

大型矩形ダクティルセグメントの構造試験

京都市交通局
鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野特定共同企業体
中央復建コンサルタンツ
クボタ 正会員

岡崎 弘
魚野 清史
竹國 浩司
今野 勉 ○青木 敏行

1. まえがき

京都市高速鉄道東西線六地藏北工区では、地下鉄複線トンネルとしては初めて矩形シールドが計画されている。トンネルは柱の無い渡り線部（延長 L=56m）と中柱のある一般線路部（延長 L=697m）で構成され、一般線路部には覆工体としてダクティルセグメントが適用される。このセグメントについてリング載荷試験を含む構造試験を行ったのでその結果について報告する。

2. ダクティルセグメントの設計

セグメント設計は、継手をばね、セグメント本体を梁としたはりーばねモデルによる計算法で実施した。セグメント全体構造図を図-1に、諸元を表-1に示す。柱脚部は大きなモーメントが発生するためコルゲート型とし、その他の円周部分は4本主桁型としている。

表-1 ダクティルセグメント諸元

縦×横×幅(mm)	6500×9900×1200
桁高	350mm
分割数	12分割+3（柱、柱脚部）
材質	FCD500-7
鉄部重量	193.3kN
総重量	170.9kN(17.44t)
リング間継手	M30×68 本/リング
セグメント間継手	M30×6 本/箇所

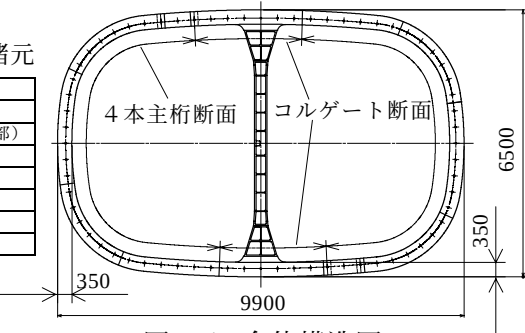


図-1 全体構造図

3. 構造試験の項目と目的

今回設計したダクティルセグメントについて、構造面に関する設計の妥当性を確認するため表-2に示す項目の試験を実施した。

表-2 試験項目と目的

試験項目	主な目的
セグメント単体曲げ試験	セグメント単体の強度確認
セグメント間継手曲げ試験	回転ばね定数の把握
リング間継手せん断試験	せん断ばね定数の把握
リング載荷試験	設計手法の妥当性の確認

4. 要素試験

4.1 セグメント単体曲げ試験

柱脚部セグメント及び円周部セグメントの単体曲げ試験方法及び結果を図-2、3に示す。柱脚部セグメントおよび円周部セグメントとも局部的な応力集中や残留歪は見られず、主桁の各部の歪値は計算値に近似した結果であった。

4.2 セグメント間継手曲げ試験およびリング間継手せん断試験

図-4に継手曲げ試験結果として軸力無し、343kN（リング載荷試験時断面力）および953kN（常時設計断面力）での継手回転角と曲げモーメントの関係を示す。軸力の導入により回転ばね特性はバイリニアとなり、その値も軸力の増加によって大きくなることわ

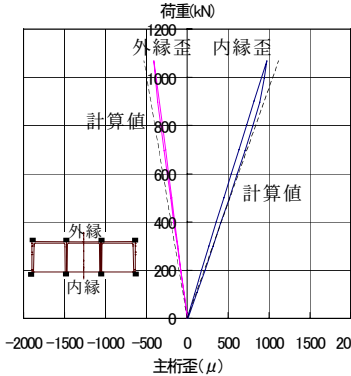
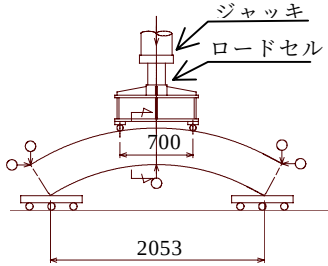


図-2 円周部セグメント単体曲げ試験

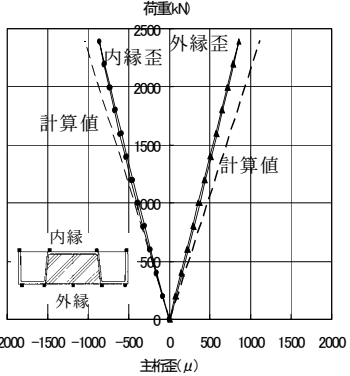
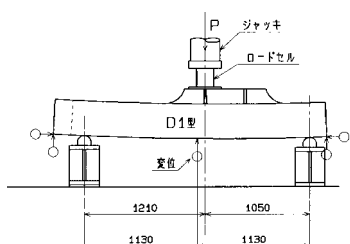
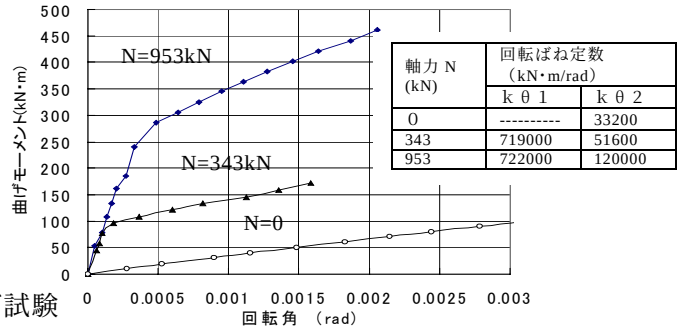
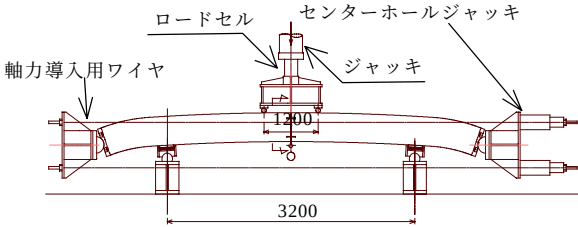


