

切削即時充填式プレイング工法用急硬性コンクリートの温度変化に伴う配合修正方法

ハザマ土木事業総本部（正）○荒木田憲（正）稲葉秀雄 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 デンカ町田研究所（正）小菅啓一

1. はじめに

切削即時充填式プレイング工法で適用されるスリットコンクリートには、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、3種類の特種混和材を使用することによりこれらの品質を満足させている¹⁾。しかし、使用する特殊混和材の性能はコンクリート温度の影響を大きく受けることから、温度が変化した場合の配合修正方法を確立しておくことが重要である。本検討では、スリットコンクリートの温度変化に伴う配合修正方法について検討した。

2. 実験概要

基本となる示方配合を表-1に示す。示方配合、使用材料および目標品質は、吉井トンネルで使用したものと同様である¹⁾。コンクリート温度は、5、10、20（示方配合）、25および30の5条件とした。

表-1 スリットコンクリートの示方配合

水結合材比 W/(C+P) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
		水 W	セメント C	急硬材 P (C+P)×14%	細骨材 S	粗骨材 G	凝結調整剤 D (C+P)×1.2%	急結剤 L (C+P)×4%
50	45	200	344	56	762	344	4.8	16

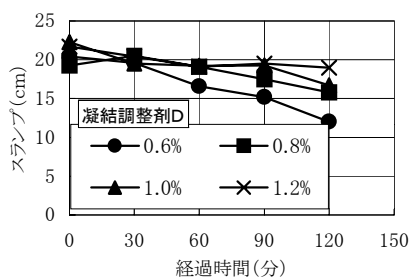


図-1 スランプ経時変化図(10℃)

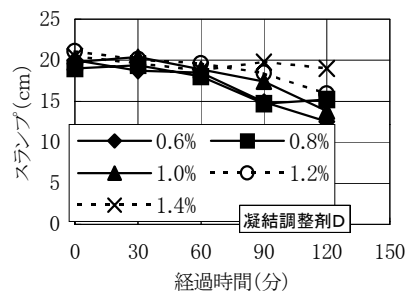


図-2 スランプ経時変化図(5℃)

3. 実験結果

3.1 凝結調整剤量の選定

凝結調整剤量の選定ではスランプ保持時間(必要品質：90分で20±2.5cm)で判断する。10条件の試験結果を図-1に示す。スランプ保持時間は凝結調整剤量の増大に伴い長くなる傾向を示した。なお、低温時の初期強度低下を考慮して、急硬材量を18%にした場合でも、90～120分程度のスランプ保持は可能であるが、120分以降では急硬材量が多いものほどスランプ低下が大きくなる傾向を示した。

5条件の試験結果を図-2に示す。10および20と比較して、スランプ保持時間が短くなる傾向を示し、凝結調整剤量を(C+P)×1.4%程度まで増大させる必要がある。これは、5条件では凝結調整剤の活性が低下するために、使用量が増大したと考えられる。

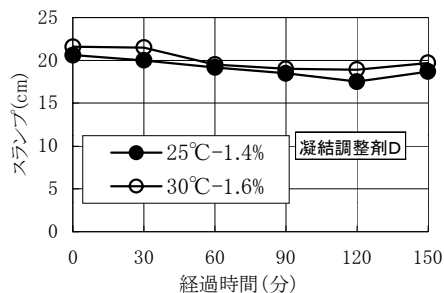


図-3 スランプ経時変化図(高温時)

高温条件での試験結果を図-3に示す。25及び30の温度条件下でも、凝結調整剤量を増大させることにより、スランプ保持が可能であり、その量は20と比較して、25で+0.2%、30で+0.4%である。

3.2 急結剤量の選定

低温時における試験結果を図-4、-5

に示す。10条件では、急硬材量/(C+P)=14%および15%いずれの場合にも、凝結調整剤量(C+P)×1.2%、

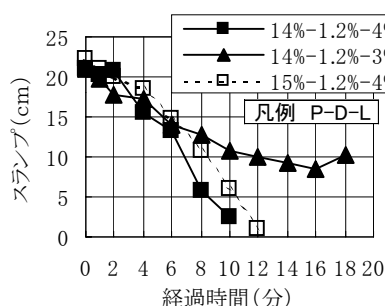


図-4 自立試験結果(10℃)

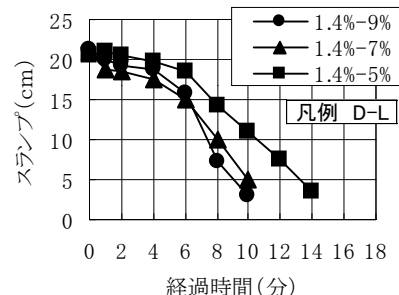


図-5 自立試験結果(5℃)

キーワード：都市トンネル、プレイング工法、急硬性コンクリート、特殊混和材

連絡先：〒107-8658 東京都港区北青山2-5-8 tel:03-3423-1801 fax:03-3405-1854

急結剤量(C+P)×4%で自立条件を満足する(12 分後にスランプ 0cm)。一方、5 条件では、自立性状を満足させるためには、急結剤量が(C+P)×7%以上必要となる。これは、スランプ保持に必要な凝結調整剤量が增大しているために急結剤量も増大したものと考えられる。

