

市街地重要構造物直下の低土被りトンネルの地表沈下対策

名古屋高速道路公社 徳田泰信

清水建設株名古屋支店 (正)佐藤 理 (正)児玉泰樹

1. 工事概要

名古屋市を東西に貫く高速1号四谷高針線(自動車専用道路)は、東部丘陵地の名古屋大学や東山動植物園および閑静な住宅地が広がる地域を通過する。そのため、このような地域環境に配慮して、地下化されることになった。その中の丘陵地直下は山岳トンネル工法が採用され、東山トンネルと呼ばれており、全長約2.6km上下線2本のトンネルである。全体を各工区約500mの5工区に分割され、西端に位置する園山工区は全線が主要道路と住宅地の直下である。土被りは1.5D(20m)以下と薄く、トンネル掘削断面は約135m²である。トンネル掘削部の地質は新第三紀鮮新世の東海層群矢田川累層の砂層とシルト粘土層の互層であり、各層ともN値は10~20程度と固結度が低い。砂層は地下水を持っており、トンネル天端の3.0m程度上部に地下水位は存在する。地山の物性値を表1-1に、下り線の実地質縦断面図を図1-1に示す。

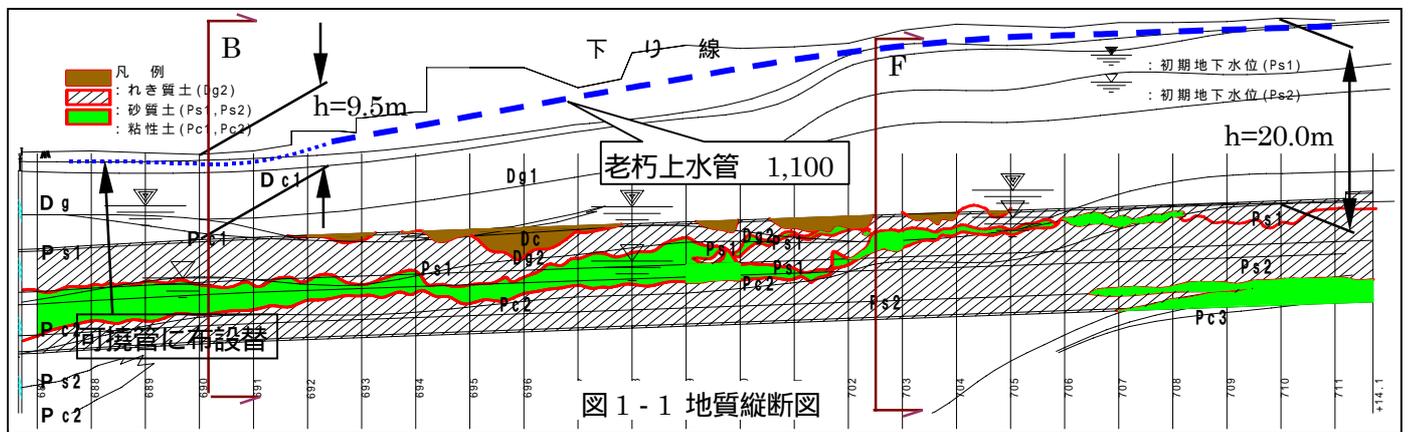
発進基地である四谷立坑の前方には、多数のライフラインが埋設されている名古屋市の幹線道路がトンネルを横断している。また、上り線トンネルの直上を走る幹線道路には名古屋市の25%の世帯に上水を供給している1,100の老朽化した水道管が埋設されている。下り線トンネルの直上は民地であり、木造モルタル家屋および鉄筋コンクリート造のアパートなどがある。これらの条件から地表沈下の抑制が重要な課題であった。



