

京都市高速鉄道東西線蹴上駅（開削部）の 設計・施工計画

DESIGN AND CONSTRUCTION PLANNING FOR THE KEAGE UNDERGROUND STATION ON
THE KYOTO TOZAI LINE

大貫富夫*・儀満和紀**・松岡正幸***

Tomio ONUKI, Kazunori GIMA, Masayuki MATSUOKA

The Keage station is planned to construct with partition into 120 m long platform section and 66 m long main section for passenger facilities.

The work of main section is being carried out underneath a heavy traffic 3-forked road junction with frequent tramway service at location of narrow valley. Due to these situations, adoption of temporarily roadway supporting method with pipe-roof is indispensable for excavation beneath the roadway with cut and cover method. Selection of method, analysis of effect of pipe-roof and construction procedure are reported.

Keywords: cut and cover method, pipe-roof method, vertical shaft

1. はじめに

京都市高速鉄道東西線は、京都市中心部と近年市街化の著しい京都市東部山科方面（山科地区及び伏見区醍醐地区）を結ぶ延長12.7 kmの路線である。文字どおり京都市の東西を結ぶ根幹輸送機関となるものであり、広域的な交通体系の整備に寄与するものである。

路線経路は伏見区醍醐を起点とし、山科盆地の中央を南北に縦断しJR東海道本線と山科駅で交差連絡する。さらに蹴上及び三条を経由し京都市中心部を東西に横断、JR山陰本線二条駅に至る。この路線のうち、ほぼ中央部にあたる御陵・三条京阪間は、既設の京阪電鉄京津線と競合するため、京都市並びに京阪電鉄等の出資による第三セクターが設立され日本鉄道建設公団民鉄線方式により建設を行うものである。なお、完成時においては当該区間の京津線は廃止とし、京阪電鉄が東西線に乗り入れする計画となっている。ここで報告する蹴上駅は、東西線13駅の1つで御陵・三条京阪間に位置している。（図-1）

* 正会員 日本鉄道建設公団大阪支社工事第二部長

** 正会員 日本鉄道建設公団大阪支社工事第五課長

*** 正会員 日本鉄道建設公団大阪支社工事第五課工事第二係長

2. 蹴上駅の概要

駅施設（ホーム、設備等）を満足するためには開削工法による構築が一般的であるが、蹴上駅の場合、既設埋設管等による制約から非常に深い駅となっていることに加え、丹波層群の基盤岩を含んだ掘削となるため、施工の難度が高く、合わせて周辺環境が厳しい制約となっていることから開削工法区間を最小限にとどめるよう計画している。

つまり、ホーム部(延長120m)はNATMによる山岳トンネル工法区間とし、4層多径間ラメン構造の設備部(延長66m、構築高約20m、構築幅約14m)のみを開削工法区間とした。

蹴上駅の設備部（開削部）は、府道と市道が合流する三叉路内に位置する。府道は旧国道 1 号線で山科方面と京都市街を結ぶ重要幹線道路であり、交通量は 3 万台／1 2 時間と非常に多い。さらに府道中央部には京阪電鉄京津線の路面電車が運行（337 本／日）されており、複雑な交通形態となっている。これらのことから、道路内での作業空間の確保は困難となっている。

また、周辺地域は風致地区に指定されているほか、市指定史跡であるインクライン（傾斜鉄道）、蹴上浄水場があり、それに伴う配水管等の埋設管も多くさらに過酷な建設条件となっている。（図-2）

