

切削即時充填式プレライニング工法用急硬性コンクリートの配合選定 ー横浜横須賀道路吉井トンネルの例ー

ハザマ技術研究所（正）○谷口裕史 日本道路公団 割田巳好 青山昌二
ハザマ横浜支店吉井作業所 篠崎秀敏（正）長沢教夫 三瓶尚志

1. はじめに

切削即時充填式プレライニング工法(New PLS 工法)は、トンネル掘削に先立ち切羽前方に連続したコンクリートシェルを構築する工法であり、今回、先受け長 3m として、横浜横須賀道路吉井トンネルに適用した。本工法で適用するスリットコンクリートは、切削スリット内に隙間なくコンクリートを充填させる充填性、妻型枠から解放された時点での自立性および掘削時における支保工としての初期強度が要求される。本論文では、3 種類の特種混和材を使用し、要求性能を満足させるスリットコンクリートの示方配合選定試験について報告する。

2. スリットコンクリートの概要

スリットコンクリートの製造システムを図-1 に示す。ベースコンクリートは、初期強度を確保するための急硬材および製造から打込みまでの間、急硬材を用いたコンクリートの流動性を確保するための凝結調整剤を混入する。一方、妻型枠から解放された時点での自立性を確保するための液体急結剤は、コンクリート圧送途中で New PLS 機に設置された急結剤混入・混合装置部分でベースコンクリートに混入する。スリットコンクリートの目標品質を表-1 に示す。

表-1 スリットコンクリートの目標品質

項目	目標品質	特殊混和材の効果
スランプ (保持時間)	20±2.5cm 90分保持	凝結調整剤により保持
自立時間	12分(妻型枠1.2m、 横行速度100mm/min)	急結剤により自立時間を確保
圧縮強度	材齢6時間:3N/mm ² 、 材齢28日:18N/mm ²	急硬材により初期強度を確保

3. 実験概要

3.1 実験フロー

使用する 3 種類の特種混和材は、それぞれが互いに影響するために、順次使用量を決定していくことが困難である。このため、保土ヶ谷トンネルでの検討結果¹⁾を参考にし、図-2 に示すフローに従い試験練りを実施した。

3.2 実験要因

使用材料を表-2 に、実験要因を表-3 に示す。なお、室内試験における材齢 6 時間強度の目標値は 6N/mm²とした。

4. 実験結果

4.1 凝結調整剤量の選定

水結合材比および細骨材率は、ベースコンクリートにおける試験練りにより、

キーワード：都市トンネル、プレライニング工法、急硬性コンクリート、特殊混和材

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 ハザマ技術研究所 tel:0298-58-8814 fax:0298-58-8819

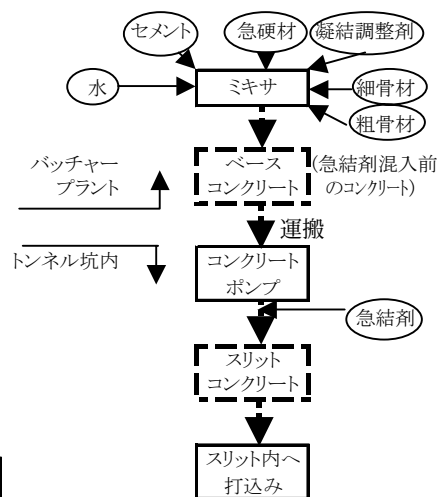


図-1 スリットコンクリートの製造システム

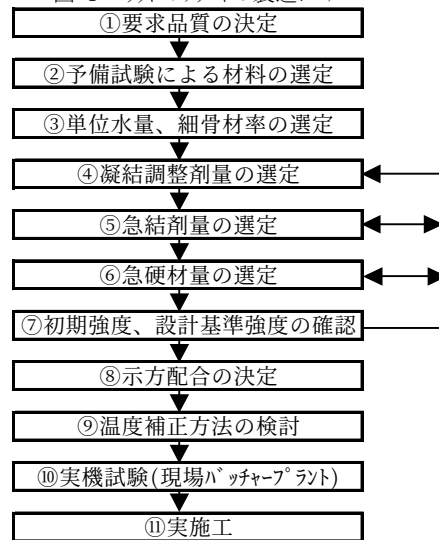


図-2 試験フロー

表-2 使用材料

材料の種類	種類	基本特性
セメント	普通ポルトランドセメント	密度: 3.15g/cm ³ 、 比表面積: 3360cm ² /g
急硬材	PLS-P	密度: 2.92g/cm ³ 、 カルシウムホルミート系化合物
凝結調整剤	D-300	密度: 2.19g/cm ³ 、 有機酸とアルカリ炭酸塩の複合体
急結剤	PLS-L	密度: 1.50g/cm ³ (固形分50%水溶液)、 特殊無機アルシ化合物
細骨材	田川産	密度: 2.56g/cm ³ 、吸水率: 1.97%、 F.M.: 2.34
粗骨材	足柄産	密度: 2.59g/cm ³ 、吸水率: 2.95%、 F.M.: 6.45
水	水道水	東京都町田市

表-3 実験要因

実験要因		水準
単位結合材量	C+P	400kg/m ³
急硬材量	P/(C+P)	14~18%
凝結調整剤量	(C+P)×%	0.5~1.7%
急結剤量	(C+P)×%	3~9%
細骨材率	s/a	41~47%
水結合材比	W/(C+P)	47~53%

W/(C+P)=50%, s/a=45%とした。凝結調整剤量とスランプ保持時間の関係を図-3 および 4 に示す。凝結調整剤量の増大にともない、スランプ保持時間が長くなり、目標とするスランプ保持時間 90 分を満足させるためには、凝結調整剤量が(C+P)×0.9%以上必要であることを確

