

日本電信電話公社 正員 ○ 安味春幸

〃

尾吹利彦

協和電設(株)

小澄満夫

## 1. はじめに

シールド工法が適用される地山のうち、粒径の均一な滞水砂層は地盤沈下・切羽の崩壊などの危険性が高く、取り扱いくいとされている。

泥水加圧式シールド工法は、このような崩壊性の地山に適した工法として開発されたもので、泥水圧により切羽の安定をはかりながら前面カッターを回転させて掘進を行う。泥水の効果としては、地山の崩壊防止・掘削土砂の流体輸送などが挙げられる。この効果を保持するには常に地山に適応した泥水特性・泥水圧を保つように綿密な管理を行うことが必要である。

本文は千葉で実施された電電公社のケーブル収容トンネル(とう道)工事における泥水加圧式シールド工法の泥水管理について報告するものである。

## 2. 工事概要

本工事のルートは旧海岸線沿いの幅員約7mの屈曲の多い道路である。

工事内容および土質特性は表-1、表-2に示すとおりである。

表-1. 工事内容

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| 掘削径    | 5850 mm                  |
| トンネル延長 | 840 m                    |
| 土被り    | A-B区間 10 m<br>B-C区間 20 m |
| 地下水位   | GL. -2m ~ -3m            |
| 線形     | R=150m × 6ヶ所             |
| 勾配     | 0.3 ~ 0.5 %              |

表-2. 土質特性

|         |                                     |
|---------|-------------------------------------|
| 地層名     | 洪積細中砂層                              |
| N 値     | 30 ~ 50                             |
| 間ゲキ比    | 0.6 ~ 0.7                           |
| 均等係数    | 2 ~ 8                               |
| 粘土・シルト分 | 10 ~ 20 %                           |
| 自然含水比   | 24 ~ 25 %                           |
| 透水系数    | $3.7 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ |

## 3. 泥水基礎実験

泥水特性(粘性)と作泥水材濃度との関係、を調査するため、現場地下水と蒸留水を使って基礎実験を行った。

## 3-1. 地下水の分析

基礎実験に先立って、深度GL. -15mで採取した地下水の分析を行った。その結果は表-3に示すとおりである。

表-3. 地下水の分析値

表-3では、ナトリウムと塩素の含有率が特に大きな値を示しており、現場が旧海岸部であることから地下水も海水の影響を強く受けていることが明確になった。

| 項目     | 含有率 (ppm) |             |
|--------|-----------|-------------|
|        | 現場地下水     | 海水          |
| ナトリウム  | 8400      | 10750       |
| マグネシウム | 870       | 1295        |
| カルシウム  | 370       | 416         |
| 鉄      | 14        | 0.0034      |
| 塩素     | 14000     | 19300       |
| 比重     | 1.017     | 1.024 (20℃) |
| pH     | 6.83      | 7.8 ~ 8.3   |

## 3-2. 実験結果

基礎実験の結果、次のことが明らかになった。

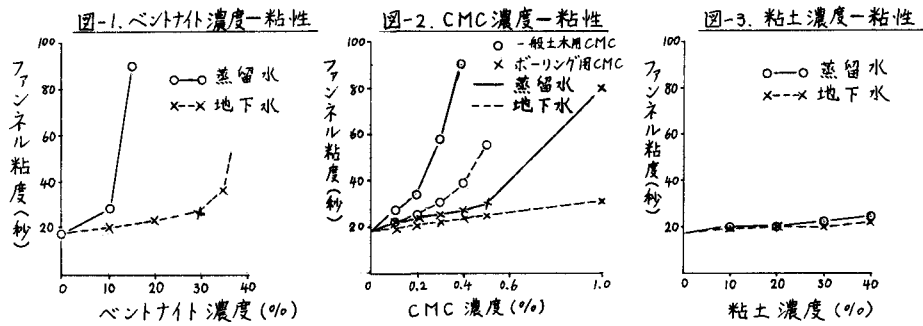
## (1) ベントナイト

ベントナイト濃度の変化に対する粘性の増加率は、蒸留水を使用した場合と地下水を使用した場合では著しい差がみられた。図-1では、粘度を25秒に調整するのに蒸留水でベントナイト濃度5%に対して、地下水では30%を示している。これは地下水中の塩素によるベントナイトの劣化現象のためと考えられる。

