

## DRC セグメントの性能確認試験 - 外郭放水路第4工区トンネル新設工事（その2） -

国土交通省 関東地方整備局	白土 正美
鹿島建設（株）土木設計本部	正会員 滝本 邦彦
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 吉田 健太郎
（株）クボタ 素形材技術部	正会員 渡邊 崇志

### 1. はじめに

外郭放水路第4工区トンネル新設工事では、図-1に示すDRC (Ductile and Reinforced Concrete) セグメントによりトンネル本体の構築を行っている。DRC セグメントの本体構造は内水圧による引張力に対して確実な耐力を有し薄型化できる5面鋼殻のダクティル鑄鉄と鉄筋コンクリートの合成構造であり、継手構造はボルトボックスがなく完全内面平滑で施工時のジャッキによる押し込みだけで締結できる継手（セグメント間継手：ASジョイント，リング間継手：アンカージョイント）を採用している。本文では、工事適用に当たって実施した各種試験のうち、本体部及び継手部の軸力導入曲げ載荷試験結果及び、アンカージョイントのせん断試験結果について報告する。

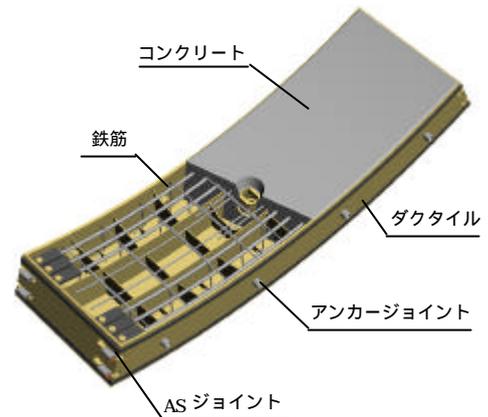


図-1 DRCセグメント概要図

### 2. 本体部軸力導入曲げ載荷試験

本試験は、本体構造の合成構造化を確認することを目的として実施した。試験体形状は、長さ3800mm×幅1200mm×桁厚465mmで、ダクティル鑄鉄主桁は4主桁（板厚：外主桁20mm，内主桁9mm）とし、スキンプレートは板厚9mmである。また、鉄筋コンクリートのコンクリート圧縮強度は、30N/mm<sup>2</sup>である。載荷は、軸力が圧縮，引張，なしにおいて、それぞれ許容耐力まで載荷後、軸力なしの状態まで破壊まで載荷を行った。載荷試験状況を写真-1に示す。



写真-1 載荷試験状況

鉛直載荷荷重と試験体中央変位の関係を、図-2に示す。

併せて、図-3に示す材料の応力とひずみ関係のもと実施したFEM解析結果（軸力なしの場合）も図-2に示す。なお、FEM解析は、ダクティル鑄鉄と鉄筋コンクリートが完全に合成化されていると仮定した場合（DRC）と、非合成の場合（D-S）の2通りを示す。いずれの軸力時においても、許容耐力範囲における鉛直載荷荷重と中央変位の関係は、線形状態にあることを確認した。また、試験体は、許容耐力の約3.4倍となる鉛直載荷荷重3645kN時（M=2187kNm）において最大荷重となり、ダクティル鑄鉄外主桁の破断により終局を迎えた。軸力なし時の試験結果とFEM解析結果を比較すると、変位から試験体が合成構造として挙動していることが確認できる。さらに、試験結果と合成構造とした場合の解析値の断面内ひずみ分布を図-4に示すが、ひずみ分布からも試験体が合成構造として挙動していることを確認した。

キーワード：DRC セグメント，合成構造，ダクティル鑄鉄，内水圧  
連絡先 〒182-0036 調布市飛田給2-19-1 TEL0424-89-7076

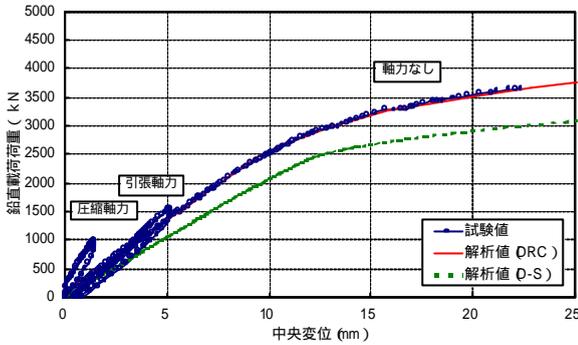


図 - 2 鉛直載荷荷重 - 中央変位関係

3. 継手部軸力導入曲げ載荷試験

本試験は、セグメント間継手（ASジョイント）の回転バネ剛性を確認することを目的として実施した。ASジョイントの概要を図 - 5 に示す。試験体は、長さ 1900 mm × 幅 1200 mm × 桁厚 465 mm のセグメント 2 体を AS ジョイント 4 個（幅方向 2 個、桁厚方向 2 段）で締結した形状であり、他は本体曲げ試験体と同様である。締結力は、設計荷重作用時の目開きを防止するため、1 個当たり 327 kN の設計プレストレスを導入した。載荷は、軸力が圧縮、引張、なしにおいて、それぞれ許容耐力まで載荷後、軸力引張の状態では AS ジョイントの降伏耐力を超える荷重まで載荷を行った。

