

都市トンネル用簡易覆工体の開発

東京電力(株) 建設部 正会員 ○高橋 晃 竹内 友章
(株)関電工 技術センター 市野 義治 深澤 景介

1.はじめに

シールドトンネルにおいて、地中送電線などの収用物まわりを中詰めする場合、一次覆工材は仮設構造物として捉えられることから、桁高低減・コストダウンの要望が大きい。従来のRCセグメントでは配筋上の制約から桁高低減に限界があるため、図-1に示すようなオープンサンドイッチ形式の合成構造を用いた簡易なセグメント『簡易覆工体』の開発を行った。

この簡易覆工体について、一連の要素試験によりその性能を確認したため、ここに報告する。

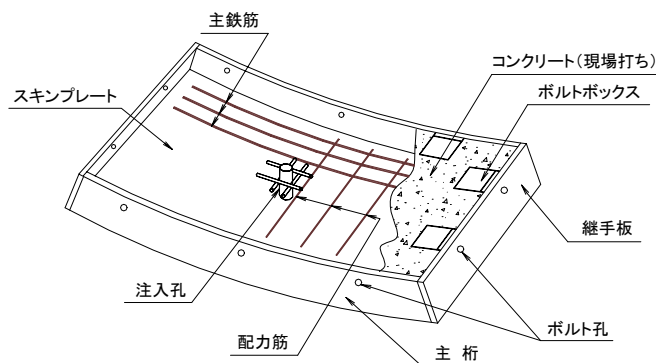


図-1 簡易覆工体概要図

2.性能確認試験の概要

実施した性能確認試験を表-1に示すが、供試体は、内径φ2,600×幅1,000×厚さ100mm(5分割)のAセグメント相当とし、断面は土被り約15m、沖積粘性土を想定し、図-2のとおりとした。また、継手形式は図-3に示すボルト形式であり、両ボックスタイプ、片側インサートタイプの2通りとした。(ボルトM20)

表-1 性能確認試験項目

試験項目	試験目的
単体曲げ試験	本体強度特性の確認
継手曲げ試験	回転ばね定数の確認
継手せん断試験	せん断ばね定数の確認

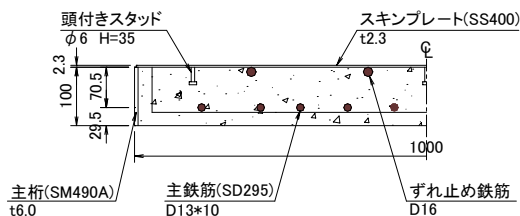


図-2 供試体断面図

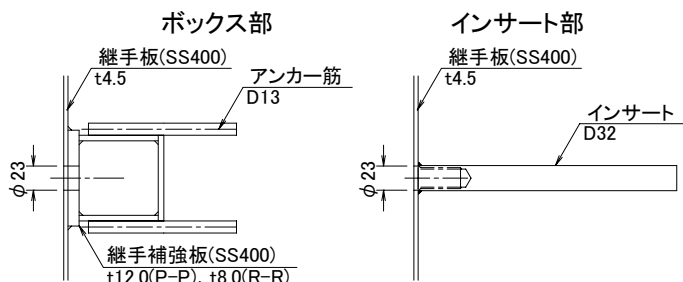


図-3 継手部概要図

3.単体曲げ試験

単体曲げ試験の概要を図-4に示すが、負曲げについては、正曲げの2倍以上の耐力を持つため、ここでの報告は割愛する。荷重-鉛直変位の関係を図-5に示す。ここで理論値および各耐力は、スキンプレートの有効幅を50tとした換算RC断面とし、剛性一様の単純梁として算出したものである。耐力は終局耐力の理論値を満足した。変位量も、降伏耐力の範囲内では理論値以内に収まり、剛性も確保していることを確認した。

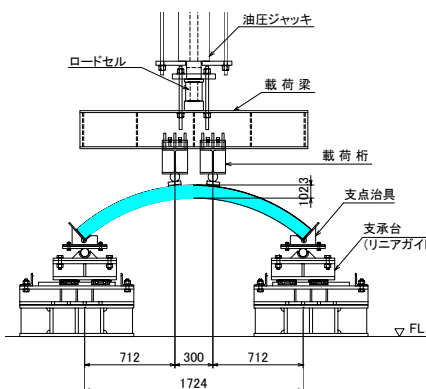


図-4 単体曲げ試験概要図(正曲げ)

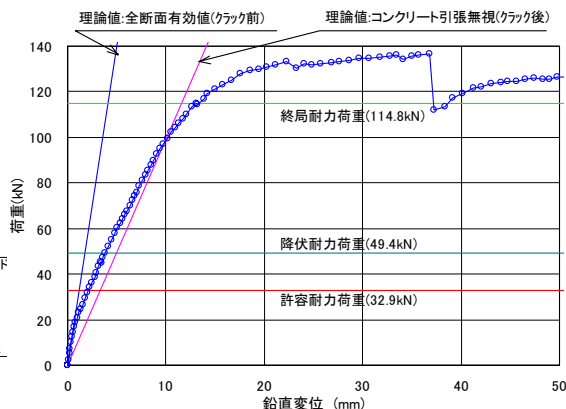


図-5 荷重-鉛直変位の関係

キーワード シールドトンネル, 合成セグメント, 単体曲げ試験, 継手曲げ試験, 継手せん断試験
連絡先 〒100-8560 東京都千代田区幸町1丁目1番3号 TEL 03-4216-4294 FAX 03-4216-1111

4. 継手曲げ試験

試験概要図(正曲げ)を図-6に示すが、正曲げは円弧モデル、負曲げは平板モデルとした。曲げモーメントと回転角の関係を図-7、8に示す。ここで耐力は、ボルトを引張鉄筋と見なしたRC断面として算出したものである。その関係はバイリニアを示すが、短期許容耐力の範囲内では線形であった。また、試験から求めた回転ばね定数は表-2のとおりである。

