

RCセグメントの加熱後物性に関する基礎実験

首都高速道路公団
首都高速道路公団
首都高速道路公団
日本シビックコンサルタント

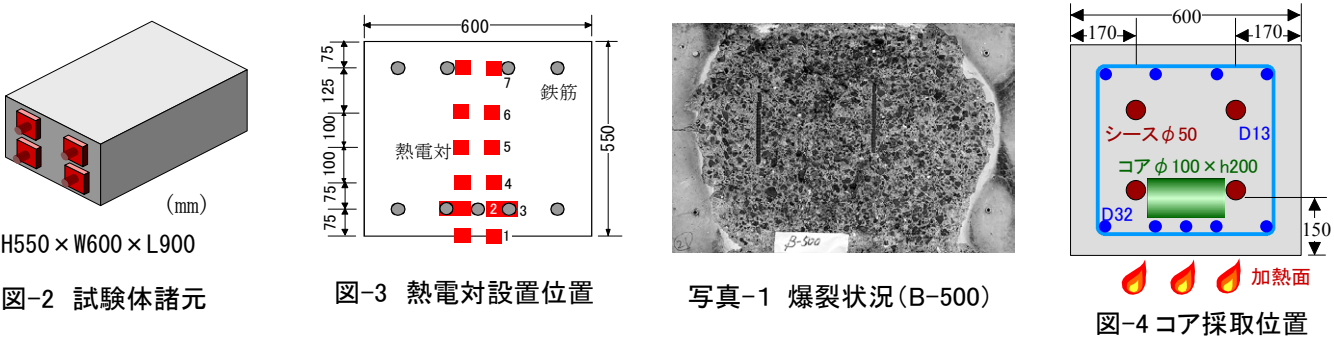
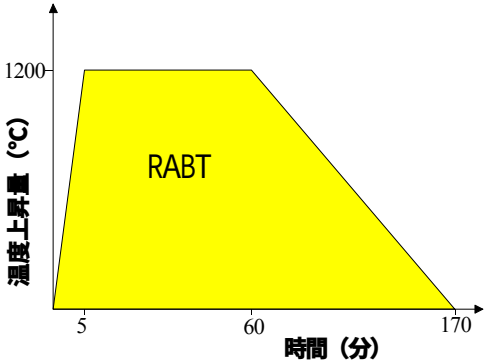
正会員 田嶋 仁志
正会員○角田 浩
正会員 川田 成彦
正会員 神田 亨

1. はじめに

筆者らは、二次覆工を省略したシールドトンネルの耐火性能を検証するための一連の実験¹⁾を行っている。ここでは、火災を受けたRCセグメントの鎮火後の物性について発表する。

2. 実験概要

欧米ではトンネル火災を想定した耐火実験²⁾が多数行われているが、我国にはトンネル火災を想定した時間－温度曲線が存在しないためドイツの規準である RABT 曲線を採用した。図-1 に示すように加熱開始後 5 分で 1200℃に達し、60 分まで継続するものである。耐火炉は独立行政法人建築研究所の大型水平炉を使用した。コンクリートの配合を表-1 に示す。設計基準強度 48N/mm² の高強度コンクリートであり、セメント量の 50%を高炉スラグで置換している。骨材には硬質砂岩を用いている。養生条件は実セグメントに合わせ、30℃ 3 時間の蒸気養生の後、4 週間水中養生を行った。試験体は図-2 に示すような形状で、厚さを実セグメントに等しく 550mm としている。加熱面には表-2 に示すような耐火材を貼り付けてある。耐火材はコンクリートと耐火材の界面の温度（以下、コンクリート表面温度）が、200℃、350℃、425℃、500℃となるように厚さを設定している。一部の試験体には供用時を想定してPC鋼棒により 13N/mm²の圧縮応力を作用させている。図-3 に示すような位置に熱電対を設置した。図-4 に配筋図と加熱後の試験体から採取するコアの位置を示す。主筋の純かぶりは 59mm である。



表－1 コンクリートの配合

G max (mm)	空気量 (%)	W / C (%)	s / a (%)	単位量 (kg/m ³)					
				W	C	S	G	高炉スラグ	高性能減水剤
20	1.8	31.9	40.0	134	210	744	1149	210	4.2

表－2 表面温度最高値一覧

表面温度仕様	耐火材				
	A	B	C	D	E
200℃	100℃	224℃	273℃	178℃	267℃
350℃	335℃	412℃	344℃	302℃	372℃
425℃	—	420℃	382℃	389℃	—
500℃	406℃	1140℃	1186℃	430℃	—

3. 実験結果

写真-1 は加熱時に爆裂した試験体（耐火材B, 500℃仕様）の状況であり、配力筋が露出している。図-5 にコンクリート表面温度 500℃仕様の試験体の温度履歴を示す。試験体BとCはかぶり部分が爆裂で吹き飛び表面温度が一気に上昇している。試験体AとDは温度上昇勾配が相対的に小さかったため、爆裂を生じなかったものである¹⁾。図-6 は主筋温度の履歴を示している。また図-7 は爆裂しなかった試験体Dの断面内温度分布を示している。爆裂した試験体BとCでは600～800℃まで温度が上昇している。それに対し、コンクリートが爆裂しなかった試験体A, Dでは図-7にも示すように、コンクリートの断熱効果によりコンクリート表面から急激に温度が低下し、鉄筋温度が概ね150℃以下となっている。この程度の温度であれば鉄筋の強度低下は小さいといえる。

