

## 京都地下鉄東西線御陵駅工事の

## アンダーピニングと大規模路下掘削について

Underpinning and Large Underground Excavation Work at Kyoto Subway Tozai Line-Misasagi Station Works

越智 修\*・久ノ坪宏司\*\*・西野誠二\*\*\*・達富賢二\*\*\*\*

Osamu OCHI, Hiroshi KUNOTSUBO, Seiji NISHINO and Kenji TATSUTOMI

The Works, located in Yamashina, the eastern part of Kyoto City, consists of construction of a underground subway station(293m in total length)which is three-storied, reinforced concrete frame structure. The features of the Works is as follows:

- (1) The construction work was carried out under the road on which heavy traffic is and also the train line is operated.
- (2) To keep the construction space under the road, a large-scale pipe-roof method was adopted for underpinning the road and the train line.
- (3) Large excavation work and construction of the station were carried out inside the space made by the pipe-roof method.

Keywords: Pipe-roof Method, Underpinning, Large Underground Excavation

### 1. はじめに

地下鉄東西線は、京都市内の東西を結ぶ交通の根幹となるもので第一事業区として、醍醐～JR二条間12.7kmが既に着工されており、この内、御陵～三条京阪間(3.5km)については、京都高速鉄道株式会社と日本鉄道建設公団(一部京阪委託)、それ以外の間については、京都市が建設している。

当御陵駅工区は、京都市山科区、府道四ノ宮～四ツ塚線道路下に、駅舎全長296.4mの3層2径間ラーメン構造の地下駅舎を築造する工事である。(図-1～図-4)

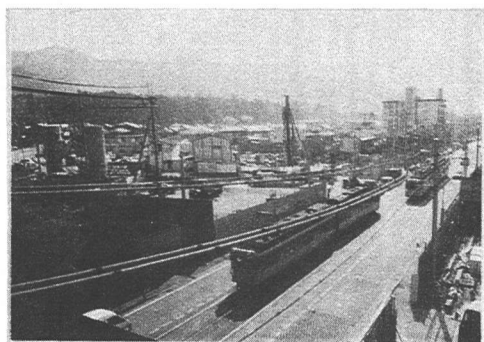
- 
- \* 正会員 京都高速鉄道株式会社建設部建設事務所所長
  - \*\* 正会員 京阪電気鉄道株式会社鉄道事業本部建設部第二工事課長
  - \*\*\* 正会員 大成・間・浅沼・岡野建設共同企業体所長
  - \*\*\*\* 正会員 大成・間・浅沼・岡野建設共同企業体

## 〔工事概要〕

工事名：高速鉄道東西線建設工事御陵駅工区  
 事業主体：京都高速鉄道株式会社  
 発注者：京都高速鉄道株式会社  
 京阪電気鉄道株式会社  
 施工者：大成・間・浅沼・岡野建設共同企業体  
 工事時期：自平成2年 3月20日  
 至平成8年 3月22日  
 (本体構築工事迄の合算工期)

## 工事数量：

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| パイプルーフ（横断）： | 2, 280 m                |
| “（縦断）：      | 8, 500 m                |
| 掘削（土捨）：     | 110, 000 m <sup>3</sup> |
| コンクリート：     | 26, 600 m <sup>3</sup>  |
| 鉄筋：         | 3, 430 t                |
| 路下土留杭：      | 10, 100 m               |
| 路下中間杭：      | 5, 650 m                |
| 支保工他鋼材：     | 3, 300 t                |



写真－1 工事写真全景

工事の特徴として、

- ①非常に交通量の多い府道直下工事である。
- ②道路中央に、三条～浜大津間を結ぶ京阪電鉄京津線が運行している。
- ③道路幅員が17.5 mと狭く、道路両側には商店及び民家が密集している。

上記の様な施工環境の為、一般的な地上からの開削工法が採用出来ず、延長296.4 mの全区間の道路（京津線を含めて）をパイプルーフでアンダーピニングして、路下空間を作り、路下施工にて構造物を築造していく工事である。

## 2. 工事計画

当工区の工事計画を立てるに際して前述の施工条件に加えて、以下の条件を考慮して計画を行った。

- ①中央に京阪京津線が運行しており、また車両交通の多さとも重なり道路の昼間占有は許可されない。
- ②夜間の道路占有の時間帯としては、京津線の運行停止（終電～始発迄）の4時間に限られる。
- ③計画時での工事基地としては図－2の様に南北併せて3ヶ所しか確保出来ない。

