

幅拡大セグメント（コッター継手）の応力分布確認試験（その2）  
 - 添接曲げ試験 -

前田建設工業（株） 正会員 鈴木 顕彰 正会員 北川 滋樹  
 同上 岩本 哲 正会員 近藤 和正

1. はじめに

セグメント幅を拡大すると、工事費の縮減が図れる一方、千鳥に組み立てた隣接セグメント接合部に発生するリング間せん断力によりリング間接合部付近に応力が集中し、セグメント幅方向の曲げ応力分布に不均等が生じることが懸念されたため、実施工に用いるセグメントを千鳥に組み立てて曲げ試験を実施した。

本文では、そのうち、破壊状況と応力分布についての結果を報告する。

2. 試験方法

試験ケースは中央リングの応力分布を確認するため両端リングのみに载荷する CASE-1 と、過大なリング間せん断伝達を避けるため全リングに载荷する CASE-2 の2ケースとする。なお、CASE-1 は载荷をひび割れ発生直後までとする。

3. 事前解析

実際の試験に先立ち、応力分布確認試験で得られる結果の予測値を把握することを目的として3リング梁ばねモデル解析を行った。解析に用いた要素特性及び解析モデルを表-1、図-1に示す。

表-1 要素特性

部材名	要素	非線形性
セグメント本体	梁要素	線形
セグメント継手	回転ばね要素	バイリニア
リング継手	せん断ばね要素	トリリニア

全リング载荷とした場合の解析結果を表-2に示す。

表-2 解析結果一覧

モデルの状態	载荷荷重 (tf)
コンクリートひび割れ	13.6
鉄筋許容引張到達	41.7
H型コッター許容引張到達	47.9
鉄筋降伏	88.9
破壊	94.9

この結果から、設計荷重：41.7tf、設計破壊荷重：94.9tfとなった。

4. 実験結果

4.1. セグメントの曲げ破壊耐力

破壊荷重まで载荷したCASE-2におけるセグメントリングの荷重-変位曲線を図-2に示す。図中の直線は、梁ばねモデルで有効断面を全断面とRC断面とで解析した結果である。

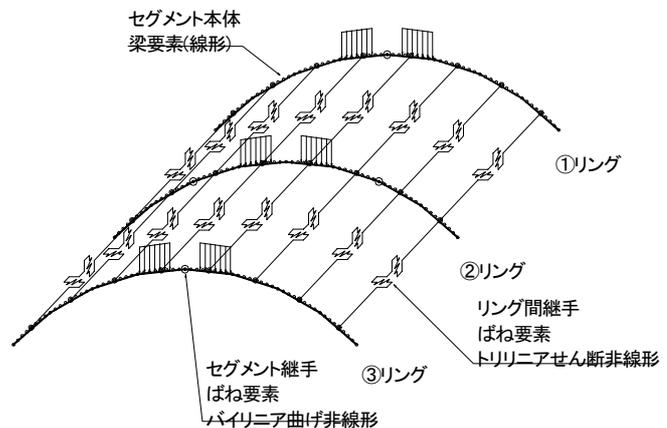


図-1 解析モデル

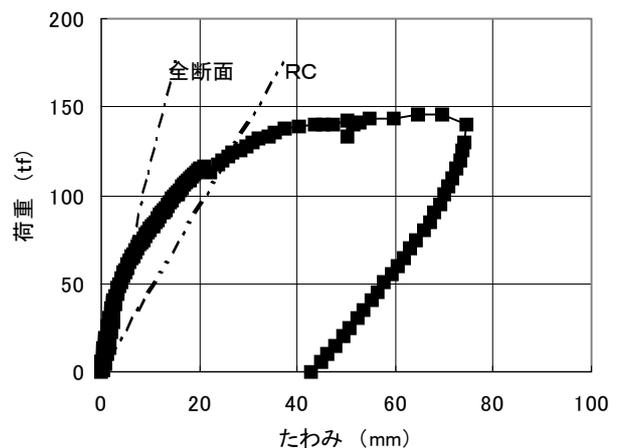


図-2 荷重-変位曲線

キーワード：シールドトンネル、コッター継手、二次覆工省略、セグメント幅拡大、応力分布

連絡先：前田建設工業（株）土木本部 土木設計部 東京都千代田区富士見 2-10-26 TEL03-5276-9472

この結果から、許容荷重 (P=41.7tf) 前後までは梁ばねモデルにおける全断面有効の剛性を用いた解析結果にほぼ一致した挙動を示している。以降荷重の増加に伴い引張側のコンクリートを無視した (RC断面) 剛性による解析値へと漸近し、曲げ破壊時荷重は P=146tf であった。この値は設計荷重の約 3.5 倍であり、千鳥組みされた本セグメントが十分な耐力を有することが確認された。

