

耐火セグメント把持金物周辺における火災時受熱温度について

大成建設（株） 土木設計部 正会員 ○柴山 大明 正会員 川島 広志 正会員 近藤 智人
大成建設（株） 技術センター 馬場 重彰 正会員 松元 淳一
大成建設（株） 九州支店 正会員 石田 聖一

1. はじめに

近年の道路トンネルにおいては、RCセグメント自体に耐火性能を持たせた耐火セグメントが用いられることが多い。これまで、PP繊維をコンクリートに混入した耐火セグメントの加熱試験は行われているが、把持金物周辺における受熱温度を確認した事例は少ない。本稿は、実大供試体を用いた把持金物周辺における受熱温度の計測結果および加熱後に実施した単体曲げ試験結果について報告するものである。

2. 試験概要

2.1. 試験目的

- 試験目的を以下に示す。
- (1) 耐火代を除く各部材（コンクリートおよび鉄筋）の温度が許容温度以下であることの確認。
 - (2) 加熱後供試体の最大荷重が設計終局荷重を上回ることの確認。

2.2. 試験概要

耐火試験は RABT 曲線（加熱 60 分）に従って行った。図-1 および図-2 に供試体概要図および温度計測位置を示す。供試体寸法は道路トンネルを想定し、幅 1,500mm×厚さ 550mm×長さ 4,000mm とし、PC 鋼棒で軸力と曲げモーメントを導入した。

表-1 にコンクリート配合を示す。コンクリートの設計基準強度は 48N/mm² とし、コンクリートに耐火用 PP 繊維を 1.5kg/m³ 混入した。

試験開始前に想定した耐火代は、これまでの実績に基づき内空側を 65mm とし、把持金物周辺は加熱による影響を受けやすいことから、把持金物外面から 72mm の範囲を耐火代として設定した。

表-2 に各部材の許容温度を示す。コンクリートおよび鉄筋の温度計測は、把持金物周辺に加えて、比較対象とするため把持金物から離れた位置においても実施した。

3. 試験結果

3.1. 加熱後供試体状況

写真-1 に加熱試験後の供試体状況を示す。加熱後の表面状況より爆裂が生じていないことを確認した。

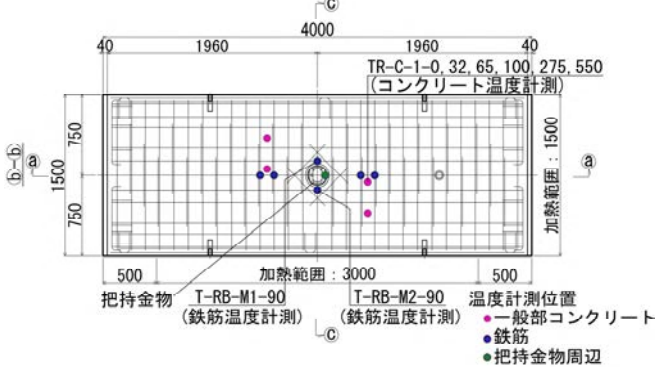


図-1 供試体概要図(平面図)および温度計測位置

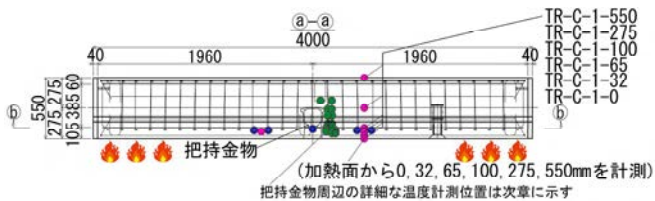


図-2 供試体概要図(側面図)および温度計測位置

表-2 許容温度

計測対象	許容温度
コンクリート	350℃(耐火代を除く)
鉄筋	300℃

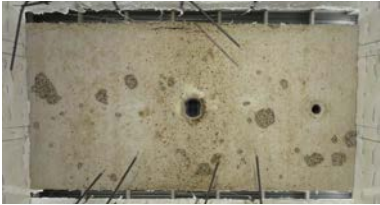


写真-1 加熱試験後の供試体状況(加熱面側)

表-1 コンクリート配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水結合 材比 W/(C+SI) (%)	細骨 材比 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							耐火用 PP 繊維	
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材 SI	混和剤 A _d		混入量	仕様
20	5±1.5	1.0+1.5 -1.0	31.0	38.0	150	242	671	1118	242	3.39		1.50	φ 64.8μm×12mm

キーワード シールドトンネル, RCセグメント, 耐火セグメント
連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設（株） 本社土木設計部 TEL03-5381-5417

