

急曲線施工用 RC セグメントリング間継ぎ手のジャッキ推力および 曲げ耐力

関西電力 正員 渡邊 邦男、松本卓也
 近畿コンクリート工業 正員 岩本 勲

1. はじめに

RC セグメントをシールドトンネルの曲線部に適用するために、セグメントのリング間継ぎ手のせん断耐力を増強した。¹⁾ 曲線部の施工時には、その際に検討したせん断力に加えて、ジャッキの片押し等による大きな推力と曲げモーメントが作用する。セグメント間継ぎ手に十分な耐力があり、一体のリングとして挙動すれば、曲線部施工時の偏芯荷重下でも、リング間継ぎ手に曲げ引張力が作用することは少ない。むしろ、圧縮側のコンクリートが圧縮破壊、剥離してセグメントとシールドマシンの間にはさまり、テールシールの破損につながることを恐れる。ここでは、過大なジャッキ推力に対する RC セグメントの圧縮特性と、リング間継ぎ手を補強した曲線部用セグメントの曲げ特性について検討したものである。

2. 実験概要

供試体は、外径 5.6m の実際のセグメントをモデルとして、長さが 1.2m、幅が 50cm、厚さが 30cm の RC 平板型とした。直線部用供試体は、実セグメントと同じ配筋および継ぎ手構造とし、曲線部用供試体は、配筋および継ぎ手構造を変更した。¹⁾

ジャッキ推力実験は図 - 1 に示すように、供試体のテーパを下にして、斜めに傾いて立てた状態で載荷した (JC-1)。ただし、試験機の最大荷重でも破壊しなかったため (JC-1) 実験後、載荷プレートを 10cm × 10cm に変更して、局部的な載荷も実施した (JC-2)。ジャッキ推力実験用供試体は、テーパがあるものの、配筋およびリング間継ぎ手は直線部用を用いた。

曲げ実験は図 - 2 に示すように、供試体 2 体をリング間継ぎ手で締結し、継ぎ手ボルトに引張が、外面側コンクリートに圧縮が作用するように載荷した。

曲げ実験は、直線部用供試体 (MS-1) と同じ継ぎ手構造でセグメント外面側を曲面ではなく直面としたもの (MS-2)、継ぎ手を変更した曲線部用供試体 (MC-1) とした。また、テーパ接続の影響を見るために、曲線部用供試体でテーパのない (MC-2) も作成した。曲線部用供試体 (MC-1) のテーパ同士を接続した場合、継ぎ手中央部において約 15mm せり上がる。

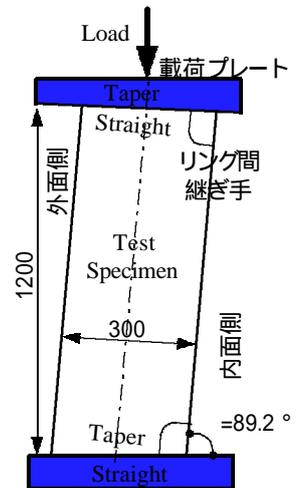


図 - 1 ジャッキ推力実験

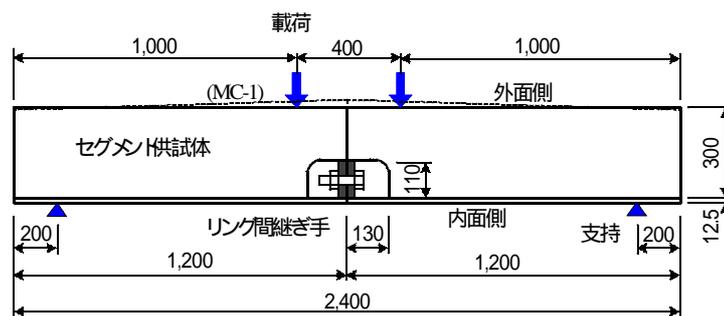
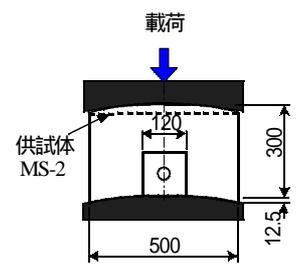


図 - 2 継ぎ手曲げ実験



参考文献 1) 岩本、渡邊他、急曲線施工用 RC セグメントリング間継ぎ手のせん断耐力、第 56 回土木学会全国大会年講
 キーワード：シールドトンネル、セグメント、急曲線施工、ジャッキ推力、曲げ耐力

