

VI-52

セグメント用高流動コンクリートの特性(3)

— 耐火性能 —

佐栄建工株式会社 正会員 矢郷 隆浩*1

佐藤・鴻池・大豊特定建設工事JV 正会員 岡村 直利*2

佐藤工業株式会社 正会員 宇野洋志城*3

佐藤工業株式会社 正会員 大野 一昭*3

佐藤工業株式会社 正会員 木村 定雄*3

1. はじめに

近年、シールド工事のコスト縮減策の一つとして、セグメント費の低減が望まれている。また、蛇行修正、防食、防水などを主な目的として用いられてきた二次覆工もトンネル用途に応じて省略することでコストを低減するケースも増えてきている。このようなケースでは、一次覆工であるセグメントの性能として構造的な性能や耐久性能¹⁾のみならず、トンネル内の火災を想定した耐火性能についても把握することが重要であると考えた。一般にコンクリートの圧縮強度および弾性係数は500℃に加熱されると、常温時のそれぞれ60%および10~20%程度になると言われているが、高強度となる高流動コンクリート²⁾の耐火性能を評価する上で、既往のデータが十分であるとは言い難い³⁾。そこで、筆者らは従来からセグメントに用いられてきた硬練りコンクリートおよび高流動コンクリートの耐火性能を評価するための試験を行った。本報告はこれらの試験結果およびその考察を述べたものである。

2. 実験概要

従来からセグメントに用いられてきた硬練りコンクリート(以下、在来コンクリートと呼ぶ)および高流動コンクリートの示方配合を表1に示す。これらの配合の設計基準強度は48N/mm²である。コンクリートの耐火試験に用いた供試体は、平板形セグメントを模擬したものであり、長さ900mm×幅900mm×厚さ300mmのRC構造とした。なお、鉄筋の純かぶり厚は50mmとした。コンクリートの耐火性能を評価する上で、現在、トンネル内の火災を再現する耐火試験の方法として規準化されたものはない。そこで、「JIS A 1304 建築構造部分の耐火試験方法」に準拠し、無載荷の加熱試験(加熱時間は4時間)を行った。コンクリートの耐火性能は加熱処理を施した供試体および加熱処理を施さない供試体から採取したコア(φ100mm×200mm)を用いて圧縮強度試験および静弾性係数試験を行い、加熱後の圧縮強度残存率や静弾性係数残存率を求めて評価した。

表1 示方配合

配合 種類	スランプ(70→) (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
					W	C	LS	S	G	Ad
在来コンクリート	2±1	2±1	37.0	43.0	148	400	0	812	1154	2.40
高流動コンクリート	65±5	2±1	35.0	55.3	177	506	63	918	796	7.21

C: 普通ポルチメント(比重3.16), LS: 石灰石微粉末(比重2.70)

S: 葛生産石灰岩系砕砂(比重2.68, 粗粒率2.67), G: 玄武岩系砕石(比重2.87, 粗粒率6.74, 実積率59.0%)

Ad: 高性能減水剤(主成分はポリカルボキシル酸と配向剤の複合体)

3. 耐火性能の評価および考察

(1) 加熱状況と表面の損傷状況

図1および図2は加熱時の温度曲線およびコンクリートの温度を示したものである。コンクリート表面の

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, 耐火性

連絡先: *1: 〒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

*2: 〒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

*3: 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-20 Tel:03-5823-2352 Fax:03-5823-2358

温度は4時間の加熱によりほぼ定常状態に近づいており、表面の温度が1100℃程度まで上昇しても、コンクリート中央部の温度は200℃程度となっている。加熱の初期の段階ではコンクリート表面の温度が900℃近くまで急激に上昇するため、在来コンクリートおよび高流動コンクリートの両者で、鉄筋のかぶり部のコンクリートがはく離する現象がみられた。このかぶり部のコンクリートがはく離する現象は、在来コンクリートよりも高流動コンクリートの方が若干多く、その深さはそれぞれ約30mmと約40mmであった。またこのことは、コンクリートの組成が緻密な高強度コンクリートの特徴であり、従来から報告されている結果とも一致する³⁾。なお、加熱した供試体から採取したコアを観察したところ、在来コンクリートおよび高流動コンクリートの両者はともに加熱した表面から約100mmの深さまで黄色く変色していた。

