

住環境と調和を図りながら建設した半地下構造の都市高速道路

CONSTRUCTION OF SEMI-UNDERGROUND URBAN HIGHWAY CONSIDERING IN HARMONY WITH NEIGHORHOOD

宮脇 容一・斉藤 宣明.. 杉原 良紀...

Youchi MIYAWAKI, Nobuaki SAITOU, Yoshinori SUGIHARA

During the construction of the semi-underground urban highway using open-cut and partially cover method, various considerations against neighborhood were required in the confined space to be close to a densely built-up area. As the earth retaining wall, the RC diaphragm wall and bracing method introducing preload was used.

After starting the use of the highway, new technologies were introduced for the prevention of the harmful influence of resounding noise, and the fire extinguishing facilities, and an evacuation stairs were installed in order to secure the safety of the traffic.

Key Word:semi-underground urban highway,RC diaphragm wall,

1. まえがき

名古屋高速道路の高速1号線17.1kmのうち吹上から四谷通までの3.5kmの区間(図-1)は、新たに用地取得し四車線の都市計画道路を建設するとともに、沿道が主に住宅であるため平面街路の下に半地下構造(オーバーハングのある掘割構造)で都市高速道路を建設した。

建設工事には民家が密集、近接する狭隘な施工空間で大規模な開削工事を伴ったため、地盤沈下・騒音・振動の抑制、生活道路確保の他、地下水流復元対策も行った。

また、供用後の自動車走行騒音が半地下壁面に反響し地上へ影響することを配慮した騒音防止対策や、半地下構造の開口部が狭くかつ平面道路交差点やランプ部は覆蓋構造となるため、トンネル防災等級AまたはA級に準じた非常設備を設け、通行者の安全確保を図っている。

本稿は、このような名古屋都市高速道路の半地下構造区間の建設について、報告するものである。

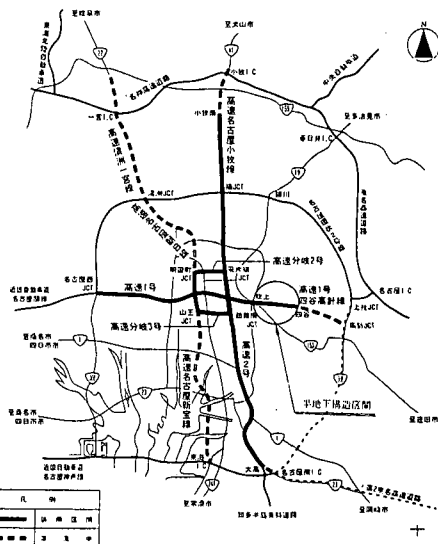


図-1 位置図

キーワード：半地下構造道路、土留め壁、地下水遮断、プレロード、環境対策、防災対策

- * 正会員 名古屋高速道路公社 建設部 工事第二課 主任専門員
- ** 正会員 名古屋高速道路公社 建設部 工事第二課長
- *** 名古屋高速道路公社 建設部 工事第二課 課長補佐

2. 市道高速1号東部(吹上～四谷間)の工事概要

市道高速1号吹上～四谷間は、昭和48年1月に当時としては例の少ない半地下構造道路として都市計画決定された。

吹上～四谷間の構造規格を表-1、平面街路幅員30m区間の半地下構造の標準断面を図-2に示す。

昭和57年2月、併設される都市計画道路鏡ヶ池線の用地取得に向けた事業説明会の開催を契機に、騒音等による沿道環境の悪化、既存住宅地を広幅員道路が貫通することによる地域分断、立ち退きに伴う生活再建の問題等から道路建設に反対する動きが起こった。このため、環境アセスメントに準じた環境予測を行い沿道環境に配慮した対策を実施することや地域分断に配慮した対策を講ずること等を説明し、住民並びに関係者の理解を求めた。

一方、都市高速道路の工事は平成元年9月に都市計画道路の事業認可を受け、若宮大通の100m幅員道路の吹上区間(掘削構造)を平成2年12月工事に着手し、鏡ヶ池線の大久手から春岡通区間(半地下構造)を平成4年1月、その他の区間も用地取得状況に合せ順次着手した。半地下構造区間は掘削幅約24m～34m、掘削深約13m～20mの大規模な開削工事となり、沿道には家屋が連なるため、剛性の高い連続地中壁による土留めを採用し、変位を常時計測しながら工事を進めた。

そして平成12年12月に西行き、平成13年6月には東行きが開通した。(写真-1、写真-2)

