

コンクリート一体型鋼製セグメントの開発 (その2) 一要素加熱試験一

大成建設(株) 土木設計部 正会員 ○近藤 智人, 服部 佳文
 大成建設(株) 建築技術研究所 非会員 馬場 重彰
 大成建設(株) 都市土木技術室 正会員 西田 与志雄

1. はじめに

近年, シールドトンネルの大深度化に伴い, 覆工に作用する土水圧は増大する傾向にあり, また, 道路トンネルにおいては, セグメントの切り開きに伴う偏荷重の作用などにより, 高耐力かつ耐火性能を有するセグメントが必要とされている。

本稿で報告するコンクリート一体型鋼製セグメントは, 図-1に示すように, 鋼枠と中詰めコンクリートから構成される高耐力を有するセグメントである。

本稿では, これまで実績のなかった, 大断面道路トンネルへの本セグメントの適用を目的として行った実験のうち, 要素加熱試験の結果について報告する。

本セグメントは, 中詰めコンクリートにて主桁を被覆し(以下, 耐火代), ポリプロピレン繊維(以下, PP 繊維)を混入することで, セグメント自体に耐火性能を付与した構造としている。また, コンクリートの割れ, 欠けを防止するために, 耐火代の面下げを行っている。

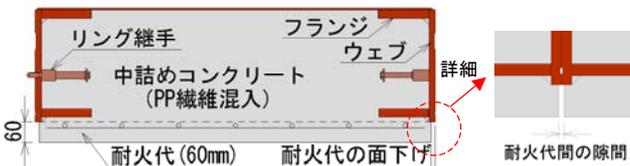


図-1 コンクリート一体型鋼製セグメント

2. 実験概要

2.1. 加熱試験概要

加熱試験は RABT 温度曲線(加熱 60 分)に従って行った。表-1に, 検討部位と道路トンネルを対象として設定される許容温度を示す。なお, 許容温度は既往の文献¹⁾²⁾を参考として設定した。本試験において, コンクリートが爆裂しないことおよび, 各部位の温度が許容値以下であることを確認する。

表-1 検討部位と許容温度

検討部位	許容温度
コンクリート (加熱面から 60mm)	350°C
鋼材	300°C
リング継手	300°C
止水材	100°C

2.2. 実験ケース

実験は, 耐火代の面下げにより生じる耐火代間の隙間を 4mm, 7mm, 10mm と変化させた 3 ケースで行った。

実験ケース一覧を表-2に示す。なお, すべての試験体について, 耐火代の厚さを 60mm, PP 繊維の混入量を 0.2Vol.%とした。また, 本試験においては, 試験体に軸力は導入していない。

表-2 実験ケース一覧

試験体名	耐火代の厚さ mm	PP 繊維混入量 Vol. %	耐火代間の隙間		実験時のコンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)
			想定値 (mm)	実測値* (mm)	
HB-4	60	0.2	4	4.8	55.0
HB-7	60	0.2	7	6.8	
HB-10	60	0.2	10	10.5	

*: 8 点の平均値

2.3. 計測位置

試験体の寸法と計測位置を図-2に示す。試験体は, 長さ 409mm×幅 800mm×厚さ 401.5mm の 2 つの直方体をリング継手で接合したものである。

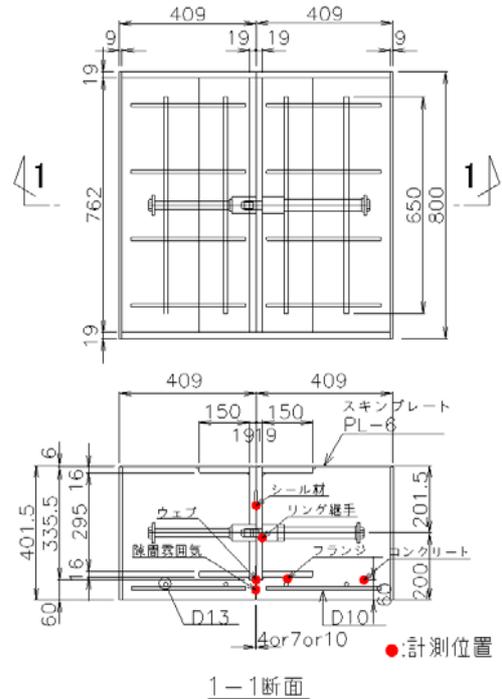


図-2 試験体の寸法と計測位置

キーワード セグメント コンクリート一体型鋼製セグメント 耐火 RABT 曲線

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) 本社土木設計部陸上第二設計室 tel:03-5381-5417

3. 実験結果

3.1. 加熱後の試験体の状況

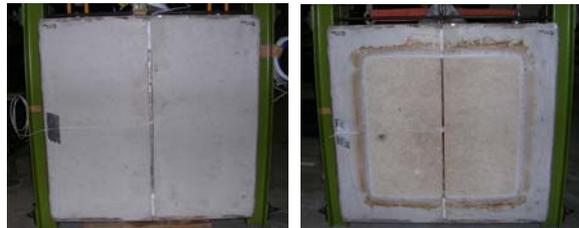
加熱前および加熱後の試験体の状況を写真-1～写真-3に示す。実験の結果、耐火代間の隙間によらず、コンクリートが爆裂しないことを確認した。



