

VI-50

セグメント用高流動コンクリートの特性(1)

— フレッシュ性状と強度特性 —

佐藤・鴻池・大豊特定建設工事共同企業体 正会員 清水 幸範*1

佐藤・鴻池・大豊特定建設工事共同企業体 山田 一夫*1

佐藤工業株式会社 正会員 木村 定雄*2

佐藤工業株式会社 正会員 宇野洋志城*2

佐栄建工株式会社 正会員 秋田谷 聡*3

1. はじめに

近年, 社会資本整備を行う上でコスト縮減は重要な課題であり, 都市部のインフラストラクチャーを形成するトンネルの建設においても例外ではない. 中でもシールド工事ではトンネルの覆工であるセグメント費の低減が特に望まれている. これまでに, 筆者らはセグメント用コンクリートとして高流動コンクリートを適用することでセグメントの製造費を低減することを検討し, すでに実用^{1),2)}している. この高流動コンクリートは使用材料の市場性を考慮して粉体系を採用したものであり, 高性能減水剤(混和剤)との相性から所要のコンシステンシーを得るための単位セメント量が 590kg 程度(水セメント比:30.6%)と多くなることから, 結果として配合強度は 80N/mm² 程度と相当に大きなものであった. 一方, 最近では混和剤も種々に改良が加えられ粉体系に適した新たな混和剤も開発されている現状にある.

以上を踏まえ, 筆者らは設計基準強度が 48N/mm² の場合を対象としてセメントを石灰石微粉末に置換し単位セメント量を低減したセグメント用高流動コンクリートの配合を検討した. また新しい混和剤を適用することでセメント凝結の遅延効果を抑制し, さらに蒸気養生をも併用することで, 脱型までの時間を短縮して 2 回転/日サイクルのセグメント製造の実現についても検討を加えた. 本報告はそれらの検討結果のうち, フレッシュ性状と強度特性について述べたものである.

2. 基本配合および養生条件

セグメントに用いた高流動コンクリートの配合および在来のセグメント製造の場合(硬練りコンクリートの振動締め)に用いているコンクリート(在来コンクリート)の配合を表-1および表-2に示す. この新し

表-1 高流動コンクリートの配合

示方配合	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ フロー (cm)	水セメン ト比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						混和剤*
						水	セメント ($\gamma=3.16$) C	混和材 ($\gamma=2.69$) LS	細骨材 ($\gamma=2.69$) S	粗骨材 G($\gamma=2.90$) 20~13 mm~mm	13~5 mm~mm	
						W						Ad.
	20	65±5	35.0	2±1	55.3	177	506	62	923	483	322	6.25**

*高性能減水剤(ポリカルボン酸と配交ポリマーの複合体)
**1.1×(C+LS)%

表-2 在来コンクリートの配合

示方配合	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	水セメン ト比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						混和剤*
						水	セメント ($\gamma=3.16$) C	混和材 ($\gamma=2.69$) LS	細骨材 ($\gamma=2.69$) S	粗骨材 G($\gamma=2.90$) 20~13 mm~mm	13~5 mm~mm	
						W						Ad.
	20	2.5±1	35.2	2±1	42.5	148	420	—	799	700	466	1.68**

*高性能減水剤(ポリカルボン酸と配交ポリマーの複合体)
**0.4×C%

キーワード: シールドトンネル, セグメント, 高流動コンクリート, 強度特性, 石灰石微粉末

連絡先: *1: 〒140-0014 東京都品川区大井 1-24-5 大井町センタービル 4F Tel: 03-3771-0261 Fax: 03-5718-7510

*2: 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 Tel: 03-5823-2352 Fax: 03-5823-2358

*3: 〒374-0132 群馬県邑楽郡板倉町大字大蔵 5 番地 Tel: 0276-82-2501 Fax: 0276-82-3804

い高流動コンクリートの配合ではセメントの一部を石灰石微粉末に置換しているため、単位セメント量は 506kg と従来の高流動コンクリート¹⁾の場合と比較して少ない。また設計基準強度が 48N/mm^2 であることを念頭において、水セメント比は在来コンクリートの場合と同程度の 35% とした。養生条件は 1 回転/日サイクルの製造を念頭に置いた湿潤養生と、1.5 回転/日サイクルの製造または 2 回転/日サイクルの製造を念頭に置いた蒸気養生の 2 種類を設定した（図-1 参照）。

