

V-306

直打ちライニング工法用コンクリートの配合的検討

大成建設技術研究所 正会員 武田 均
 大成建設技術研究所 正会員 坂本 全布
 大成建設技術研究所 正会員 松岡 康訓

1. はじめに

直打ちライニング工法に使用されるコンクリートは、打設時までは十分な流動性を保持し、打設後はすぐに硬化が始まるといった従来にはない特殊な性能が要求される。本報告では、直打ちライニング工法用コンクリートとしての基本的な性質を把握することを目的として、各種混和剤の流動性保持効果の調査およびコンクリートのプレス後の強度発現性状の調査を行い、流動性を考慮した最適な混和剤の種類を選定を行った。

直打ちライニング工法ではコンクリート充填後の初期強度の増大のために打設終了後一定時間型枠内のコンクリートをプレスすると仮定し室内試験を行った。この場合の流動性の保持時間は運搬時間、打設時間、待ち時間を考慮して60分と120分の2ケースを目安とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントは早強ポルトランドセメントを使用し、細骨材は川砂、粗骨材は砕石2005を使用した。混和剤は表-1に示す9種類の高性能減水剤、高性能AE減水剤、流動化剤を使用し、ベースコンクリートの調整のためにAE剤と減水剤を併用した。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの配合条件および配合を表-2に示す。水セメント比55%、細骨材率50%を一定とし混和剤の種類と使用量に応じてベースコンクリートのスランブを同時添加の場合6cm、後添加の場合16cmになるように調節した。練りまぜは強制練りミキサー(100ℓ)を用いた。

2.3 試験内容

(1) スランブおよび空気量の経時変化

流動性の確認を行う目的でスランブ、空気量の経時変化の測定を行った。測定は基本的には練り上がり後120分後まで30分おきに測定し、遅延形の混和剤を使用する場合には180分後まで測定を行った。また試料は測定時間まで20℃の恒温室に静置した。

(2) プレス試験

供試体はφ10×20cmの円柱供試体を用いた。プレス圧は3kgf/cm²とし120分間プレス圧を保持した。また、プレス開始後120分までの脱水量を計量した。プレス試験中、雰囲気温度は20℃に保った。

プレス終了後は、直ちに石膏キャッピングを行い脱型時並びにその後はほぼ1時間おきに圧縮強度試験を実施した。

3. 試験結果および考察

3.1 スランブおよび空気量の経時変化

スランブの経時変化を練り上がりあるいは流動化直後のスランブからの変化量(スランブロス量)で表し、施工できる限界のスランブを15cmとすると、スランブロスは6cm以内

表-1 使用混和剤

NO.	混和剤の種類	主成分	添加方法	添加量 [*]
1	高性能AE減水剤標準形	変性リク [®] ニアルキルアリスル [®] 酸および活性持続ホ [®] リマー複合物	同時添加	2.0
2	〃	芳香族アミノスル [®] 酸系高分子化合物		1.5
3	高性能AE減水剤遅延形	変性リク [®] ニアルキルアリスル [®] 酸および活性持続ホ [®] リマー複合物		2.0
4	〃	芳香族アミノスル [®] 酸系高分子化合物		2.0
5	流動化剤	アルキルアリスル [®] 酸塩および高性能リク [®] ニスル [®] 酸塩	後添加	0.8
6	〃	マリスル [®] 酸系化合物		0.4
7	〃	ホ [®] リカルボン酸		0.135
8	高性能減水剤	ナフタリンスル [®] 酸ホルマリン高縮合物塩		0.3
9	高性能AE減水剤標準形	芳香族アミノスル [®] 酸系高分子化合物		0.5

*1: 添加量はセメント重量に対する(%)

表-2 コンクリートの配合条件および配合

配合条件			
圧縮強度: プレス後	2kgf/cm ²	空気量	: 4 ± 1%
材令	28日	210kgf/cm ²	コンクリート温度: 20 ± 3℃
スランブ:	21 ± 2cm	粗骨材の最大寸法:	20mm

配合NO.	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤種類	
			W	C	S	G		
1	55	50	165	300	928	910	1,2,3,4	AE剤
							5	AE剤, 減水剤
2	55	50	182	330	887	874	6,7,8	AE剤, 減水剤
3	55	50	187	340	876	863	9	AE剤

に抑える必要がある。この値を基準とし各混和剤を配合したコンクリートの流動性の保持時間を求めると表-3のような結果となった。60分の流動性の保持性能を持つものはNO.6,NO.7,NO.9であり、120分の流動性保持性能を持つものはNO.3,NO.4であった。一方、NO.5にはほとんどスランブロスの抑制効果はみられなかった。空気量は各混和剤と同様に1%程度減少した。