- ④建都1200年の記念事業であり、市民の一日でも早く開通をの声もあり、早期開通に向けての工期短縮が必須である。

以上の事より工事計画上の基本方針として

- ①工事へのアクセスは全て民地部にある工事基地からとする。
- ②昼夜間の施工により工程短縮が可能な工法とする。
- ③京津線軌道の運行上の安全が確保できる工法であること。
- ④近接構造物（4階建RCマンション等）への影響が最小限である事。

以上4項目の方針に基づき具体的な施工フローを計画し、各々の施工上の問題点について検討を行った。



図－1 施工位置図

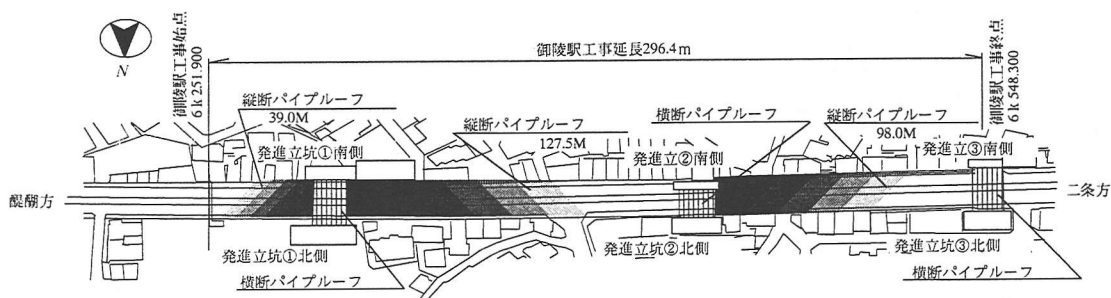


図-2 全体平面図

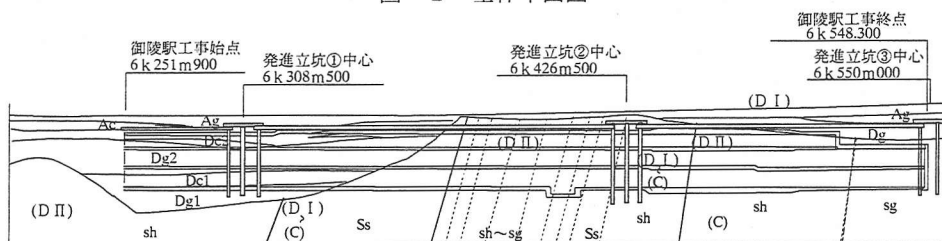


図-3 地質縦断面図

### 3. 施工フロー

基本方針に添って、立坑築造からアンダーピニング及び躯体構築までの施工フローを図-5に示す。

以降の章では、今回工事の内とりわけ特徴のある工事内容として、

①パイプルーフの施工（横断，縦断）

②パイプルーフ下部導坑掘削

（全体面掘削）

（仮支保工によるアウターピニング）

④本体立体同時施工

（仮受杭によるアンダーピニングと路下掘削）

について述べるものとする。

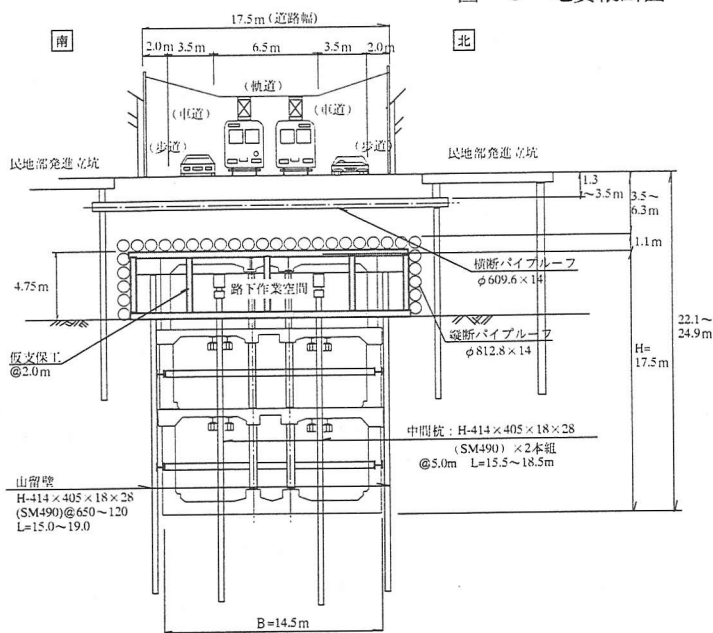


図-4 標準断面図

### 4. パイプルーフの施工

#### 4.1 各施工条件下でのパイプルーフの工法選定

パイプルーフの施工は、路面（軌道）を全面的に防護するもので、総延長は10,800mと非常に多く、最大スパンも130mに達し、工法選定については、下記の点に留意し選定を行った。