曲げモーメントと回転角の関係及び回転バネ剛性を、図 - 6 に示す。正曲げ、負曲げ時の各軸力における許容耐力までの回転バネ剛性を得ることができた。また、いずれの試験においても引張軸力時に継手部の全塑性モーメント（ $M = 609 \text{ kNm}$ ）以上の耐力を有しており、十分な破壊安全性が確保されていることを確認した。

4. アンカージョイントせん断試験

本試験は、アンカージョイントのせん断バネ剛性と耐力を確認することを目的として実施した。アンカージョイントの概要を、図 - 7 に示す。試験は 1 面せん断試験により行った。継手 1 つに作用する荷重と目違い量の関係を図 - 8 に示す。本試験結果から、本体部のせん断剛性として  $k_s = 160 \text{ MN/m}$  を得た。また、継手の降伏耐力に相当する荷重においても、アンカージョイントの変形等はなく健全であることを確認した。

5. まとめ

以上から、DRC セグメントの基本構造特性について得られた知見は以下の通りである。

- (1) DRC セグメントの本体構造は、5 面鋼殻のダクタイル鉄と内部の鉄筋コンクリートを合成構造として評価することが可能であることが確認できた。
- (2) AS ジョイントが 2 段配置されたセグメント間継手の許容耐力までの回転バネ剛性を得るとともに、継手部が十分な破壊耐力を有していることを確認した。
- (3) アンカージョイントのせん断バネ剛性を得るとともに、継手部が十分な耐力を有していることを確認した。

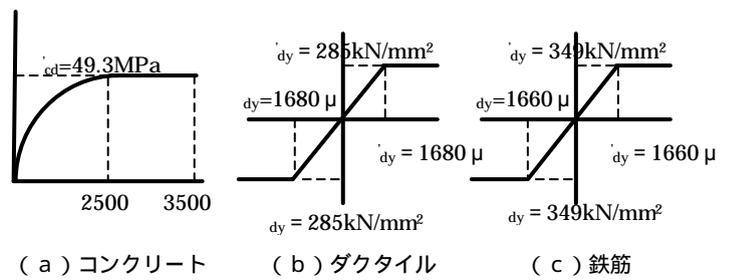


図 - 3 応力 - ひずみ関係

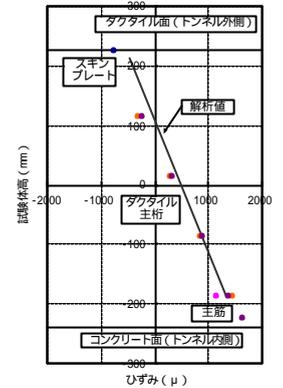


図 - 4 ひずみ分布 (降伏耐力時)

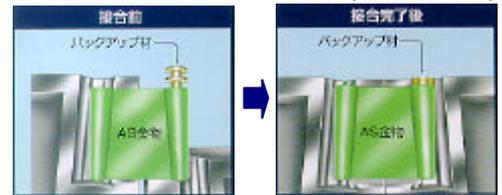


図 - 5 AS ジョイント概要図

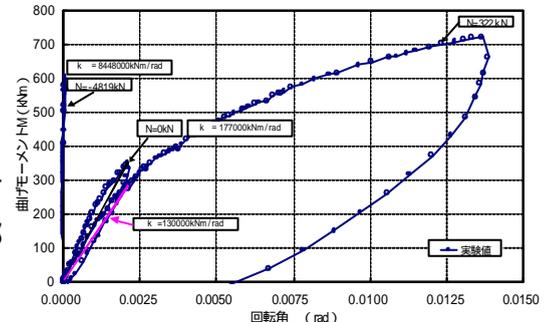


図 - 6 曲げモーメント - 回転角関係

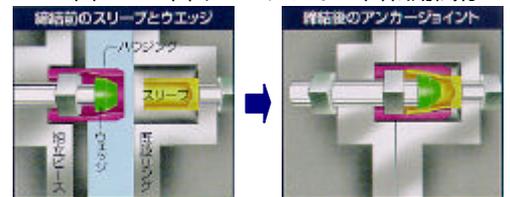


図 - 7 アンカージョイント概要図

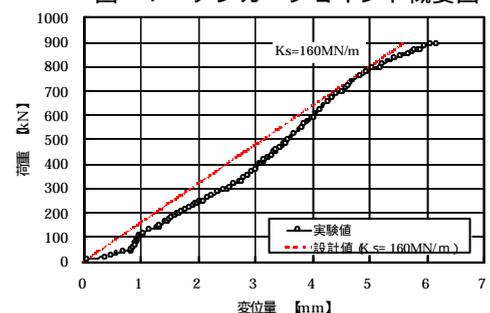


図 - 8 継手 1 本当たりの荷重 - 目違い量関係