3. フレッシュ性状と強度特性

高流動コンクリートのフレッシュ試験の結果によると、スランプフロー値は平均で 64.5cm、V 漏斗流下時間は平均で 15.0sec であった。指針³⁾によれば粉体系高流動コンクリートの V 漏斗流下時間は 7~13sec が良いとされているが、筆者らの過去の実績によると、スランプフロー値が $65 \pm 5\text{cm}$ の範囲であれば、V 漏斗流下時間は 10~20sec 範囲内となり、自己充填性や材料分離抵抗性が良好なフレッシュ性状が得られることを確認している。この結果もそれと同じであった。

図-2 および図-3 は、それぞれ管理供試体およびセグメントから採取したコア供試体の圧縮強度試験の結果を示したものである。図-2 より、材齢 28 日における高流動コンクリートの圧縮強度は、養生条件に関わらず在来コンクリートのそれよりも大きく、また蒸気養生したものより湿潤養生したものの方が 2~3 割程度大きくなるのがわかる。さらにまた、蒸気養生した高流動コンクリートの材齢 5hr の圧縮強度は 15.4N/mm^2 であり、脱型強度の指標となる 15N/mm^2 を上回っている。このことは高流動コンクリートの 1.5~2 回転/日サイクルの製造の可能性を示唆している。

図-3 はセグメント各部の圧縮強度のパラツキを調べた結果である。これから高流動コンクリートを用いたセグメントの強度は、在来コンクリートのそれと同程度の均一性が確保されていることがわかる。

4. おわりに

今回の試験結果を踏まえると、粉体系高流動コンクリートの単位セメント量は従来のそれに比べて少なくできるものと判断される。また蒸気養生を施すことで脱型に必要な圧縮強度が材齢 5hr で得られることを考えると、技術的には 1.5 回転/日サイクルの製造または 2 回転/日サイクルの製造も可能であると思われる。今後はセグメントの実製造をとおして、製造コストを詳細に検討し、セグメント製造のさらなる合理化を目指したいと考えている。

【参考文献】

- 1) 花見, 松裏, 岩藤, 秋田谷: 高流動コンクリートセグメントの開発(1), 第 53 回年次学術講演会, VI-25, 1998.10.
- 2) 矢郷, 宇野, 花見, 松裏: 高流動コンクリートセグメントの開発(2), 第 53 回年次学術講演会, VI-26, 1998.10.
- 3) 土木学会: 高流動コンクリート施工指針, コンクリートライブラリー 93 号, p.40, 1998.7.

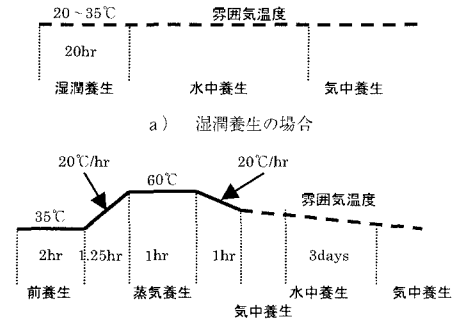


図-1 養生条件

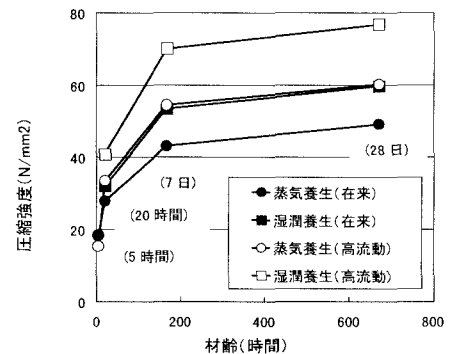


図-2 材齢と圧縮強度

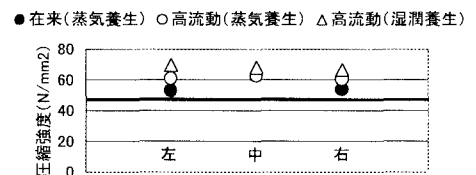


図-3 セグメント各部の圧縮強度