

### Ⅲ-B71 ハイブリッド型ダクタイルセグメントの開発

クボタ 正会員 佐藤宏志 クボタ 正会員 今野 勉  
クボタ 正会員 渡辺 仁 クボタ 正会員 林 勝幸  
クボタ 正会員 ○渡邊崇志

#### 1. はじめに

近年、大深度地下の有効利用が検討され、シールド工法による大深度、大断面、長距離トンネルの放水路や調節池を建設する工事が注目されている。このような水路トンネルでは、内面が平滑であること、高い耐食性およびトンネル円周方向の引張力に耐えうる主桁および継手構造が要求される。これらの機能を満たした上で、セグメントの桁高を小さくすることによる掘削土量の縮減や急速施工を行うことが可能な「ハイブリッド型ダクタイルセグメント」を開発した。本報告は、この新型セグメントの供試体に軸圧縮力または軸引張力を作用させた状態で曲げ試験を行い、ダクタイルセグメントと中詰めコンクリートとの合成度合を検討したものである。

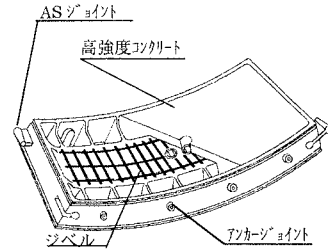


図-1 ハイブリッド型ダクタイルセグメントの概念図

#### 2. セグメントの特徴

「ハイブリッド型ダクタイルセグメント」は以下のような特徴をもっている。

- ① ダクタイルセグメントの内外面の凹部に高強度コンクリートを打設し、ダクタイル鑄鉄とコンクリートの合成構造にすることで、高い剛性と強度を有する。
- ② セグメントの継手として、ボルトレス継手の「ASジョイント」と「アンカージョイント」<sup>1)</sup>を用いることにより、ボルトボックスによる断面欠損がなく、内面側が完全に平滑である。
- ③ 主要部材がコルゲート型ダクタイルセグメントであるため、主桁が全断面引張状態の場合にも高い強度を示し、貫通クラックの心配がない。

#### 3. 試験概要

試験には実物大の主桁断面をもつ平板供試体（桁高 350mm×幅 1200mm×長さ 2940mm）を用いた。

荷重方法は供試体の両側から軸力を作用させた上で、2点曲げ荷重するものである（図-2参照）。スパンの中央の断面で主桁のひずみと変位とを測定した。

荷重条件は表-1に示すとおりである。

表-1 荷重条件一覧

|      | 軸力 (kN) | 荷重荷重 (kN) | 曲げモーメント (kN-m) |
|------|---------|-----------|----------------|
| ケース1 | 0       | +950      | +410           |
| ケース2 | 0       | -950      | -410           |
| ケース3 | -3550   | +270      | +136           |
| ケース4 | -3630   | -150      | -75.5          |
| ケース5 | +730    | +198      | +100           |
| ケース6 | +730    | -198      | -100           |

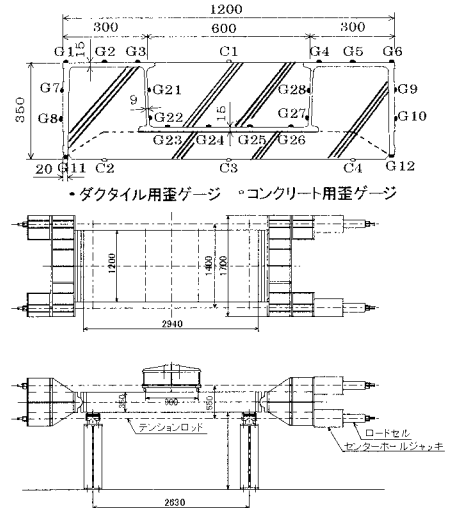


図-2 実験概要と主桁断面

キーワード：シールド工法、セグメント、合成構造、ダクタイル鑄鉄、ボルトレス継手

連絡先：株式会社クボタ 素形材技術部（東京都中央区日本橋室町 3-1-3 Tel:03-3245-3561）

#### 4. 試験結果

以下に今回の載荷条件の中で代表的なケースについて、その試験結果と合成構造として計算した結果とを比較する。なお、ダクトイル鉄のみの断面で計算した結果も参考までに併記した。また、合成構造の計算に用いた弾性係数比は、 $n=5.2$ とした。

