

III-57 二連形シールド工法用スチールセグメントの横断面内の挙動に関する研究

住友金属工業(株) 正員 北村卓也
 東洋大学工学部 正員 小泉 淳
 住友金属工業(株) 正員 高瀬幸紀
 住友金属工業(株) 正員 石田英行

1. はじめに

シールド工法により構築されるトンネルのうち、鉄道のように単線トンネルを2本併設したり、下水道で雨水・汚水を分離し、2本のトンネルとするような場合には、それらの両トンネルは、施工時に互いに影響を受けない程度に離して構築するのが一般的である。また、用地取得上の問題から、これらの2本のトンネルを包絡する大断面の単一なトンネルを構築する場合には、より高度な施工技術が要求されるのに加えて、工費が高くなる等の経済的な問題も生じる。

これに対して、近年、2つの単円のトンネル断面の一部を重複し、これを一体として施工する複円形断面シールド工法が開発された。本研究は、これらのうち、DOT工法タイプのスチールセグメントを用いてリング地上載荷実験を行い、横断面内の挙動を検討したものである。

2. 実験方法

実験には、図1に示すように、3リングを千鳥組に組んだ供試体を用いた。また、図2はセグメントの一例として、A型セグメントとジョイントセグメント（J2型）の諸元を示したものである。

荷重は集中荷重とし、中段セグメントの上下の主桁に載荷した。荷重ケース一覧を表1に示す。

3. 解析モデル

解析は村上—小泉法¹⁾に準拠して行った。解析モデルを図3に示す。図中、○印はセグメント継手を表わし、リング間をつなぐ直線はリング継手を表す。セグメント継手は回転ばねに、リング継手は接線方向と法線方向のせん断ばねに評価した。なお、これらのばねのばね定数のうち、回転ばね定数は、寸法諸元から解析的に求め、せん断ばね定数は実験条件を考慮して定めた。表2は、これらのばね定数を示したものである。

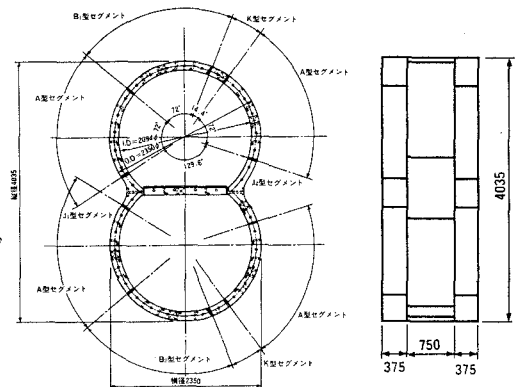


図1 供試体諸元

表1 荷重ケース一覧

ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
$P1:P2:P3=1:0:0$	$P1:P2:P3=0:1:1$	$P1:P2:P3=1:0.5:1$	$P1:P2:P3=0.5:1:1$

表2 ばね定数の諸元

ばねの種類		正	負
回転ばね定数 (kgf.cm/rad)	円弧セグメント間	1.537155×10^5	1.93061821×10^5
	円弧セグメントと隔壁間	3.148408×10^5	6.8907294×10^5
せん断ばね定数 (kgf/cm)	法線方向	∞	∞
	接線方向	∞	∞

