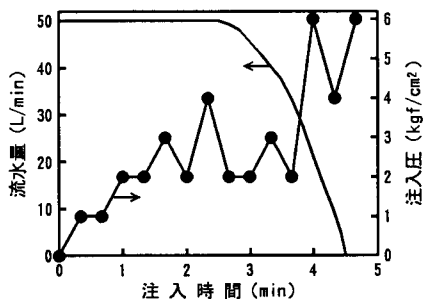


図-4 注入中の圧力、流量の例

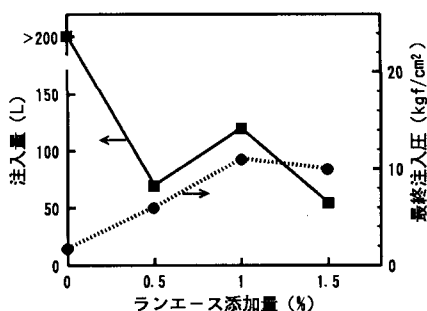


図-5 無機溶液型の場合の注入量と最終注入圧

5. おわりに

薬液注入工法に残された課題のひとつである流水地盤の止水が吸水性繊維を利用することにより可能となることが明らかとなった。この吸水性繊維の効果はその繊維としての物理的效果、吸水による膨張効果、流水地盤での空隙閉塞効果などの複合によるものと考えられる。今後は実施例を積み上げることにより、より効果的な使用方法を確立する所存である。

引用文献

- 1) 川地・大下・小川・所：注入固結土の物性値に与える試験方法の影響について、薬液注入工法における注入効果の予測・確認手法に関するシンポジウム発表集、p231-236(1992)