図-8 は耐火試験後に採取したコア強度を、コア中心部の最高到達温度に関してプロットしたものである。到達温度の高いほど強度低下は大きくなる傾向があるが、最大でも2割程度である。図-9 は、はつりだした主筋の強度と最高到達温度との関係を示したものである。温度の高いものほど若干ではあるが強度も高くなっている。図-10 は伸びをプロットしたものであるが、高温になるほど伸びは小さくなっている。写真-2 に破断面の状況を示す。

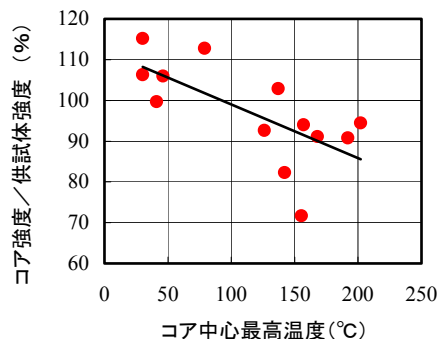


図-8 コア強度と最高温度の関係



写真-2 破断面の状況

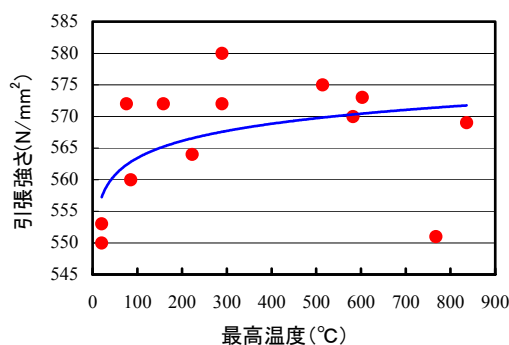


図-9 鉄筋強度と最高温度の関係

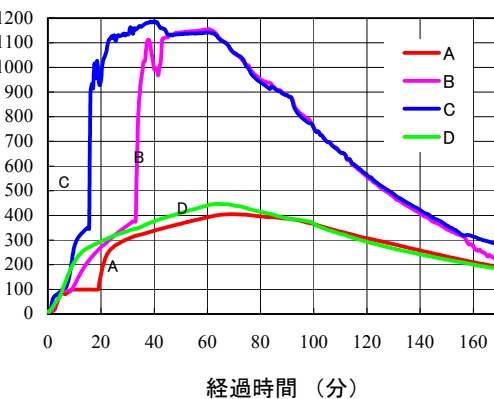


図-5 コンクリート表面温度(500℃仕様)

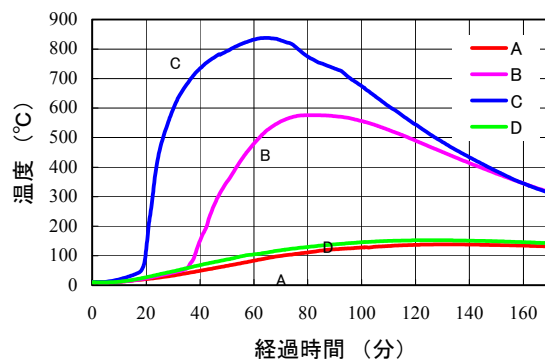


図-6 鉄筋温度(500℃仕様)

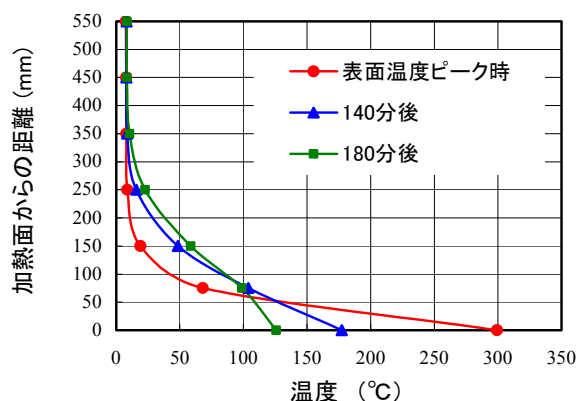


図-7 断面内温度分布

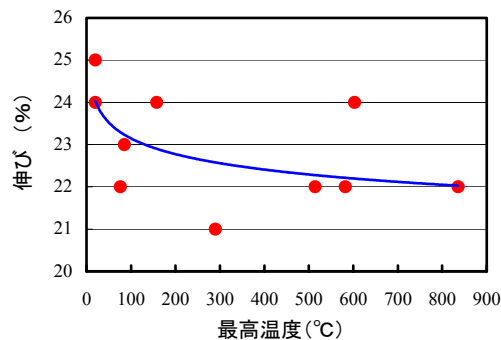


図-9 伸びと最高温度の関係

参考文献

- 1) RCセグメントの耐火性能に関する実験的検証, 半野, 田嶋, 川田, 谷上, 2002年コンクリート工学年次論文集, Vol. 24
- 2) Both, C. : Safety Aspects of Tunnels, International Tunnel Fire & Safety Conference, Dec. 1999, Rotterdam