

# III-25

## シールド掘進に伴う架道橋への影響解析とその考察

日本電信電話公社 九州電気通信局 正員 ○木原 明  
 楠本 廣  
 第一復建株式会社 中村 秀年

### 1. まえがき

本工事は、博多電話局と住吉到達立坑を結ぶロードヘッダー搭載シールド工法(巨長1100m、セグメント外径 $\phi 3550$ )によるとう道工事である。この区間には、国鉄博多駅の西架道橋(在来線、新幹線)下越があり、当該架道橋のうち新幹線高架は深礎工法による場所打杭基礎で岩着しているため問題ないものと思われたが、在来線高架については、図-1のとおり打込既製杭基礎で摩擦支持杭となっており、高架構造もラーメン型式であるので十分な検討が必要となった。ここではシールド掘進に伴う在来線高架構造物の影響解析について報告する。なお、在来線高架構造、シールド位置及び土質については図-1に示す。

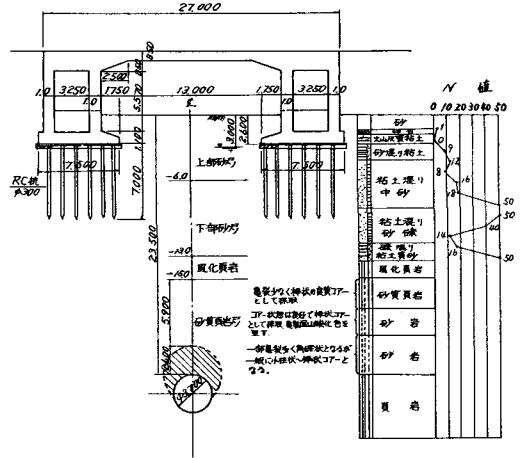


図-1 在来線高架構造及び土質柱状図

### 2. 在来線高架構造物に対する影響の検討

シールド掘進に伴い、在来線高架構造物へ与える影響と防護対策の必要の有無を調べるため、次項について検討を行ったが、今回は(c)有限要素法による影響解析と(d)地下水位低下による影響について記述する。

- (a) 近接構造物に対する影響範囲
- (b) 岩盤ゆるみ範囲の検討
- (c) 有限要素法による影響解析
- (d) 地下水位低下による影響

#### (1) 有限要素法による影響解析

この解析はトンネル開削状態における土層の各点変位量、主応力を算定したものである。

#### A. 設計条件

主な条件をあげると次のとおりである。

- a. 地盤の物理定数を表1に示す。
- b. 地盤を完全弾性体とする。
- c. シールド横断面に対する二次元問題とする。
- d. シールドはテールボイドを考慮し、仕上り外径 $\phi = 3550\text{m}$ に対して $\phi = 3700\text{m}$ の素掘りトンネルとする。
- e. 橋台及びRC杭の入力条件は、長方形要素と線部材として入力する。

#### イ. 解析結果

FEM解析結果、周辺地盤の各変位量及び主応力は、表2に示すとおりである。

#### (2) 地下水位低下による影響

シールド掘進時の湧水面積と同じ集水面積をもつ井戸を仮想し、透水係数は現場湧水試験及び湧

表1. 各地層の地盤定数

| 土層区分 | 深度    | 土の単重                              | 変形係数                               | ポアソン比 |
|------|-------|-----------------------------------|------------------------------------|-------|
| 上部砂層 | 0~6m  | 1.7 $\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$ | 30 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ | 0.4   |
| 下部砂層 | 6~13  | 1.8 "                             | 90 "                               | 0.35  |
| 風化頁岩 | 13~15 | 1.9 "                             | 240 "                              | 0.30  |
| 砂質頁岩 | 15~34 | 2.3 "                             | 1280 "                             | 0.25  |

表2. 主要点の変位量及び主応力の最大値

| 箇所      | 変位量(mm) |     | 主応力( $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ )       |            |        |
|---------|---------|-----|----------------------------------------------|------------|--------|
|         | 水平      | 鉛直  | $\sigma_1$                                   | $\sigma_2$ | せん断(t) |
| 地表面     | 0.2     | 0.6 | 0.001                                        | 0.001      | 0.001  |
| 7-チング付近 | 0.2     | 0.7 | 0.003                                        | 0.005      | 0.002  |
| 基礎杭付近   | —       | —   | ( $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ )<br>0.060 | —          | —      |
| 基礎杭先端   | 0.2     | 0.9 | 0.003                                        | 0.003      | 0.003  |
| シールド周辺  | 0.4     | 2.9 | 0.389                                        | 1.041      | 0.604  |