施工箇所と各工法の選定結果を表-1に記す。

- ・地質条件（対象地盤としてAg、Ac、Dc、Dg及び岩盤D1～D2頁岩、チャート）
- ・土被り及び地表面に対する影響
- ・施工速度及び工期
- ・圧入時の施工精度
- ・経済性
- ・京津線の運行確保

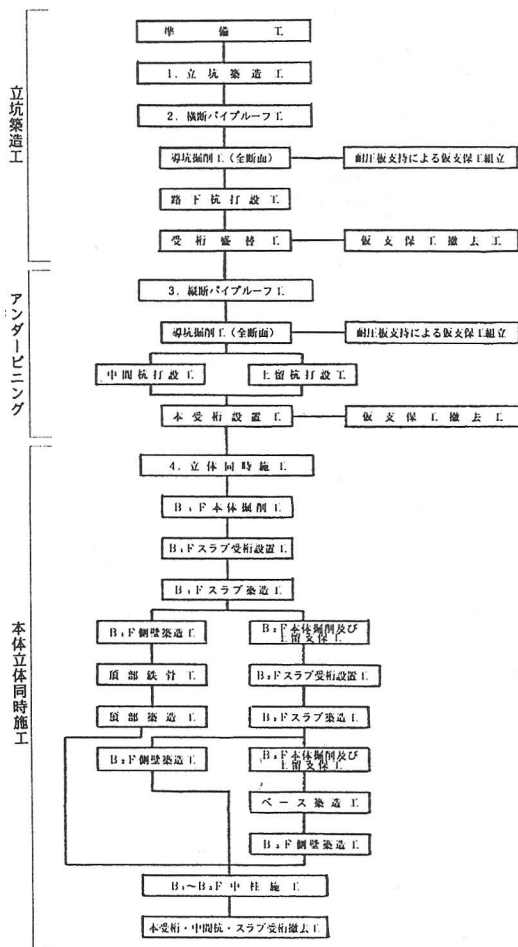


図-5 工事施工フロー

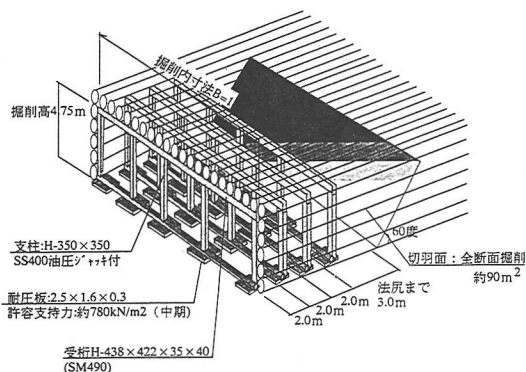


図-6 全断面掘削概要図

#### 4・2 長距離施工精度向上のための対策

縦断パイプルーフには、路下掘削時の地表面への影響を極力小さくするため、鋼管矢板（φ812.8×14）を使用した。このため、通常の推進管の施工とは異なり、掘削機自体の推進修正能力が後続の鋼管の曲げ剛性に疎外されることが懸念された。従って、掘進機の方に2.4mのダミー管を2連結し、方向制御を容易にすると共に、不必要な推力上昇も抑える対策を講じた結果施工精度は計画に対し、20mm以内の精度を得た。

