

セグメントの幅広化に伴う実験的検証

大成建設(株) 土木設計部 正会員 ○豊田 努, 正会員 服部 佳文, 正会員 川島 広志
大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 三桶 達夫

1. はじめに

現在、大断面シールド用セグメントの幅は 1.5m 前後、幅厚比(セグメント幅/厚さ)では 3~4 が一般的であるが、工程短縮、止水性の向上を目的として、これまでの実績を上回る幅広のセグメントが求められている。

一方、セグメント幅を幅広にすると、図-1に示すようにセグメントを千鳥組みにした際のリング継手の添接効果によって付加されるセグメント本体の曲げ応力度の増加が、セグメント端部に集中することが懸念される。また、図-2に示すように幅広となることで、曲線施工時に、シールドマシンテール部においてテールクリアランスが減少し、セグメント中央部に局部的荷重が作用した場合、セグメント幅方向に十分な荷重伝達が行われない可能性がある。

しかし、従来のセグメントの構造計算は、幅方向の応力度分布が均一であることを前提とした骨組構造解析法(はりばねモデル)を用いている。そのため、幅広のセグメントに骨組構造解析法を適用すると、セグメント端部損傷等の不具合が生じる恐れがある。

そこで、セグメント幅 2.0m(幅厚比 5.7)の実大試験体を用いて、セグメント幅方向の応力度分布を実験的に把握し、従来の構造計算方法の幅広のセグメントへの適用性を評価する。

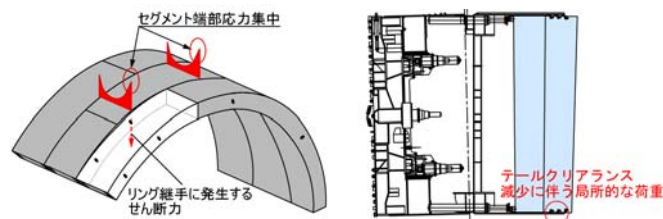


図-1 添接効果概要 図-2 テール部局所荷重

2. 実験概要

実験は、セグメントを千鳥組みにした際のリング継手に発生するせん断力を模擬した端部集中荷重載荷実験、テールクリアランス減少に伴う局部的な荷重を模擬した面圧載荷実験を実施した。また、実験結果の比較のため、線載荷実験を行った。図-3~図-5に実験の概要を示す。

端部集中荷重載荷実験は平板型試験体を用い、面圧載荷実験および線載荷実験はアーチ型試験体にて実験を行

った。面圧載荷実験載荷幅は 1200 mm とし、曲げ破壊が先行するようなせん断スパン有効高さ比とした。図-6~図-8に実験試験体寸法を示す。試験体断面寸法は幅 2000 mm × 厚さ 350 mm とし、主鉄筋は SD345-D16 を 12 本とした。使用材料物性を表-1、表-2に示す。

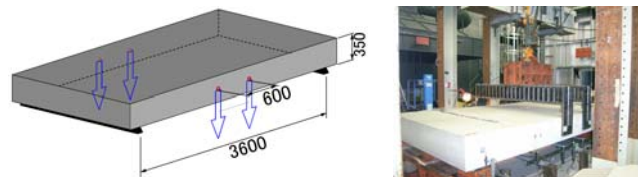


図-3 端部集中荷重載荷実験状況

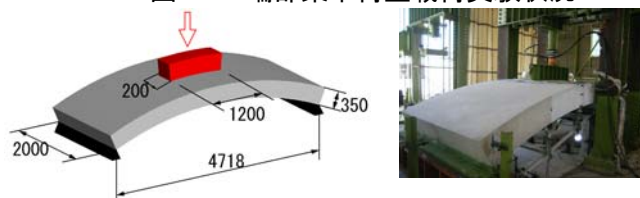


図-4 面圧載荷実験状況

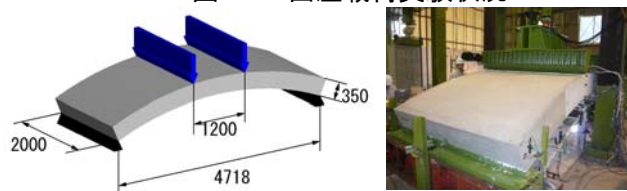


図-5 線載荷実験状況

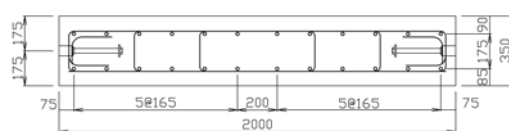


図-6 試験体断面図

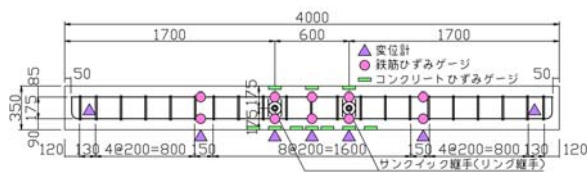


図-7 平板型試験体計測項目

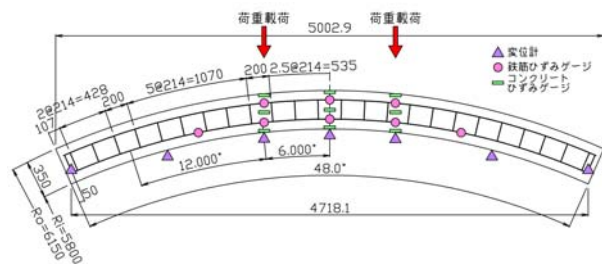


図-8 アーチ型試験体計測項目

キーワード RC セグメント 幅広化

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) 本社土木設計部陸上第二設計室

表 - 1 コンクリート物性値

	端部集中荷重 載荷実験	面圧 載荷実験	線載荷実験
圧縮強度 (N/mm ²)	60.1	66.8	62.0
静弾性係数 (kN/mm ²)	35.9	33.4	33.8