表-1 吹上～四谷間の構造規格

項 目	規 格 等
路線名	市道高速1号
区 間	千種区吹上一丁目～鏡池通4丁目 (延長 約3.5km)
道路規格	道路構造令第2種2級
車線数	往復4車線(基本)
設計速度	本線50km/h 出入路40km/h
構造形式	掘削構造(約0.9km) 半地下構造(約2.3km覆蓋部含) トンネル構造(約0.4km)

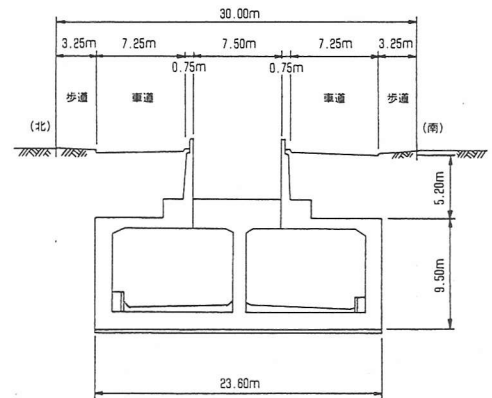


図-2 街路幅員30m区間の標準断面図

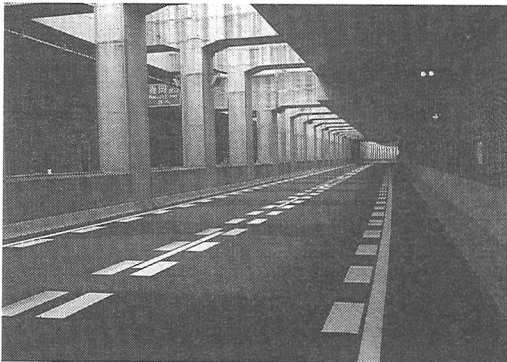


写真-1 春岡出口付近

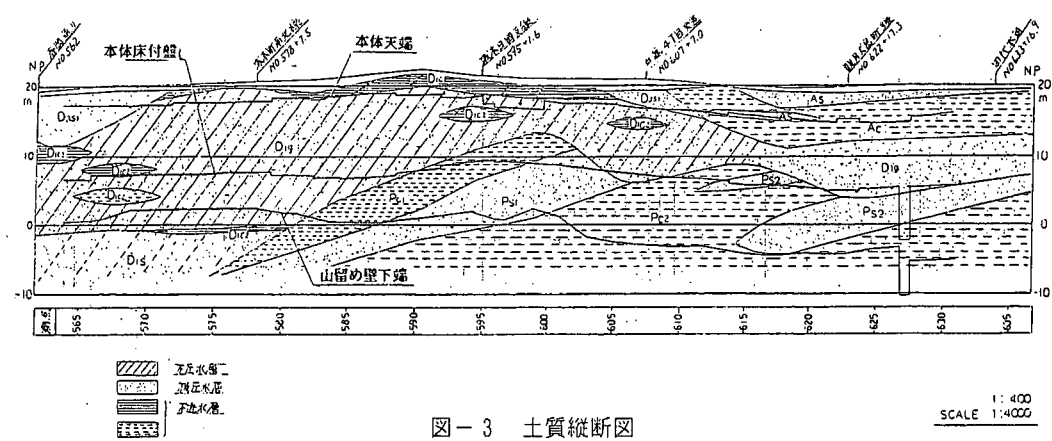


写真-2 四谷出口付近

3. 地質の状況

今回の工事区間の地質状況は、上部から沖積層、熱田上部層の順に構成され、熱田上部層は砂礫層、粘性土層、砂層の順に堆積しており、砂層には所々粘性土層をレンズ状に介在させている。

地下水は、地表の砂層に地表から涵養を受ける不圧地下水があり、下部層では介在する粘性土層が加圧層となるため、部分的には被圧地下水となっている。（図－3）



図－3 土質縦断面図

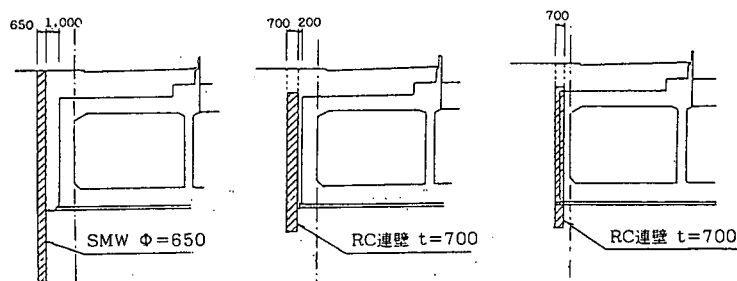
4. 周辺地盤への影響に配慮した施工方法

4. 1 土留め工法の選定

吹上～四谷間は、全線にわたり低層の住宅が広がり、周辺の道路も狭く、一方通行が多い地域である。このような地域で、平面街路幅ほぼ一杯に大規模な地下構造物を構築するため、工事は民地に近接し、かつ工期も長くなることから、周辺への影響を充分配慮する必要がある。

