

|         |     |    |    |
|---------|-----|----|----|
| 東京電力㈱   | 正会員 | 花見 | 和則 |
| 同       |     | 和田 | 哲也 |
| 前田建設工業㈱ |     | 原  | 正春 |
| 同       |     | 山本 | 二郎 |

## 1. はじめに

推進工法を用いた地中送電用の小口径トンネルは、トンネル完成後推進管であるヒューム管の中にφ150mm程度のケーブル収容管を配管し、トンネル内の空隙部をモルタル等で充填している。

しかし、推進工法で課題となっている急曲線施工や長距離施工に対しては推進工法に代わりシールド工法の適用を検討した。この適用検討に当たり、トンネル内は最終的にモルタル等で充填することから、覆工部材には軽量化によるコストダウン並びにセグメント組立時の作業性向上を目的として、許容応力度を割り増した短期設計の鋼製セグメント（以下、軽量型セグメントと称す）を採用することとした。また軽量型セグメントはコストダウンの観点から、シールド溝を省略するとともにベントナイト系シールド材の採用を考えた。

本報告は、ベントナイト系シール材の施工性及び止水性を確認するために行った実規模の模型実験について述べるものである。

## 2. ベントナイト系シール材

本実験で用いたバントナイト系シール材（以下、Bt シール材と称す）は、

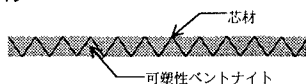


図-1 Bt シール材の構造

JIS Z 1902 の防食テープに相当し、図-1 に示すように施工時及び圧縮時に耐える強度を持つ不織布の芯材に、可塑性ベントナイトを含浸させたものである。

表-1 Bt シール材の仕様

|      |           |
|------|-----------|
| 外 観  | テープ状      |
| 標準厚さ | 1.4±0.3mm |
| 標準幅  | 70±3.0mm  |
| 標準重量 | 90g/m 以上  |

のである。

Bt シール材の止水メカニズムは、ベントナイト材料独自が持っている難透水性、粘着性、膨潤性及び膨潤に伴う投錨効果により水の浸入方向に膨潤して水みちを閉塞するものと考えられており、この Bt シール材の仕様及び特性値をそれぞれ表-1、表-2 に示す。

表-2 Bt シール材の特性値

| 項目    | 試験値                        | 試験方法       |
|-------|----------------------------|------------|
| 耐水圧   | 300KN/m <sup>2</sup> 以上    | 円盤止水試験     |
| 膨潤倍率  | 2倍以上                       | JIS K 6258 |
| 透水係数  | 1.0×10 <sup>-4</sup> m/s以下 | JIS A 1218 |
| 粘着力   | 100KN/m <sup>2</sup> 以上    | JIS K 6850 |
| せん断強度 | 20KN/m <sup>2</sup> 以上     | JGS T 561X |
| 圧縮力   | 2000~3000KN/m <sup>2</sup> | 30%圧縮時     |
| 引張強さ  | 140KN/25mm以上               | JIS Z 1902 |

表-3 軽量型セグメントの仕様

|        |         |
|--------|---------|
| 種 別    | 寸法      |
| 形 状    | 6等分割    |
| 外 径    | 1,840mm |
| 内 径    | 1,700mm |
| 幅      | 900mm   |
| 継手板    | 12×70mm |
| 主 桁    | 670mm   |
| スリプレート | 2.3mm   |
| 材 質    | SM 50   |
| シール溝   | 無 し     |

### 3 実規模模型実験

本実験は、①軽量型セグメントがシール溝無しのタイプであるため、Btシール材がセグメントの変形量に悪影響を及ぼさないこと、及び②深度 20 m 程度以下のトンネルを対象とし、200KN/m<sup>2</sup>以上の耐水圧性能を有することについて確認するために実施した。