ケース1の試験結果を図一3、4に示す。ケース1は、軸力を導入せずに、主桁の縁応力度が許容引張応力度に達するまで曲げ荷重を載荷した試験である。図一3の縦軸は載荷荷重を、横軸はその時の支間中央の変位量を示している。圧縮側のコンクリートとダクトイル鉄の断面とが有効として、RC理論を用いて計算した結果と試験結果とが、概ね一致していることが確認できた。図一4の縦軸は曲げモーメントを、横軸はその時の主桁の縁応力度を示している。RC理論による計算結果と試験結果とは概ね一致していることが確認できた。

ケース3の試験結果を図一5、6に示す。ケース3は、全断面が圧縮となるような載荷状態である。図一5は変位を示したものであるが、試験結果とコンクリートの全断面を有効とした計算結果とは必ずしも一致しているとはいえない。単純曲げ状態の場合の圧縮側のコンクリートとダクトイル鉄の断面とを有効とした計算結果が、試験結果と比較的によく一致を示していることが確認された。図一6は軸力導入後で曲げ載荷を行う前の状態を基準として、曲げモーメントの増分を縦軸に、それに対する平均応力度の増分を横軸にとって示した図である。図中の計算結果は、コンクリートの全断面とダクトイル鉄の断面とが有効であるとして計算した結果である。このような処理をすると、計算結果は実験結果と概ね一致することが確認できる。

#### 5. 考察

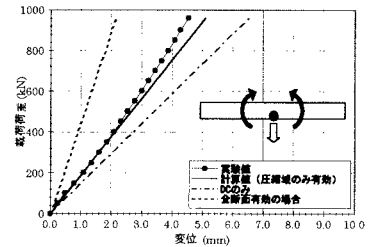
今回の試験では、上記の試験以外に、負曲げ試験や引張軸力下での曲げ試験なども行っているが、応力度に関しては、コンクリートの有効断面を考えたRC理論による計算結果が試験結果と概ね一致した。しかし、軸圧縮力を与えた場合の変位に関しては、コンクリートの全断面が有効であるとした計算結果は試験結果よりも大きく、むしろ単純曲げの場合のコンクリート圧縮側の断面のみを有効とした合成構造の計算結果に近いことがわかった。現段階では、安全側の設計として単純曲げ状態の場合の圧縮側のコンクリートとダクトイル鉄の断面とを有効断面とする計算法を用いるのが妥当であると思われるが、これについてはさらに検討を加える必要があると考えている。

#### 6. おわりに

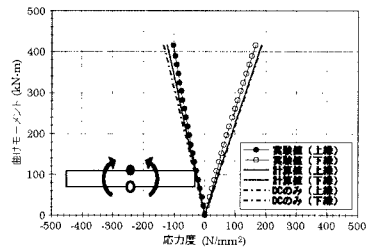
今後、変位に関して引き続き検討を行い、合成構造としての剛性と強度とを明らかにし、より経済的な設計法を提案していく予定である。本研究を進めるにあたって御指導頂いた早稲田大学の小泉教授に謝意を表します。

#### <参考文献>

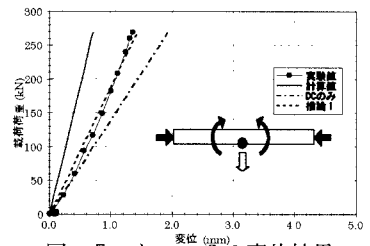
- 1) トンネル軸方向挿入組立ダクトイルセグメントの開発、中島誠三、秋山真次、八坂光洋、佐藤宏志、向野勝彦、1998.11 トンネル工学研究論文・報告集 Vol.8



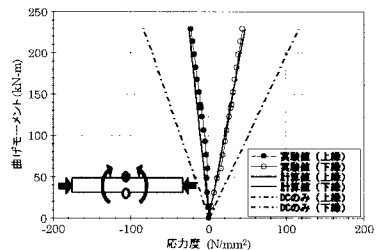
図一3 ケース1の変位結果



図一4 ケース1の応力度結果



図一5 ケース3の変位結果



図一6 ケース3の応力度結果