

III-3

シールドセグメント幅の拡幅について

大 阪 市 交 通 局 正 会 員 岸 尾 俊 茂 伊 奈 昭 二
 大阪市交通事業振興公社 正 会 員 ○ 杉 原 和 彦
 中央復建コンサルタンツ(株) 正 会 員 北 嶋 武 彦

1. はじめに

近年、シールドトンネルの施工性の向上、防水力所の減少化、工期の短縮化等を目的として、セグメント幅を従来の 900～1000mmから1100～1500mmに拡大する傾向がみられる。セグメントリングを千鳥組にした場合、セグメント幅の拡大に伴いリング継手ボルトの付加せん断力とそのせん断力によるセグメント本体の応力度分布が問題となる。

本報告は、セグメント幅の拡大化が千鳥組されたリングの挙動に及ぼす影響に関して、リング継手の添接効果および応力度分布について解析的な検討を加えたものである。

表—1 計算条件

セグメント外径 D	$\phi 5.30 \text{ m}$
土被り	24.0 m
地下水位	GL-3.00 m
土	土の単位重量 $\gamma=2.0 \text{ tf/m}^3$ ($\gamma'=1.0 \text{ tf/m}^3$)
質	内部摩擦角 $\phi=34^\circ$
定	側方土圧係数 $\lambda=0.55$
数	地盤反力係数 $k=1.0 \text{ kgf/cm}^3$
鉛直土圧(緩み土圧)	緩み高さ 8.73 m
セグメント分割数	3B+2A+K=6分割

2. 解析条件

解析の対象としたのは外径 $\phi 5300\text{mm}$ 、桁高280mmのRC平板形セグメントであり、土被りが17～24mの洪積層を通過する場合を想定する。セグメントの計算条件を表—1に示す。

3. リング継手ボルトの付加せん断力

リング継手ボルトのせん断力の計算は、はり—ばねモデル計算法を用い、回転ばね定数は村上・小泉の方法により算出し次の値を用いた。

$$+K\theta=4400 \text{ (tf}\cdot\text{m/rad)}, -K\theta=-2900 \text{ (tf}\cdot\text{m/rad)}$$

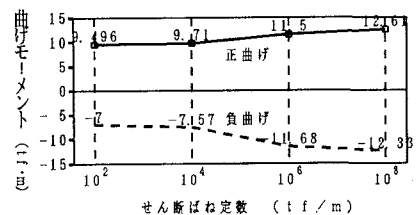
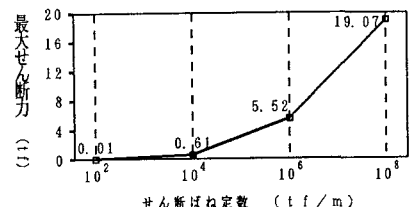
なお、せん断ばね定数を理論的に算出する方法は確立されていなく次のように考えた。せん断ばね定数を $K_s=10^2 \sim 10^8 \text{ (tf/m)}$ に変化させた場合のセグメントの最大曲げモーメントを図—1に示す。せん断ばね定数が大きくなるにつれ、曲げモーメントは増加するが、 $K_s=10^6 \text{ (tf/m)}$ を越えればほぼ一定値に近づく。同様に、継手ボルトに生ずるせん断力の変化を図—2に示すが、 K_s の影響を大きく受けている。このように、リング継手ボルトの付加せん断力の算出においては、 K_s が重要なパラメーターとなることが判る。

