矩形シールドにおける構造変化点の検討

（その２　梁バネモデルとシェルバネモデルの比較）

京都市交通局　井上　豊司
中央復建コンサルタンツ株式会社　正会員　小嶋　勉
鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野建設共同企業体　正会員　中尾　努
○　鹿島建設（株）土木設計本部　正会員　玉田　康一
鹿島建設（株）土木設計本部　正会員　栗山　裕司

１．はじめに

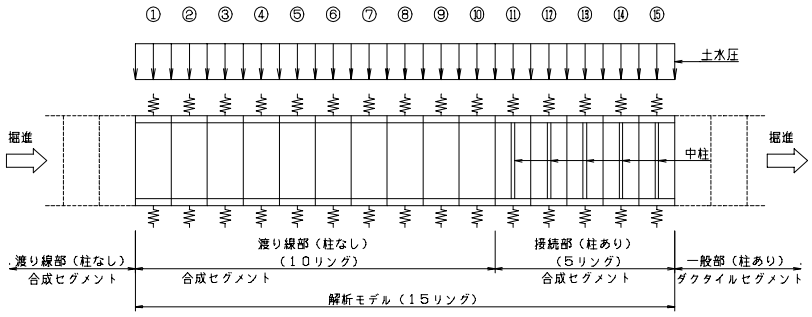
京都市地下鉄東西線六地蔵駅付近の矩形複線断面シールドトンネルにおける柱の無い渡り線部（延長 L=56m）と中柱のある一般線路部（延長 L=697m）との境界の構造変化点について、非線形梁バネモデルを用いて対策の検討を行った。（関連研究「その１」として本大会にて報告を行っている。）ここではその妥当性について非線形シェルバネモデルでの検討を実施した。

２．検討条件

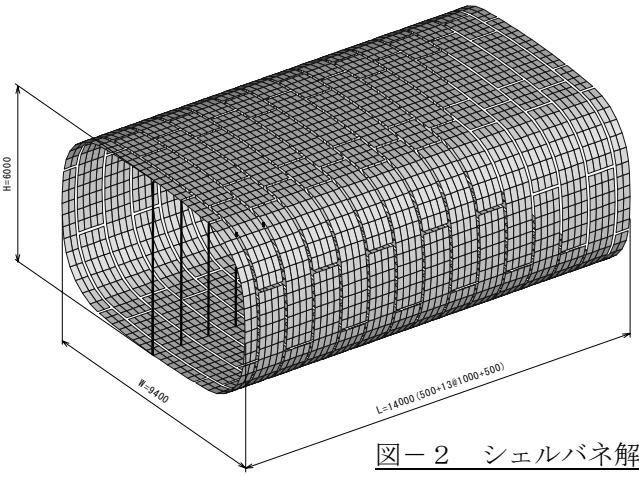
解析モデルは渡り線部 10 リングと一般線路部5リングの合計15リングを非線形シェルバネとした。（図－１、２）

構造条件、荷重条件は梁バネモデルと同じとした。ただし新たに必要となる条件については以下のように設定した。

・リング継手回転バネ定数：無限大
・セグメント継手２箇所をバネとした。（図－４）
・セグメントのトンネル軸方向剛性を考慮した。
・リング間継手せん断バネ値第一勾配を無限大とした。
・トンネル軸方向軸力としてジャッキ推力の残留分を考慮した。（7200kN）