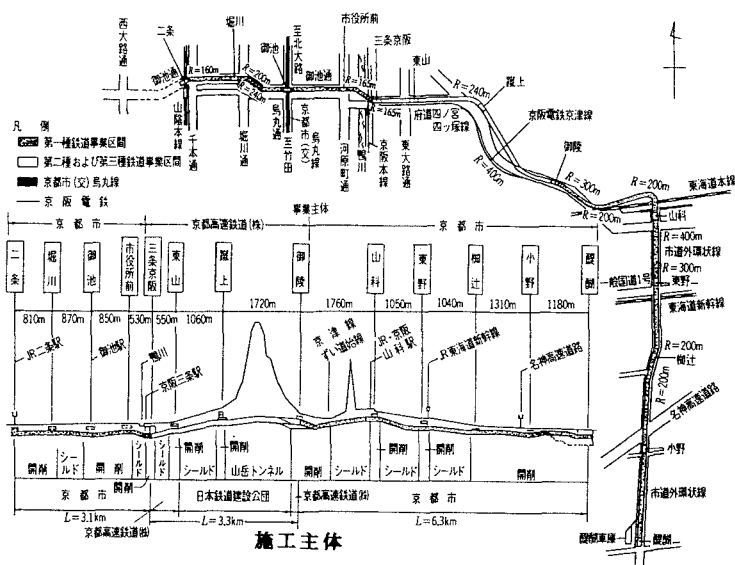


圖-1 東西線計画概要図

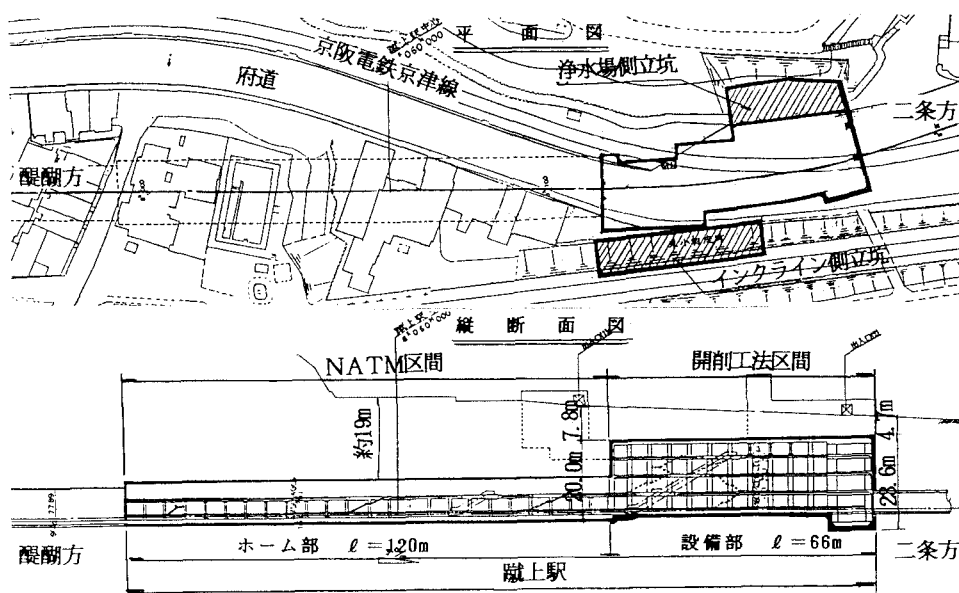


圖-2 蹴上駅一般図

3. 地形、地質の概要

蹴上駅付近は、京都盆地の北東部に位置する。地形的には東方に九条山をひかえた丘陵地で、旧谷地形となっており、鴨川流域の扇状地との境界部にあたる。駅中央部には盆地周辺部特有の形態である断層が数mの段差で斜めに横断していることが確認されており、複雑な地層となっている。

地質は中生代に形成された丹波層群を基盤とし、その上方に未固結堆積物が分布している。地下水位は地表面下2～3mの位置にある。基盤岩の岩種は、チャート、粘板岩であり表面から10m付近までが強風化し、さらに20m付近まで風化変色している。特に粘板岩は軟質粘土化が著しい。一方、未固結堆積物は、洪積砂礫及び粘土層の互層並びに沖積層から構成されている。洪積砂礫層はN値40以上でよく締まった砂礫である。礫径は5cm以下のものが多い。マトリックスはシルト及び粘土分を20～30%程度含有しているため、全体的に粘土質を呈する砂礫層となっているが、所々において粘土分の含有量が異なり、非常に不均質である。このため、全体的な透水係数は 10^{-4} cm/sec オーダーであり透水性はそれほど高くないが、構成粒子の不均一により、地下水の透水性に差が生じ、地下水が特有の部分に集中して流動する「水みち」が形成されているものと考えられる。粘土層は、二条方に8～9mの層厚で分布しており、有機質を多量に含んだ褐色のものが見られ、N値は20～40である。沖積砂礫層は、直径10～20cmの玉石を含む砂礫を主体とする層で、N値は10～30程度である。(図-3)