表 - 2 鉄筋物性値

	鉄筋径 (mm)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
主筋	D16	377	541	183
組立筋	D10	375	507	180

3. 実験結果

3.1. 端部集中荷重載荷実験

端部集中荷重載荷実験から得られた荷重～試験体中央部変位関係を図 - 9 に示す。載荷荷重 100kN (≒引張鉄筋が長期許容応力度に達する荷重)、200kN (≒引張鉄筋が短期許容応力度に達する荷重) 時の幅方向・厚さ方向のひずみ分布を図 - 10 に示す。セグメント幅方向のひずみ分布は概ね、均一であり、応力がセグメント端部に集中しないことを確認した。また、厚さ方向のひずみ分布についても、端部と中央部では一致しており、平面保持の仮定が成立していることを確認した。

以上の結果から、引張鉄筋が長期許容応力度以下となる常時設計荷重レベルの範囲において、リング継手の添接効果によって付加されるセグメント本体の曲げ応力度の増加はセグメント幅方向に均一となるため、従来の構造計算方法を幅広のセグメントに適用することは、問題ないと判断される。

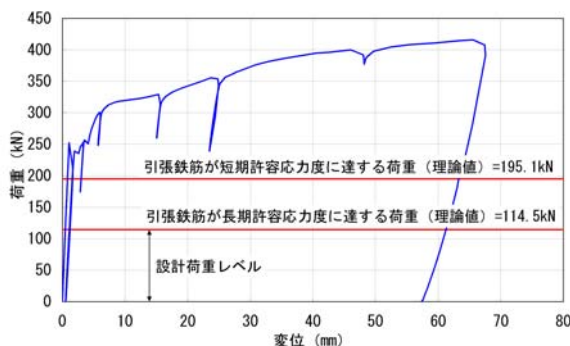


図 - 9 荷重～試験体中央部変位関係

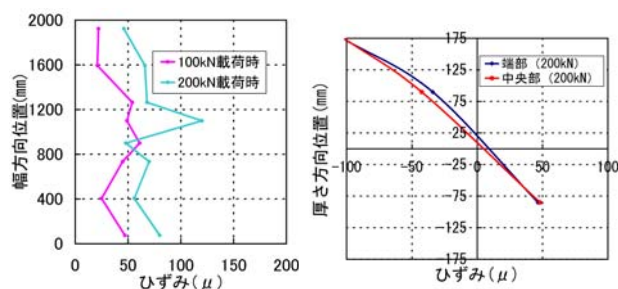


図 - 10 ひずみ分布 (幅方向・厚さ方向)

3.2. 面圧載荷実験および線載荷実験

荷重～試験体中央部変位関係を図 - 11 に示す。面圧載荷実験における荷重 50kN (≒引張鉄筋が長期許容応力度に達する荷重)、100kN (≒引張鉄筋が短期許容応力度に達する荷重) 時の幅方向・厚さ方向のひずみ分布を図 - 12 に示す。荷重～変位関係は、面圧載荷と線載荷で有意な差は見られなかった。ひずみ分布は幅方向に均一であり、平面保持の仮定が成立していることを確認した。

以上の結果から、引張鉄筋が短期許容応力度以下となる施工時設計荷重レベルの範囲では、テールクリアランス減少によりセグメント中央部に局部的荷重が作用した場合においても、セグメント幅方向に十分な荷重伝達が行われることを確認した。

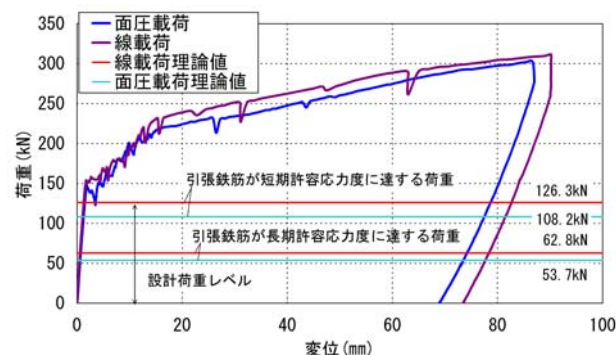


図 - 11 荷重～試験体中央部変位関係

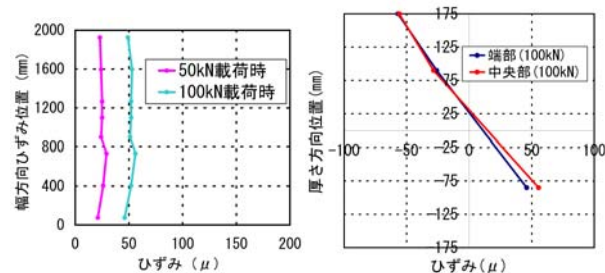


図 - 12 ひずみ分布 (幅方向・厚さ方向)

4. 結論

2.0m幅のRCセグメント実用化に向けて、実大実験を行った。その結果、2.0mの幅広のセグメント (幅厚比 5.7) でも、応力が端部に集中することは無く、幅方向に荷重伝達が行われ、応力分布は均一となることを確認した。このことから、従来の構造計算方法の幅広のセグメントへの適用は可能であると判断される。

参考文献

- 1) 寺山徹, 津野和宏, 春日清志, 団昭博, 今田徹: 道路シールドトンネルにおけるセグメントの広幅化に関する検討, トンネル工学報告集第 14 巻, pp.361~pp.365, 2004.11
- 2) 三桶達夫, 堀口賢一, 西田与志雄, 丸屋剛: 鋼繊維補強コンクリートを用いた実大セグメントの構造実験, 第 63 回年次学術講演会論文集出稿中, 2008.11