

# 道路シールドトンネルにおける耐火工の設計と性能確認試験

## － 秋田中央道路整備工事（SA20-10）－

秋田県 建設交通部 由利 一  
 大成建設(株) 正会員 ○西岡 巖  
 大成建設(株) 正会員 小原 伸高

### 1. はじめに

秋田中央道路はJR秋田駅の東西間を結ぶ都市計画道路で、①秋田市中心部と秋田自動車道および秋田空港とのアクセス機能向上、②秋田駅東西間の交通渋滞緩和、③中心市街地の活性化の支援、の3つを目的として、平成19年秋の暫定供用開始を目指して施工中である。中心市街地部は大部分がシールド工法によるトンネル構造で、シールド外径12.4m、シールド掘進延長約1.5kmと国内有数の規模である。覆工は二次覆工省略型RCセグメントを主体とし、一部に鋼製セグメント（避難口開口部）、ダクタイルセグメント（秋田駅直下部）を使用する。

トンネル内での自動車火災に対してセグメントの損傷を防ぐための耐火工が必要となるが、本工事は道路シールドトンネルとしては国内で初めて耐火工の仕様決定と施工を行なうこととなった。本稿では実物大セグメントを用いた耐火工の性能確認試験について報告する。

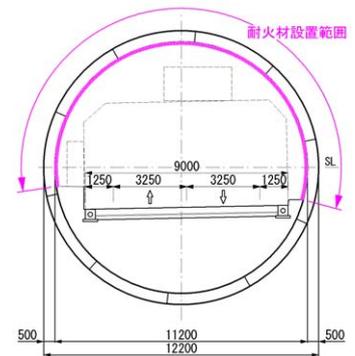


図-1 標準断面図

### 2. 耐火工の要求性能

本工事は設計・施工一括発注方式で発注され、既往の事例がないシールドトンネルの耐火工については、実施設計において要求性能を満足することを確認するための試験計画を行い、実物大試験でその性能を確認することとしている。

要求性能の概要は次の通りである。すなわち、火災想定曲線はRABT曲線（60分加熱+110分除冷）とし、①かぶりコンクリートが爆裂しない、②スチールおよびダクタイルセグメントの本体部の最高温度が350℃以下、③主筋温度が250℃を越えない、④復旧できない漏水ならびに不都合な変形・損傷が覆工構造体に残留しない、⑤耐火工が落下しない、⑥設置金具は耐火材以上の耐火性能を有する、また、常時性能として、⑦洗浄作業や排気ガスなどに対して劣化しない、⑧割れや剥離による落下を生じない、⑨トンネル内の負圧力などに対して剥離・落下などを生じない、の以上を満足することである。

### 3. 耐火工の概要

耐火材は地震時の対応や洗浄・破損への対応等を考慮して耐火板を後付け設置する方式とし、常時性能から耐火板の材質としてプレス式珪酸カルシウム系耐火板とセラミック系耐火板を選定した。

### 4. RCセグメント加熱試験

要求性能①～⑥に対し、2種類の耐火板についてそれぞれ本体部試験体と継手部試験体を製作し、合計4回の加熱試験を大成建設(株)技術センターが保有する多目的炉にて行なった。本体部試験体は火災時および火災後のセグメント本体の健全性と爆裂の有無を確認するため、予めRCセグメントに設けたPC鋼線を緊張することにより10N/mm<sup>2</sup>の圧縮応力を作用させた状態で加熱した（写真-1、写真-2）。

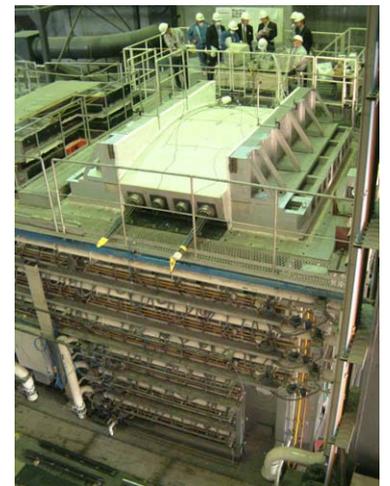


写真-1 加熱試験全景



写真-2 加熱後試験体（本体部）

キーワード：シールド、耐火、耐火板、加熱試験、実物大試験

連絡先：〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 大成建設(株) 土木設計部 TEL 03-5381-5417

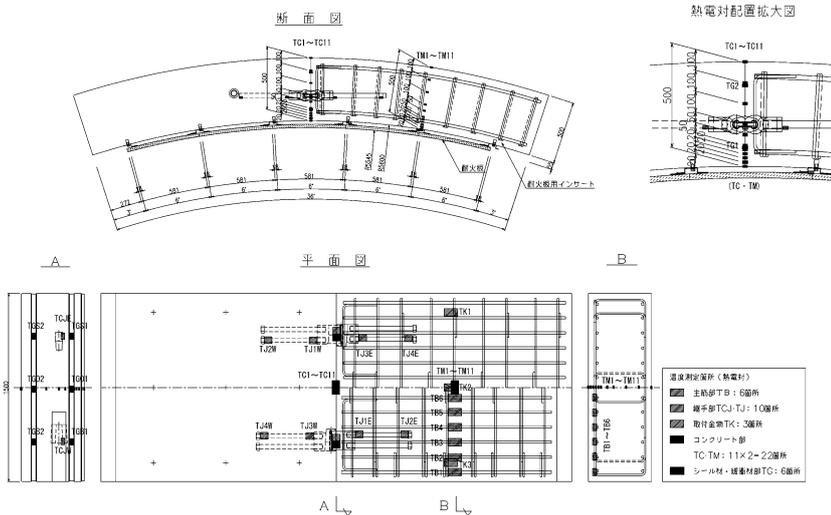


図-2 継手部試験体概要図

また、継手部試験体は主に継手金物とシール材の健全性を確認する目的で行なった。試験体の各部位の温度はφ0.65mmのK型熱電対を用いて測定した。図-2に継手部試験体の温度測定位置を示す。