## (2) CMC

実験の対象とした7種類のCMCのうち、一般土木用CMC 1種類とボーリング用CMC(耐塩性) 1種類の測定結果を図-2に表わした。この図では両者ともに劣化がみられる。一方、地下水を使用した場合、粘度25秒

とするには前者で濃度0.65%になるのに対して後者では濃度0.2%と約1/3になっている。



(3) 粉末粘土

図-3によると、各濃度に対する粘度は地下水・蒸留水ともにほぼ同じ値を示しており、劣化はみられない。また、地下水を使用した場合ではベントナイト・粉末粘土ともに濃度と粘性の対応にはほとんど差がないことがわかる。

2-3. 工事への適用

基礎実験の結果より、本工事では調泥・分級処理の容易化をはかるため、作泥水材として粉末粘土およびボーリング用CMC（耐塩性）を使用する。また、配合は泥水1㎡当り粉末粘土20～30%、CMC 0.1%とする。

4. 施工結果

4-1. 切羽泥水圧の管理

一般的に泥水圧は「間ゲキ水圧 + 0.2 kg/cm<sup>2</sup>」といわれているが、本工事では「間ゲキ水圧 + (0.05～0.35) kg/cm<sup>2</sup>」で施工した。なお、工事区間には用水路下越しが1カ所あり、その付近では泥水が地表へ噴出するのを防止するため泥水圧を低下させ、比重・粘性は他の工事区間より大きくするように管理を行った。（表-4）

表-4. 用水路下越区間の泥水管理

| 工事箇所    | 比重   | 粘度   |
|---------|------|------|
| 一般区間    | 1.15 | 25 秒 |
| 用水路下越区間 | 1.20 | 30 秒 |

4-2. 泥水特性の管理

一般的に滞水砂層における泥水特性は、比重1.15～1.20、粘度30秒といわれているが、本工事では土砂の分級処理を考慮して規準値を比重1.15以上、粘度25秒以上に設定した。施工でもほぼ規準値どおりの管理が行われた。

作泥水材の使用量は表-5のとおりである。

表-5. 作泥水材の使用量

| 工事区間  | 工 程         | 作泥水材 | 全使用量       | リングリ使用量       |
|-------|-------------|------|------------|---------------|
| A-B区間 | 土被り 10m     | 粉末粘土 | 398,000 kg | 1,055 kg/Ring |
|       | トンネル延長 298m | CMC  | 6,055 kg   | 16 kg/Ring    |
| B-C区間 | 土被り 20m     | 粉末粘土 | 541,000 kg | 739 kg/Ring   |
|       | トンネル延長 547m | CMC  | 6,660 kg   | 9 kg/Ring     |

当初、一次処理設備で70%、二次処理設備で残り30%の掘削土砂を分級処理する計画であった。しかし、地山の最大粒径が0.2mmと予想より小さかったため、自然沈降方式による1次処理設備では粘度が21秒以上の場合にサンドコンベア内で土砂は浮遊状態となり回収困難となった。このため、泥水の分級処理はほとんどが二次処理設備に負うところとなったが、施工には支障は生じなかった。これは、分級が比較的容易な粉末粘土を主体とした泥水を使用したためである。また土砂の廃棄についてもアルカリ公害を心配する必要がなく、pHの処理も行わなかった。

5. あとがき

本工事は、海水の影響が強い地下水を含んだ洪積砂層における一施工例である。今後の工事において、掘削能率を高めるには泥水の分級処理技術の改良が重要な課題として残されている。

なお、本工事が安全に施工されたことに対して、関係者各位に厚く感謝する次第であります。