水圧試験結果より図-2に示すとおり、砂層部  $K_1 = 5.09 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 、岩盤部  $K_2 = 4.40 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$  として仮想井戸から揚水した場合のシールド直上及び周辺の自然水位の降下量を算出したところ、図-3のとおりシールド直上部において圧気圧  $0 \text{ kg/cm}^2$  で  $1.1 \text{ m}$ 、 $0.5 \text{ kg/cm}^2$  で  $0.8 \text{ m}$ 、 $1.0 \text{ kg/cm}^2$  で  $0.5 \text{ m}$  となった。さらに水位降下分の増加鉛直応力に対する地盤沈下量を求めると、シールドに最も近い前面杭において圧気圧  $0.5 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$  で沈下量が  $0.2 \sim 0.9 \text{ cm}$  という結果になった。

表3. シールド周辺の自然水位の降下量

| 圧気圧                | シールド直上からの離れ |       |       |       |       |
|--------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 0 m         | 5 m   | 10 m  | 15 m  | 20 m  |
| 0 $\text{kg/cm}^2$ | 1.1 m       | 0.9 m | 0.6 m | —     | 0.2 m |
| 0.5 "              | 0.8 "       | 0.6 " | 0.3 " | 0.1 m | —     |
| 1.0 "              | 0.5 "       | 0.2 " | —     | —     | —     |

表4. 前面杭、背面杭の地盤沈下量

| 場所<br>圧気圧          | 前面杭部   | 背面杭部   |
|--------------------|--------|--------|
| 0 $\text{kg/cm}^2$ | 1.6 cm | 1.3 cm |
| 0.5 "              | 0.9 "  | 0.6 "  |
| 1.0 "              | 0.2 "  | 0 "    |

### 3. 考 察

第2項の結果から、次のことが言える。

- (1) 有限要素法による影響解析；地表面、フーチング下面基礎杭先端及びその周辺地盤の鉛直並びに水平変位は、全て  $1 \text{ mm}$  以下の変位量であり、また、各部分の主応力の算定結果も微小値（基礎杭部分で最大値  $0.06 \text{ kg/cm}^2$ ）である。このことから既設構造物及び周辺地盤に与える影響はないものと考えられる。
- (2) 地下水位低下による影響；圧気圧  $0.5 \text{ kg/cm}^2 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$  で地盤沈下量が  $0.2 \sim 0.9 \text{ cm}$  と  $\text{mm}$  オーダとなり、シールド掘進時における切羽前面及びその周辺からの湧水は、圧気圧（ $0.5 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$ ）で防止でき、影響がないと判断される。
- (3) 岩層の亀裂状態は、不規則な場合が多く、また、列車運転には重要な構造物であると共に、基礎杭が摩擦支持杭であるため、既設構造物及び地盤に計測器を設置し、安全管理を行うものとする。

### 4. あとがき

これまで、軌道下越に伴う影響については、一般にFEM手法による応力、変位の解析に留める場合が多かったが、今回はシールド掘進による地下水位の挙動について検討を加えたものであり、今後の類似工事の参考になれば幸いである。

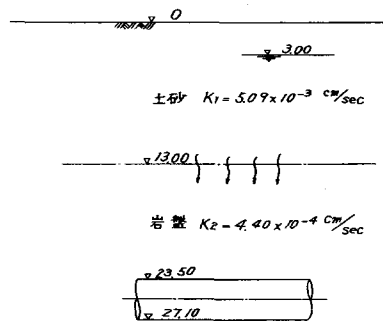


図-2 縦断概要図

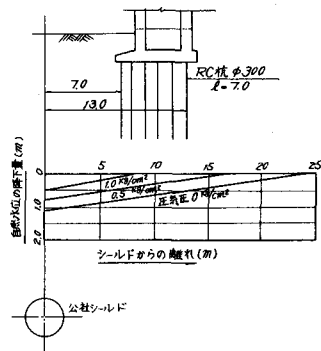


図-3 シールド周辺の自然水位降下量

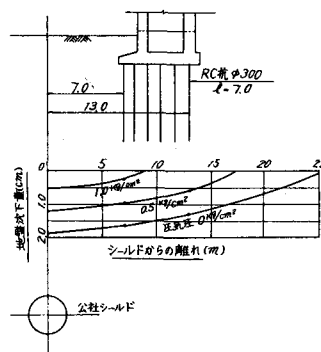


図-4 シールド周辺の地盤沈下量