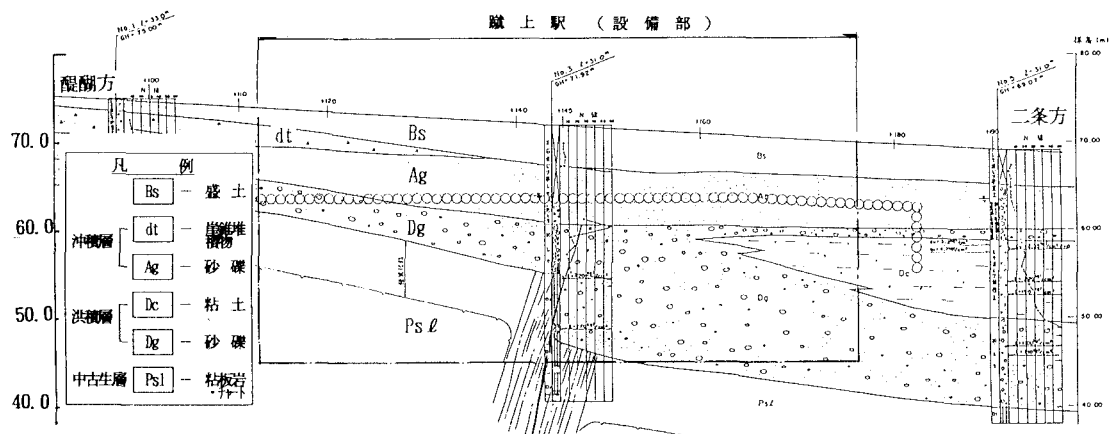


図-3 蹴上駅(設備部)地質図

4. 設計及び施工方法の検討及び概要

4.1 設計及び施工方法の検討

蹴上駅(設備部)のような大規模でかつ深い(掘削深さ約25～30m)掘削を行う場合、地表面から掘り下げて所定の位置に構造物を築造する「開削工法」が一般的である。道路内での開削工法は、道路の一部を交通遮断(占用)し、作業スペースを確保した後、山留壁、中間杭を施工し、覆工で受け替え交通遮断箇所を順次変更する方法が一般的であるが、本工区の場合、前述のとおり直上の交通事情のため、長期の道路占用ができない状況にある。このため、道路敷地外に作業基地(立坑)を設置し、作業基地から道路下に水平方向に鋼管矢板を圧入し、道路を仮受けした後道路下を掘削する「水平方向鋼管矢板圧入工法併用による路下開削工法」を採用することとした。

4. 2 設計及び施工計画の概要

本工区の設計及び施工計画の概要は以下のとおりである。

(a) 作業基地工 (図-4)

道路敷地外に設ける作業基地位置は、前述のとおり周辺地域が風致及び史跡指定地になっているが、関係各所の協力を得て、道路両側にある水道局所有の蹴上浄水場及びインクラインの一部を利用して設けた。インクライン側の発進基地 (立坑) は、インクライン内の埋設管との離隔及び鋼管圧入工の施工に必要な最小寸法等を検討の上決定している。山留壁は遮水性を考慮し柱列式地下連続壁 (ソイルセメント壁) とし、インクライン上の栈橋からの施工とした。また、浄水場側の発進基地は、駅出入口及びシールド発進基地を考慮した形状で計画している。この結果浄水場ののり面を勾配3分〜垂直に切り取る必要が生じたが、種々検討の上吹付コンクリート・ロックボルト工法によるのり面工を採用することとした。立坑の山留壁はインクライン側と同様柱列式地下連続壁での施工とした。

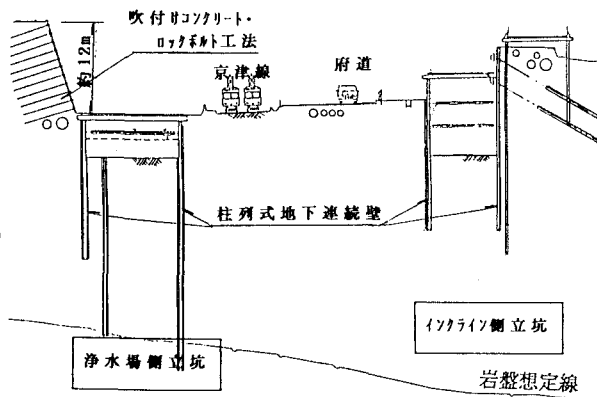


図-4 施工概要図 (作業基地工)

(b) 鋼管圧入工 (図-5)

