

大日本土木 正会員 畑 一民*
大日本土木 正会員 佐藤 文雄*
大日本土木 植 享*
大日本土木 中西 昭義*

1. はじめに

シールドトンネルで一般的に用いられているボルト締結式のセグメントには、セグメント継手部で曲げ剛性が低下する、ボルトボックスの穴埋めが必要となる、セグメント位置決めやボルト締結作業に時間を要する等の課題がある。筆者らが開発中のDN継手(Double Nip joint)は覆工内面に組立用ボックスがなく、セグメント主筋の近傍に引張部材を配した構造になっている。したがって継手部の剛性低下がなく内面が平滑で組立精度に優れた覆工が形成され、急速施工や二次覆工の省略が可能となる。またセグメント主軸に対称な継手形状なので、内圧が作用するトンネルにおける負曲げモーメントに対しても正曲げモーメントに対するのと同等の高い剛性が期待できる。

本稿は、DN継手セグメントの構造や特性について概説し、基本性能の確認のために行ったセグメント継手曲げ試験について報告するものである。

2. DN継手セグメントの概要

DN継手セグメントは軸方向挿入型Kセグメントを有するコンクリートセグメントで、リング継手及びセグメント継手の締結はいずれもリング継手面内で行う（図1）。リング継手は先端拡張型アンカー付き長ボルトを既設セグメント側の定着金具挿通孔に入れ、締め付け力を与えることによって先端を拡張、嵌合し締結力を導入するものである（図2）。

セグメント継手はリング継手間の両側から2組のくさび状鋸部材（DN金具）をセグメントに埋め込んだ受け金具に嵌合するものである（図3）。2組のDN金具はプリセットされた引寄せボルトで連結され、これに締め付けトルクを与えればくさび作用によって主筋に相当する引張部材に締結力が導入される構造となっている。

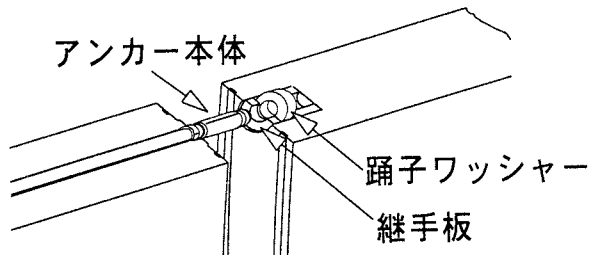


図2 先端拡張型アンカー付き長ボルト（リング継手）

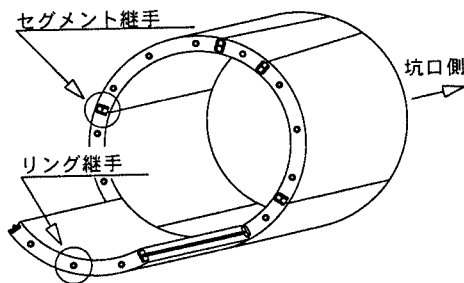


図1 DN継手セグメント

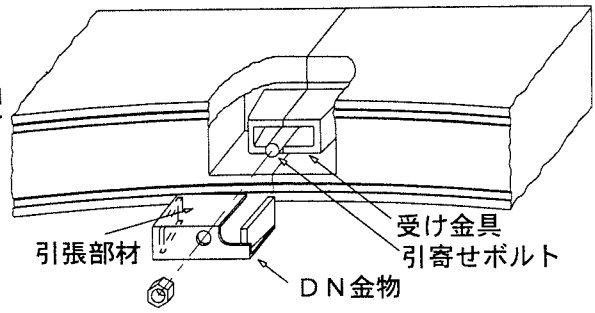


図3 DN継手（セグメント継手）

キーワード：シールドトンネル，DN継手セグメント，内面平滑，二次覆工省略，急速施工，くさび作用

*〒207-0014 東京都東大和市南街3-56-2 大日本土木㈱技術研究所 tel042-564-5171 fax042-564-5849

3. 締結試験

図4はセグメント継手締結時に引寄せボルトに発生するひずみとDN金具引張部材に導入されたひずみの関係をまとめたものである。両者はほぼ直線関係にあり、くさび作用（図5）による締結力導入が想定通り行われていることが確認できた。

