

高流動コンクリートにポリプロピレンファイバーを添加した シールドセグメントの耐火試験

首都高速道路株式会社 正員 川田 成彦
 首都高速道路株式会社 正員 ○春日 清志
 日本シビックコンサルタント 正員 神田 亨

1. はじめに

首都高速のシールドトンネルはコスト削減の観点から、トンネル径を縮小するため二次覆工を省略している。しかしながらこの構造では、セグメントが直接熱を受けることになり、トンネル構造物本体に影響を与えることが懸念される。このため筆者らは、普通コンクリートに、爆裂の抑制効果が確認されているポリプロピレンファイバー（以下PPファイバー）を $1\text{kg}/\text{m}^3$ 添加した試験体や、耐火工としてセラミックファイバーを被覆した試験体などの耐火実験を行ってきた。¹⁾

本稿では、シールドトンネル用セグメントとして高流動コンクリートを用いた場合の耐火実験結果と過年度行った普通コンクリートを用いた場合の耐火実験結果を比較検討した結果について報告する。

2. 高流動コンクリートを用いた耐火実験概要

耐火実験における時間温度曲線には図-1に示すRABT曲線を採用した。試験体の配合と種別は表-1～2に示すとおりである。設計基準強度は $48\text{N}/\text{mm}^2$ （圧縮強度の実測は平均約 $91\text{N}/\text{mm}^2$ ）、PPファイバーの添加量は過年度行った普通コンクリートの配合と同様 $1\text{kg}/\text{m}^3$ としている。また、試験体の諸元と載荷方法については、図-2に示すとおりである。本実験は、PC鋼棒で軸力を、押し引き両動ジャッキで正負曲げを導入し、クラウン付近およびスプリングライン付近の設計断面力を作用させた状態で行っている。

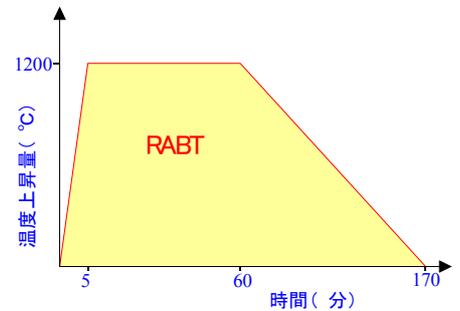


図-1 時間温度曲線

3. 実験結果

加熱後の供試体状況は、図-3および図-4に、加熱面側の主筋温度と中央部の歪および供試体中央部の鉛直変位の履歴を図-5～6に示す。なお、図-5および図-6には、過年度の試験結果¹⁾もプロットし、本試験結果との比較を行っている。

表-1配合

| 単位量 (kg/m^3) | | | | | | |
|--------------------------------|------|-----|-----|-------|------|------|
| 水 | セメント | 最骨材 | 粗骨材 | 高炉スラグ | PP繊維 | 減水剤 |
| 165 | 209 | 871 | 742 | 389 | 1.0 | 8.37 |

スランプフロー: $65 \pm 5\text{cm}$ 粗骨材: 硬質砂岩

表-2試験体種別

| 試験体 | HPP-P | HPP-N |
|------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 曲げ | 正曲げ $324\text{kN}\cdot\text{m}$ | 負曲げ $-293\text{kN}\cdot\text{m}$ |
| 軸力 | 圧縮 1091kN | 圧縮 1556kN |
| σ_c | $11.7\text{N}/\text{mm}^2$ | $10.8\text{N}/\text{mm}^2$ |
| σ_s | $166\text{N}/\text{mm}^2$ | $88\text{N}/\text{mm}^2$ |

