

実大供試体によるコンクリート一体型鋼製セグメントの耐火性の検討

東京都第二建設事務所工事課	非会員	吉野 康晴
大成建設(株) 土木技術研究所土木構工法研究室	正会員	○堀口 賢一
大成建設(株) 建築技術研究所防災研究室	非会員	馬場 重彰
大成建設(株) 東京支店品川線シールド作業所	正会員	福田 隆正・西岡 巖

1. はじめに

中央環状品川線シールド工事では、発進立坑や連絡坑などで高耐力が必要な施工部位のセグメントとして、鋼殻にコンクリートを充てんしたコンクリート一体型鋼製セグメントを使用している。一方、本工事では、施工の合理化と工期短縮を目的として二次覆工を省略するが、完成後は道路トンネルとして供用される。そのため、車両事故などによる火災時に、セグメント耐力に影響を及ぼす爆裂などの有害な損傷が生じないことが要求されている。そこで、実大セグメントを模擬した継手付き平板供試体を製作し、設計上の最大荷重を作用させた状態で RABT 加熱実験を行った。加熱実験では、コンクリートの爆裂の有無を観察し、供試体内部の受熱温度の測定結果からコンクリートや主桁鋼材、フック継手、およびシールド材の耐火性を確認した。

2. 実験内容

図-1 に供試体の形状・寸法を示す。供試体は実際に使用するものと同じ嵌合式のフック継手を有し、設計断面力相当の荷重を導入するための PC 鋼棒を設置するシースを設けた。供試体諸元のうち、幅と厚さは実際のセグメントと同じくし、長さは加熱実験後に供試体の一方を、継手を含まない単体曲げ試験に供することから設定した。火災時に内部の鋼材を保護する耐火しろの厚さは 60mm とし、継手突合せ部分の耐火しろの隙間は 6.4mm とした。この隙間はセグメント組立て時の角欠けを防止するためのものであるが、その間隔は既往の実験でシールド材などの耐火性に影響を及ぼさないことを確認している¹⁾。鋼殻内部に充てんしたコンクリートの設計基準強度は 42N/mm² で、加熱時の爆裂を抑止する目的で PP 繊維を 0.2vol.% (1.82kg/m³) 混入した。加熱実験は、供試体の加熱面側が圧縮となるように PC 鋼棒で軸力と曲げモーメントを導入してから大型加熱実験炉に設置し、非加熱面側に地盤を想定した H 型鋼材を設置して、RABT 加熱曲線 (加熱 60 分) にしたがって行った。加熱時には、図-1 に示す計測位置で供試体内部の受熱温度を測定した。なお、加熱時の最高受熱温度の目安は、既往の文献²⁾ を参考にコンクリートで 350℃、鋼材で 300℃とした。これは、火災を受けた後の補修範囲を、耐火しろに留めることを考えて設けたものである。

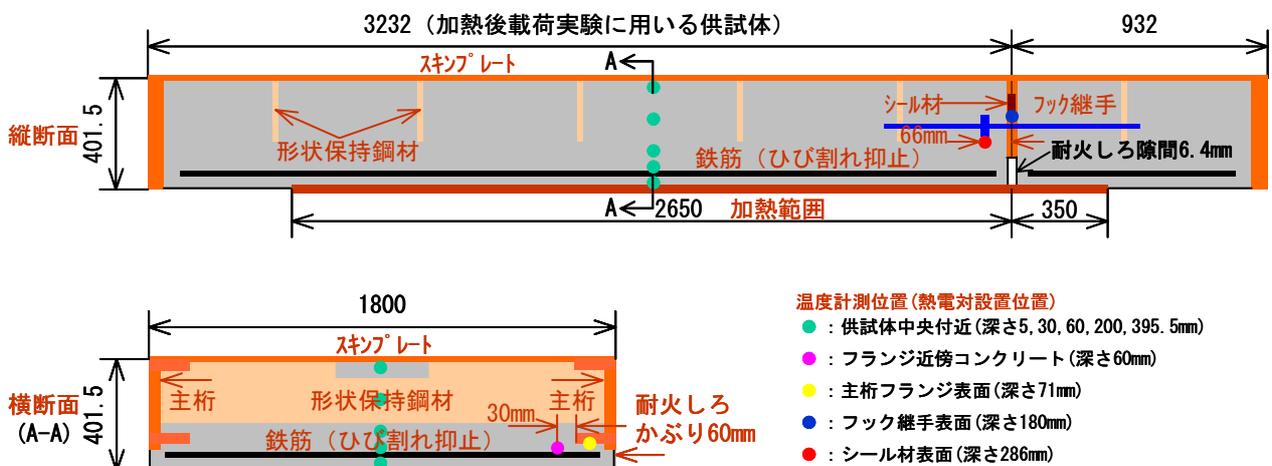


図-1 供試体の形状・寸法および計測位置

キーワード セグメント, 鋼殻, コンクリート, 耐火性, RABT 加熱, ポリプロピレン繊維

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 土木技術研究所土木構工法研究室 TEL045-814-7228