〒 530-6691 大阪市北区中之島 6-2-27 Tel:06-6446-9797 Fax:06-6446-9888

3. 実験結果および考察

(JC-1)供試体ジャッキ推力実験では、実現場における曲線部施工時最大荷重の約2倍である2000kNを載荷しても問題なかった。これは、載荷面に荷重が均一に分布すると 13.3N/mm^2 となり、コンクリートの設計基準強度(45N/mm^2)の約1/3である。本実験では、載荷プレートが35mmと薄かったため、載荷側での応力は均一に分布しなかった。載荷側継ぎ手ボックス内の最大ひずみは $1500\ \mu$ に達し、端部では殆どひずみは発生しなかった。高さ方向に60cm下がった位置では、内外面ともほぼ均一なひずみ約 $400\ \mu$ が発生し、供試体下端では、テーパの影響で内面側が約 $700\ \mu$ 、外面側が約 $200\ \mu$ となった。このことから、曲線部施工時は、載荷面の継ぎ手ボックス付近が最も危険な状態にあると考えられる。



次に、継ぎ手ボックス上 $10 \times 10\text{cm}$ の範囲に載荷した(JC-2)結果、 1660kN (166N/mm^2)で最大ひずみが $5000\ \mu$ となって、破壊した。破壊状況を図-3に示す。破壊強度は、コンクリート円柱供試体圧縮強度 69.5N/mm^2 の2.4倍となり、破壊ひずみも2倍となった。直線部用セグメントでも、曲線部施工時のジャッキ推力に対しては安全であると考えられる。

曲げ実験から得られた、曲げモーメントと継ぎ手部回転角との関係を図-4に示す。同図には、計算による本体部のM - 関係も示した。直線部用供試体の破壊状況は、継ぎ手金物が引張によって塑性変形した後金物が引き抜け、圧縮側コンクリートが破壊した。曲線部用供試体では、直線部用供試体よりも継ぎ手金物の変形が小さいうちに、圧縮側コンクリートが破壊した。継ぎ手部の曲げ耐力は、本体の曲げ耐力の0.67

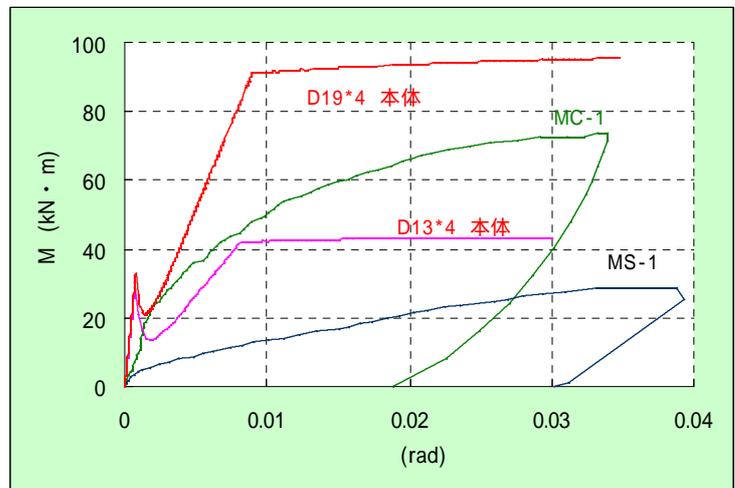


図-4 曲げモーメントと継ぎ手部回転角

(MS-1直線部用)から0.78(MC-1曲線部用)へと向上した。曲線部用供試体の曲げ耐力比が増加したのは、継ぎ手金物の剛性を増し、継ぎ手定着鉄筋の配置を見直したためであると考えられる。

外面側が曲面(MS-1)であるよりも直面(MS-2)である方が、コンクリートの圧縮ひずみが均一に分布するが、終局耐力に差はなかった。このことから、圧縮側コンクリートの破壊を防ぐためには、セグメントの形状を変更するよりも、エキスパンドメタルで補強する方が良いと判断した。

テーパ同士を接続した場合(MC-1)、接続部がせり上がった状態となるので、直線状態よりも見た目に弱くなるような印象を受ける。継ぎ手や配筋は(MC-1)と全く同じで、テーパの無い(MC-2)の実験から得られたM - 関係は、(MC-1)のそれと殆ど変化しなかった。終局耐力および圧縮側コンクリートのひずみ等についても両者に差がなかったことから、テーパがあることによって施工時に圧縮側コンクリートが欠けやすいということはないと思われる。

4. まとめ

曲線部施工時の偏芯ジャッキ推力によって、直線部施工時よりも圧縮側コンクリートが厳しい状態となることが考えられる。しかし、曲線部用に補強されたセグメントは、この圧縮力に対して直線部用よりも耐力が増大するので、安全であると思われる。