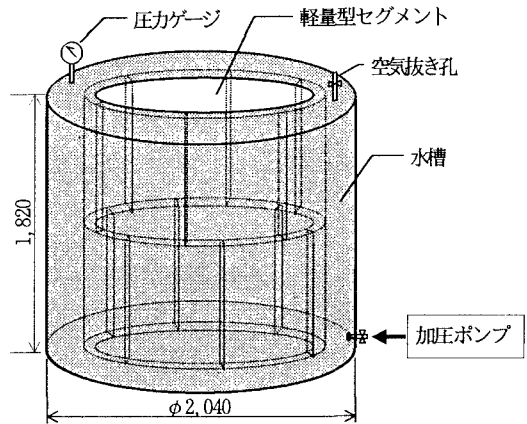
セグメント、ベントナイト系シール材、実規模模型実験

東京電力株式会社 港区芝公園2丁目2番4号 TEL: 03-4435-3304 FAX: 03-4435-3789

#### (1) 実験方法

実規模模型実験は、表－3に示す軽量型セグメント2リングを用い、図－2の実験装置により以下の手順で行った。なお、Bt シール材の貼付位置は継ぎ手板全面とし、プライマーを用いずにシール材の粘着力のみで貼付を行った。またセグメントの製作精度及び組立時の目開き量に関する既往の実績から、セグメント継ぎ手間を一重、リング継ぎ手間を二重貼りとした。

- ①円筒形の鋼製水槽の内部でシール材を貼り付けながら、軽量型セグメントの組立を行う。
- ②水槽とセグメントの間をフランジで密閉し、注水を行う。
- ③段階的に加圧を行い、漏水状況を調査して止水性を確認する。また各段階毎にセグメントの変位量及び目開き量を測定する。



図－2 実規模実験装置

#### (2) 実験結果

##### a) セグメント組立時の目開き量

Bt シール材貼付による目開き増加量は、表－4に示す値であり実施に際しセグメントに与える影響は少ないと判断された。

表－4 継ぎ手目開き増加量（単位：mm）

|        | セグメント継ぎ手 n=36 |      |      | リング継ぎ手 n=18 |      |      |
|--------|---------------|------|------|-------------|------|------|
|        | 最大            | 最小   | 平均   | 最大          | 最小   | 平均   |
| 直径変化量  | 29.3          | 28.2 | 29.0 | 22.4        | 20.3 | 20.9 |
| 目開き増加量 | 1.5           | 0.1  | 0.8  | 1.9         | 0.6  | 1.2  |

##### b) 止水性

耐水圧性能は、表－5に示すように、加圧直後は若干の漏水があったが、時間とともにBt シール材が膨潤することにより漏水量の減少が認められ、3日後には水圧 200KN/m<sup>2</sup>においても完全に止水されることが確認できた。

表－5 実験結果（耐水圧性能）

| 測定時期 | 水 圧<br>KN/m <sup>2</sup> | 漏水箇所  | 漏水量<br>ℓ/min/リング* | 備 考         |
|------|--------------------------|-------|-------------------|-------------|
| 注水時  | —                        | リング継手 | 0.006             |             |
| 加圧直後 | —                        | リング継手 | 0.144             | 漏水のため圧力安定せず |
| 1日後  | 50                       | リング継手 | 0.024             |             |
| 1日後  | 100                      | リング継手 | 0.036             |             |
| 2日後  | 100                      | —     | 漏水なし              |             |
| 2日後  | 150                      | —     | 漏水なし              |             |
| 3日後  | 150                      | —     | 漏水なし              |             |
| 3日後  | 200                      | —     | 漏水なし              |             |

#### 4. まとめ

Bt シール材は軽量セグメント継ぎ手部の漏水防止用シール材として、今回の実規模模型実験により所期の性能を保持していることが確認された。現在、今回の成果に基づき実現場への適用を図っており、その結果については別途報告したいと考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 藤木育雄・木下賢二・秋山信次・小松幸雄：新しいセグメント用シール材の基礎的研究、トンネル工学研究論文・報告集第8巻、pp.337-342、1998