| 施工箇所          | 推進工法    | 鋼管仕様      | 本数 | 推進長 (m) | 土被り (m) | 地 質                                             |
|---------------|---------|-----------|----|---------|---------|-------------------------------------------------|
| 発進立坑 (横断)     | 7177モータ | φ609.6×14 | 34 | 26.73   | 1.2     | 粘土混り砂礫 (Ag)                                     |
|               |         |           | 34 | 18.225  | 1.9     | 風化岩                                             |
| 発進立坑③ (横断)    | ケーモ     | φ812.8×14 | 25 | 32.0    | 3.6     | 礫混り粘土 (Dc)                                      |
| 発進立坑① 到達前 (東) | 刃口      | φ812.8×14 | 26 | 39.0    | 4.0     | 粘土混り砂礫 (Ag)                                     |
| 発進立坑① 発進立坑②   | 7177モータ | φ812.8×14 | 32 | 127.5   | 4.7     | 粘土混り砂礫 (Ag) 岩 (D <sub>1</sub> ~D <sub>2</sub> ) |
| 発進立坑② 発進立坑③   | 7177モータ | φ812.8×14 | 34 | 98.0    | 6.0     | 岩 (D <sub>1</sub> ~D <sub>2</sub> ) 粘土混り砂 (As)  |

表-1 パイプルーフ工法

#### 5. パイプルーフ下部導坑掘削（全断面）について

##### 5・1 路下掘削施工の概要

パイプルーフ施工完了後、路下の掘削は作業性・安全性を考慮して全断面掘削工法を採用した。掘削ピッチは上載荷重、パイプルーフの変形・応力及び仮支保工の支持地盤の地耐力等により2.0mとした。（図-6 全断面掘削概要図）

##### 5・2 ハンドリング機の開発

路下掘削における支保工建込み作業の省人化及び安全性確保の為、ハンドリング機（写真-2）の開発導入を行った。

従来、支保工建込み作業は、重量の大きな鋼材を人力により吊り上げ、横移動を行っていたが工程、作業性、安全性等を考慮し、鋼材を路下空間の中で自由に方向操作出来る機械の開発が必要であった。本ハンドリング機の開発によって、支保工建込み作業の安全性の向上はもとより、支保工建込み時間の大幅な短縮が可能となった。

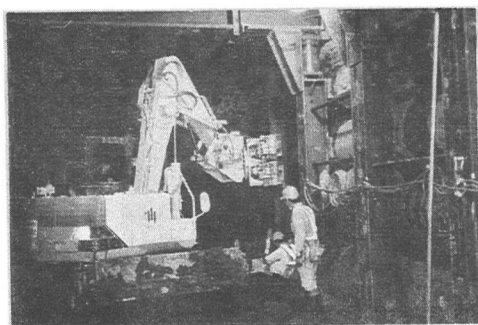


写真-2 支保工組立状況



写真-3 路下掘削完了全景

## 6. 本体立体同時施工について

### 6・1 本体立体同時施工法の概要

前述のパイプルーフ下部導坑掘削完了後、低空頭路下杭打機（土砂部BH工法・岩盤部MACH工法、全12機）を用い、路下杭を打設し、パイプルーフ受桁を路下内にて組立、設置する。上部の固定荷重を仮支保工から受桁に受替後、B1スラブから底版コンクリートまで逆打施工を行い、下部掘削と上部躯体を併行して施工し、一般工法である順巻き施工に比較して、約7ヶ月の工程短縮を計った。

