

コンクリート一体型鋼製セグメントの局所荷重に対する性能確認

大成建設株式会社 正会員 ○尾野 祐規
 大成建設株式会社 正会員 加藤 隆
 大成建設株式会社 正会員 西田 与志雄

1. はじめに

シールドトンネルにおいて、開口補強部や、全土被り荷重が作用する箇所などでは、高耐力を有するセグメントが必要となる。高耐力を有するセグメントの一つとして、コンクリート一体型鋼製セグメントが開発され、構造実験等によりその適用性が報告されている^{1),2)}。

コンクリート一体型鋼製セグメントのさらなる合理化へのアプローチとしては、セグメント幅を広くし、薄肉化を図ることが考えられるが、幅広のセグメントでは、幅方向端部の応力集中が懸念される。本研究では、セグメント外径φ5,070mmのシールドトンネルに適用するセグメント幅1300mm、桁高150mmの幅広・薄肉のコンクリート一体型鋼製セグメントに対して局所載荷試験を行い、線載荷試験と比較することで、局所載荷時に応力が均等に分散されるのを確認することを目的とする。

2. セグメントの諸元

セグメントの諸元を図1に示す。本セグメントは、主桁、形状保持鋼材（縦リブ）、スキンプレートからなる鋼枠（SM490Y）に、コンクリート（ $f'_{ck}=54\text{N/mm}^2$ ）を中詰めした構造である。

セグメントの設計には、既往の研究成果³⁾に従い、主桁およびスキンプレートを鉄筋と見立てたRC理論を適用した。ここで、鋼材およびコンクリートの発生応力が、常時荷重に対しては長期許容応力度、レベル1地震時および施工時荷重に対しては短期許容応力度、レベル2地震時荷重に対しては終局耐力以下となるよう設計を行った。

3. 実大試験体による単体曲げ試験

(1) 試験方法

単体曲げ試験の載荷ケースは、線載荷および局所

載荷の2ケースとした。図2に試験体の諸元を示す。荷重-変位関係およびコンクリート、鋼材のひずみ分布を把握するため、載荷スパン中央部の鉛直変位ならびにスキンプレート、主桁、ひび割れ防止用に配置した鉄筋のひずみを計測する。線載荷試験は、載荷スパン0.6m、両端単純支持にて行う。局所載荷試験は、施工時の局所的な荷重を想定し、図3に示すように幅200×900mmの載荷板を用いて、載荷板と試験体の間に緩衝ゴムを設置し、荷重が均等に作用するように行う。なお、試験結果の整理は、主桁

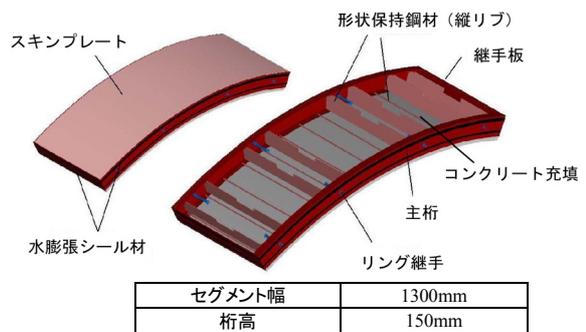


図1 セグメントの諸元

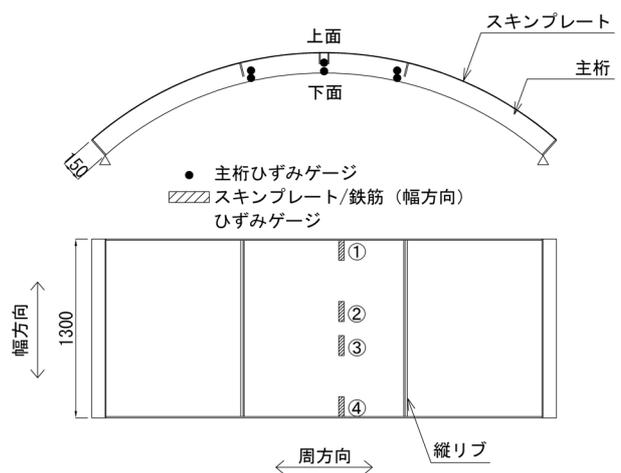


図2 試験体および計測位置

キーワード 合成セグメント、局所載荷、幅広、薄肉

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 大成建設(株) 土木設計部設計計画室

TEL 03-5381-5420

応力が設計における長期許容応力度 (=240N/mm²) に達する荷重, 主桁応力が設計降伏強度 (=365N/mm²) に達する荷重 (設計降伏荷重), コンクリートのひずみが終局圧縮ひずみに達する荷重 (設計終局荷重) に対して行う。また, 局所載荷により, セグメント幅方向の曲げが卓越して幅方向ひずみが降伏ひずみに至らないことを確認する。

(2) 結果および考察

試験体中央部の荷重-変位関係を図4に示す。局所載荷時の最大荷重は設計終局荷重を上回っている。線載荷試験と同様の傾向であることから, 載荷方法の影響は小さいと考えられる。