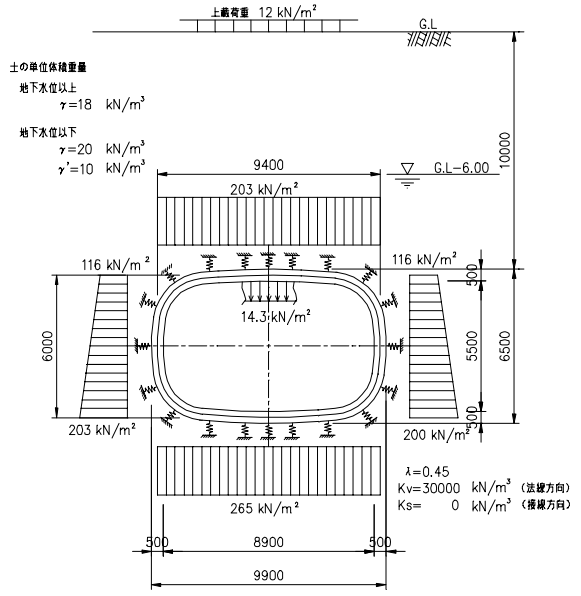


図－１　解析モデル図

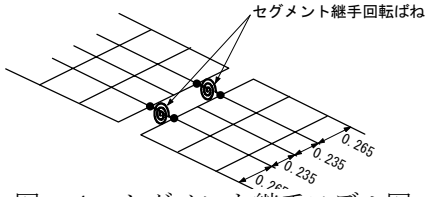


図－２　シェルバネ解析モデル図

検討はリング間継手に 2.5mm のずれおよび柱長さの調整を考慮した場合について行った。（6～10 リングにかけて、柱の長さを 12～0mm 短くした。）



図－３　荷重図

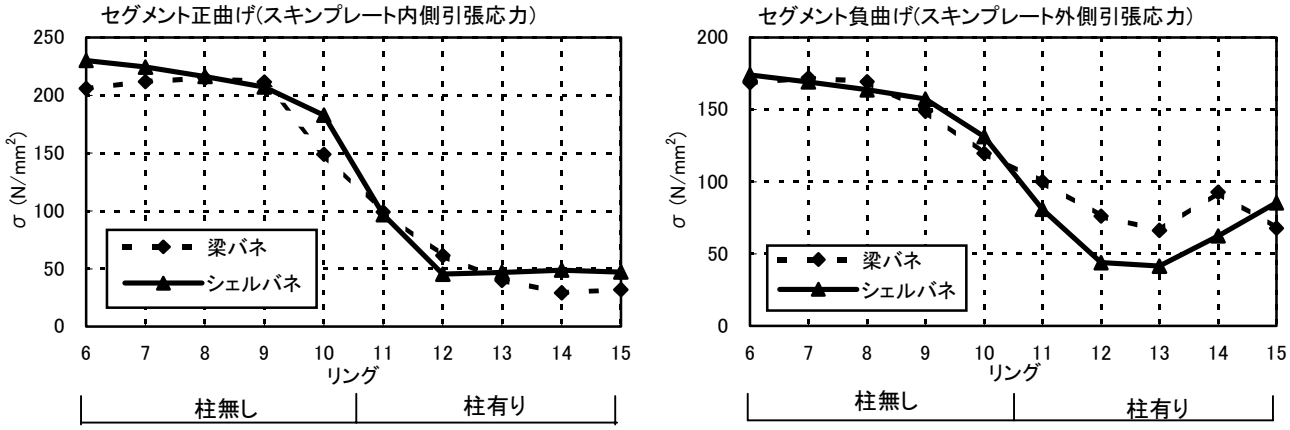


図－４　セグメント継手モデル図

キーワード：矩形断面シールド、構造変化点、非線形シェルバネ解析、合成セグメント
連絡先：鹿島建設　〒107-8502　東京都港区赤坂 6-5-30　TEL:03-5561-2183　FAX:03-5561-2155

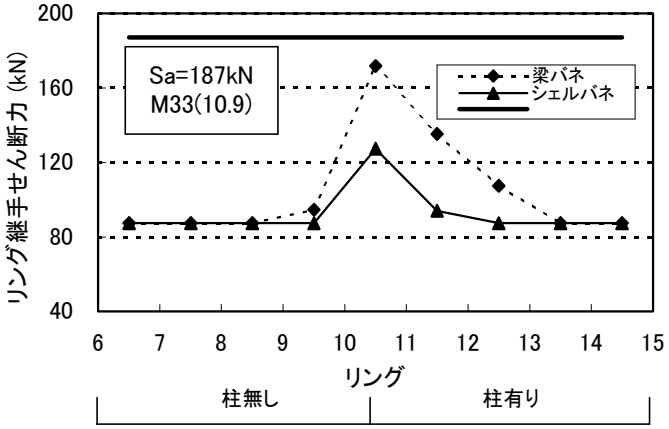
３．解析結果

各リングのセグメントスキンプレート最大発生引張応力度を図－４に示す。これより発生応力度は梁バネでは許容値（σ_{sa}=215ｋN/mm^2）に収まったがシェルバネでは若干上回った。なおセグメント継手、セグメントせん断力、柱の各応力についても両者ほぼ同等で、許容値以下であることを確認した。

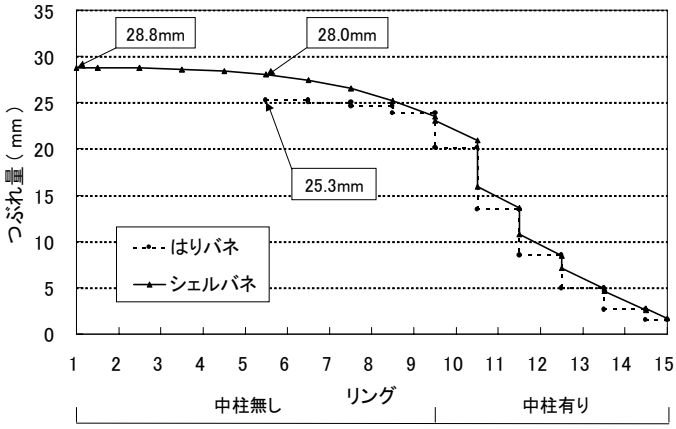


図－４　スキンプレート発生応力度

次に各リング間ボルトの発生せん断力を図－５に示す。それぞれ5-6リング間で最大となり梁バネモデルではＳ$_{max}$＝172ｋN、シェルバネモデルではＳ$_{max}$＝127ｋN と 74%に低減された。また図－６に示す各リングのつぶれ量（トンネル頂部と下端部の内空変位の和）によると、シェルバネモデルではセグメントのトンネル軸方向傾斜が発生していることがわかる。



図－５　リング間継手発生せん断力



図－６　つぶれ量

表－１につぶれ量の内訳を示す。シェルバネモデルでは総つぶれ量の 60%がセグメントのトンネル軸方向傾斜が占め、リング間継手に負担が小さくなっていることがわかる。

表－１　つぶれ量内訳　　単位：mm

	ｾｸﾞﾒﾝﾄ傾斜	ﾘﾝｸﾞ間ずれ	総つぶれ量
梁バネ	―	25.3 (100%)	25.3
シェルバネ	17.4 (60%)	11.4 (40%)	28.8

４．まとめ

梁バネモデルとシェルバネモデルとの比較を行った結果、以下のようなことが言える。

・セグメント応力については両者の差はあまり無い。

・リング間せん断力は梁バネに対してシェルバネは小さな値となる。

・この原因はシェルバネではセグメントの軸方向傾斜によりずれが吸収されているためである。

2002 年 3 月にシールド発進予定で、覆工等の計測を計画しており、今後解析と計測結果との相関性を報告したい。なお京都市交通局建設技術委員会（委員長：京都大学　足立教授)、同矩形シールド検討ワーキングの指導を受けながら実施してきた。ここに謝意を表します。