3.2. 供試体各部材の受熱温度

図-3 に炉内平均温度を示す。以下に、一般部および把持金物周辺の受熱温度の結果を取りまとめる。

(1) 一般部の受熱温度

図-4 に一般部コンクリートの最高受熱温度を示す。耐火代である 65mm 位置の最高温度は 321℃であり、許容温度以下であることを確認した。

(2) 把持金物周辺の受熱温度

図-5 に把持金物周辺におけるコンクリートの最高受熱温度を示す。ここで、受熱温度が 350℃に達する想定ラインは各測温計の計測結果を線形補間した位置を表す。

計測結果より、加熱面および把持金物部の切欠き面の 2 方向から加熱を受ける部分で許容温度をわずかに上回る箇所があったものの、それ以外の各部材については許容温度以下となることを確認した。図-6 に把持金物周辺における鉄筋の受熱温度を示す。鉄筋の最高温度は 281℃であり、許容温度以下であることを確認した。

3.3. 加熱試験後の載荷試験結果

写真-2 に載荷試験状況を、図-7 に載荷試験概要図を、図-8 に荷重-変位関係を示す。供試体は加熱面を圧縮側として載荷試験を行った。試験の結果、最大荷重は 1,977kN となり、耐火代を控除した設計終局荷重の 986kN を上回ることを確認した。

4. 結論

- (1) 耐火代を除く各部材の最高受熱温度は、把持金物周辺のわずかな範囲のコンクリートを除き、許容温度以下となることを確認した。
- (2) 加熱後の載荷試験により、供試体が設計終局荷重以上の耐荷力を有することを確認した。

参考文献

- 1) トンネル構造物のコンクリートに対する耐火工設計施工指針(案), 平成 24 年 6 月, 公益社団法人土木学会 コンクリート委員会

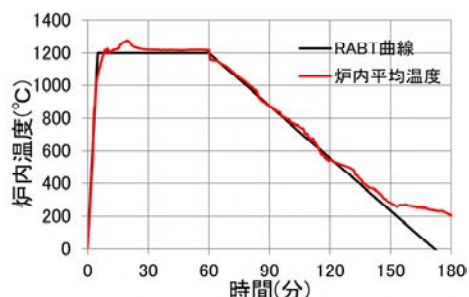


図-3 炉内平均温度

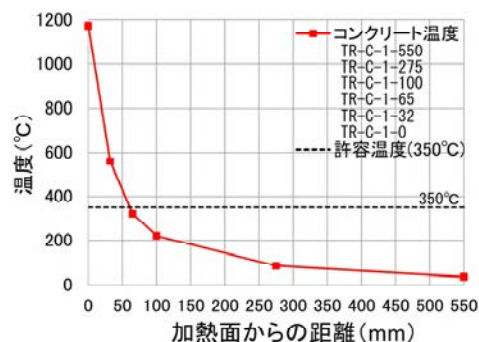


図-4 一般部コンクリートの最高受熱温度

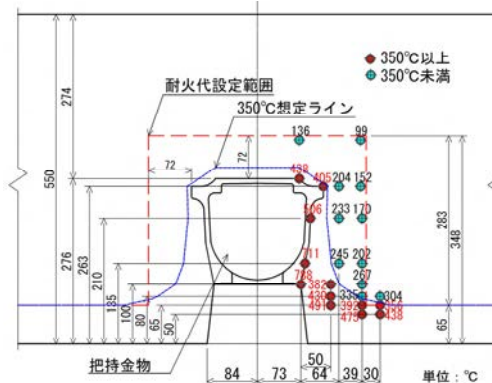


図-5 把持金物周辺の最高受熱温度(a-a)

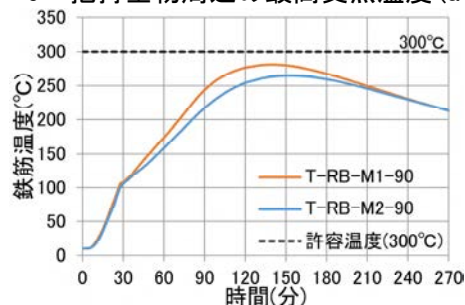


図-6 鉄筋の受熱温度(把持金物周辺)



写真-2 載荷試験状況

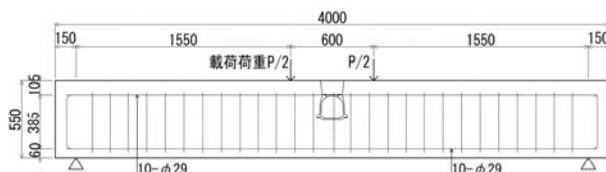


図-7 載荷試験概要図

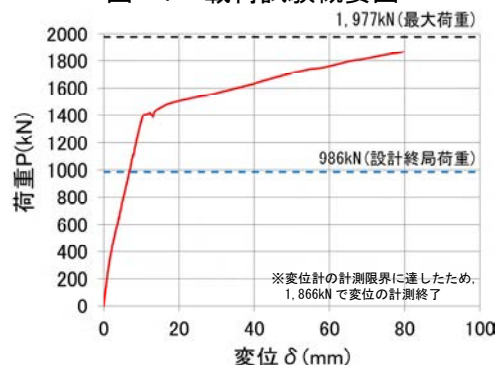


図-8 荷重-変位関係(加熱試験後)