

開削構造物背面に後注入した界面注入体の止水性能について

大林組 ○正会員 小西 一寛
 大林組 正会員 小澤 郁夫
 太平洋マテリアル 吉田 了三
 大阪防水建設社 篠塚 祐輔

1. 概要

地下構造物の漏水補修は、ひび割れ等の漏水箇所に直接、ウレタン系の注入材を高圧注入する工法等で行われてきたが、長期に渡り止水性を保持することは困難な場合が多い。そこで、漏水する地下コンクリート壁の外側に、無機系注入材を低圧注入しゲル化させることにより、地下壁と地盤の間に界面注入体を形成して防水する外防水膜形成工法を考案した。ここでは、この工法の有効性を実証するために行った大型注入実験結果について報告する。

2. 実験条件

(1) 地盤条件

開削地下構造物の側壁を模擬し、図-1 に示す高さ4.0m×幅3.2m×奥行き1.7mの大型土槽を構築後、内部地盤は埋戻しを想定し1m毎に山砂を投入後に水締めにより作製した。山砂の水締め地盤は緩く、間隙率は43%程度で透水係数は 10^{-3}cm/s オーダになった。さらに、地下10mの土水圧環境を模擬し、地盤に敷鉄板を uploads し、その上に鋼製ふたを被せ給水タンクにより内部水位を高く保った。

(2) 注入条件

図-2 に示すように水締め砂地盤を間詰めするため、側壁の水平・鉛直方向1.5m間隔に設けた4孔から、1次・2次の2ステップで注入した。すなわち、表-1 に示す配合の注入材のうち、ゲルタイム約2分の1次注入を250L/孔注入した後に、界面注入体となるゲルタイム約10秒の2次注入を行った。

この結果、図-3 に示すように、側壁には過大な間隙水圧や変形を生じないことが確認された。

表-1 注入材の配合

		1次注入	2次注入
A液 (0.5m ³)	超微粒子セメント	15kg	225kg
	セメント分散剤	0.45kg	3.38kg
	水	495kg	422kg
B液 (0.5m ³)	液体急硬材	285kg	285kg
	ゲルタイム調整剤	—	5kg
	水	250kg	248kg

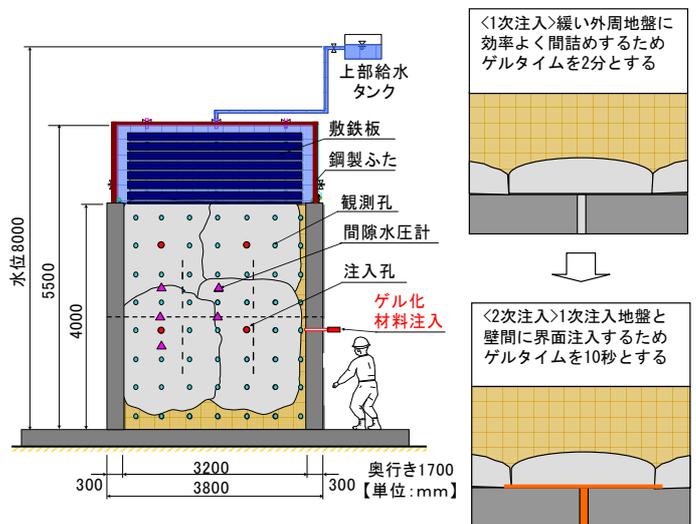


図-1 大型土槽形状

図-2 注入順序

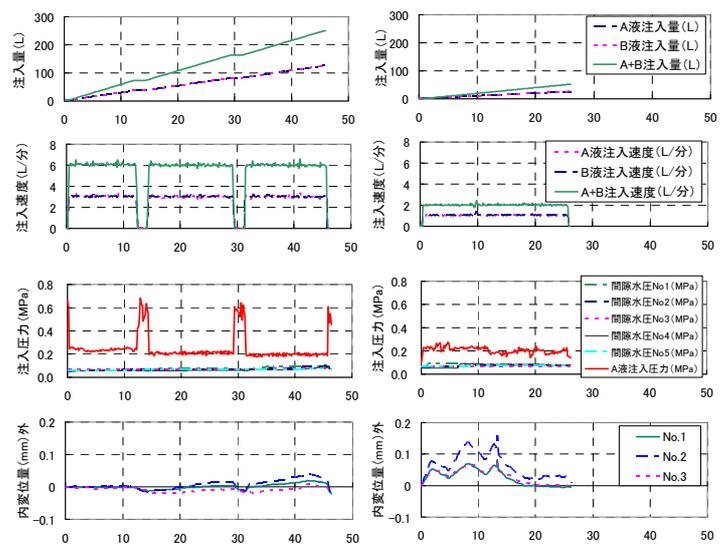


図-3 土槽南面上部注入孔の1次・2次注入データ例

キーワード 漏水対策、注入工法、無機系材料、ゲル、界面注入、外防水

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組 技術研究所 生産技術研究部 TEL042-495-1012

3. 実験結果

(1) 注入体の露出状況

注入後に内部地盤を壁面近傍まで掘削し露頭した界面注入体は、写真-1に示すように、1.5m 間隔で色粉を混ぜて4孔から注入した範囲に未注入域がなく、全面に注入されていた。なお、2次注入量は土槽南面の50Lから北面で70Lに増やしたが、上部注入孔の土被りが0.75mと浅く南北面とも注入材が地盤上方に噴出したため、注入形状に有意な差異は認められなかった。