表-2 回転ばね定数(kN・m/rad)

試験項目	正曲げ	負曲げ
片側インサートタイプ	815	845
両ボックスタイプ	955	1500

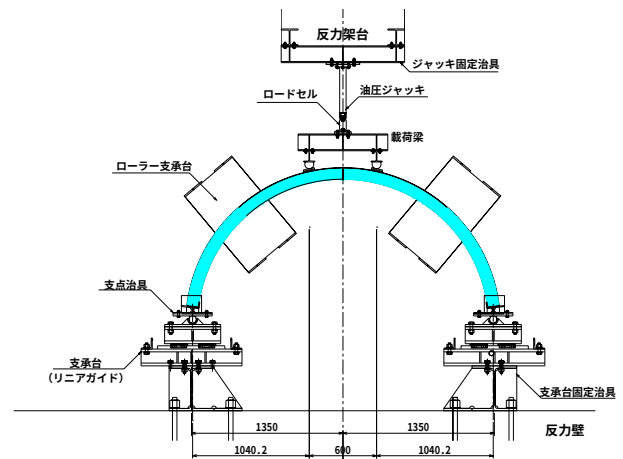


図-6 継手曲げ試験概要図(正曲げ)

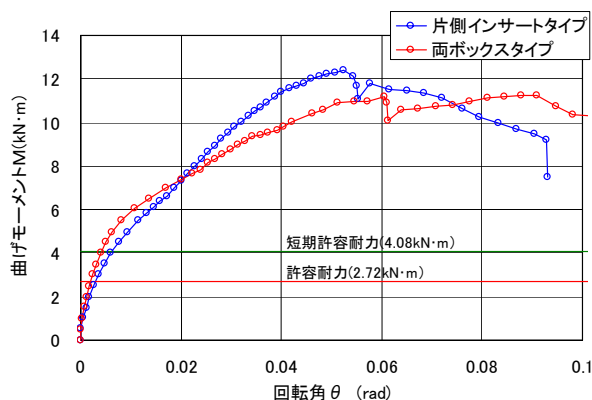


図-7 曲げモーメントー回転角の関係(正曲げ)

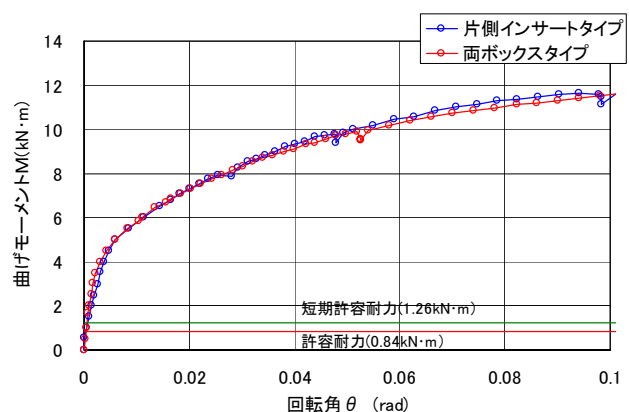


図-8 曲げモーメントー回転角の関係(負曲げ)

5. 継手せん断試験

試験概要図を図-9に、荷重-相対変位の関係を図-10に示す。この関係は、トリリニアを示したが、ボルト締結力相当荷重の範囲内では、継手面の滑りは発生せず、線形であった。また、ボルト締結力相当荷重を越えた時点でボルトクリアランス相当の滑りが発生したが、その勾配は継手形式による差は見られなかった。

試験から求めたせん断ばね定数(第一勾配)は、継手一箇所あたり 165,000kN/mであった。

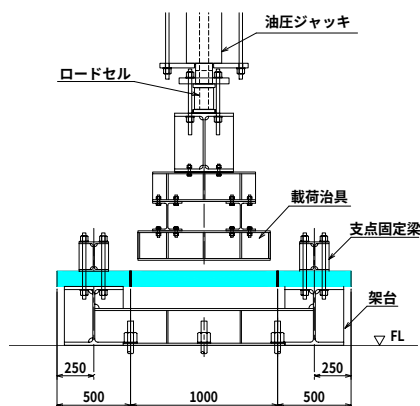


図-9 継手せん断試験概要図

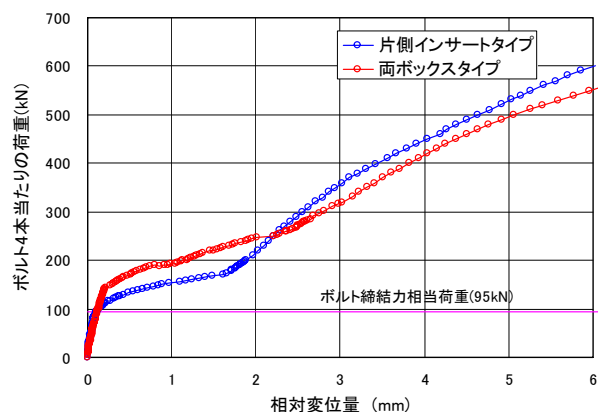


図-10 荷重ー相対変位の関係

6. まとめ

単体曲げ試験により、簡易覆工体の耐荷変形性能およびRC理論による断面設計が可能であることを確認した。また、継手曲げ試験、継手せん断試験により、回転ばね定数およびせん断ばね定数を把握し、はりーばねモデルによる設計が可能となった。試算の結果、簡易覆工体はRCセグメント(桁高150mm)と同等のコストで、桁高100mmに低減可能であり、中詰めトンネルの大幅なコストダウンに寄与できることが判明した。