図-2 供試体の加熱後表面状況

3. 実験結果

加熱実験時のコンクリートの圧縮強度は 71.8N/mm²であった。図-2 の加熱後表面状況からわかるとおり、著しい爆裂は生じなかった。加熱時に供試体は非加熱面方向に反り上がり、供試体中央付近の変位は 5mm 程度であったが、非加熱面側に地盤を模擬したH型鋼材を配置したことにより、継手面の競り合いによる著しい角欠けは生じなかった。

図-3 に供試体中央付近内部の受熱温度履歴を、図-4 に供試体内部の測定点での最高受熱温度を示す。供試体中央付近内部 5 カ所の受熱温度履歴は、滑らかな上昇・降下をしている。このことから、コンクリート内部の受熱温度に影響を及ぼすような爆裂は生じていないことがわかる。耐火しろのかぶり 60mm の深さでの最高受熱温度は、供試体中央付近で 328℃、フランジ近傍で 353℃と後者の方がやや高く、目安とした 350℃をわずかに超えたが、受熱による強度への影響の程度は変わらないと考えられる。フランジ近傍のコンクリート温度の方が高くなったのは、コンクリートよりも鋼材の熱伝導率が高いためと考えられる。主桁鋼材とフック継手の最高受熱温度は目安とした 300℃に対し、それぞれ 242℃、92℃に抑えられた。また、シール材の最高受熱温度は 100℃の目標に対し 80℃であった。図-4 によれば、継手やシール材の受熱温度は、耐火しろの隙間の影響のない供試体中央付近でのそれぞれの深さの受熱温度とほぼ変わらないことから、耐火しろの隙間が内部の受熱温度に影響を及ぼしていないこともあらためて確かめられた。

4. まとめ

継手を含む実大供試体によるコンクリート一体型鋼製セグメントの耐火性を RABT 加熱実験により確認した結果、必要な耐火性を有していることが以下のことから確かめられた。

- 1) 本配合では、PP 繊維を 0.2vol. % (1.82kg/m³) 混入することにより、著しい爆裂を抑止できた。
- 2) 耐火しろを 60mm 設けることにより、火災時および火災後に強度を期待する範囲のコンクリートや鋼材の受熱温度を、ほぼ目標とする温度とすることができた。

参考文献

- 1) 近藤ほか：コンクリート一体型鋼製セグメントの開発（その2），第 64 回年次大会講演集，pp. 47-48，2009. 9
- 2) 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，2004. 10

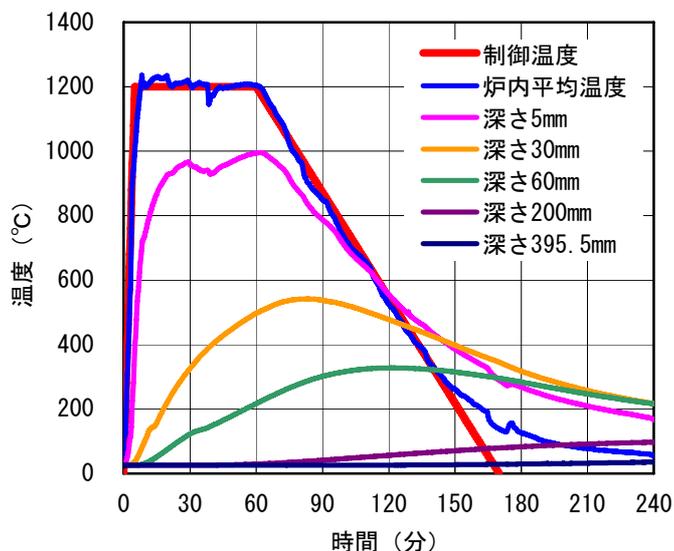


図-3 供試体中央付近内部の受熱温度履歴

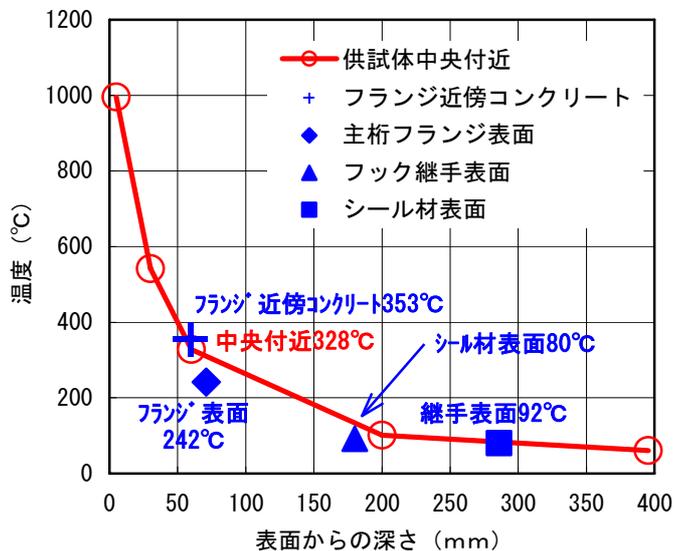


図-4 供試体内部の最高受熱温度