

VI-55

CPIセグメントの開発

日本鉄道建設公団	正会員	元木 洋
清水建設土木本部	正会員	川口 博行
清水建設土木本部	正会員	後藤 徹
都築コンクリート工業		松葉 忠

1. はじめに

昨今RCセグメントに対して、コストダウンおよび防食性能の向上が強く求められている。そこでRCセグメントの表面に出る金物を少なくすることによりコストおよび防食に有利なCPIセグメント（Reinforced Concrete Joint Plate & Insert セグメント）を開発した。本報告ではCPIセグメントの特長、実用化に当たって実施した各種試験結果について報告する。

2. CPIセグメントの概要と特長

片側がインサート金物で、他方はボルトボックスであるが、ボルトボックス位置をセグメントピース端面からセットバックし、鉄筋および鋼板で補強した継手板部を造り、予めボルトボックス内にセットしておいた長ボルトで締め付けるものである。ボルトボックスが片側だけとなるのでボルト締結にあたり、ボルトの芯合わせは片側のみで行わなければならない、かつボルト孔を目視できないため、ボルト締結に時間を要する欠点が生ずる。この対策としてリング継手面に調芯ピンを、セグメント継手面にスライド可能な突起として調芯棒を取り付けたものである（図-1 参照）。

CPIセグメントの特長は次の通りである。

- ・継手金具が簡易になるのでコストダウンができる。
大口径になるほどコストダウン幅が大きい。
- ・ボルトボックスが半減するので防食上有利である。
- ・セグメントピースの端面に断面欠損がなく、端面まで十分な配筋ができる。
- ・長ボルトを使用するにもかかわらず、ボルトボックスの大きさはナットの締め付けができる寸法でよくボルトの退避孔は不要である。
- ・調芯ピン・調芯棒の効果によりセグメントの組み立て精度、施工性が向上する。

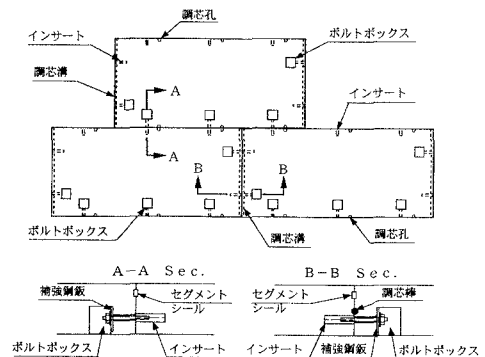


図-1 CPIセグメント概念図

3. 各種性能確認試験

3.1 長ボルト引張試験

長ボルトは普通の頭付きボルトと異なり、両ネジが切ってある。締結方法は、片側のねじ部にワッシャーとナットを取り付け、ねじ山一杯まで回しておく。次にそのナットを回転させることにより反対側のねじ部をインサート金物にねじ込む。このようなナットの締め付けにより、長ボルトないしナットに損傷が生じ、結果として長ボルトの引張抵抗力が減少することが考えられた。そこでこのような締め付け方法を採用した場合に、有害な損傷が生ずるか否かを確認するために長ボルトの引張試験を実施した。

試験は、旧JISおよびISO規格のボルト・ナットについて、またボルトの強度区分により8.8および10.9について、上記のような締め付けを行ったものと、締め付けを行わないものとの引張強度を比較した。

試験結果は、旧JISのものは破断荷重が2.6～5.4%低下したが、ISOのものは破断荷重の低下がみられなかった。しかしいずれの場合もボルトの必要破断強度を満足しており、上記のような締め付け方法を採用しても問題は生じないことが確認できた。

3.2 軸力導入継手曲げ試験

キーワード：RCセグメント、長ボルト引張試験、軸力導入継手曲げ試験、リング継手せん断試験

連絡先：日本鉄道建設公団名古屋支社 名古屋市中区栄1-6-14 ☎052-231-2627 FAX052-231-0036
清水建設（株）土木本部 東京都港区芝浦1-2-3 ☎03-5441-0518 FAX03-5441-0508
都築コンクリート工業（株） 東京都中央区京橋1-17-4 ☎03-3562-2621 FAX03-3564-4655

セグメント継手曲げ試験は桁高300mmの平板セグメントピースを用いて行った。軸力なしの場合の破壊モーメントと設計抵抗モーメントの比は、正曲げの場合3.9、負曲げの場合4.0であり、標準セグメントで採用している値（2.5）を十分に超えており、この継手は破壊に対し十分な安全性を有していることが確認できた。

