

コンクリート一体型鋼製セグメントの開発 (その1) ー構造実験ー

大成建設(株) 土木設計部 正会員 ○川島 広志, 服部 佳文
 大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 三桶 達夫
 大成建設(株) 土木技術部 正会員 西田 与志雄

1. はじめに

近年, 外径 13m 相当の大断面トンネルの需要増加や, トンネルの大深度化に伴う土水圧の増大, セグメントの切り開きに伴う偏荷重の作用などにより, 高耐力を有するセグメントが必要となってきた。

本稿で報告するコンクリート一体型鋼製セグメントは, 鋼枠と中詰めコンクリートから構成される高耐力を有するセグメントである。本セグメントは, 13 年前から開発を行い, 中小断面トンネルにおける適用実績はあり, 主桁鋼材を鉄筋としてモデル化した複合構造物としての設計手法を適用している^{1), 2)}。

今回大断面トンネルへの本セグメントの適用を目的とした構造実験を行い, 大断面トンネルにおいても中小断面トンネルと同様の設計手法が適用可能か確認を行った。

2. 構造概要および設計思想

コンクリート一体型鋼製セグメントの構造概要を図-1 に示す。本セグメントは, 主桁, 継手板, スキンプレートで構成される鋼殻と中詰めコンクリートにて構成されており, 主桁は幅方向端部に配置されている。また, 本セグメントは中詰めコンクリートで主桁を被覆し(耐火代と称す), ポリプロピレン繊維を混入することで, セグメント自体に耐火性能を付加した構造とする。耐火代にはひび割れ・剥落防止筋を配置し, ひび割れ防止及び剥

落防止を行う。

断面設計の考え方は, 主桁鋼材, 中詰めコンクリート(耐火代を除く)のみを構造部材として考慮し, スキンプレート, 耐火代コンクリートおよびひび割れ・剥落防止筋は非構造部材とする。設計思想概念図を図-2 に示す。

3. 実験概要

3.1. 実験目的

耐力確認のための線荷重試験と, テールクリアランス減少に伴う局所的な荷重を模擬した集中荷重試験を実施し, 実験結果と計算結果を比較し, 複合構造物としての設計手法の妥当性を確認することを目的とした。

具体的には, 本セグメントの耐力が, 鋼材を鉄筋としてモデル化した RC 理論によって計算された耐力を上回ること, 厚さ方向のひずみ分布が RC 理論と一致することの 2 項目の確認を行った。ここでいう RC 理論とは, 平面保持の仮定と引張側(中立軸以下)コンクリートの引張応力を無視する仮定のことである。

3.2. 実験概要

図-3, 図-4 に実験概要を示す。試験体は外径 13m 相当のトンネルに適用するセグメントを模したアーチ型試験体とした。断面は 1800mm×401.5mm であり, 幅厚比は 4.48 とした。主桁は SM490Y 材を使用し, 上下フランジ厚を 16mm, ウェブ厚を 19mm とした。コンクリートの

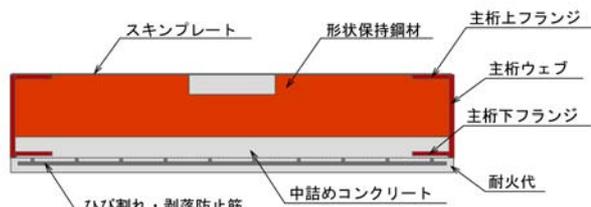


図-1 コンクリート一体型鋼製セグメント

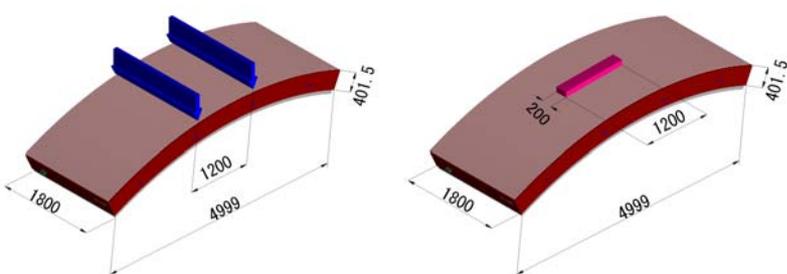


図-3 線荷重試験概要



図-4 集中荷重試験概要

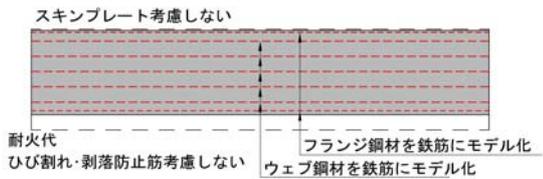


図-2 設計思想概念図

キーワード セグメント コンクリート一体型鋼製セグメント

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) 本社土木設計部陸上第二設計室 tel:03-5381-5417

材料物性を表-1 に示す. 中詰めコンクリートの設計基準強度は 42N/mm^2 とする. 使用鋼材の降伏強度は 409N/mm^2 であり, 設計降伏強度は 355N/mm^2 である. 試験体寸法及び計測位置を図-5, 図-6 に示す.