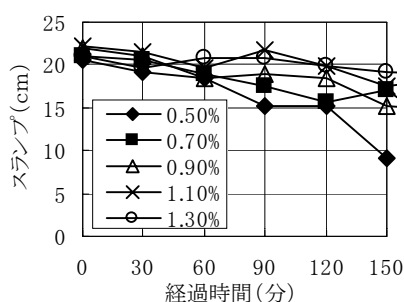


図-3 スランプ経時変化

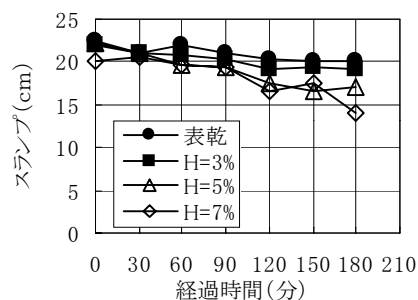


図-4 スランプ経時変化(凝結調整剤:(C+P)×1.2%)

認した。一方、図-4 に示すように細骨材の表面水率が高い場合(5%以上)には、スランプ低下が早まる傾向を示し、(C+P)×1.2%の場合でも 90 分以降にスランプが低下する傾向を示した。これは、結合材および細骨材を空練りした際、急硬材の一部が凝結調整剤と反応する前に細骨材の表面水と反応したと考えられる。以上から、現場で使用する細骨材の表面水率の変動も考慮して、凝結調整剤量(C+P)×1.2%を選定した。

4.2 急結剤量の選定

試験結果を図-5 に示す。自立時間は、凝結調整剤量が一定の場合には急結剤量の増大にともない、急結剤量が一定の場合には、凝結調整剤量の減少にともない短くなる傾向を示した。また、対象とした凝結調整剤量の範囲では、急結剤量が(C+P)×3%では自立性が不足し、4~5%程度使用した場合に自立性能を満足させることが確認できた。

4.3 急硬材量の選定

試験結果を表-4 に示す。いずれの急硬材量および凝結調整剤量の組合せでも、急結剤を混しない場合には、材齢 6 時間では硬化しない。急結剤を混入した場合には、凝結調整剤量または急結剤量が同量であれば、初期強度は急硬材量の増大により向上し、急硬材量または急結剤量が同量であれば凝結調整剤量が少ない配合ほど初期強度が増大する傾向を示した。これらの試験から、各材料使用量の組合せにおいて、各々初期強度を最大にする急結剤量が存在し、その量は(C+P)×4~6%であった。このことは、急結剤量が少ない場合には、凝結調整剤の遅延効果が卓越し、急結剤量が多くなる場合は、急結剤中に含まれる水が使用量に伴って増加するために初期強度が低減するものと考えられる。なお、先に選定した凝結調整剤量(C+P)×1.2%、急結剤量(C+P)×4%の場合には急硬材量 P/(C+P)=14%で目標とする初期強度を満足できることが確認できた。

5. まとめ

以上の結果から、表-5 に示す配合を示方配合として選定した。なお、吉井トネルでは本示方配合を用い、平成 12 年 11 月に無事貫通した。

【参考文献】1)本村他:New PLS 工法による大断面トンネル拡幅工事-横浜新道(拡幅)保土ヶ谷トンネル-, コンクリート工学, Vol.34, No.9, pp.21~30, 1996.9

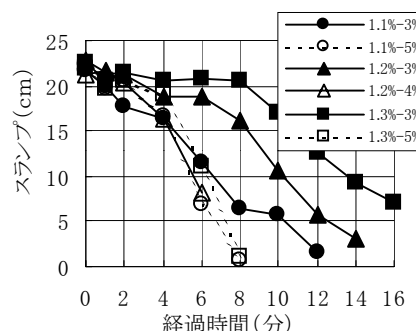


図-5 自立試験結果

表-4 圧縮強度試験結果

急硬材	凝結調整剤	急結剤	圧縮強度 (N/mm ²)				σ _{6h} 判定
			6時間	1日	7日	28日	
12%	1.1%	0%	—	4.25	31.5	39.3	×
		3%	4.96	11.0	33.5	37.6	×
		5%	5.26	8.38	31.4	37.3	×
0%		—	5.52	35.4	41.0	×	
3%		5.67	11.8	30.5	37.8	×	
5%		6.55	8.99	29.4	36.7	○	
0%		—	5.41	35.2	41.5	×	
3%		6.80	13.8	35.0	40.5	○	
5%		7.66	12.4	34.2	40.4	○	
0%		—	6.63	35.5	39.5	×	
3%		7.72	14.6	34.5	42.0	○	
5%		8.74	15.1	33.4	39.6	○	
18%	1.2%	3%	5.07	13.7	31.2	39.0	×
		4%	6.59	12.9	31.7	40.6	◎
		5%	6.34	10.5	31.6	39.3	○
14%	1.3%	0%	—	4.46	28.1	37.6	×
		4%	5.79	12.0	31.3	40.0	×
		5%	6.13	10.3	30.1	39.6	○
		6%	6.20	7.61	28.7	38.8	○
		7%	5.82	6.93	28.4	36.2	×

注) ◎: 選定配合

表-5 スリットコンクリートの示方配合

水結合材比 W/(C+P) (%)	細骨材 s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
		水 W	セメント C	急硬材 P	細骨材 S	粗骨材 G	凝結調整剤	急結剤 L
50	45	200	344	56	762	942	4.8	16