このため、施工中の沿道家屋への通路の確保や、建設機械、建設作業による民家への圧迫感の減少、地盤沈下や騒音・振動をいかに抑えるかの問題が、土留め工法を選定する上で大きなウェイトを占める要因となった。

構造物の掘削深さが概ね14～15m、また地下水位が地表から約1mと高いため、土留め壁は剛性が大きく止水性の高い連続壁が必要とされた。これらのことを踏まえ、SMW工法（切ばり腹起し方式）、合せ壁方式と一体壁方式の地中連続壁（切ばり直付け方式）の3方式について比較検討を行ない、合せ壁方式の地中連続壁を半地下構造区間の土留め壁として採用した（図－4、表－3）。



図－4 土留め壁別の歩道確保の比較

表－3 土留め壁の比較

項目 \ 工法	SMW工法	連続地中壁（合せ壁）	連続地中壁（一体壁）
歩道幅員1m未満の区間の割合	施工延長の60%程度	施工延長の 8%程度	無 し
騒 音	掘削機で80~85㍻	泥水施設で50~55㍻	連壁面はつり作業78~90㍻
振 動	掘削機で49ｱｼﾞｬﾙ	土砂分離機で47ｱｼﾞｬﾙ	同左
地表面沈下量	影響大きい	影響少ない	同左
重機圧迫感	掘削機の高さ 30m	削孔機の高さ 7m（鏈鋸）	同左
工 期	基準工期	SMW工法に比べ約1.7倍	SMW工法に比べ約1.8倍
施工ヤードの制 約	施工可能	施工可能 鉄筋加工場所が必要	同左
防 水 工	後防水	先付け防水	上床面・下床面のみ防水
工 費	他の形式に比べ経済的	SMW工法に比べ若干高い	連壁のﾋﾞﾙﾄ接続費が高い 本土工との接続費も必要
総合評価	・騒音及び振動に対して効果的な対策が困難 ・重機による民家への圧迫感あり	・泥水施設は防音建屋、土砂分離機は防振装置の設置で対応可能 ・この工法を採用	・他工法では歩道幅員の確保が困難な区間で採用が望ましい。

4. 2 切ばりプレロードの採用

土留め壁の変形やそれに伴う周辺地盤の沈下を抑え、沿道民家への影響を最小限とするため、切ばりに想定される荷重をプレロードとして導入し、土留め壁の変状を計測、確認しながら施工を行った。

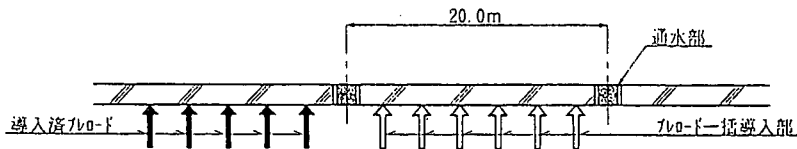
(1) プレロード導入量の設定

切ばりに導入するプレロード量については、設計時の計算にて発生軸力を精度よく予測できれば、設計値の100%が望ましいが、一般的には設計荷重が実際よりも安全側に設定されることがや温度応力などの不確定要素も含まれるため、設計値の50～80%がプレロード導入量のこれまでの実績であった。

本工事の掘削地盤が軟弱粘土とルーズな砂礫土であるため、硬質地盤のように側圧が安全側に大きく計算されることはないと判断し、プレロード導入量を80%に設定した。

(2) プレロードの導入方法

プレロードは、同一平面の切ばり全てを同時に行うのが原則であるが、本工事のように土留工の延長が長い場合は分割して導入することとなる。プレロードによる地山側への変形量が大きき場合には、分割導入の際に導入部と未導入部の境界で水平方向の大きな応力が発生する。このため、切ばりプレロード一括導入の範囲は、連続地中壁に設けた復水対策の通水部間約20mを標準とした。