(2)圧縮強度および静弾性係数の特性

圧縮強度試験および静弾性係数試験の結果を表2に示す。加熱処理後の圧縮強度残存率をみると、在来コンクリートの場合で81.6%、また、高流動コンクリートの場合で94.6%となり、両者はともに残存率が大きくなっている。

一般にコンクリートが500℃程度に加熱されると圧縮強度は半分程度に低下すると言われているが、加熱試験の状況からコンクリート内部の温度は200℃程度までしか上昇しなかったため、圧縮強度の残存率が大きくなったものと考えられる。

静弾性係数の残存率をみると、在来コンクリートの場合で89.6%、また、高流動コンクリートの場合で99.4%となり、圧縮強度残存率と同様に大きな値となっている。以上の試験結果から、高流動コンクリートは在来コンクリートに比べて、加熱により表面のかぶり部の欠損は若干多くなるが、セグメント内部のコンクリートの圧縮強度や静弾性係数の残存率からみた加熱後の健全性は十分に高いことがわかる。

【参考文献】

- 1) 原園, 宇野, 木村, 大野, 高桑: セグメント用高流動コンクリートの特性(2), 第54回年次学術講演会, VI部門, 1999.9.
- 2) 清水, 岡村, 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.
- 3) 武居: 高強度コンクリートの耐火性能に関する最近の研究, コンクリート工学, Vol.31, No.9, p.p.62-65, 1993.9.

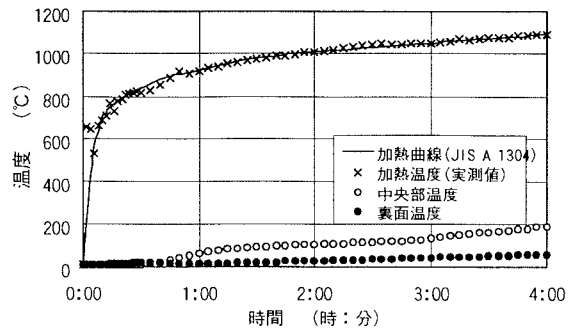


図1 供試体の加熱状況(在来コンクリート)

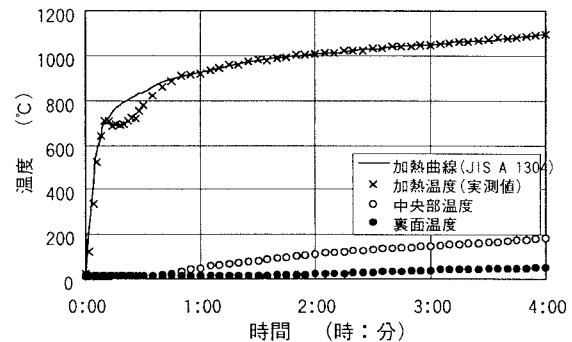


図2 供試体の加熱状況(高流動コンクリート)

表2 圧縮強度および静弾性係数測定結果

配合種類 試験項目	高流動コンクリート				在来コンクリート			
	圧縮強度 (N/mm ²)		静弾性係数 (kN/mm ²)		圧縮強度 (N/mm ²)		静弾性係数 (kN/mm ²)	
	加熱処理		加熱処理		加熱処理		加熱処理	
	無	有	無	有	無	有	無	有
平均値	69.4	65.6	38.9	38.6	52.2	42.7	37.6	33.7
圧縮強度残存率(%)	-	94.6	-	-	-	81.6	-	-
静弾性係数残存率	-	-	-	99.4	-	-	-	89.6

注) 圧縮強度試験および静弾性係数試験は、n=5で行った。