3.2 凝結時間 凝結試験の結果は表-4に示すとおりであり、凝結時間は使用する混和剤の種類により異なっていた。NO.9を用いた配合では凝結始発時間は6時間であるのに対し、他の配合では凝結が遅延する傾向が見られ、混和剤の種類によって凝結時間が異なることがわかる。なお、始発から終結に至る時間は概ね2時間で混和剤の種類による差はみられなかった。

3.3 圧縮強度の発現性状 プレス試験は6種の混和剤について行った。プレス後10時間までの圧縮強度試験結果を図-1に示す。プレス直後の圧縮強度が2kgf/cm²を越える配合はなかった。プレス後圧縮強度が2kgf/cm²になる時間はNO.9を後添加した配合で練りませ後3~3.5時間、NO.4を除く他の混和剤では6~7.5時間後であった。NO.4を添加した配合では練りませ後10時間まで2kgf/cm²に達しなかった。この硬化過程の相違は凝結試験結果と対応している。プレス後の各配合の圧縮強度は1週で360kgf/cm²を越えており、材令28日では設計基準強度の210kgf/cm²を大きく上回っていた。また、プレスしていないものと比較すれば、プレスしたものは1週で1.3~1.4倍の圧縮強度が発現することが明らかとなった。これは、プレスによる脱水で水セメント比が減少したためと考えられる。脱水量からプレス後の水セメント比を求めると44~50%となり、プレスにより、実際の水セメント比は5~11%減少していた。

3.4 流動性の保持時間とコンクリートの初期強度

図-2にはプレス後の圧縮強度が2kgf/cm²となる時間と凝結始発時間およびスランブロスが6cmとなる時間との関係を示した。これから、NO.9を除いて凝結始発時間およびスランブロスが6cmとなる時間と圧縮強度が2kgf/cm²となる時間には正の相関が認められる。このことから、NO.9を除く各混和剤で流動性を保持したコンクリートは、混和剤の凝結遅延作用により初期強度の発現が遅れる傾向にある。一方、NO.9では流動性を保持しても凝結は遅れず、他の混和剤に比べて初期強度の発現が良好であった。

4. まとめ

実験の結果以下のことが明らかとなった。

- (1) 直打ちライニング工法用コンクリートの流動性の保持性能を確保するためには、各種の混和剤を添加することが有効であるが、このような混和剤の多くは凝結遅延性を合わせ持ち極初期の圧縮強度の発現を阻害する。
- (2) プレスすることにより圧縮強度の発現は促進される。これは主に脱水により水セメント比が減少するためであるが、混和剤の凝結遅延作用による影響を打ち消すほどの効果はない。
- (3) 直打ちライニング工法用コンクリートの配合として、9種類の混和剤を検討した。その結果NO.9を用いることにより、練りませ後60分間流動性を保持し、プレス後3.5時間で2kgf/cm²の圧縮強度を得ることができた。

表-3 流動性保持時間

混和剤	初期スランブ (cm)	流動性保持時間 (min)
1	21.0	90
2	22.5	30
3	21.5	120
4	21.0	120
5	21.0	0
6	21.0	60
7	20.0	60
8	22.0	90
9	19.0	60

表-4 凝結試験結果

混和剤	始発 (h:min)	終結 (h:min)
2	7:30	9:15
4	9:45	11:30
6	8:15	10:00
7	8:00	9:45
8	8:15	10:15
9	6:00	8:00

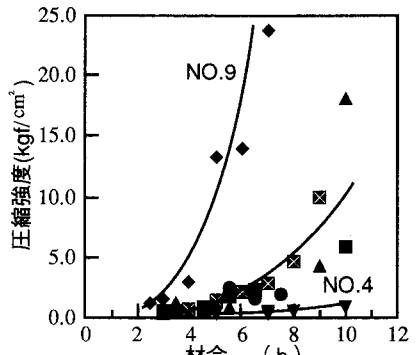


図-1 プレス後の初期圧縮強度発現性状

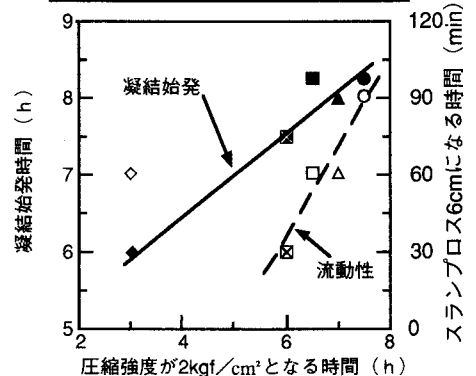
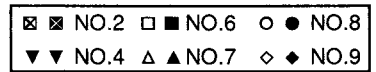


図-2 初期強度と流動性保持時間の関係