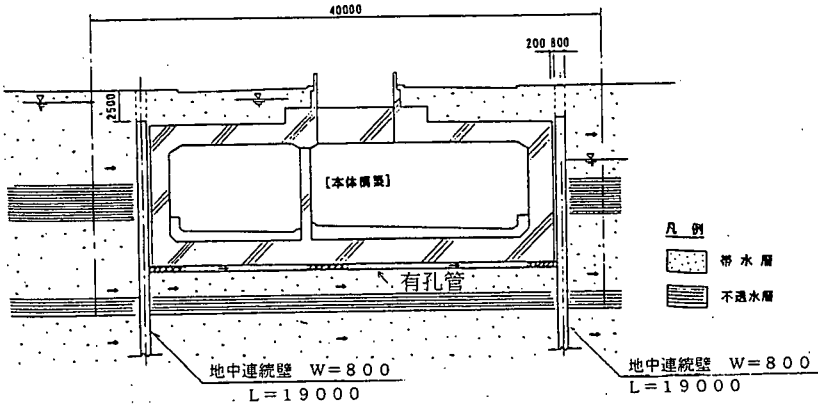
図－5 プレロード一括導入の位置と範囲

4. 3 地下水流の復元対策

吹上～四谷間は、地形的に丘陵部と平野部の境目にあり、地下水に恵まれ地下水位が高い地域である。

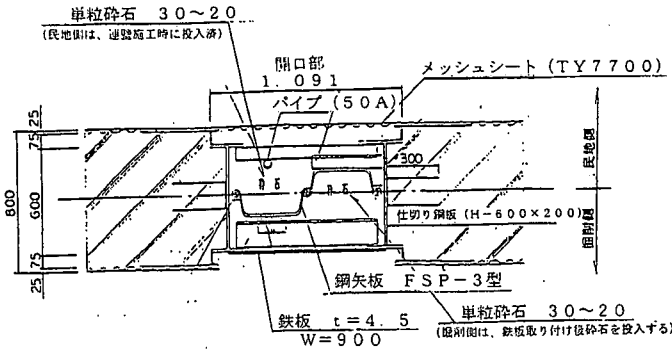
このような地域では、掘削・半地下道路のように地中に長く帯状に構築される構造物により、地下水流を永久的に遮断することが予測される。地下水流の遮断が発生すると、上流側では水位が上昇し、地盤の湿潤化や軟弱化による地盤支持力の低下、下流側では水位が低下し、圧密沈下や浅井戸の枯渇などの問題が生じる可能性がある。さらに、地下水の流速が少なくなることにより、滞水による地下水の水質への影響も考えられる。これらの問題に対処するため、地下水の流れを迂回させる「みずみち」を確保することとし、土留め壁に透水部を設けるとともに、透水部を構造物の下で連結する有孔管を布設した。（図－6 参照）

また、「みずみち」完成後の地下水流の変化について把握するため、平面二次元モデルの有限要素法によるシミュレーションを行ない、上下流の水頭差を施工前とほぼ同じ0.5m以下にするには、当地区の土質条件では透水部の開口率が4%以上必要となり、地中連続壁透水部の設置間隔を20mとした。

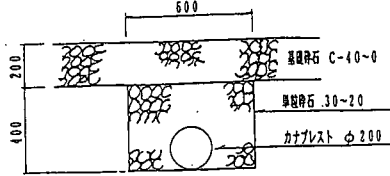


図－6 半地下構造周辺の地下水流想定図

「みずみち」の施工は、地中連続壁では工場で加工した透水部（図－7）を鉄筋籠に結合させ、一体化して掘削溝内に挿入し、構造物が完成し土留め内を埋戻した後、鋼矢板を引き抜き透水部を形成した。本体の底部では、本体上流側と下流側の透水部間を有孔管（図－8）で接続した。これにより、上流側透水部を通過した地下水は有孔管を経て下流側透水部へ流れることとなり、地下水の流れを確保することができた。



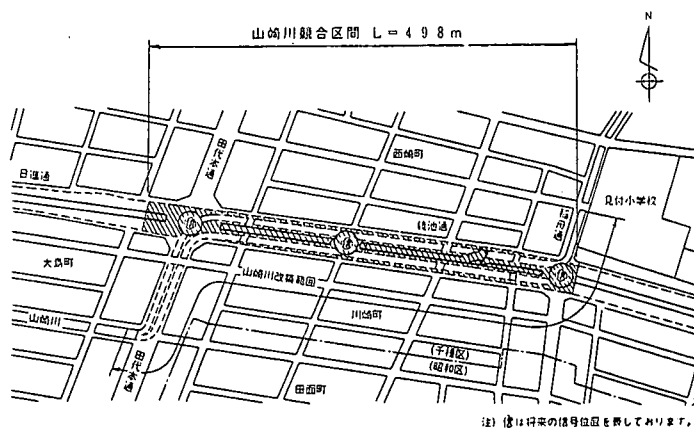
図－7 連続地中壁透水部の構造図



図－8 有孔管の構造図

5. 山崎川競合区間の施工

田代本通～稲船通の間（図－9）には二級河川山崎川が平行して流れており、都市高速道路と平面街路整備のため、これをトンネル河川に改築することになった。河川の機能を確保しながら工事を行うため、施工手順、施工スペース、防水対策等の制約条件が多い難工事となった。