加熱試験はいずれもRABT曲線に従った加熱を行うことができ、加熱後に耐火板を撤去してセグメント表面を観察したところ爆裂や有害なひび割れは確認されなかった。4回の試験における各部位の最高温度は、コンクリート表面温度が274℃、主筋温度が116℃、継手部地山側のシール材温度が37℃、内空側の緩衝材温度が91℃であり、本体部・継手部ともに耐火工が要求性能を満足することを確認した。4回の加熱試験のうち「継手部試験体+プレス式珪酸カルシウム系耐火板」の試験結果概要を図-3～図-7に示す。なお、試験時含水率はコンクリートが5.44wt%と6.04wt%、耐火板が1.35wt%である。

また、火災後のトンネル構造の安定性評価については、加熱試験後の試験体を用いたセグメントの単体曲げ試験・継手曲げ試験やコンクリートの中性化試験により確認した。

## 5. 耐火工の常時試験

要求性能⑦～⑨の常時性能に対しては、トンネル内装工の規定を参考に規格値を設定して、試験により十分な強度や耐久性を有することを確認した。取付金物は耐久性を確保するためステンレス製(SUS316)とし、同一形状の金物により固定した耐火板を用いた実物大の静的曲げ試験および風荷重を想定した200万回連続載荷疲労試験により取付け方法の強度および耐久性を確認した。

## 6. おわりに

大規模な実物大試験による耐火性能の確認を経て、現在はシールド掘進との同時施工で耐火板設置工を順調に進めている。本実験の報告が今後の類似計画の参考になれば幸いである。

**参考文献** 本田ほか：道路シールドトンネルにおける耐火構造と性能確認、トンネルと地下2005年7月

西岡ほか：道路シールドトンネルにおける耐火工の施工計画および施工実績、土木学会第61回年次学術講演会

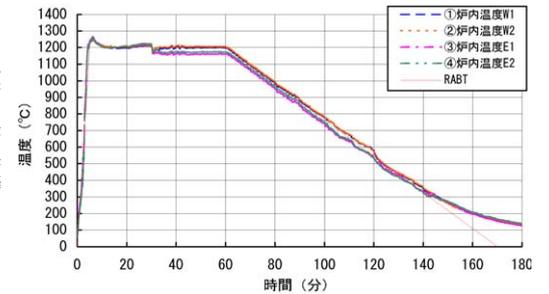


図-3 炉内温度と時間の関係

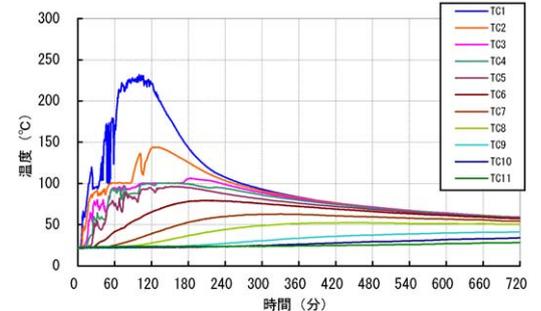


図-4 接合部コンクリート温度

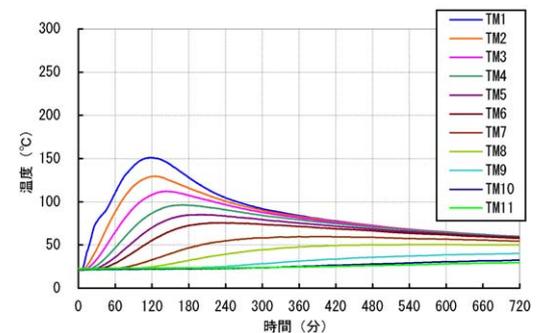


図-5 コンクリート温度

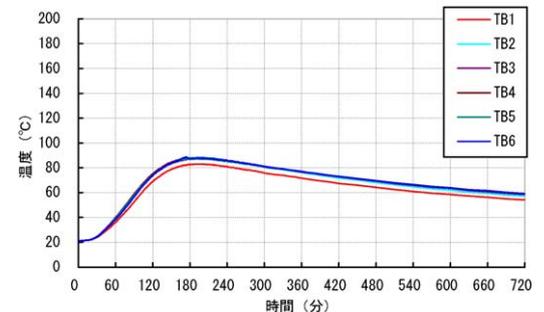


図-6 鉄筋温度

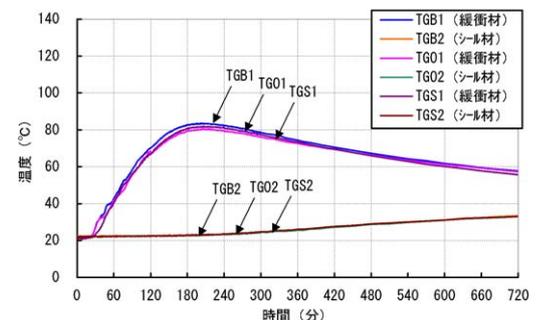


図-7 シール材温度