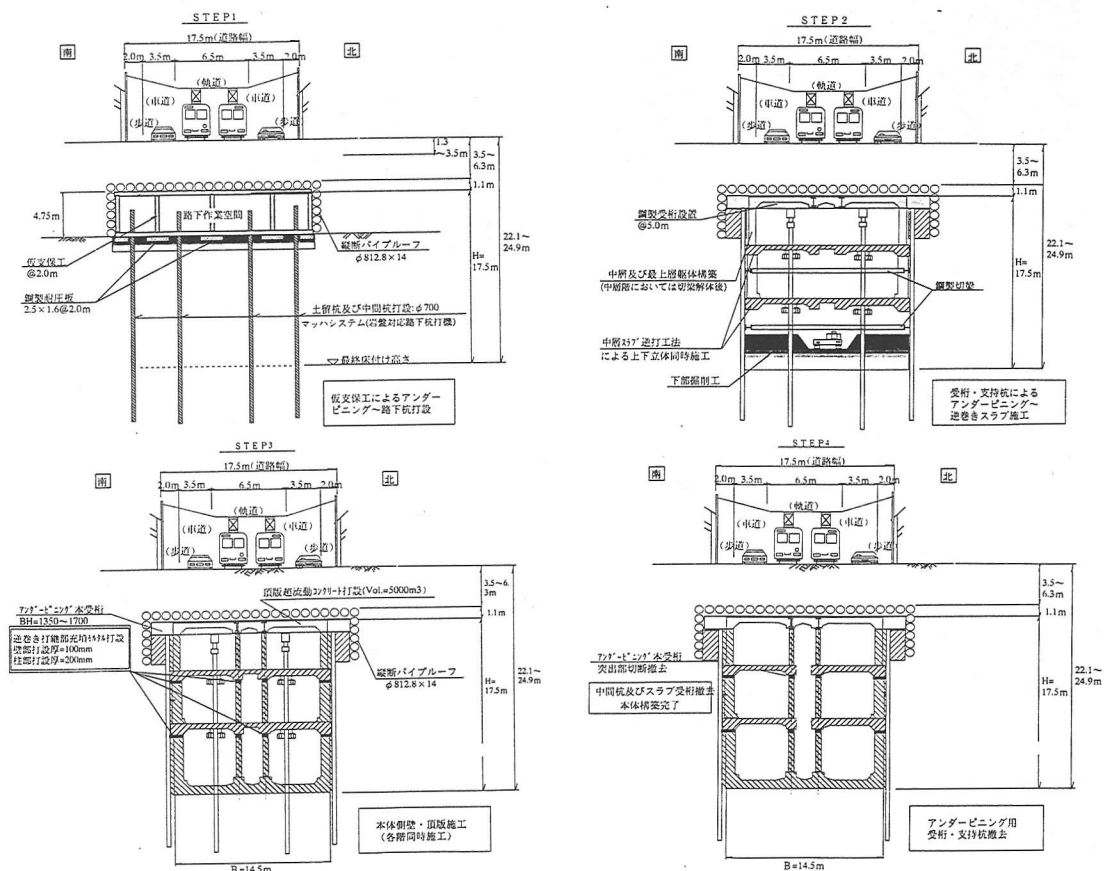


図-7 本体立体同時施工順序図

## 6・2 大規模路下掘削施工を可能とした逆打スラブの役割

### (a) 切梁としての役割

前述したが、パイプルーフ上部には近接構造物があり、地表面沈下に起因する。山留壁の壁体変形は極力抑制する必要があった。そのため、先行施工する本設スラブ（B 1 階，B 2 階）は軸剛性の高い切梁としての大きな効果があり、壁体変形も  $\delta = 10 \sim 20 \text{mm}$  程度と極めて小さな値を得た。

### (b) アンダーピニング用中間杭・座屈拘束点としての役割

中間杭は、H型鋼（H-414×405×18×28：SM490）を使用した、1 本当たりの軸荷重は最大3.7MN（380 t）程度となり、横倒れ座屈の問題があったが、本設スラブを先行施工することにより、中間杭の座屈拘束点を設け、不要な拘束材を設けることなく施工が可能となった。

### (c) 仮設ステージとしての役割

一般的な開削工法とは異なり、立坑3ヶ所からの掘削土の搬出及び資機材の搬出入しか不可能なため、従って、仮設の通路が必要となるが、中段の鋼性切梁撤去後は資機材の運搬の動線として活用可能であり、仮設ステージとしての機能を果たした。

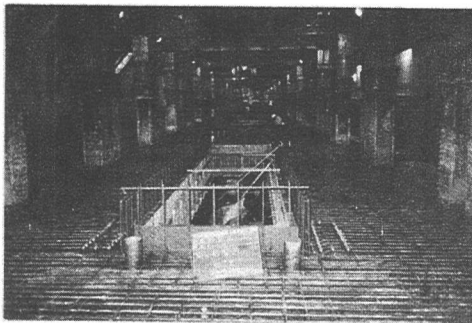


写真-4 地下1階スラブ施工及び受桁・  
中間杭によるアンダーピニング全景



写真-5 地下3階掘削状況全景

## 7. おわりに

本工事は平成8年3月22日をもって無事竣工することが出来た。

当該工区における各種の仮設工法及びアンダーピニングと路下掘削についての一端を紹介させていただいたが、重要交通路線下でのこのような駅舎全区間をパイプルーフにてアンダーピニングを行い、路下施工にて構築を行った前例が無い中で、工事が無事完了することが出来たのも、沿道の方々を含め、工事関係者の相互理解と努力の成し得た技だと考える。

最後に、都市におけるインフラ整備が今後、ますます技術的にも高度化・複雑化する中で同種の工事の参考となれば幸いである。