作業基地の用地は、浄水場設備及びインクライン内の重要構造物を避けた最小限の使用であるため、鋼管圧入工に通常必要である到達側の立坑は放棄せざるを得なく、鋼管を地盤内で止め置く変則的なパイプルーフ工となっている。鋼管圧入位置は、道路管理者の指導により土被りを最低3.5m以上確保する位置で計画している。また、鋼管の管径及び管厚は、通常たわみ並びに応力度により決定されるが本工区においては、地表面 (軌道) への影響を極力抑える必要性と支障物、巨礫等の出現により圧入困難となった場合による人力掘削への変更等を考慮して剛性が高く、かつ孔内人力作業も可能な管径 $\phi 812.8\text{mm}$ 、管厚 12.7mm で計画している。パイプルーフの継手は、鋼管圧入時にガイドの役割をし、施工精度を保つ重要な部分であることから、地質条件及び過去の施工実績等から判断しダブルアングル方式を採用した。

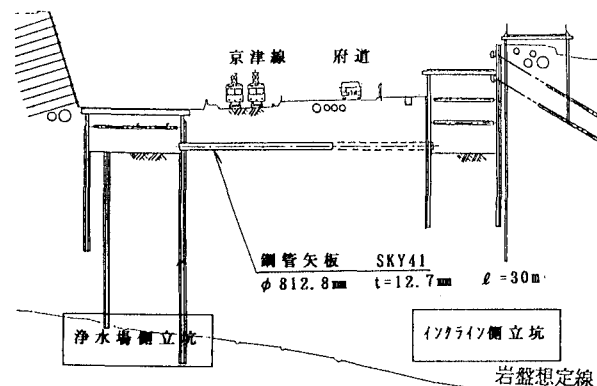


図-5 施工概要図 (鋼管圧入工)

(c) 導坑及び中間杭 (図-6)

導坑掘削は、作業基地である立坑から行うものであるが、地表面への影響を考慮し坑内で中間杭 (パイプルーフ支持杭) が施工できる最小限の作業スペース (高さ5.0m、幅3.0m) とした。中間杭の工法の決定にあたっては路下施工で、かつ砂礫及び軟岩層の掘削であるとの条件を考慮し、施工性、経済性等を比較検討した結果、BH工法での施工を計画している。また、中間杭の初期沈下防止と掘削に伴う弾性変形の抑止を考慮した結果、中間杭にはプレロード軸力を載荷することとし、地表面の変位を最小限に抑える計画としている。

(d) 山留壁 (図-7)

パイプルーフを中間杭で下受けした後、路下での本体部山留壁の施工となるが、砂礫層部は止水性の観点

と路下での限定された空間での施工性を考慮し柱列式地下連続壁での施工を計画している。なお、柱列式地下連続壁の根入れは、掘削時の剝落を考慮し、軟岩部に1m以上岩着させる計画である。このため、単軸機による先行削孔を行った後、多軸機による柱列式地下連続壁の施工を計画している。軟岩部については、柱列式地下連続壁の施工が困難であることから、吹付コンクリート・ロックボルト工法による山留方式を採用した。山留壁の安全性の確認は計測管理により行う計画である。

(e) 本体掘削及びく体構築

山留壁施工後、機械掘削により最下段まで掘削し、順巻きにより駅設備部の構築を行う計画である。

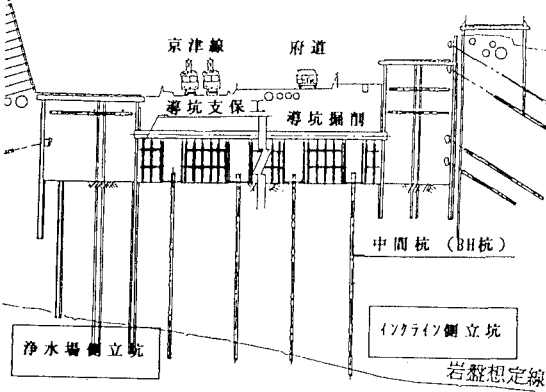


図-6 施工概要図（導坑及び中間杭建込工）

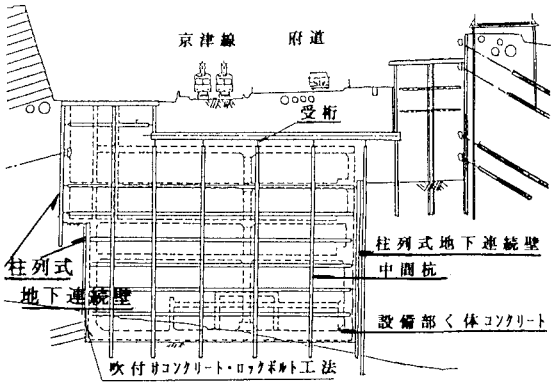


図-7 施工概要図（本体山留及び掘削工）

4.3 パイプルーフの設計

パイプルーフの変形及び応力度の解析は、理論的にも整合性が高く、実測値を精度よく表現できるものとして深い掘削土留の計算において使用頻度が高い弾塑性法により行った。本解析にあたっては、土留壁に相当するものとして鋼管矢板、切梁に相当するものとして導坑支保工、支持杭を考え、導坑の各掘削段階毎の変形量、応力度を求めることとした。解析は横断方向導坑28ステップ、縦断方向導坑12ステップの逐次計算により行った。解析モデルは図-8及び9のとおりである。