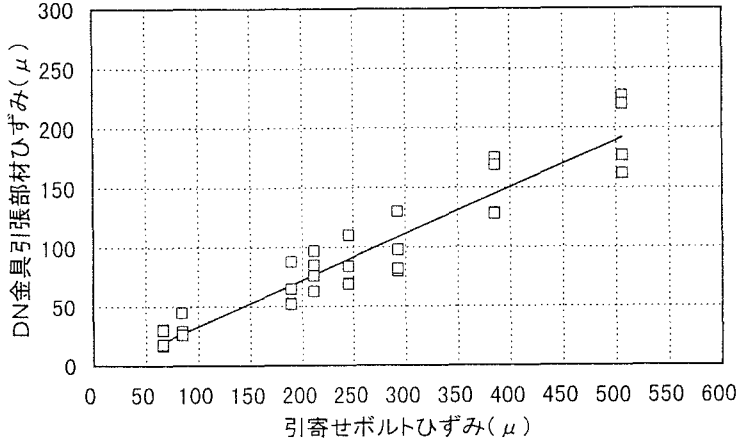


図4 引寄せボルト締付ひずみ～引張部材締結ひずみ

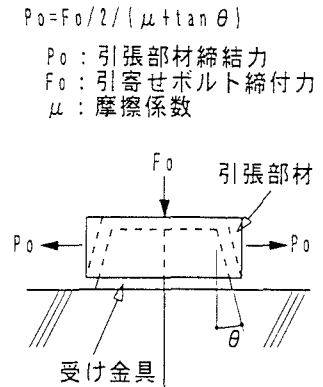


図5 くさび作用概念図

4. 継手曲げ試験

図6に継手曲げ試験の概要を示す。試験は幅1000mm、厚さ150mmの直材セグメントで行った。DN継手は引張部材を主鉄筋とみなした鉄筋コンクリート断面として考え、セグメント本体断面と同等の抵抗モーメントを持つように設定した。なお初期締結として引張部材に許容応力度の80%の応力を導入した。

図7は載荷荷重と中央部変位についてまとめたものである。図中の解析値とはコンクリートのヤング係数として標準供試体試験値を用い、試験体を剛性一様なはりとして算出した弾性解である。設計荷重値近傍を含む初期時勾配と比較すると試験値は解析値より若干高い剛性を示していることがわかる。また設計荷重載荷時点でコンクリートのひび割れは観察されなかった。破壊はセグメント本体主鉄筋の降伏によって発生した。試験における最高載荷荷重は8.72tfで設計荷重(3.47tf)に対する安全率は2.51となった。

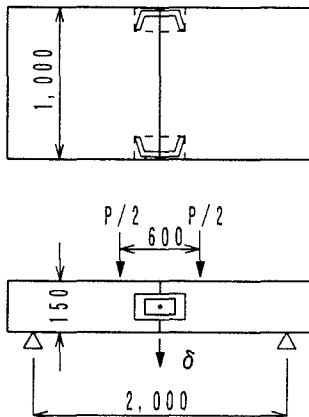


図6 継手曲げ試験概要

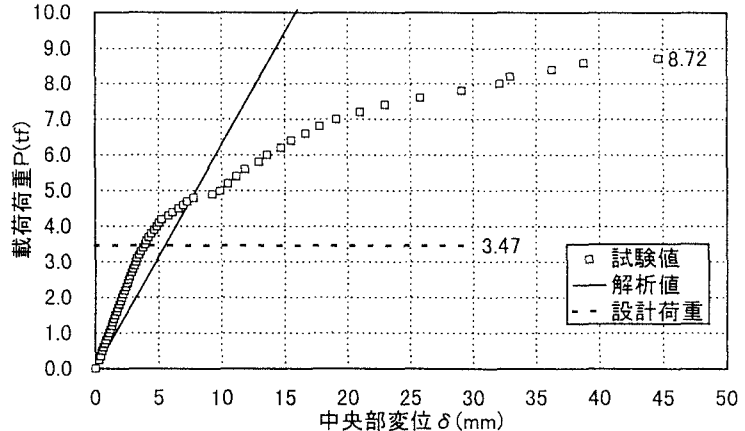


図7 載荷荷重～中央部変位

5. おわりに

継手曲げ試験の結果からDN継手セグメントが所定の基本性能を有することが確認できた。今後はリング継手の引張試験やせん断試験などを行って、覆工の設計評価方法について検討を進める予定である。