

## VI-191

## 高速施工用セグメントの開発計画について

中部電力 正会員 ○窪塚 直亮  
正会員 杉戸 孝  
山本 敏勝

## 1. はじめに

市街地におけるトンネル構築に採用の多いシールド工法では、基本的にその工事用地として発進立坑と到達立坑を必要とするのみである。しかし、近年都市部の過密化に伴いその確保はますます困難となり、立坑用地の削減を目的とした長距離施工が緊急課題となってきた。この場合、洞道の供用開始時期を踏まえた高速施工による工期短縮が必要となる。

高速施工の検討課題として、シールド掘進速度の向上およびセグメント組立時間の短縮が挙げられる。このうち前者についてはシールド設備各要素の改良による対応が可能である。そこで今回は「セグメント組立時間の短縮」に着目し、高速施工対応型のセグメント構造の開発研究を実施することとし、以下に本研究の開発計画概要および継手部要素試験の一部であるリング継手せん断試験について述べる。

## 2. 開発計画概要

## 2-1 時間短縮の効果的要素

地中送電用洞道規模におけるセグメント1リングの組立に占める各作業の割合は概ね図-1の通りである。ここで各要素の時間短縮を検討した結果、セグメントに要求される要素として、

- ①ボルト締結時間の短縮 ②セグメント分割数の低減

さらに工事全般で見た場合、時間短縮への効果的要素として次の項目が挙げられた。

- ③セグメント幅の拡大 ④二次覆工の省略

①についてはセグメント組立時間に占めるボルト締結時間が比較的大きく、かつ機械的な対策を施すことが難しいことによる。②③については組立回数自体を削減することによる時間短縮を示している。④は全体工期に占める二次覆工構築の割合が大きいことから挙げられた項目である。

## 2-2 ボルトレスセグメントへの着目

上述した効果的要素に対応できる構造として、ほぞ付セグメント<sup>1)</sup>に着目した。そしてその構造を生かすことにより①ボルト締結作業省略による時間短縮②トンネル内面に金物が露出しない構造による二次覆工省略、の2点を両立させることが可能である。その概要図を図-2に示す。

## 2-3 試験計画

継手部の力学的挙動の把握およびセグメント組立時の課題抽出を目的として、以下に述べるような計画にて試験を実施することとした。なお試験を行うセグメントの諸元は次の通りである。

セグメント外径：4,400mm      セグメント内径：4,000mm  
セグメント幅：1,300mm      分割数：5分割

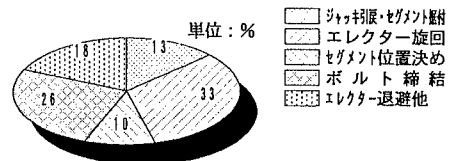


図-1 セグメント組立時間比率  
(ボルト継手の場合)

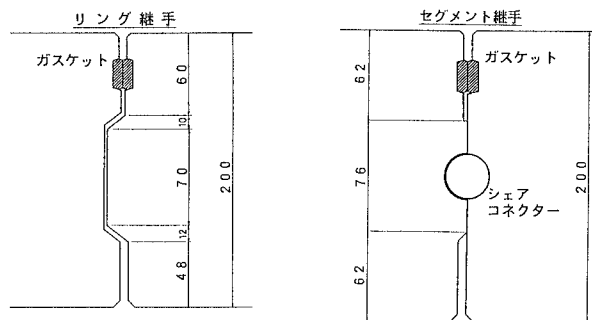


図-2 高速施工用セグメント 概要図

### (1) 継手構造の力学的試験

セグメントの設計に必要な各継手の剛性および耐力を評価するために、表-1に示す要素試験を実施中である。

表-1 要素試験一覧表

| 要素試験        | 試験項目 | 試験の着目点（パラメータ）                  |
|-------------|------|--------------------------------|
| リング継手せん断試験  |      | 導入軸力の大きさ、ワンタッチ式ジョイントの有無、補強筋の有無 |
| セグメント継手曲げ試験 |      | 導入軸力の大きさ、シェアコネクターの有無           |
| リング継手引張試験   |      | ジャッキ推力による初期の押付け力等              |
| 推 力 試 験     |      | ジャッキ推力の偏心量等                    |

### (2) シール材の基本性能確認試験

図-2に示すように、ほぞ付セグメントの端部はかけ防止のため互いに接触しない構造となっている。この場合の継手部の止水に対し、欧州で多用されているガスケットタイプシール材に着目し、その基本特性の把握を目的とした圧縮試験および応力緩和試験を実施する。

### (3) セグメント組立性能試験

上記のような各要素試験結果の妥当性評価および施工性・仕上がり状況の把握を目的とし、セグメントを2リング分組立てたうえで、作用土水圧を反映した実規模載荷試験を実施する。なおセグメント拡幅化に伴う応力分布の把握や千鳥組による添接効果も合わせて確認する。

### 3. リング継手せん断試験結果

リング継手にほぞ形状を有する場合、リング間に生じるせん断力をほぞ凹部で受ける。これに対する補強を図-3のように提案しリング継手せん断試験を実施した。なお試験のパラメータは、表-1に示す①導入軸力の大きさ②補強筋の有無③ワンタッチ式ジョイントの有無とし、7ケース行った。

試験結果の一例を図-4に示す。これらより、導入軸力が大きいほど初期変形が生じにくく、また最終耐力も大きくなる傾向がある。今後これらの結果を詳細に分析し、軸力の影響を考慮した継手の剛性評価を行っていきたいと考えている。

### 4. おわりに

今後は試験結果をもとに、高速施工用セグメントの汎用性を考慮した設計手法を確立し、実現場に対応した設計施工を行っていくことが目標である。本研究はその導入段階であり、試験施工を含めた詳細検討の積み重ねが必要なのは言うまでもない。

#### 【参考文献】

- 1) 平出，福島：ほぞ付きセグメントの性能確認実験，トンネルと地下，第25巻10号，1993年10月

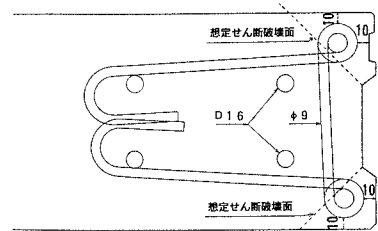


図-3 リング継手凹部 せん断補強筋概要図

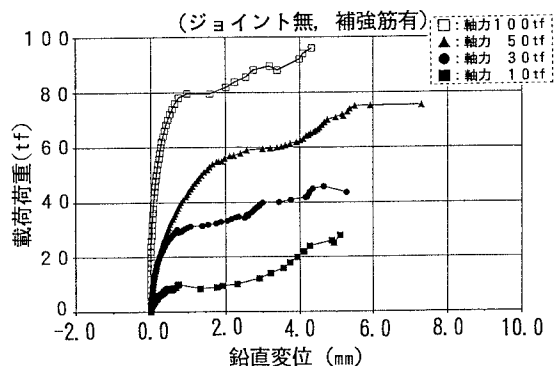


図-4 リング継手せん断試験結果のうちの載荷荷重と継手部変位の関係