

III-B 136

高剛性継手を用いたRC平板型セグメントの継手曲げ試験結果について

帝都高速度交通営団 正会員 沼田 敦
 熊谷組 技術本部 正会員 岡本 達也
 ジオスター技術本部 正会員 大長 唯宏
 新日本製鐵 鋼田 実

1. はじめに

帝都高速度交通営団では、地下鉄道用シールドトンネルの建設費削減や施工性の向上をめざして、セグメントの設計・製作・施工等について種々の研究・開発を行っている。

今回、これらの一環として平板型セグメントの製作費用の削減、組立時間の短縮及び軟弱地盤用として剛性の向上を図ることを目的に、セグメント間継手に使用する「インサート式高剛性継手」を開発した。そして、この継手を取り付けた実物大の供試体を作り、継手の性能を確認するために継手曲げ試験を行ったので、実験結果について報告する。

2. 試験供試体

今回の継手曲げ試験で用いた「インサート式高剛性継手」を、図-1に示す。片側は継手板をタイドアーチで補強、改良した高剛性継手、もう片方は埋め込みタイプの袋ネジ付インサート継手である。供試体は、7号線弁慶濠工区で使用した単線用平板型セグメント

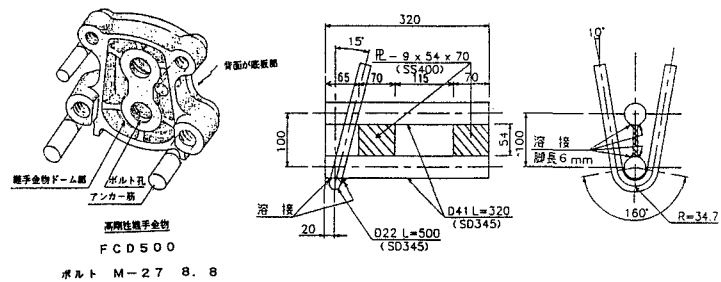


図-1 高剛性継手及びインサート継手

（桁高300mm、幅1,200mm）と同様の大きさと配筋のものに本継手を取り付けたものを製作し、従来継手との比較を行うこととした。

3. 継手曲げ試験

試験はボルト締結力を変えることにより、正曲げ、負曲げそれぞれについて、次の4ケースの試験を行った。

ケース1、2、3：それぞれボルトの許容応力度の80、60、100%で締結し設計荷重まで載荷

ケース4：許容応力度の80%で締結し破壊まで載荷（営団の土木工事標準示方書には、許容応力度の80%で締結するように規定しているので、これを標準とした。）

荷重載荷方法は両端を可動支点とした2点載荷とし、設計荷重（正曲げ4.4tf、負曲げ6.9tf）までは0.5tfピッチ、それ以後は1.0tfピッチで載荷した。また、試験にあたり試験供試体の「継手目開き」「インサート継手の応力」「高剛性継手のアンカー筋応力」の計測を行った。

4. 試験結果

1) 正曲げ試験

各ケースとも設計荷重4.4tfまでの載荷では、初亀裂の発生はなかった。破壊まで載荷したケース4（80%）

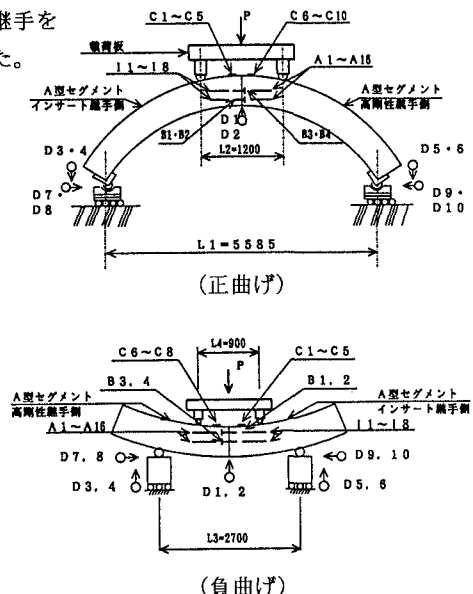


図-2 継手曲げ試験載荷図

は、8.0tfで初亀裂が発生した。16tf過ぎには高剛性継手の内径面側のアンカー筋が継手面に近い位置で降伏し、22.3tfで外径面側のコンクリートが圧縮破壊し、最終荷重に至った。