(a) 加熱前 (b) 加熱後
写真-1 試験体状況 (HB-4 試験体)



(a) 加熱前 (b) 加熱後
写真-2 試験体状況 (HB-7 試験体)



(a) 加熱前 (b) 加熱後
写真-3 試験体状況 (HB-10 試験体)

3.2. 各計測位置の時系列温度曲線

RABT 温度曲線に従った、加熱後 180 分までの炉内の温度曲線を図-3、耐火代間の隙間雰囲気温度曲線を図-4、加熱後 300 分までの各計測位置における時系列温度曲線を図-5～図-8、各計測位置における最高温度を表-3に示す。

図-4によると、耐火代間の隙間を 10mm と設定した HB-10 試験体の隙間雰囲気温度の上昇が急であるものの、最高温度については他の試験体とほとんど変わらない結果となった。また、図-5～図-7より、コンクリートおよび鋼材の最高温度とも、HB-10 試験体においてもっとも高くなっているが、計測温度は許容値を満足することを確認した。また、図-8より、止水材の最高温度は、耐火代間の隙間の大きさによらずほぼ同一の結果となり、許容値を満足することを確認した。

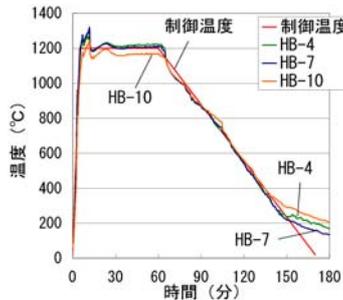


図-3 加熱後 180 分までの炉内の温度曲線

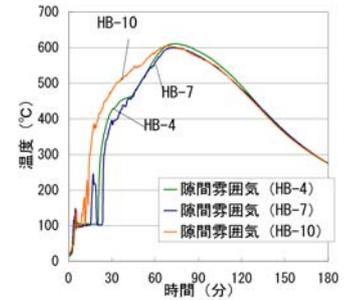


図-4 隙間雰囲気温度曲線

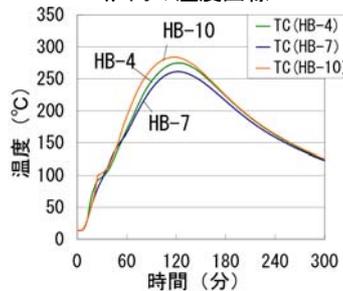


図-5 加熱面から 60mm の位置でのコンクリート温度曲線

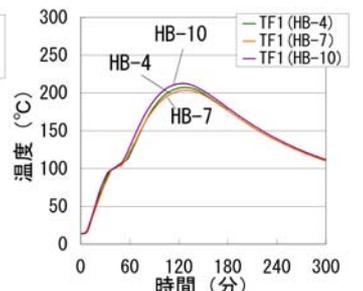


図-6 フランジ温度曲線

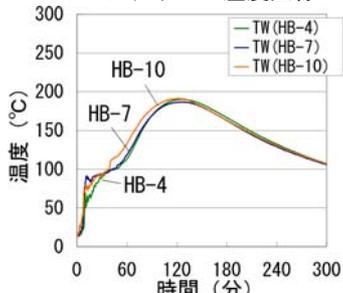


図-7 ウェブ温度曲線

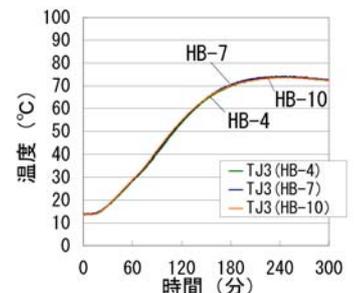


図-8 止水材温度曲線

表-3 各計測位置における最高温度 (単位: °C)

試験体名	コンクリート (加熱面から 60mm 位置)	鋼材		リング 継手	止水 材
		フランジ	ウェブ		
HB-4	275.2	207.5	190.1	102.8	73.7
HB-7	261.6	203.7	186.9	103.6	74.2
HB-10	284.1	212.8	191.8	102.7	73.8
許容 温度	350	300		300	100

4. 結論

要素加熱試験より以下の結論を得た。

1. PP 繊維を 0.2Vol.% 混入したコンクリートが爆裂しないことを確認した。
2. 耐火代間の隙間を 10mm とした場合でも、直接的な影響が懸念されたウェブを含め、各計測位置における温度は許容値を満足することを確認した。

今後、設計軸力を導入した試験体の加熱試験を予定しており、また、その結果については報告していきたい。

・参考文献

- 1) 土木学会:コンクリート構造物の耐火技術研究小委員会報告ならびにシンポジウム論文集, 平成 16 年 10 月
- 2) 首都高速道路株式会社:トンネル構造物設計要領 (シートトンネル耐火設計編), 平成 19 年 7 月