

耐火機能一体型合成セグメント (SBL) の耐火性能確認 (その1)

— RABT 加熱曲線による加熱試験結果 —

首都高速道路(株)東京建設局	正会員	○副島 直史
鹿島建設(株) 東京土木支店	正会員	鈴木 義信
鹿島建設(株) 技術研究所	正会員	古市 耕輔
鹿島建設(株) 技術研究所	正会員	新井 崇裕

二次覆工を省略したシールド工法による道路トンネルでは、車両火災が発生した場合に、本体構造であるセグメントに構造的な損傷が生じるため、耐火工が必要となる。首都高速道路中央環状品川線シールドトンネル(北行)工事では、ポリプロピレン繊維を混入させた耐火(爆裂抑制)コンクリートを用いることで耐火機能を一体化させた合成セグメント(SBL)を重荷重区間に適用した。本稿は、耐火機能一体型合成セグメント(SBL)の耐火性能確認試験のうち、RABT加熱曲線による加熱試験結果について報告するものである。

1. はじめに

首都高速道路中央環状品川線シールドトンネル(北行)工事の覆工構造は、切開き区間等を除いては、覆工外径がφ12.3m、覆工厚さが400mmであり、標準荷重区間ではRCセグメント、重荷重区間では剛性の大きい合成構造によるセグメント(SBL)を採用している。また、RCセグメントと合成セグメント(SBL)とともに、耐火機能を一体化させたセグメント構造とした。

2. 耐火機能一体型合成セグメント(SBL)の構造概要

本工事に適用した合成セグメント(SBL)は、図-1、2に示すように、セグメントの内面側及び外面側に鋼材及び鉄筋を配置してコンクリートと一体化させた合成構造である。これに耐火機能を付加するために、ポリプロピレン繊維を混入させた耐火コンクリートを用いることで、耐火機能一体型合成セグメント(SBL)とした。ポリプロピレン繊維は、繊維径64μm、長さ12mmのものをコンクリートに0.2vol%混入させている。

コンクリート及び鋼材は、それぞれ一定温度を超えると強度低下を生じる。そこで、コンクリートの圧縮強度が急激に低下する限界温度(350℃)まで上昇する範囲を被り65mmの範囲と仮定し、図-1に示すようなセグメントの有効断面範囲(335mm)で耐荷力を確保できる仕様とした。また、鋼材の強度が急激に低下する限界温度(300℃)まで上昇する範囲を75mmと仮定し、これを内面側鋼材の被りとした。

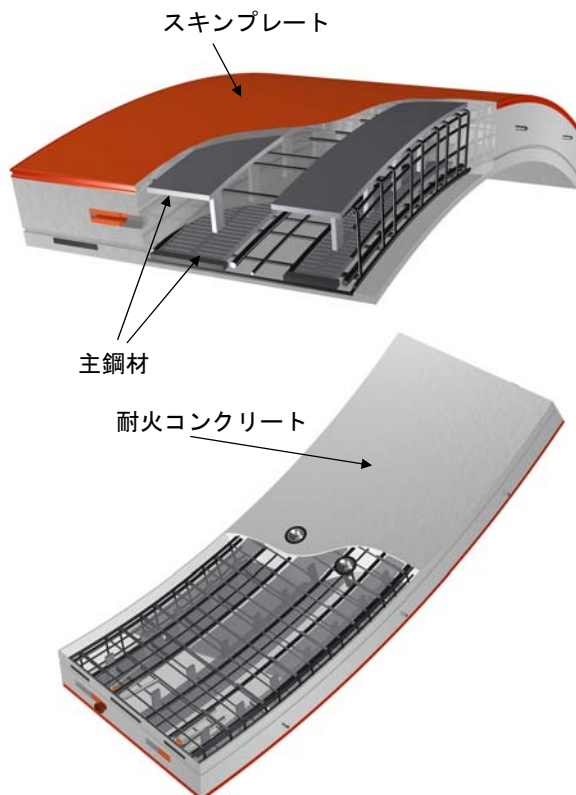


図-2 合成セグメント(SBL)概要図

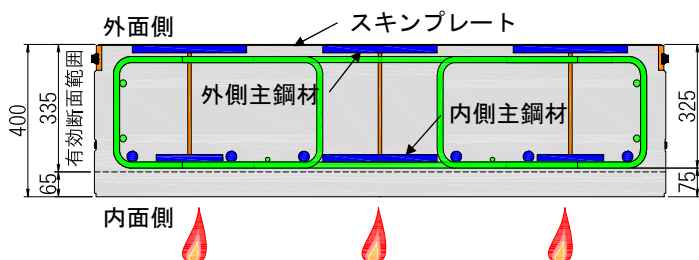


図-1 耐火一体型合成セグメント(SBL)断面図

キーワード 道路トンネル, シールドトンネル, 合成構造, セグメント, 耐火構造, 加熱実験

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-6-2 首都高速道路(株) 東京建設局設計グループ TEL03-5320-1628

3. 耐火性能確認試験

耐火性能確認として、図-3、4に示すような桁高400mm×幅1000mm×長さ3300mmの試験体(実大規模)を耐火試験炉天井に配置し、試験体下面(セグメント内面側)を加熱する試験を行った。