高剛性継手の内径面側のアンカー筋について見ると、継手面に近い位置のひずみ計が降伏する16.0tf載荷時でも、最奥部のひずみ計は許容応力度の40%程度であった。外径面側の継手面に近い位置のひずみ計は、設計荷重時で内面側の65%程度であった。一方、インサート継手の継手面に近い位置のひずみ計は、高剛性継手のアンカー筋の降伏時でも許容応力度の70%程度であり、破壊まで降伏はしなかった。また、コンクリートと鉄筋の付着切れは見られなかった。

2) 負曲げ試験

各ケースとも設計荷重6.9tfまでの載荷では、初亀裂の発生はなかった。破壊まで載荷したケース4（80%）は、23.0tfで初亀裂が発生した。さらに、25.0tfでインサート継手、27.0tfで高剛性継手のアンカー筋がともに外径面側の継手面に近い位置で降伏、36.2tfで内径面側のコンクリートが圧縮破壊し、最終荷重に至った。

継手面に近いインサート継手及び高剛性継手のアンカー筋の降伏時点で、それぞれの部材の最奥部のひずみ計は、許容応力度の70%及び20%であった。また、コンクリートと鉄筋との付着切れは見られなかった。

5. 考察

各部の状況や改良点について見ると、以下のことが言える。

1) 回転ばね定数

許容応力度の80%でボルトを締結した場合、設計荷重時において正曲げ10,000tf・m/rad、負曲げ4,000tf・m/radの回転ばね定数を得た。目標値とする正曲げ7,227tf・m/radに比べ、高い性能が得られた。

また、実験結果からボルト締結力が高いほど、高い回転ばね定数を得られることが判明した。このため、近年の機械化による締結方法の普及によりボルト締結力を向上させることが、リング剛性の向上に有効であると考えられる。（図-3）

2) インサート継手

ケース4において、正曲げ、負曲げとも継手面に近い部材の降伏時において、インサートの最奥部の引張応力は許容応力度の70%程度であり、コンクリートと鉄筋の付着切れも見られなかった。このため、現設計の鉄筋径、定着長で良いと考えられる。（図-4）

3) 高剛性継手

ケース4において、アンカー筋の最奥部に作用する引張応力は、継手面側のアンカー筋の降伏荷重時でも、許容応力度に対して正曲げ40%、負曲げ20%であった。アンカー筋の最奥部に作用する荷重が小さいため、検討の上、定着長を現設計のものよりも短くすることが可能であるとえられる。（図-5）

6. おわりに

今回の継手曲げ試験により、この新しい継手は当初の目標値を上回る高い回転ばね定数(10,000tf・m/rad)が得られることがわかった。今後、今回の試験結果から細部に改良を加え、平板型セグメントの標準型セグメント間継手としての採用を目指して、現場において試験施工を行いたいと考えている。

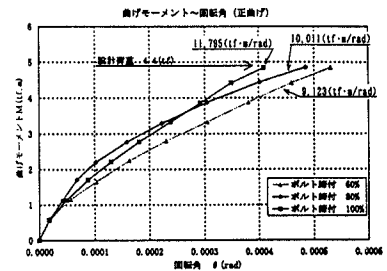


図-3 曲げモーメント～回転角（正曲げ）

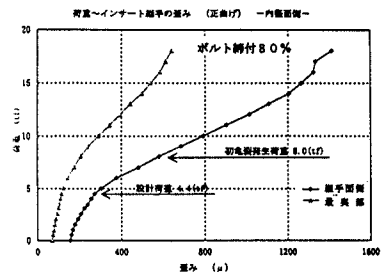


図-4 荷重～インサート継手のひずみ（正曲げ）～内径面側～

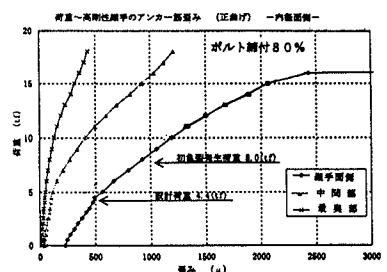


図-5 荷重～高剛性継手アンカー筋のひずみ（正曲げ）～内径面側～