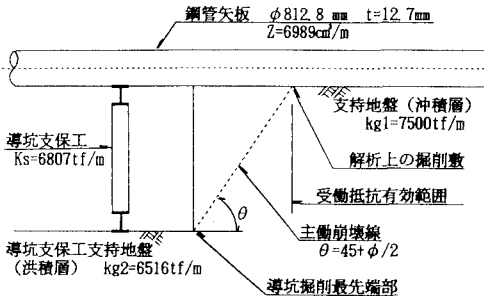


図-8 パイプルーフ（横断方向導坑）解析モデル図(1)

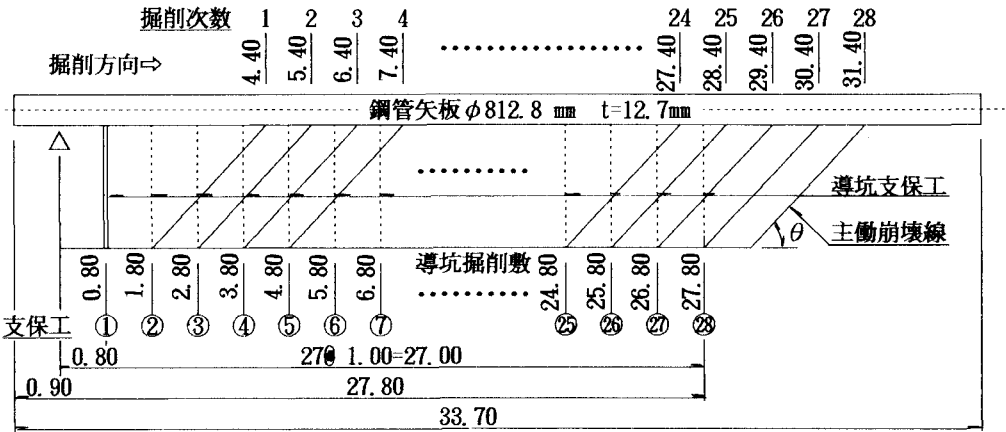


図-9 パイプルーフ（横断方向導坑）解析モデル図(2)

4. 4 補助工法の検討

鋼管圧入部及び導坑掘削部は、沖積砂礫層及び洪積砂礫層に位置し、地下水位は鋼管圧入位置の上方約2～3mの位置にある。

本工区の鋼管推進方式は、前述のとおり到達側立坑を設置出来ないことから、回収型先導管方式の採用ができなく、先端開放型の圧入方式とならざるを得ない。先端開放型の鋼管圧入方式の場合、地下水位下の施工は、鋼管先端の開放部からの湧水及び地山の呼び込みを生じ、地表面へ影響を及ぼすことが考えられる。また、所要の品質の確保が図れる溶接は困難となることが予想できる。導坑掘削時においても地下水位下掘削は、切羽の安定を確保できなく、崩壊しやすい状態となる。これらの問題に対処する工法として、一般には、地下水位低下工法、地盤強化工法等が考えられるが安全性、施工性、経済性、工期等を総合的に判断した結果、パイプルーフ外周部にグラウト注入による遮水壁を造成し、外側からの地下水の流入を防ぎ、また内側の水は両側の立坑から強制排水する工法により対処する計画とした。

5. おわりに

蹴上駅（開削部）の設計及び施工計画の概要について報告したが本工区は、①吹付けコンクリート・ロックボルトによる切取りのり面安定工法の採用、②単軸機による先行削孔後の柱列式地下連続壁の施工、③先端を地盤内に止め置く変則パイプルーフ工の採用、④本体山留壁における柱列式地下連続壁と吹付けコンクリート・ロックボルト工法の併用等特徴ある工事内容となっている。これらについてその各々の詳細な報告ができないことが残念である。今後、機会が得られたならば工事の進捗にあわせて施工実績並びに設計値と実測値の比較等詳細について順次報告したいと考えている。