

VI-85

省面積化につながる裏込注入方法の開発

戸田建設(株) 正会員 小林 修
同 上 安本匡剛 福田寛治
(株)立花マテリアル 石井三郎 太田一幸

1. 開発目的

泥水式シールド工法における省面積化を目的として、省面積立坑システムで発生する濃縮サイクロンのアンダーあるいはオーバー泥水を使用することにより、裏込注入装置の小型化を図る新たな裏込注入方法の開発を進めている。

2. 開発目標

現在、シールド工事において使用されている裏込注入装置は、そのほとんどが材料の搬送コストやストック量の関係で規格化されている。このような状況において、従来型の材料を用いたのでは裏込注入装置の小型化は望めない。そこで、次の項目を満足する裏込注入方法の開発を行うことにした。

- ①裏込注入材としての必要な性質を満足する。(材料分離を起こさない、流動性を失わない、注入後の容積減少が少ない、早期に地山の強度以上になる、水密性に富んでいる等)
- ②濃縮サイクロンによって分級された泥水を助材(ベントナイト等)の代用とすることにより裏込注入装置の小型化、余剰泥水の減量化を実現させる(処理コストの低減、環境負荷の低減)
- ③従来型の機器(混練装置、注入装置)がそのまま使用できる。

3. 室内試験

まず、余剰泥水を使用して裏込注入材として使用できるかどうかを確認するために濃縮サイクロンを使用して泥水を採取し粒度試験を行った。採取は余剰泥水、濃縮サイクロンのオーバー泥水・アンダー泥水の3箇所で行った。その結果の1例を(図-1)に示すが、余剰泥水は粒度のばらつきが多かったためそのまま使用した場合、強度やゲルタイムの制御が非常に困難であると考えられた。一方、濃縮サイクロンで処理したアンダー泥水は余剰泥水ほどのばらつきが見られなかったため、このアンダー泥水を使用した場合の室内試験結果について報告する。

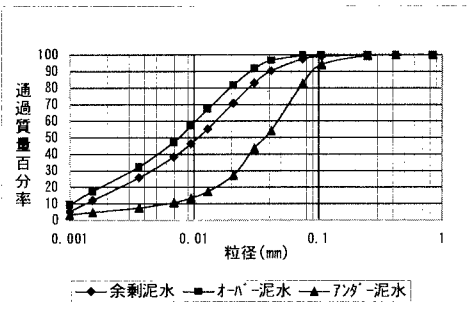


図-1 粒径加積曲線

アンダー泥水を裏込注入材として使用した場合、余剰泥水の減量化が大きいという利点はある。しかし、比重は1.3~1.5程度あるためそのまま固化材と配合すると、混練および送液がきわめて困難となる。この問題点を解決するために注入方式を3系統とした。ここでいう3系統とは、

- A液 : 分散剤によって改質された濃縮泥水
- B液 : 濃縮泥水・水・調整剤・固化材によって構成された固化材液
- C液 : 急硬剤液

3系統の配合試験では、A液の比重を変化させブリージング量、ゲルタイム、一軸圧縮強度を測定した。試験結果は(表-1)のとおりである。(一部のみ掲載)ここでB液の濃縮泥水は送液性を考慮し1.2の比重に調整している。

キーワード：泥水式シールド工法、裏込注入、余剰泥水、濃縮サイクロン

連絡先 : 東京都中央区京橋1-7-1 TEL 03-3535-1615 FAX 03-3564-0475

表－1 室内配合試験結果

A 液		B 液		C 液	合計	ゲルタイム	強 度		
濃縮泥水＋分散剤 比重	配合量	配合量	固固化材液 B液中の 固化材量	急硬剤 配合量			σ 1hr	σ 2hr	σ 3hr
	L	L	kg	L	L	sec	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
1.35	570.0	360.0	175.0	70.0	1000.0	10	0.2	0.5	1.5
1.40	570.0	360.0	175.0	70.0	1000.0	11	0.2	0.5	1.6
1.45	570.0	360.0	175.0	70.0	1000.0	9	0.2	0.6	1.5
1.50	570.0	360.0	175.0	70.0	1000.0	6	0.3	0.6	1.6

表－2 実機試験配合表

4. 模擬実験

室内試験において裏込材としての性能をほぼ満足する配合が見いだされたので、この配合試験の結果をふまえ、裏込材の性状が

実施工において使用可能であること、使用機器に要求される能力を確認すべく模擬注入実験を行った。配合を（表－2）に、

実験用装置を（写真－1）に示す。

注入範囲2箇所のうち1箇所は乾燥状態で下部から注入し、もう1箇所は水を半分充填した状態で上部から注入を行い、

充填状況の目視観察および強度の測定を行った。

今回は比重1.3の濃縮泥水

表－3 強度試験結果

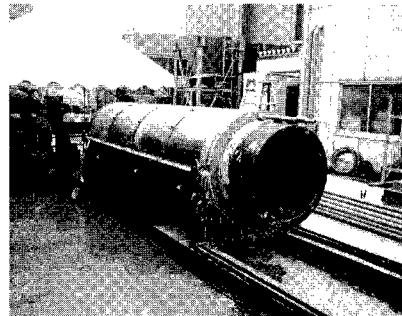
を使用した。送液性には何ら問題はなかった。充填

性に関しては乾燥区間は注入圧がかけられなかったものの充填性は良好であった。

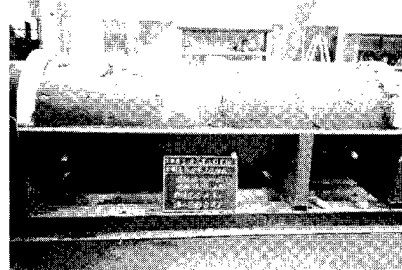
滞水区間では、最初水に溶

解されるような状態が見られたので、3液混合後の注入ホース長を長くしてゲルタイムを確保した結果、溶解されずに水が押し出されて置換されていく様子が確認された。硬化後、外筒を外し固結体採取して一軸圧縮強度を測定した結果を（表－3）に、充填状況を（写真－2）に示す。

		材 齢	
		σ 3hrday kgf/cm ²	σ 1day kgf/cm ²
乾燥区画	上部	1.4	6.5
	側部	1.4	5.3
	下部	1.6	12.1
滞水区画	上部	1.1	3.5
	側部	1.2	3.0
	下部	1.0	2.6



写真－1 実験装置



写真－2 充填状況

5. まとめ

今回の模擬注入実験では、均一に注入することができず、疎密な状態となる箇所があった。これは注入圧がかけられる構造となっていなかったのが原因であるため、ある程度の注入圧がかけられる構造に改善する必要がある。しかし、今回の実験では、アンダー泥水を3系統で注入することで裏込注入材としての性能および送液性は十分満足できる結果が得られた。今後は、粒度・比重の異なる泥水を使用して実験を行っていく予定である。また、今回の実験では検証していないが、オーバー泥水を使用した裏込注入方法は以下の理由から利点が多いため、この実験も今後進めていく予定である。

- ① 粒度・比重のばらつきが非常に少ないため、ゲルタイム・強度等のコントロールがしやすい。
- ② 2系統での送液が十分可能であることが今回の実験で確認できたため、実用化に際して受け入れやすい。
- ③ 余剰泥水の減量化につながる。
- ④ 裏込注入装置の面積が現状の約半分となり、省面積化につながる。