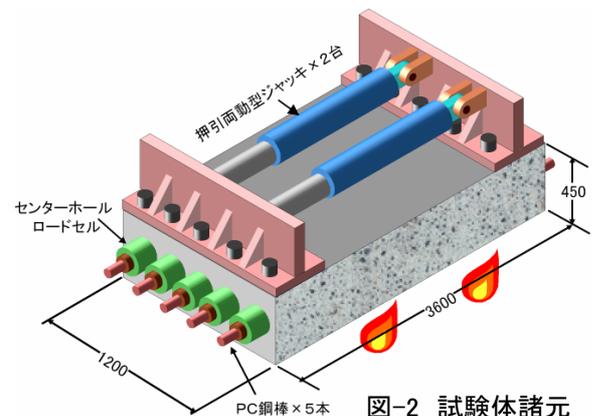


図-2 試験体諸元

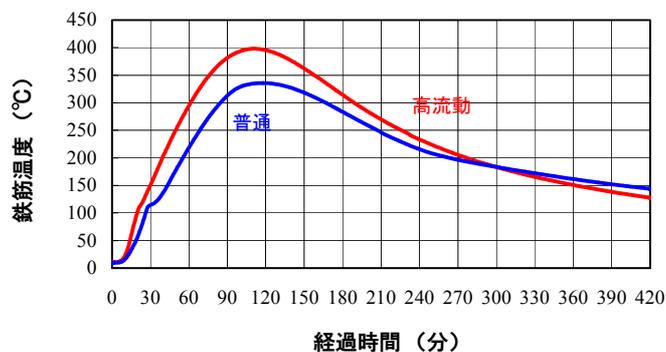


図-3 正曲げ

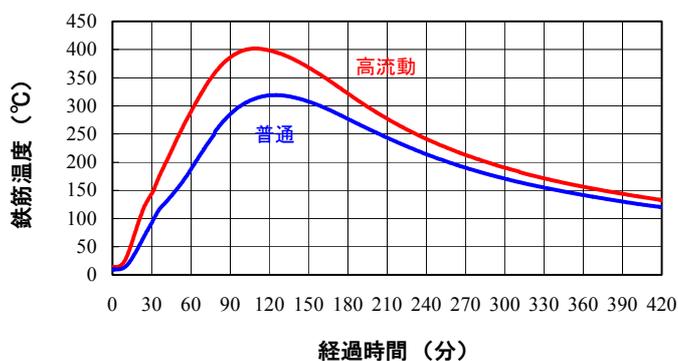


図-4 負曲げ

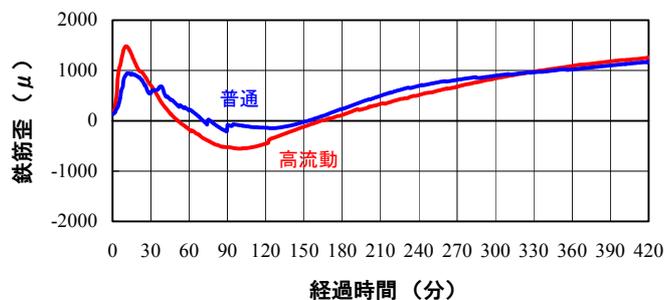
キーワード 耐火, セグメント, 設計断面力, 高流動コンクリート, PPファイバー, RABT 曲線
 連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞ヶ関 1-4-1 首都高速道路(株) 技術管理室 Tel.03-3539-9422



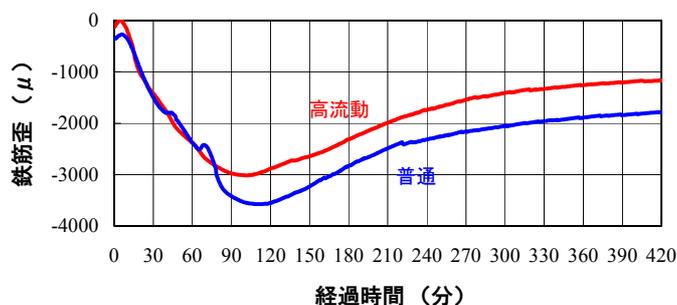
経過時間（分）



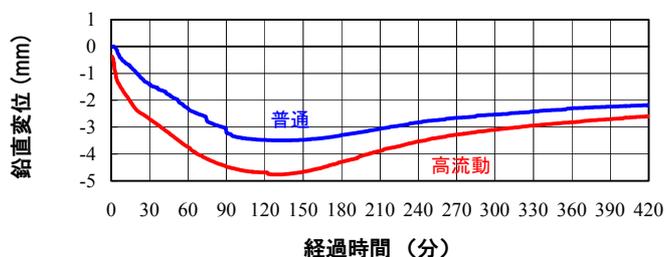
経過時間（分）



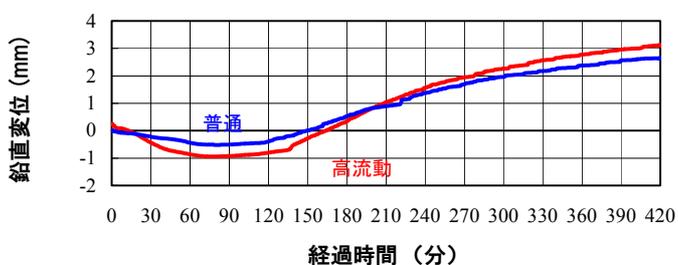
経過時間（分）



経過時間（分）



経過時間（分）



経過時間（分）

図-5 正曲げ試験（HPP-P）

図-6 負曲げ試験（HPP-N）

正曲げおよび負曲げの試験体とも、加熱初期に爆裂が生じたが、1200°Cに達する前には止まっていた。爆裂の深さは10mm程度と薄く爆裂の面積も加熱面全面ではなく、加熱面の2～3割程度は爆裂が見られなかった。過年度実施した普通コンクリートの試験結果では、主鉄筋温度は350°C程度以下に保たれていたが、今回の試験では薄く爆裂が生じたため、正曲げ、負曲げとも400°C程度まで上昇している。主鉄筋ひずみは、過年度の実験結果とほぼ同レベルであり、負曲げの試験体では、過年度と同様に、一時的に3000 μ 以上の圧縮歪を生じている。また、鉛直変位は、薄く爆裂したことにより正曲げでは過年度に比較して1mm程度大きくなっているが、残留変形は、過年度と同様に3mm程度に抑えられており、設計断面力も保持できている。

4. おわりに

高流動コンクリートを用いた場合、過年度の普通コンクリートでは爆裂がほとんど生じなかったのに対し、薄く爆裂が生じた。この要因としては、コンクリートの材質の違い、圧縮強度の違い（過年度実施した普通コンクリートの圧縮強度約72 N/mm²、高流動コンクリートの圧縮強度約91 N/mm²）などが考えられる。

今後、この要因究明を行った上で、普通コンクリートと高流動コンクリートの耐火性能を評価し、シールドトンネル用セグメントとして高流動コンクリートを用いる場合の検討を行う予定である。

末筆ながら、本試験を実施するに当たりお世話になった建築研究所・増田秀昭主任研究員に深甚なる謝意を表す次第です。

参考文献

- 1) 田嶋, 岸田, 神田 : 設計断面力を作用させたシールドセグメントの耐火実験, 第59回土木学会年次学術講演会, V-484, pp.965-966, 2004.9.