

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加熱後耐力の検討

東京都第二建設事務所品川線建設事務所 非会員 赤崎 浩司
 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・谷口 敦
 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）土木技術研究所土木構工法研究室 正会員 堀口 賢一

1. はじめに

東京都が建設を進めている中央環状品川線シールド工事では、耐震対策部や横連絡坑などの大きな荷重が作用し、RC セグメントの適用が困難な施工部位において、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。このようなセグメントは、これまで中・小口径のシールドトンネルでの適用実績はあるものの、本工事のような内径 11m を超える大口径シールドトンネルでの適用は限られている。そのため、本工事ではその適用に先立ち、実大セグメント供試体による構造実験を行って、その設計手法の妥当性を確認している¹⁾。一方、本工事でのトンネル部は、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仕様となっているが、竣工後は道路トンネルとして供用されるため、車両事故などによる火災がセグメント耐力に影響を及ぼさないことが要求されている。火災時の耐火性については、RABT 加熱実験によりコンクリートに著しい爆裂が発生しないことや、コンクリート内部の鋼材や継手の受熱温度が 300℃以下に抑えられることなどから、十分な耐火性を有していることを確認している。ここでは、RABT 加熱後の供試体で曲げ載荷実験を行い、加熱後の常温耐力を評価した結果について報告する。

2. 実験内容

図-1 に供試体の形状・寸法を示す。加熱冷却後の曲げ載荷実験に用いた供試体は、RABT 加熱実験を行った 2 つのピースのうち、予め加熱後に曲げ載荷実験に供することを目的とした方のピースを用いた。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ている。これは、図-1 の RC 等価算定モデル断面図に示すとおり、端部に配置されている主桁鋼材を鉄筋とみなした RC 構造として設計しているため、単純に断面積あたりの鋼材量を合わせて幅や厚さを縮小すると、設計断面力を PC 鋼棒で導入した際に、実際のセグメントの応力状態と異なってしまう可能性が考えられたためである。載荷実験に用いた供試体の長さは、加熱実験炉の大きさと継手部を設けることの制約から取り得る最大長として定め、せん断スパン比は 3.86 とした。