局所載荷試験の設計終局荷重時 (92.0kN) の試験体下面におけるコンクリートのひび割れ状況を図5に示す。ひび割れは周方向の曲げによって発生し, セグメント幅方向の曲げによるひび割れは確認されなかった。また, 図6に設計降伏荷重作用時のセグメント幅方向のひずみ分布を示す。幅方向のひずみは15μ~200μと, 鋼材の設計強度から逆算した降伏ひずみ (=1738μ) に比べて小さく, 幅方向の曲げによる破壊が生じないことを確認した。

4. 結論

コンクリート一体型鋼製セグメントの幅広化の影

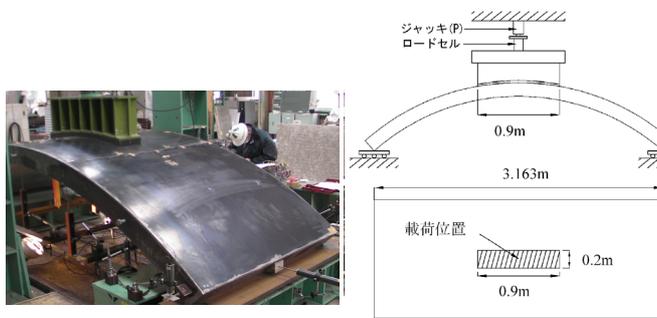
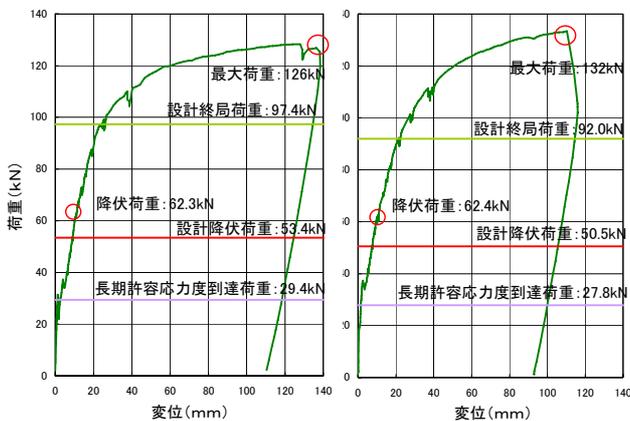


図3 局所載荷試験状況



a) 線載荷試験 b) 局所載荷試験
図4 荷重-変位関係

響による曲げ挙動を把握するために, 局所載荷による単体曲げ試験を行った。試験結果より, 本セグメントは, 設計上の終局耐力を上回った。また, 局所載荷試験により, コンクリート一体型鋼製セグメントが幅 1300mm, 桁高 150mm の幅広・薄肉の形状においても十分成立することを確認した。これにより, 本セグメントは, 従来のセグメントより幅広, 薄肉化が図れることから, 合理的設計が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 川島, 服部, 三桶, 西田: コンクリート一体型鋼製セグメントの開発(その1)-構造実験-, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, Vol.6, pp.45-46, 2009.
- 2) 近藤, 服部, 馬場, 西田: コンクリート一体型鋼製セグメントの開発(その2)-要素加熱試験-, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, Vol.6, pp.47-48, 2009.
- 3) 森, 西岡, 伊藤, 寺本, 梶: TBM用新型ライナーの設計手法, トンネル工学研究論文・報告書第6巻, pp.15-22, 1996.

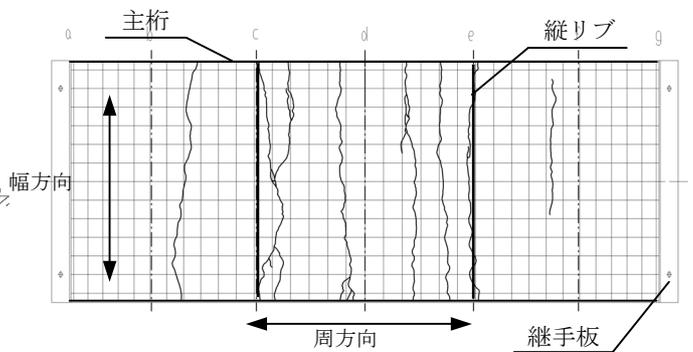


図5 設計終局荷重時のひび割れ観察状況 (局所載荷試験)

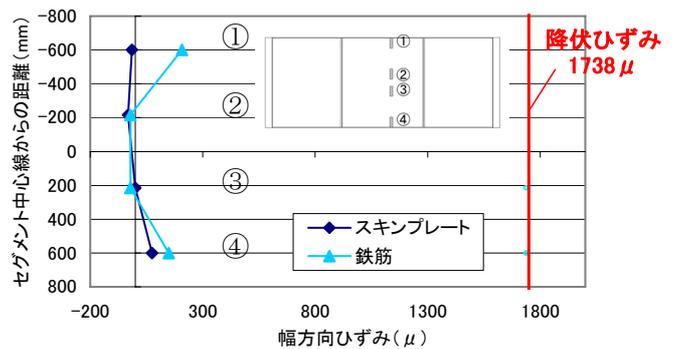


図6 設計降伏荷重作用時におけるセグメント幅方向ひずみ (局所載荷試験)