ここでは種々の実験結果¹⁾²⁾やボルトの耐力から、 $K_s=10^4 \text{ (tf/m)}$ 程度と推測した。

4. リング継手の添接効果による応力度分布の検討

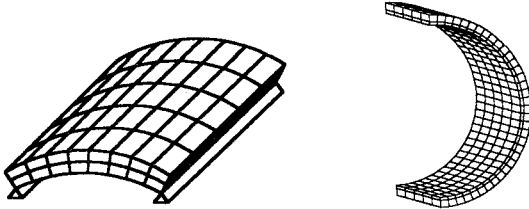
(1) 解析方法

千鳥組されたリングにはリング継手を介してせん断力が伝達されるが、セグメント幅が広くなるにつれ、セグメント幅内の応力度分布の均等性が問題となる。ここでは、3次元厚

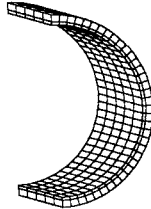
図—1 K_s と曲げモーメント図—2 K_s とせん断力

肉シェル要素を用いた単体モデル（図－3）および3次元ソリッド要素を用いた1/4モデル（図－4）の有限要素法解析を行った。

なお荷重は、はりばねモデル計算結果のリング継手ボルトのせん断力を与えた。



図－3 単体モデル



図－4 1/4リングモデル

（2）解析結果

リング継手からのせん断力により生ずるセグメント応力度のうち、圧縮縁応力度と引張縁応力度の最大位置に着目したセグメント幅方向の分布を図－5に示す。圧縮縁および引張縁の応力度分布は一樣ではなく、セグメント両端で最大値をとり、中央部に近づくにつれ徐々に減少する傾向を示す。端部応力度と平均応力度の比で応力集中度を表－2に示すが、単体モデルの解析結果の方が集中度が高い。

1000mmと1200mm幅で比較すると、セグメント端部の応力集中度は1000mm幅で4～7%、1200mm幅で6～12%となり、幅が広くなるにつれ集中度が高くなる傾向にあるものの、顕著な差はみられない。

また、1200mm幅の端部応力度の最大値は、コンクリート圧縮縁で $\sigma_c = 12.1 \text{ kgf/cm}^2$ および鉄筋の引張応力度換算値で $\sigma_s = 97 \text{ kgf/cm}^2$ であった。

（3）まとめ

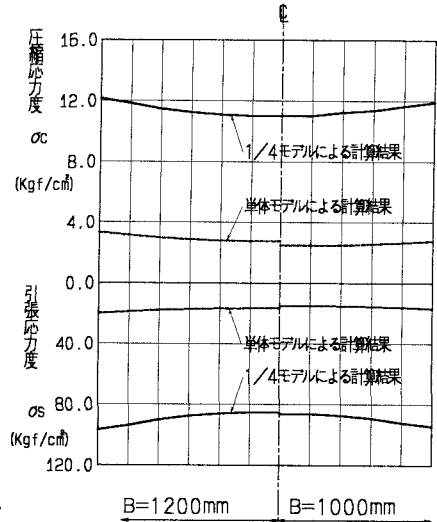
リング継手部のせん断力の伝達によるセグメント幅方向の応力度分布において、端部での応力集中傾向が判明³⁾したが、拡幅による局所応力度の顕著な増加はみられなかった。また同種の実験結果報告^{1) 2)}においても大きな応力集中はないことが確認されており、実際面ではその応力集中が緩和されているものと推察される。

4. あとがき

当検討は、主として解析を中心としたものであるが、今後実物モデルのセグメント単体や継手試験およびリング載荷試験を実施することにより、安全性を確認した後に実用化を考えている。また採用にあたっては、現地計測も含めた管理と解析へのフィードバックを行う予定である。

参考文献

- 1) 助川他；RCセグメント巾の拡幅に伴う載荷試験について、土木学会第46回年次学術講演会、1991.9
- 2) 昭和62年度東京湾横断道路技術検討報告書、東京湾横断道路調査会、昭和63年3月
- 3) 岩崎他；拡幅に伴う応力度に関する研究、土木学会第47回年次学術講演会、1992.9



図－5 応力度の分布

表－2 端部応力の集中度

	幅 1 0 0 0 mm		幅 1 2 0 0 mm	
	圧縮縁応力度	引張応力度	圧縮縁応力度	引張応力度
単体モデル	1.07	1.06	1.11	1.12
1/4 リングモデル	1.04	1.05	1.06	1.07