軸力なしの場合の曲げモーメントと回転ばね定数の関係を図-2に示す。セグメント継手1箇所当たりの引張ばね定数 k_f の計算値は、正曲げの場合離間前 $k_f = 4.119 \times 10^4 \text{ kN/cm}$ 、離間後 $k_f = 4.301 \times 10^3 \text{ kN/cm}$ 、負曲げの場合離間前 $k_f = 6.939 \times 10^4 \text{ kN/cm}$ 、離間後 $k_f = 4.491 \times 10^3 \text{ kN/cm}$ であり、これに基づく回転ばね定数の理論値も図-2に併記している。実験値と計算値は負曲げの離間前の値にずれがあるが、離間後ではほぼ一致しているといえる。実験で得られた回転ばね定数は、他の継手形式のセグメントと比較しても遜色なく、十分に実用に耐えるものであることが確認できた。

本セグメント継手では、引張ばね定数 k_f の算出において、インサート部の変形は無視しても良いと考えられ、またコンクリート継手板のたわみ変形による影響も少なく、ボルトの伸びによる影響が支配的である。このことからボルト径を太くすることにより容易に回転ばね定数を増加させることができ、少ないコストでCPIセグメントの適用範囲を拡大できるといえよう。

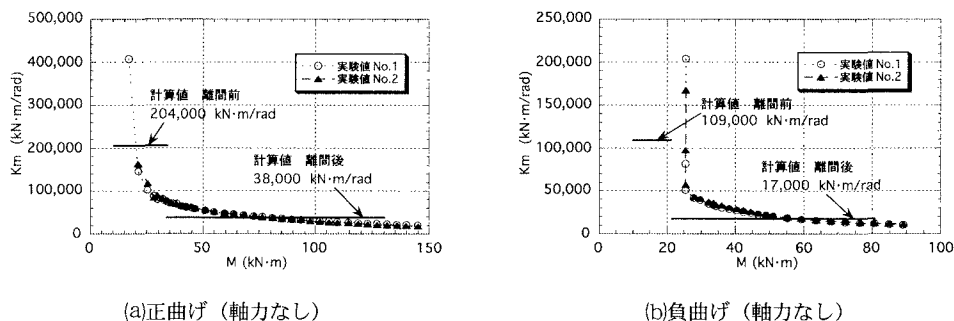


図-2 曲げモーメントと回転ばね定数の関係

3.3 リング継手せん断試験

リング継手せん断試験は桁高300mmの平板セグメントピースを用い、調芯ピン（鋼の削りだし）の有無別に法線方向および接線方向について行った。リング継手せん断試験結果を図-3に示す。

法線方向の調芯ピンありでは2つのグループに分かれている。変位が大きいグループは載荷重の増加に伴い調芯ピンが回転を起こし、テストピース間に目開きが生じたために変位が大きくなっている。ただしせん断耐力としては確保されている。この部分を除くと、法線方向、接線方向ともに調芯ピンを入れることにより、せん断ばね定数が増加するとともに、せん断耐力が大幅に増加することが判る。

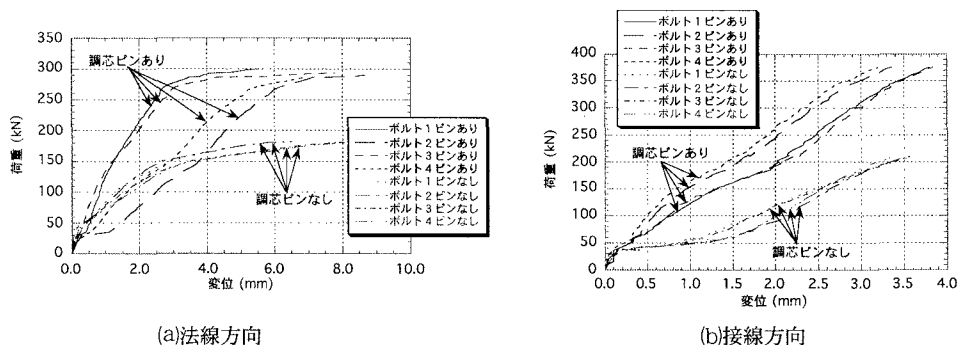


図-3 変位と載荷重の関係

4. 実施例

CPIセグメントは名古屋市内の上飯田連絡線建設工事において開発実用化したもので、2工区分の地下鉄シールド（セグメント外径 $\phi 7,000\text{mm}$ 、桁高300mm、CPIセグメント総延長約2,830m）に採用が予定されており、現在セグメント製作中である。また現在、横浜市の下水道整備工事で、セグメント外径 $\phi 3,550\text{mm}$ 、桁高200mmの二次覆工省略型の下水道幹線に400リング施工中である。