

III-3

立体骨組モデルによる横断面設計法について

東京湾横断道路(株)

和佐 勇次郎

(株) 鴻池組

正会員

嶋村

貞夫

(株) 鴻池組

正会員

○松村

誠

はじめに

セグメントリングの一設計法として、セグメント本体を梁要素に、継手部を回転バネとせん断バネにモデル化した立体骨組モデルが提案されている。本解析に用いるバネ定数は実験等により求める必要があり、継手部の部分的な試験で求めたバネ定数を用いて、全体リングの挙動を表現し得るかの懸念が残る。

本論文は、この解析法による設計へのフィードバックのため、実験で求めたバネ定数を用いた立体骨組モデルの解析結果と、全体リング試験結果を比較、検討した結果の報告である。

1. 全体リング試験

全体リング試験は、外径5.4m、高さ5.0m(5リング分)を図-1のように組み立て、リング外周に取付けたPC綱より線をセンターホールジャッキで緊張することにより、軸力を導入した後に直径方向に載荷する曲げ試験を実施し、内空変位量とセグメントひずみを測定した。

2. 立体骨組モデル

図-2に立体骨組モデルを示した。全体リング試験で用いた5リングのうち千鳥組を考慮して、2リングを梁要素でモデル化し、セグメント継手は継手部の相対回転角に応じて、曲げモーメントを伝達する回転バネ、リング継手は隣接セグメントとの相対変位に応じたせん断力を伝達する法線および接線方向のせん断バネにモデル化した。表-1に解析に用いたセグメント剛性、回転バネ定数およびせん断バネ定数を示す。これらの値は、別途実施した軸力を導入したセグメント単体曲げ試験および継手試験より求めたものである。セグメント剛性は、曲げ方向が図-3のように正・負の領域で変化させた。また、入力に際しては、セグメントのモデル化領域を考慮して、表-1のセグメント剛性値の1/2を採用した。継手部の回転バネおよびせん断バネは、図-4、図-5に示す実験より求めた曲げモーメントと回転角の関係、せん断力と変位の関係での傾きとし、非線形性を考慮したバネ値を用いた。解析ケースは、リング周方向導入軸力を0tf/m、および140tf/mの2ケースであ

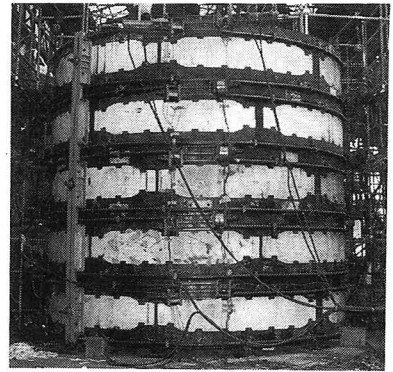


図-1 シールドトンネル

5リング試験体

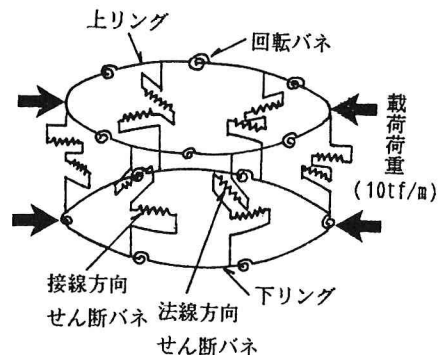
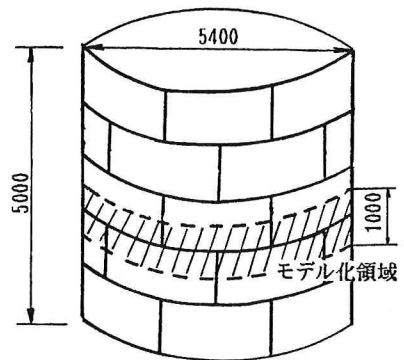


図-2 立体骨組モデル

り、内空変位量と曲げモーメントを求めた。 表-1 解析に用いたセグメント剛性、回転、せん断バネ値

3. 解析結果と実測結果の比較

図-6は、導入軸力0tf/mおよび140tf/mでの変位および曲げモーメントについて解析値と実測値との比較を示したものである。

これらの結果より、次のようなことが判明した。

①変位および曲げモーメントとも解析値は実測値を表現できているようである。

②実測の変位量および曲げモーメントは軸力の大きさに大きく影響される。

③軸力を導入した実験から求めたセグメント剛性、回転バネ定数およびせん断バネ定数を用いた立体骨組解析は、実際によく表現できているようであり、最適な解析法であろう。

導入軸力 (tf/m)	セグメント剛性 (tf・m ²)		回転バネ (tf・m/rad)	せん断バネ (tf/m)
	正曲げ	負曲げ		
0	1517	1161	100~800	11000 (Q=0~4.2tf/m)
140	1594	1223	2300~3800	6000 (Q=4.2~7.7tf/m)

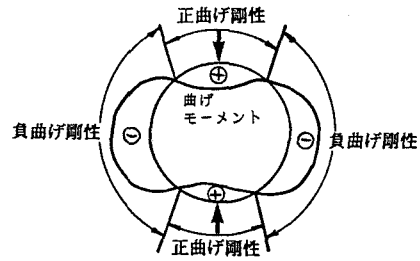


図-3 正・負曲げ剛性領域

おわりに

立体骨組解析による解析結果と全体リング試験結果との比較を行った。その結果、解析値は実験値によく一致しており、継手部の実験により求めた回転バネおよびせん断バネを解析モデルにより、全リングに拡大することで実際のリングの挙動を再現できることが確認できた。今後、大断面化する傾向にあるシールドトンネルの設計では、実リングによる大規模試験は困難となることから、部分的な継手部の試験で全体挙動の把握ができる本解析法は有効であろう。

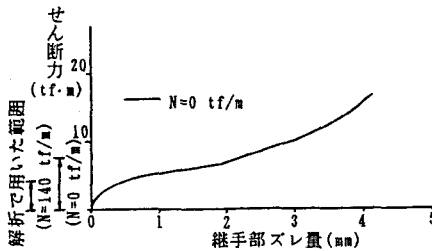


図-4 曲げモーメントと回転角の関係

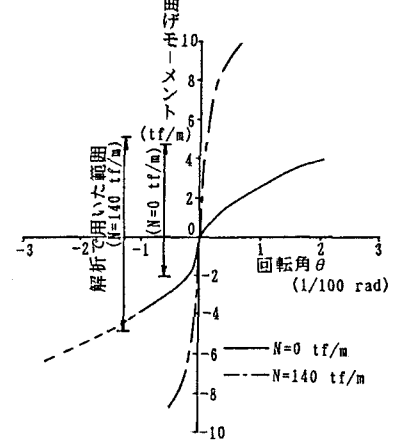


図-5 せん断力と継手部ズレ量の関係

		導入軸力 0 tf/m	導入軸力 140 tf/m
変位分布 (mm)	上リング	(解析値) (16.5) (実測値) (15.7) (14.7)	(解析値) (11.2) (実測値) (10.0) (9.1)
	下リング	(8.0) (7.4)	(5.4) (4.7)
曲げモーメント分布 (tf・m)	上リング	(13.9) (13.9)	(10.2) (9.8)
	下リング	(8.0) (7.4)	(5.4) (4.7)

図-6 解析値と実測値の比較