加熱条件はRABT加熱曲線を用い、試験体には設計上の応力度(加熱面側で15N/mm²の圧縮応力度)が発生するように8本のPC鋼棒により軸力を作用させた。また、試験体には熱伝対を埋め込んで、加熱面からの深さによる温度分布を測定した。

4. 試験結果

加熱前及び加熱後の試験体加熱面の状況を写真-1に示す。加熱試験の結果、試験体加熱面に爆裂が発生することはなく、セグメントコンクリートにポリプロピレン繊維を0.2vol%添加することで爆裂抑制効果のあることが確認できた。

加熱後600分までの各温度計測位置における時系列温度曲線を図-5に示す。また、試験体加熱面からの深さ方向の最高到達温度分布を図-6に示す。コンクリートの最高温度は加熱面から離れるほど低くなり、設計上は加熱面から65mmの範囲が350℃以上となることを仮定したが、試験結果は54mmの範囲に収まっており、安全側の被り厚さの設定となっていることが確認できた。また、内面側主鋼材の最高到達温度は216℃であり、鋼材が強度低下を起す300℃以下となることを確認した。

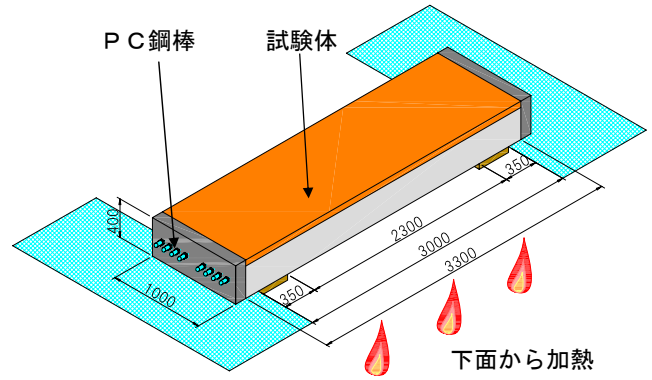


図-3 加熱試験概要図

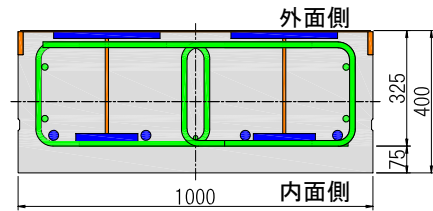


図-4 試験体断面図



写真-1 試験体加熱面の状況

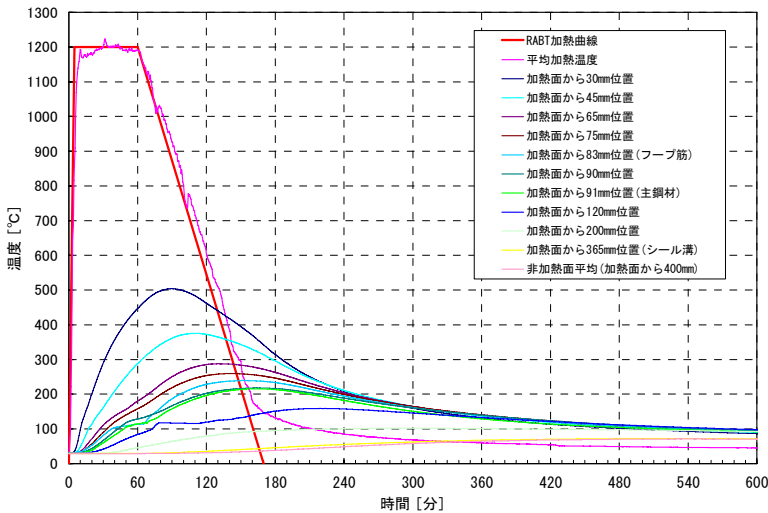


図-5 試験体内部の温度履歴分布図

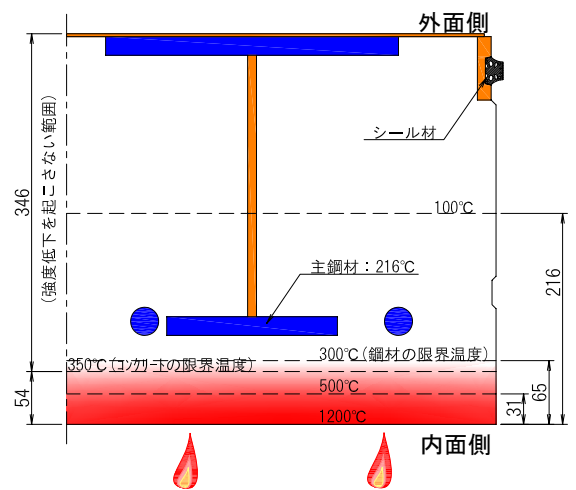


図-6 最高温度分布図(試験結果)

5. まとめ

耐火コンクリートを用いた耐火機能一体型合成セグメント(SBL)の実大試験体による加熱試験を行った結果、爆裂が発生することなく、また、75mmの鋼材被りを設定し、設計上仮定した有効断面範囲において、鉄筋及びコンクリートがそれぞれの限界温度を超えないことを確認した。