4.2. 応力集中度

横断方向鉄筋の応力度計測値より中央リング断面内各点の横断方向曲げモーメントを計算し、添接リング載荷時 (CASE-1) の応力集中度 及び全リング載荷時 (CASE-2) の応力集中度 を算定した。

の定義： $\alpha = \frac{\text{各要素体の曲げモーメント } Mn}{\text{各要素体の平均曲げモーメント } MH}$

の定義： $\beta = \frac{1 + \alpha \cdot \zeta}{1 + \zeta}$  ただし、 $\zeta = 0.25$  とする。

図 - 3、に計測断面を、図 - 4、図 - 5 に試験結果の一例として はひび割れ発生直後、 は設計荷重時の 応力集中度分布を示す。

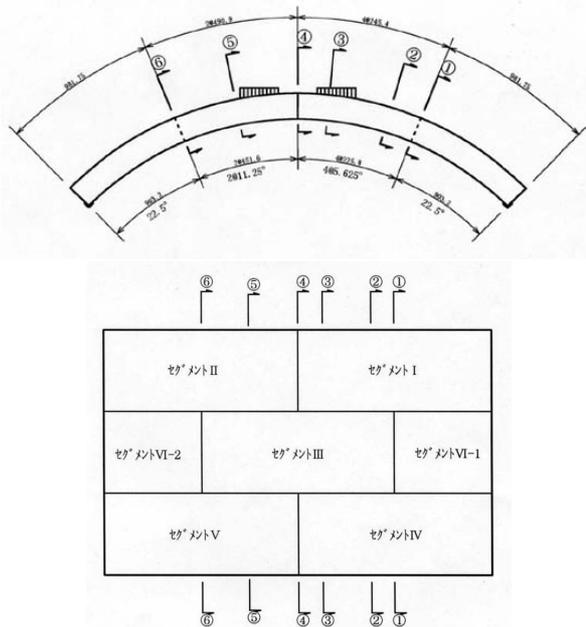


図 - 3 計測断面

表 - 3 応力集中度

項目	添接荷重による 応力集中度	設計応力からの 応力集中度
試験結果	0.90 ~ 1.13	0.95 ~ 1.05

応力集中度、ともリング間接合部で大きくセグメント中央部で小さいという傾向を示したが、その値は同様な試験結果と比較しても十分小さなものであった。これは、コッター・クイックジョイントセグメントがボルトボックスがないこと、継手が小さいことなど断面欠損の要因となるものが少ないため、応力がほぼ均一に伝達しているためであり、美観だけでなく機能面でもその有用性が確認された。

5. おわりに

セグメントの曲げ破壊耐力、応力集中度ともに良好な値を示し、セグメントの荷重伝達状況が良好であることを確認することが出来た。

最後に、本研究をご指導いただいた小泉淳早稲田大学教授、及び関係者各位に深く感謝の意を表します。

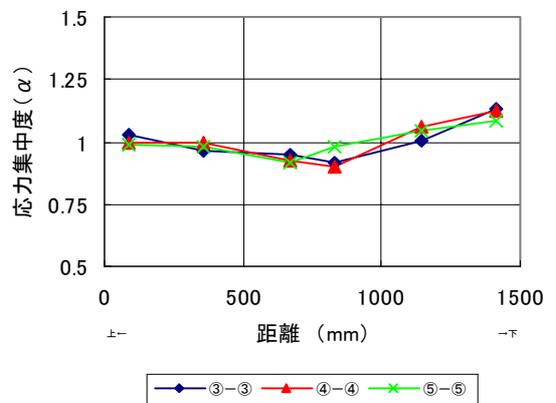


図 - 4 応力集中度 分布

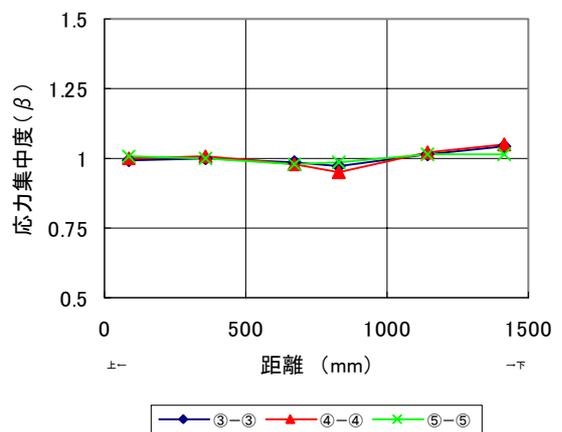


図 - 5 応力集中度 分布