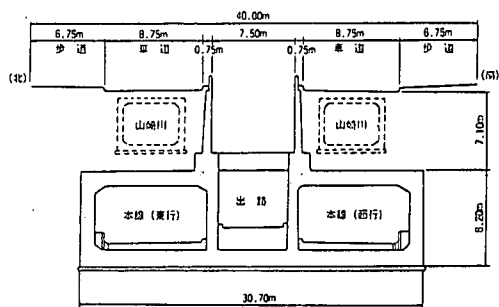


図－9 山崎川競合区間の平面図

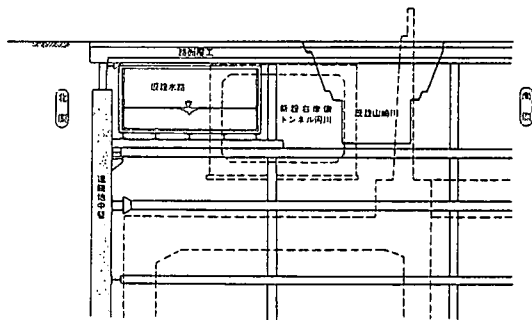
改築する山崎川は、トンネル河川が治水上の安全性確保や改築が難しいことから、年生起確率1/100の降雨に対応する河川断面が必要であり、内空高3.5m×内空幅5.0mのボックスカルバートを2本、高速道路本体構造物の上に設ける計画となった（図－10）。

高速道路本体及び河川構造物の施工は、初めに掘削断面内に従来の山崎川と同等の断面（約16m²）を有する山形鋼材の枠組みにコルゲートシート（波形鋼板）を取り付けた大断面の仮設水路を設置し、流路を切り換えながら半地下構造物の本体躯体を構築した（図－11）。本体躯体が完了した後、南側の河川（ボックスカルバート）を構築し、流路を南側河川に切り換え、仮設水路を撤去しながら北側の河川（ボックスカルバート）を構築した。

本工事は長期にわたる工事となり、平成7年4月に初めて仮設水路に切り換えてから平成12年8月に本設のトンネル河川に切り換えるまで約5年4ヶ月間を要したが、工事中的出水被害も無く無事工事を完了することができた。



図－10 山崎川競合区間の横断面図



図－11 既設山崎川と仮設水路の形状

6. 環境面への配慮

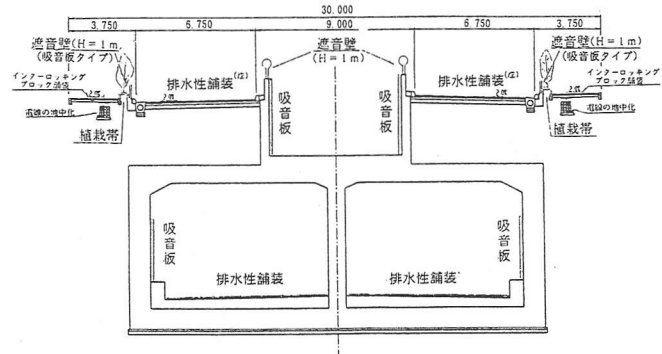
吹上～四谷間の沿線は、第二種住居専用地域及び近隣商業地域であり、実際の利用も住居系が多いため、大気及び騒音対策について検討する必要がある。しかし、都市高速道路と平面街路が併設し、かつ半地下構造物の上空への開口幅が7.5mという形状であり、このような道路における自動車走行による排出ガス濃度や騒音に関する予測手法について確立されたものは無かった。

このため、車道内の排出ガス濃度及び開口部からの排出ガス量及び半地下構造道路内の壁面反響による騒音特性について模型実験により把握し、この区間の排出ガス及び騒音の予測を行った。

さらに騒音については、半地下構造道路内の壁面反射音の影響が顕著であることから現地実験を実施して、対策効果を確認するとともに、併設する街路の騒音を考慮して以下の対策を実施した（表－4、図－12）。