高温時における試験結果を図-6 に示す。いずれの場合にも先に選定した凝結調整剤量に対し、急結剤量を 20 条件と同様に(C+P)×4%とすることにより目標とする自立時間を満足できる。

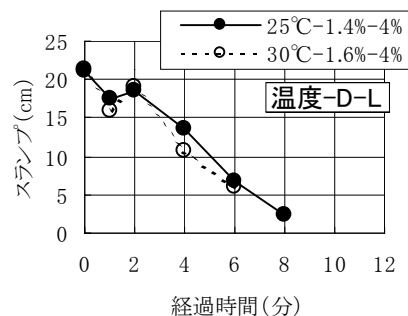


図-6 自立試験結果(高温時)

3.3 急硬材量の選定

10 および 5 条件での試験結果を表-2 および 3 に示す。10 の場合には、先に選定した凝結調整剤量(C+P)×1.2%，急結剤量(C+P)×4%の組合せでは、急硬材量 $P/(C+P)=14\%$ 条件において、目標とする 6 時間強度($\sigma_{6h}=6\text{N/mm}^2$)を下回る。これに対し、急硬材を 1%増大させた $P/(C+P)=15\%$ で満足することから、10 条件では、凝結調整剤量および急結剤量は 20 と同量とし、急硬材量を+1%と配合修正する。一方、5 の場合には、急硬材 $P/(C+P)=14\%$ の場合には、凝結調整剤量を(C+P)×1.2%とした場合でも 6 時間強度を満足せず、先に選定した凝結調整剤量(C+P)×1.4%，急結剤量(C+P)×7%条件で、急硬材量を $P/(C+P)=15\%$ とする。

以上から、低温時の場合には、10 程度であれば急硬材使用量を増大させることで目標品質を満足させることが可能であるが 5 程度まで低下する場合にはいずれの特殊混和材もその使用量を増大させる必要が生じる。このためコンクリートの経済性を考慮すると、5 程度以下となる場合には、保温設備を設置する等の対策を講じた方が経済面で有利となる場合があると同時に、コンクリートの品質面(強度発現)でも有利になると考えられる。

高温時の圧縮強度試験結果を表-4 に示す。25 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する事が確認できた。30 の場合では、同量の急硬材量で、目標とする 6 時間強度を若干下回ったが、ほぼ満足できる強度であった。この初期強度の低下は凝結調整剤量増加にともなう遅延効果が影響したものと考えられる。一方、材齢 1 日強度は、養生温度が高い影響により、20 と比較して大きくなる傾向を示した。以上の様に、高温時の配合の補正方法は、20 の標準配合と比較して、急硬材量および急結剤量は同量とし、25 の場合には凝結調整剤量を+0.2%，30 の場合には+0.4%とすることで目標品質を満足するスリットコンクリートが製造可能である。

4. まとめ

以上の結果から、スリットコンクリートの温度変化に対し表-5 に示す修正配合により所定の品質を確保できることが確認できた。

【参考文献】1)谷口他：切削即時充填式[®]レインク[®]工法用急結コンクリートの配合選定-横

浜横須賀道路吉井トンネルの例-，第 56 回土木学会年次学術講演会講演概要集，第 6 部門(投稿中)

表-2 圧縮強度試験結果(10°C)

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	
14%	1.2%	4%	5.85	8.69	27.3	37.9	×
15%			6.13	9.49	26.1	37.7	
16%			6.54	9.98	27.1	37.1	○
18%			7.90	12.9	29.0	39.5	○

表-3 圧縮強度試験結果(5°C)

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	
14%	1.2%	5%	5.50	8.30	24.3	36.2	×
		7%	5.76	7.65	25.2	37.7	×
		9%	5.13	7.34	23.3	35.5	×
15%	1.4%	5%	6.17	9.50	26.0	36.3	○
		7%	6.29	9.05	24.0	33.6	
		9%	5.67	8.18	23.6	33.0	×
16%	1.4%	5%	7.08	10.4	26.8	37.5	○
		7%	7.41	9.13	26.3	35.3	○
		9%	6.46	8.59	23.8	34.7	○

表-4 圧縮強度試験結果(高温時)

急硬材	凝結調整剤	急結剤	圧縮強度 (N/mm ²)				温度条件
			6時間	1日	7日	28日	
14	1.4	4	6.20	13.3	28.9	38.7	25
	1.6		5.97	15.5	31.8	39.0	30

表-5 温度別のスリットコンクリート配合

対象温度 (°C)	水結合材比 W/C+P (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						急結剤 L
			水 W	セメント C	急硬材 P	細骨材 S	粗骨材 G	凝結調整剤	
5	50	45	200	340	60 (15%)	762	942	5.6 (1.4%)	28 (7%)
10								4.8 (1.2%)	16 (4%)
20								5.6 (1.4%)	
25								6.4 (1.6%)	
30									