写真-1 土槽北面の界面注入状況

(2) 界面注入領域

4孔から色分けして注入した界面注入体のスケッチを図-4に示し、各注入体の注入面積から換算した注入形状を表-2に示す。正方形に換算すると1辺の長さは平均1.83mになることから、側壁1.5m間隔の注入孔から水締め砂地盤に1次・2次注入すれば、全面に注入されると考えられる。

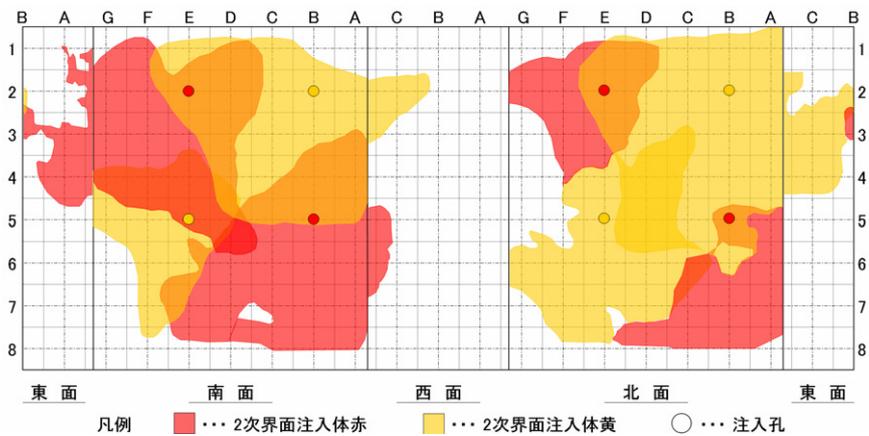


図-4 界面注入体のスケッチ

(3) 界面注入厚さと湧水量の関係

壁面に0.5m間隔に設けた観測孔において、注入後に測定した湧水量と、掘削後に測定した界面注入体厚さを、対比して図-5に示す。

同図右下に示すように、界面注入により形成された注入厚さは1mmオーダーになった。また、同図左上に示すように、注入後の湧水量は、未注入領域の1000cm³/分オーダーに対して、注入領域では0.1cm³/分オーダーに減少した。

両者を合わせると、同図右上に示すように、本試験の界面注入により、厚さ1mm程度の止水性の高い界面注入体が注入領域に広がるのが確認された。

表-2 界面注入体の換算注入形状

		南面				北面				平均
		①右上	②左上	③左下	④右下	①右上	②左上	③左下	④右下	
注入面積	A:m ²	4.581	4.269	2.105	4.289	5.958	1.731	3.346	1.82	3.512
注入半径	r:m	1.208	1.166	0.819	1.169	1.377	0.742	1.032	0.761	1.034
注入平方	b:m	2.14	2.066	1.451	2.071	2.441	1.316	1.829	1.349	1.833

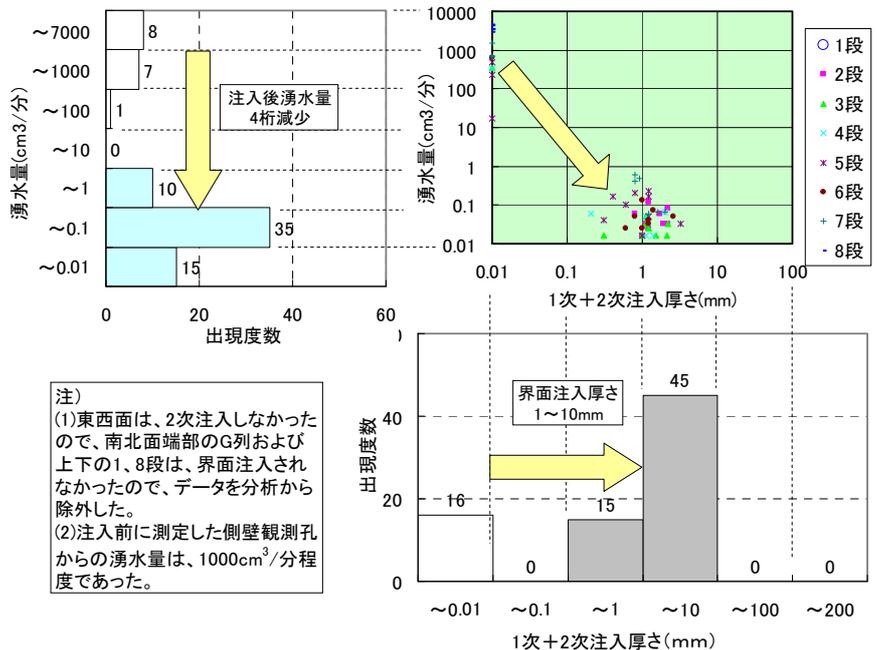


図-5 界面注入厚さと湧水量の関係

注)
 (1)東西面は、2次注入しなかったため、南北面端部のG列および上下の1,8段は、界面注入されなかったため、データを分析から除外した。
 (2)注入前に測定した側壁観測孔からの湧水量は、1000cm³/分程度であった。

4. まとめ

開削地下構造物の背面にゲル化材料を1.5m間隔に注入することにより、止水性の高い外防水膜が、側壁と砂地盤との境界に形成されたと言える。

参考文献

- 1) 土質工学会編:現場技術者のための土と基礎シリーズ 9 薬液注入工法の調査・設計から施工まで, 土質工学会, 1985
- 2) 日本グラウト協会編:新訂正しい薬液注入工法, 相模書房, 2007