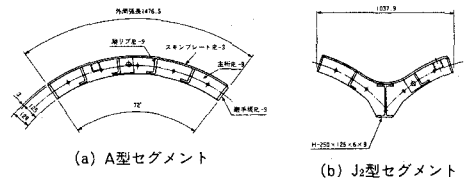


図2 セグメント諸元

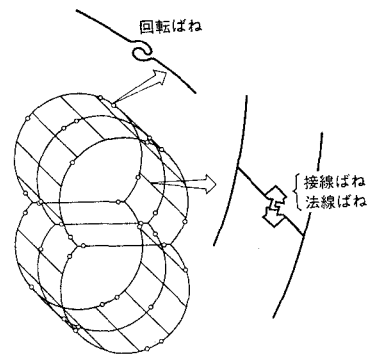


図3 解析モデル

4. 実験結果と解析結果との比較及び考察

(1) 曲げモーメント

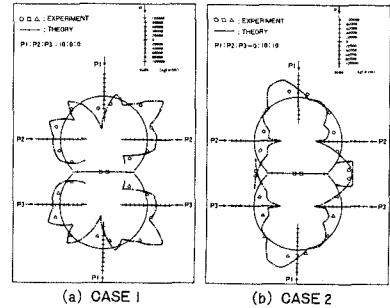
図4は中段のセグメントに発生した主桁の曲げモーメントに関する実験値と解析値の比較を示したものである。これらの図中、各種の点は実験値を、また折れ線は解析値をそれぞれ表している。各ケース共、荷重はセグメントリング長軸に対して左右対称に作用させたが、解析値はリング長軸に対して左右非対称な分布を示す。これらは千鳥組されたセグメントにおいてセグメント継手位置に回転ばねを考慮したことによるものである。すなわち、中段のリングにセグメント継手がある位置においては、上下段のリングに継手がないため、その位置に作用する曲げモーメントが剛性の高い上下段のリングに集中し、その結果、中段リングのセグメント継手付近の曲げモーメントは小さな値となる。また、セグメント継手がリング長軸に対して左右非対称に配置されている影響を受け、曲げモーメントも左右非対称な分布となる。実験値は、この解析値に良く一致しており、本解析モデルが主桁の曲げモーメントを良くシミュレートしていることが分かる。なお、円形断面の接合部であるジョイントセグメントには、実験値、解析値共に極端な応力集中は見られない。

(2) 軸力

図5は中段のセグメントに発生する主桁の軸力について、実験値と解析値の比較の一例を示したものである。図中、解析値はリング継手位置で極端に変化する分布形状を示す。これは、リング継手位置において、上下段のリングとの間で軸力の受け渡しが行われるためである。実験値は解析値に比較的良く一致しており、またジョイントセグメントにおける応力集中は観測されない。

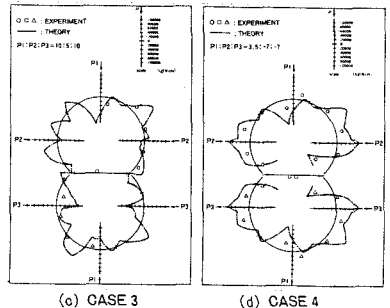
(3) 変位

図6は中段セグメントにおける主桁各点の変位について、実験値と計算値の比較の一例を示す。図中、解析値は継手の影響を受け、リング長軸に対して非対称な分布を示すが、実験値は解析値に良く一致している。



(a) CASE 1

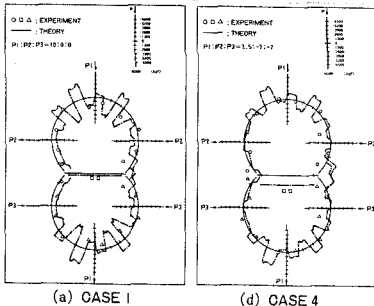
(b) CASE 2



(c) CASE 3

(d) CASE 4

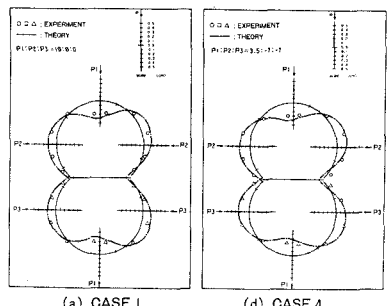
図4 曲げモーメント分布



(a) CASE 1

(d) CASE 4

図5 軸力分布



(a) CASE 1

(d) CASE 4

図6 変位

5. まとめ

二連形シールド用セグメントについて、リング横断方向の挙動を検討した。村上一小泉法にもとづく解析値は、実験値に良く一致し、この解析モデルが本構造の横断面方向の挙動を良くシミュレートすることが分かった。また、本実験ではジョイントセグメントにおける極端な応力集中は観測されなかった。本報告書をまとめるにあたって貴重な御意見を頂いた早稲田大学 村上教授ならびに、計算及び解析の協力を頂いた昨年度の早稲田大学大学院生 大法嘉道氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

1) 村上、小泉：シールドセグメントリングの耐荷機構について、土木学会論文報告集、No. 272、1978-4