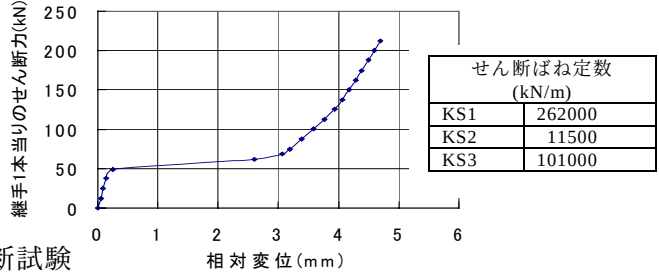
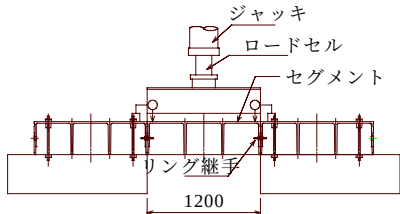
図-3 柱脚部セグメント単体曲げ試験

キーワード：シールドトンネル、地下鉄道、矩形セグメント、ダクティルセグメント、構造試験

連絡先：〒551-0021 大阪市大正区南恩加島7-1-22 TEL06-6552-1180 FAX06-6552-9040



図ー４ セグメント間継手曲げ試験



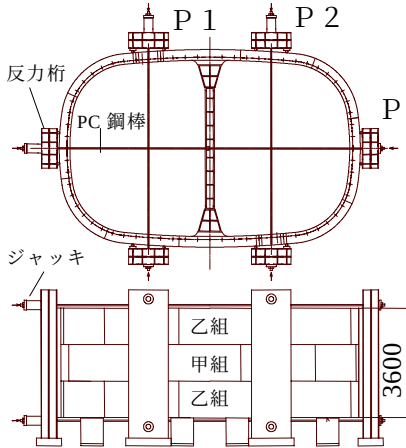
図ー５ リング間継手せん断試験

った。図ー５にリング間継手せん断試験結果を示す。せん断ばね特性はトリリニアであった。ボルト1本当たりのばね定数を図中に示す。

5. リング載荷試験

5. 1 試験方法

水平に組み上げた3リング分のセグメントに対して3方向から集中荷重を載荷する方法で試験を行った。(図ー6) 荷重ケースは、等圧および偏圧の合わせて8ケースで実施し、アンバランス荷重での構造安定性も検証した。荷重は、継手板の最大発生応力が許容応力度に達するまでとした。



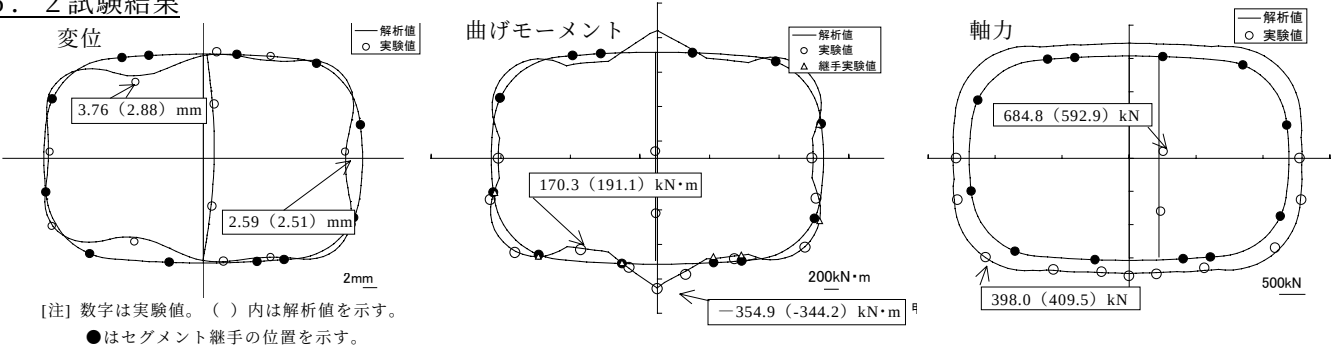
図ー６ リング載荷試験方法

表ー３ リング載荷試験荷重ケース

ケース	荷重区分	載荷位置	荷重 (kN) (1リング分)		
			P 1	P 2	P 3
1	等圧	全リング	650	650	650
2	等圧		650	650	520
3	等圧		650	650	390
4	偏圧		650	520	520
5	偏圧	中央リング	650	520	390
6	偏圧		650	520	260
7	等圧		650	650	650
8	偏圧		650	520	520

注) ケース1、4の荷重は設計条件と相似

5. 2 試験結果



図ー７ リング載荷試験結果 (ケース4 甲組)

要素試験のばね値を用いてはりーばね法により解析した値と、計測結果の比較例を図ー7に示す。尚、計測結果の曲げモーメントと軸力の算出は、主桁内外縁の歪値と、主桁断面性能値から逆算して求めた。計測された変位と断面力の値は、はりーばね解析値と近似した結果となった。また、歪の最大値は、最も偏荷重の大きなケース6においてセグメント継手板で発生したが、その値は解析値の7割程度であり、除荷後ほぼ原点に復帰した。これらから構造の安定性と設計法の妥当性が確認できた。

6. まとめ

大型矩形ダクトイルセグメントの構造試験の結果、はりーばねモデルによる設計手法の妥当性が確認できた。