

VI-49

高強度・高流動コンクリートセグメントの開発 (1)

佐藤工業 (株) 正会員 宇野洋志城*¹
 佐藤工業 (株) 正会員 木村 定雄*¹
 佐藤工業 (株) 正会員 大野 一昭*¹
 佐栄建工 (株) 正会員 高桑 実*²
 佐栄建工 (株) 正会員 秋田谷 聡*²

1. はじめに

近年、高流動コンクリートの種々の構造物への適用が増加するとともに、その技術も施工指針¹⁾として標準化されてきている。このような状況の中、筆者らは高流動コンクリートをシールド工事のコンクリート二次製品であるセグメントに適用し、すでに実用している^{2),3)}。この高流動コンクリートは、そのフレッシュ性状に要求される品質、すなわち型枠内へのコンクリートの自己充填性能を確保する観点から単位セメント量が多く、かつ水セメント比が小さい。このため、結果として現状のセグメントに要求される設計基準強度 (42~48N/mm²) を大きく上回る配合強度 (60~80N/mm²) が得られる。そこで、コンクリートの余剰強度を有効に活用するための一手法として、高強度鉄筋 (たとえば、SD390, SD490) との併用でセグメント厚を低減することを考えた。また、セグメントの力学的な機能が長期的な土水圧に抵抗することのみならず、不確定な施工時荷重 (ジャッキ推力や裏込注入圧力等) に抵抗することも重要であることから、ここでは大断面で基本的に厚さの大きいセグメントを対象として検討するものとした。

本報告は、この検討に際して行った高強度な高流動コンクリート (目標の配合強度: 90N/mm²) の配合試験について述べたものである。

2. 実験概要

(1) 基本配合

高流動コンクリートの基本仕様はセグメントに適用した実績のある粉体系とした。配合表を表-1 に示す。セメントの種類には、普通ポルトランドセメント、高炉B種セメント、中庸熱ポルトランドセメントおよび低熱ポルトランドセメント等があるが、

ここでは脱型時 (若材齢時) および長期材齢時のそれぞれの強度発現の傾向が異なる普通ポルトランドセメントと低熱ポルトランドセメントの2種類を選定して試験した。

(2) 供試体および養生条件

供試体はφ10×20cmの管理供試体および厚さ35cm×縦40cm×横60cmのセグメントを模擬した試験体から採取したコア供試体の2種類とした。また、養生条件は表-2 に示すとおりとした。

(3) 試験項目および試験方法

試験項目は管理供試体およびコア供試体ともに圧縮強度と静弾性係数とした。なお、厚さ35cmのセグメントを模擬した試験体の内部の温度を測定し、強度特性とあわせて分析することとした。

表-1 示方配合

配合 番号	配合 種類	スラブ厚 (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					備 考
						W	C	S	G	Ad.	
①	普通	65±5	2±1	29.3	54.8	173	591	911	776	7.683	普通ポルトランドセメント使用
②	低熱	65±5	2±1	25.1	54.8	161	641	911	776	9.615	低熱ポルトランドセメント使用

C:普通ポルトランドセメント (比重3.16), C:低熱ポルトランドセメント (比重3.22)

S:葛生産石灰岩系砕砂 (比重2.68, 粗粒率2.73), G:玄武岩系砕石 (比重2.77, 粗粒率6.70, 実積率59.6%)

Ad:高性能減水剤 (主成分はポリカルボン酸と配向ポリマーの複合体)

表-2 養生条件

供試体の種類	養生条件
管理供試体	打設後湿潤養生 (20℃) → 材齢20時間で脱型 →以降試験材齢まで標準水中養生 (20℃)
コア供試体	打設後湿潤養生 (20℃) → 材齢20時間で脱型 →以後3日間水中養生 (20℃) →以降試験材齢まで気中養生 (20℃, 60%RH)

keywords : シールドトンネル, セグメント, 高流動コンクリート, 高強度, 低熱ポルトランドセメント

*1 : 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-20 Tel.03-5823-2352 Fax 03-5823-2358