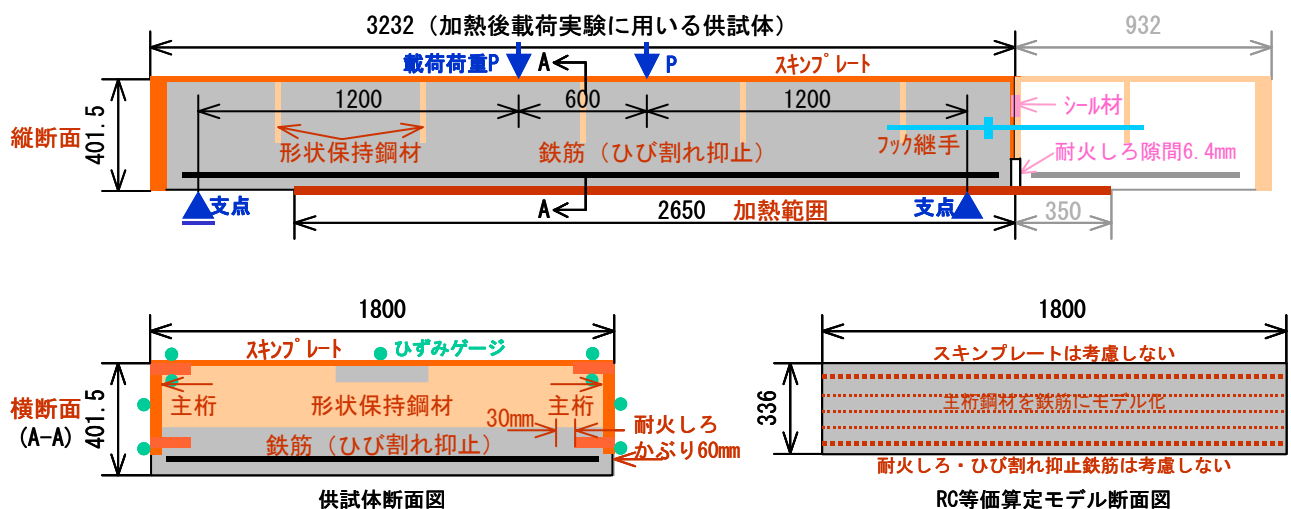


図-1 供試体の形状・寸法および RC 等価算定モデル断面図

キーワード セグメント、鋼殻、コンクリート、耐火性、RABT 加熱、加熱後耐力

連絡先 〒140-0003 東京都品川区八潮 1-3 地先 大成建設（株）東京支店品川線シールド作業所 TEL 03-5755-9451

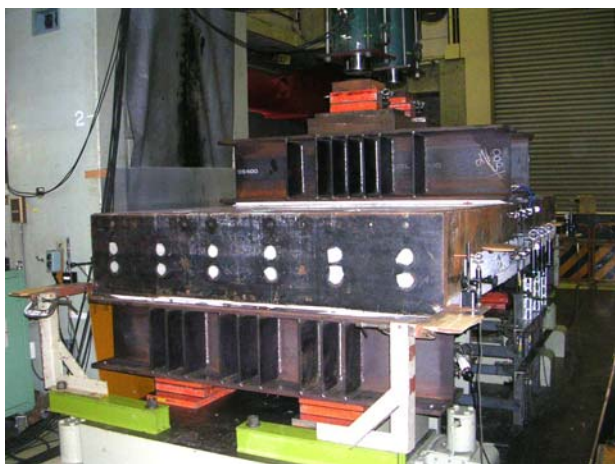


図-2 加熱後供試体の曲げ載荷実験状況

主桁の鋼種は SM490YB (降伏値 426N/mm^2) でフランジ厚 28mm, ウェブ厚 19mm とした. また, 鋼殻に充てんしたコンクリートの設計基準強度は 42N/mm^2 で, 加熱実験時の圧縮強度は 71.8N/mm^2 であった. RC 等価算定モデル断面では, スキンプレートや耐火しろ内のひび割れ抑止鉄筋, および耐火しろのコンクリートの補強効果は考慮していない. また, 曲げ載荷実験は, 軸力などを作用させずに単調載荷で行った.

3. 実験結果

図-2 に曲げ載荷実験の状況を示す. 曲げ載荷実験は, 図-1 に示す位置を載荷点・支点とする 4 点曲げにより行い, 載荷荷重と供試体下面中央での変位, および鋼材のひずみを測定した. 図-3 に載荷荷重と変位の関係を示す. ここでの最大曲げ耐力は, 実験

装置の都合から完全に破壊する前に実験を終了した時点の載荷荷重であるが 1679kN まで達しており, 設計終局曲げ耐力時の載荷荷重 1257kN を十分保持できることが確認できた. また, 図-3 には使用した鋼材などの強度試験結果に基づいたファイバーモデルによる断面耐力の解析結果も示している. ひずみ硬化後はずれが生じているが, 初期剛性や降伏荷重はよく評価できており, 平面保持が成り立っていることがわかる. 図-4 は鋼材の平均ひずみの分布で, 供試体底面から同じ高さごとの平均で示している. これによっても, 最大曲げ耐力まで主桁鋼材とコンクリートの一体性が確保されて平面保持が成り立っており, 既往の実験結果と同様に, 主桁鋼材を断面内の鉄筋に置き換えて断面耐力を算定する RC 等価算定モデルの妥当性が改めて確認できた¹⁾.

4. まとめ

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 RABT 加熱後の耐力を確認した結果, 以下のことが確かめられた.

- 1) RABT 加熱後においてもコンクリートと鋼殻の一体性が確保されており, 常温冷却後の断面耐力は設計断面耐力を十分に確保できるものであった.
- 2) 主桁鋼材を断面内の鉄筋に置き換えて断面耐力を算定する RC 等価算定モデルは, 本工事で適用しているコンクリート一体型鋼製セグメントの設計断面耐力を適切に評価できることが確認できた.

参考文献

- 1) 川島ほか: コンクリート一体型鋼製セグメントの開発 (その 1), 第 64 回年次大会講演集, pp. 45-46, 2009. 9

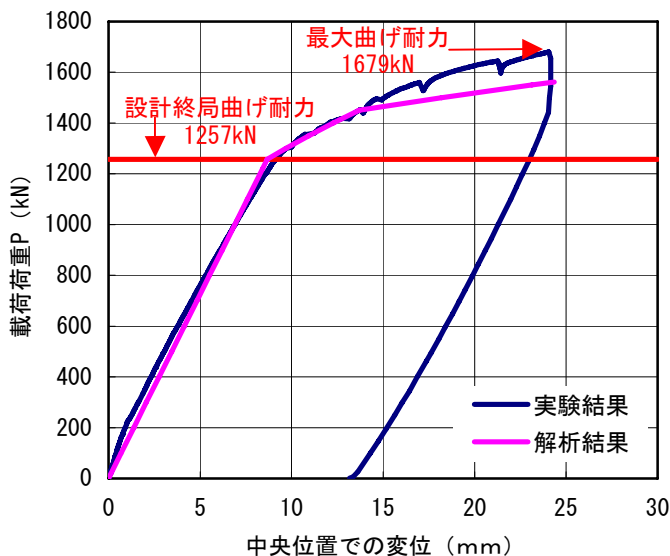


図-3 載荷荷重と供試体中央変位

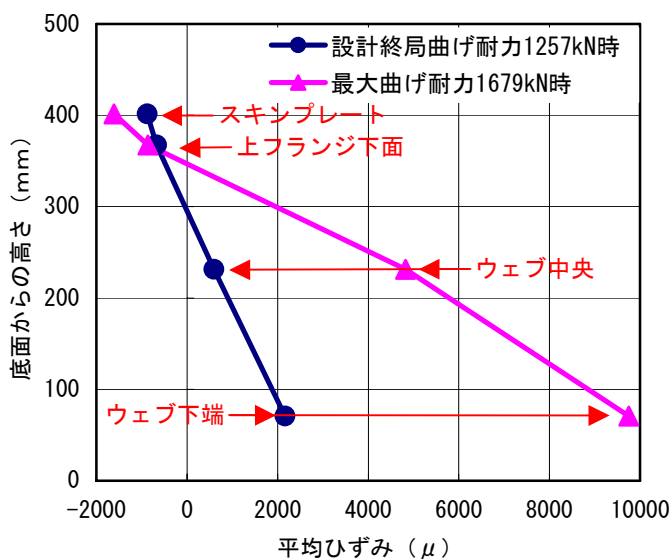


図-4 平均ひずみ分布