表－4 半地下構造道路の騒音対策

	対 策 内 容
都市高速道路 (高速1号)	①低騒音舗装（排水性舗装）の採用 ②側壁への吸音板設置 ③開口部側壁への吸音板設置 ④開口部高欄上への新型遮音壁（両面吸音）1mの設置
平面街路 (市道鏡ヶ池線)	①車道への低騒音舗装（排水性舗装）の採用 ②歩車道境界への低層遮音壁1mの設置



図－12 半地下構造道路の騒音対策

平面街路については、上記の騒音対策とともに、以下の景観対策を行った。（写真－3）

- ①歩道内への電線共同溝（ミニキャブ）の整備により電柱等の無柱化を図った。
- ②歩道面には、インターロッキングブロック舗装を採用し、景観に配慮した。
- ③騒音対策として、低騒音舗装及び新型遮音壁を採用することにより、遮音壁高さを低く抑え、地域分断感及び道路内での閉塞感の軽減を図った。

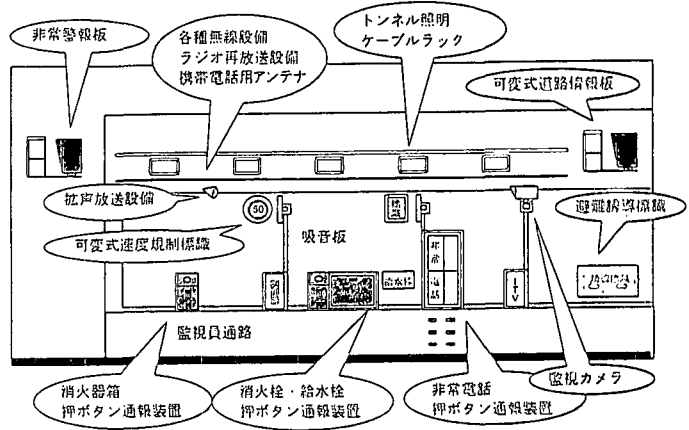


写真－3 平面街路の整備状況

7. 防災面への配慮

高速1号吹上～四谷間は、開口部の狭い半地下構造や中小のトンネル（覆蓋部）が断続することから、トンネル防災等級AまたはA級に準じた通報装置、消火設備、避難階段等の非常施設を設置し、通行者の安全確保に努めている。

また、交通流監視のためTVカメラの設置、非常時を含めた通信手段を確保のため無線・ラジオ・携帯電話等の通信補助設備を設置している。（表－5、図－13参照）



図－13 トンネル内機器配置概要図

表－5 半地下区間の非常用施設設備

設備区分	設備名称	設置間隔・位置等		
		掘割部	半地下部(掘削部)	トンネル部(覆被・A級)
通報・警告	非常電話	約500m間隔	約300m間隔	約100m間隔
	押しボタン通報装置	——	約500m間隔（非常電話内にも設置）	
	非常警告装置	非常警報板1面（下り吹上坑口） 非常警報板1面（上り田代坑口） 非常用道路情報板2面（下り四谷出口）		
消 火	消火器	——	約500m間隔	——
	消火栓	——	——	約50m間隔
避 難	避難通路	——	約500m間隔	
避難誘導	誘導表示板	——	約50m間隔	
監 視	TVカメラ	概ね全線監視（固定・巡回式）		
無線補助	洞洩同軸ケーブル	——	全線（管理・警署・消防無線用）	
	接続アンテナ	——	約250m間隔（携帯電話用）	
ラジオ再放送	洞洩同軸ケーブル	——	全線（割込み放送も可能）	
拡声放送	放送用スピーカー	——	非常駐車帯（上り・下り各2箇所）	

8. おわりに

名古屋都市高速道路にとって、住宅地に近接して、大規模かつ連続する半地下構造物を開削工法で建設することは初めての経験であった。このため、道路のみでなく、地下鉄や建築工事で行われた家屋近接工事の施工例、経験を参考に、当該地域にあった工法を選定し、施工を行ない、工事を完成させた。

本工事の経験が類似する今後の工事の参考となれば幸いである。

9. 参考文献

1) 高速1号東部（掘割構造区間）仮設構造物設計指針（案）：名古屋高速道路公社 平成4年1月
2) 仮設構造物設計基準：名古屋市交通局高速度建設部 昭和62年4月
3) 野尻・近藤：根切り工事における切ばりブレロード工法，土と基礎 Vol21, No5, 1973