表-1 コンクリートの材料物性値

試験体	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
線荷重載荷	52.3	34.3
集中荷重載荷	50.5	34.6

4. 実験結果

4.1. 線荷重載荷試験

線荷重載荷試験から得られた荷重～試験体中央部変位関係を図-7 に示す. 載荷荷重 552kN (≡主桁鋼材が長期許容応力度 240N/mm^2 に達する荷重), 904kN (≡主桁鋼材が設計降伏強度 355N/mm^2 に達する荷重) 時の主桁のひずみ分布を図-8 に示す. 実験は試験装置の関係で設計終局荷重を超えたことを確認して終了した.

荷重-変位関係より, 本セグメントの試験終了時荷重が設計終局荷重を超え, 1.2 倍以上あること. また主桁のひずみ分布より, 中立軸位置が平面保持の仮定によって推定される位置と良く一致していることを確認した.

4.2. 集中荷重載荷試験

集中荷重載荷試験から得られた荷重～試験体中央部変位関係を図-9 に示す. 載荷荷重 471kN (≡主桁鋼材が長期許容応力度 240N/mm^2 に達する荷重), 771kN (≡主桁鋼材が設計降伏強度 355N/mm^2 に達する荷重) 時の主桁のひずみ分布を図-10 に示す.

これより, 本セグメントのように構造部材である主桁が端部に配置された構造で集中荷重載荷した場合においても, 幅方向にひずみ分布がほぼ一様となることを確認した.

5. 結論

以上より, 大断面トンネルへの本セグメントの適用に関する結果をまとめる.

1. 線荷重載荷試験より, 鋼材を鉄筋と評価する RC の断面設計手法が適用できることを確認した. また, 終局荷重には余裕があることを確認した.
2. 集中荷重載荷試験より, 幅厚比 4.48 の場合において端部に主桁が配置される構造であっても, 幅方向への荷重伝達がスムーズに行われ, 1 と同様の設計手法が適用できることを確認した.

今後, 実績を積むことで施工時の問題点を反映させていく所存である.

参考文献

- 1) 森益基, 西岡巖, 伊藤文雄, 寺本哲, 梶修: 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~pp.22, 1996.11
- 2) 複合構造物の性能照査指針(案), 土木学会, 2002

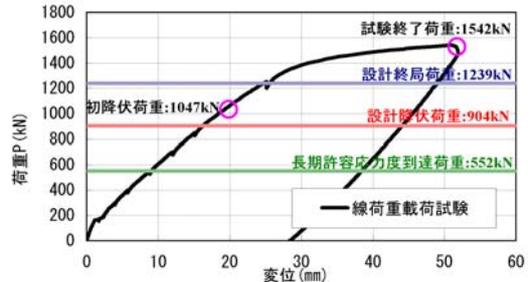


図-7 線荷重載荷試験 荷重～変位関係

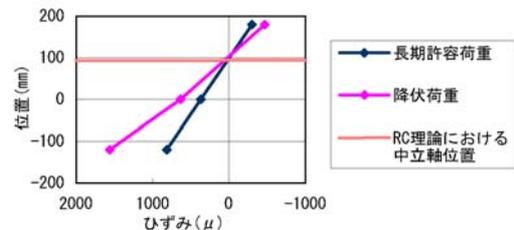


図-8 線荷重載荷試験 ひずみ分布(厚さ方向)

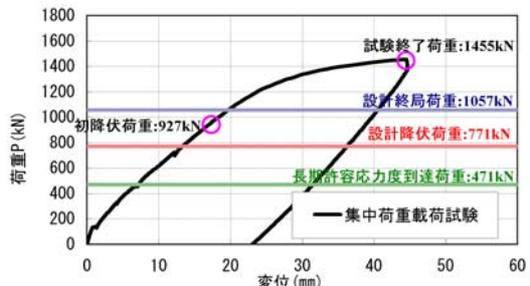


図-9 集中荷重載荷試験 荷重～変位関係

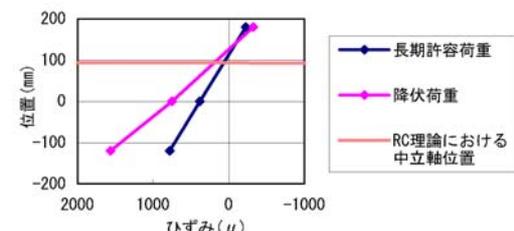


図-10 集中荷重載荷試験 ひずみ分布(厚さ方向)

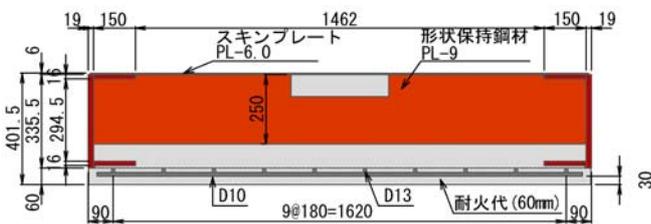


図-5 試験体寸法

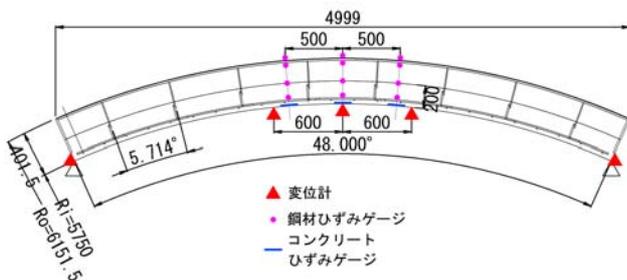


図-6 計測位置