*2 : 〒374-0131 群馬県邑楽郡板倉町大字大蔵5番地 Tel.0276-82-2501 Fax 0276-82-3804

3. 実験結果および考察

(1) 強度特性

圧縮強度試験の結果を図-1に示す。配合①および配合②のそれぞれの強度が発現する傾向は異なっており、普通ポルトランドセメントを使用した配合①の場合は材齢 28 日以降の強度の増進がほとんどない。一方、低熱ポルトランドセメントを使用した配合②の場合は材齢 28 日以降も強度の増進が認められる。現行のセグメントの設計基準材齢（28 日）の配合①および配合②の場合の圧縮強度は、それぞれ 81.0N/mm^2 および 83.1N/mm^2 となった。また、材齢が 56 日になると、配合②の場合は 96.2N/mm^2 と相当に大きな圧縮強度が得られることがわかる。

静弾性係数試験の結果を図-2に示す。配合①および配合②の場合のコンクリートの静弾性係数は、一般の高強度コンクリートのそれと同程度であることがわかる⁴⁾。

(2) 養生条件の違いによる影響

配合①の場合は材齢 20 時間で脱型強度の指標である 15N/mm^2 の圧縮強度が得られた。これまでに筆者らが行ってきた高流動コンクリートセグメントの製造の実績によると、配合強度の変動係数が 5% 程度であることから、割増し係数は 1.09 とすることが可能であり⁵⁾、材齢 28 日における配合①の場合の設計基準強度は 72N/mm^2 程度とすることができるものと考えられる。一方、配合②の場合では所要の脱型強度が得られない。しかし、配合②の場合の材齢 56 日における圧縮強度が 96.2N/mm^2 と相当に大きいことから、配合②の場合には低温の蒸気養生を行うなど、若材齢時に強度を増進させることにより材齢 20 時間における圧縮強度 15N/mm^2 と材齢 28 日における圧縮強度 90N/mm^2 をともに発現させることが期待できる。

つぎに、セグメントを模擬した試験体の若材齢時における内部温度の測定結果を図-3に示す。配合①の場合の最高温度が 65°C 程度となるのに対し、配合②の場合の最高温度は 40°C 程度にしかならない。このことは、初期の材齢で比較的高温の履歴を受けない配合②の場合は、セグメントの厚さが大きくなっても長期の材齢で高強度が得られる可能性のあることを意味する。

4. おわりに

セグメント用の高強度な高流動コンクリートの強度特性について検討した。今後は、脱型に必要な若材齢時の強度を満足するとともに長期材齢時の強度を確保できる配合および養生条件の詳細な検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー93号高流動コンクリート施工指針，pp.33，1998.7.
- 2) 花見，松藤，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，pp.50-51，1998.10.
- 3) 清水，山田，木村，宇野，秋田谷：セグメント用高流動コンクリートの特性（1），第54回年次学術講演会，VI部門，1999.9.
- 4) 日本建築学会：高強度コンクリートの技術の現状，pp.88-90，1991.1.
- 5) 土木学会：平成8年制定コンクリート標準示方書[施工編]，pp.56-57，1996.3.

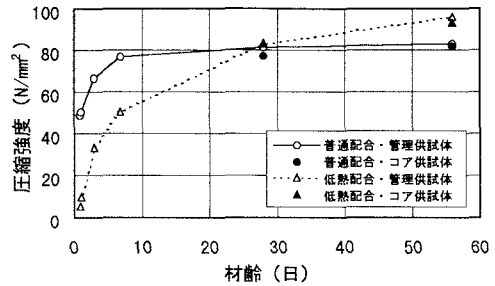


図-1 圧縮強度試験結果

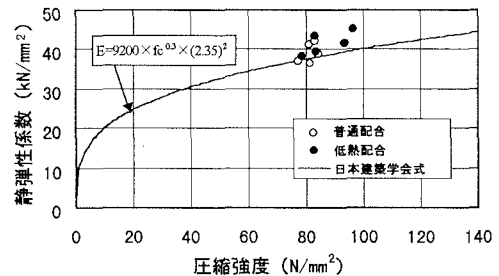


図-2 静弾性係数試験結果

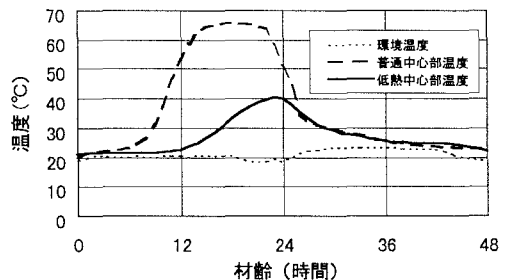


図-3 若材齢時における内部温度の測定結果