表1-1 地質及び物性値

地層名	八事・唐山層	東海層群矢田川累層			
	第四期更新世	第三期鮮新世			
地質年代	れき質土	砂質土	粘性土	砂質土	
地質名	記号	Ps1	Pc2	Ps2	
単位体積重量	kN/m ³ (t/m ³)	19.6 (2.0)	18.6 (1.9)	18.6 (1.9)	18.6 (1.9)
粘着力 c	kN/m ² (tf/m ²)	19.6 (2.0)	9.8 (1.0)	98.0 (10.0)	29.4 (3.0)
内部摩擦角	(°)	35	30	15	33
変形係数 D	kN/m ² (tf/m ²)	39.200 (4,000)	19.600 (2,000)	39.200 (4,000)	19.600 (2,000)
許容支持力 qa	kN/m ² (tf/m ²)	- (-)	441 (45)	441 (45)	441 (45)
透水係数 K	(cm/sec)	4 × 10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁴	3 × 10 ⁻⁵	2 × 10 ⁻⁴

変形係数・許容支持力は四谷立坑平板載荷試験による



キーワード：低土被り、土砂地山、地表沈下抑制、側壁導坑

連絡先：〒460-8580 名古屋市中区錦1丁目3-7, 清水建設株名古屋支店, TEL:052-211-6936, FAX:052-201-7635

2. 地表沈下対策工の概要

トンネル周辺環境や地質条件から地表沈下の発生要因としては、支保工支持地盤の地耐力不足による沈下、切羽面の押し出しによる切羽前方地盤の先行沈下、アーチ効果の小さい自立不良な切羽や地下水流出を伴う切羽に発生する崩落を起因とする沈下が考えられた。

この中で地下水対策工については、水位低下工法としてディープウェルによる地上からの対策も考慮したが、設置できる敷地が確保できないことおよび集水効果が小さいことから、トンネル内からの対策案に絞った。また、四谷交差点区間は、当初から全継手方式のパイプルーフ工と側壁導坑の支保パターンであったため、この区間(下り線：65m,上り線：82m)で、導坑掘削時に薬液注入・ウレタン注入式フォアポーリング等の遮水工法や水抜きボーリング等の地下水水位低下工法などを試みた。その上で、掘削状況や切羽の自立性等を確認した上で対策工を検討した。

以上のように想定される沈下要因に対して、各種工法を試して下表に示すような沈下抑制対策を採用し、実施にうつした。また、下表 に対する支保パターン図を図2-1に示す。

沈下の要因	沈下抑制対策
支保工脚部の地耐力不足による沈下	側壁導坑先進工法を採用し、側壁コンクリート下部地盤に支持杭を打設
切羽押し出し対策・先行変位による沈下	全継手方式のパイプルーフ工，超長尺鋼管先受工(ℓ=18.0m)，鏡ボルト，鋼製支保工背面に袋詰モルタル工を設置，鏡吹付け
地下水流出に伴う切羽の自立不良、崩落による沈下	水抜導坑(側壁導坑)の先行，導坑両肩・足元に水抜ボーリング (@10m, ℓ=16m)を2本ずつ打設，地下水流出・切羽崩落の場合は薬液注入工

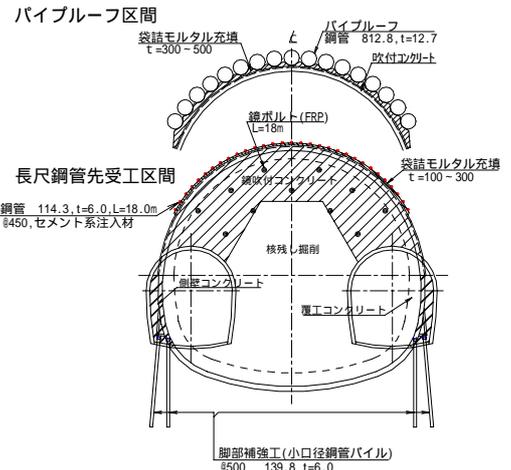


図2-1 トンネル支保パターン図

3. 対策工の効果と計測結果

沈下抑制対策のための支保構造の妥当性等を確認するために、横断方向の地表沈下状況と支保部材発生応力を計測した B,F 断面(図1-1参照)を図2-2に示す。

地表沈下状況は全線で20mm前後の沈下量を示し、2本のトンネルの直上およびそれに挟まれた区間で、大きな値を示している。上水管では許容値30mmに対し最大で25mm、全区間20mm前後の沈下量を示した。

支保部材応力では上半部および脚部基礎杭には全体として均等な応力の分布が見られ、トンネル内に発生した応力が杭まで伝達されており、この杭が沈下の抑制に大きく貢献した。

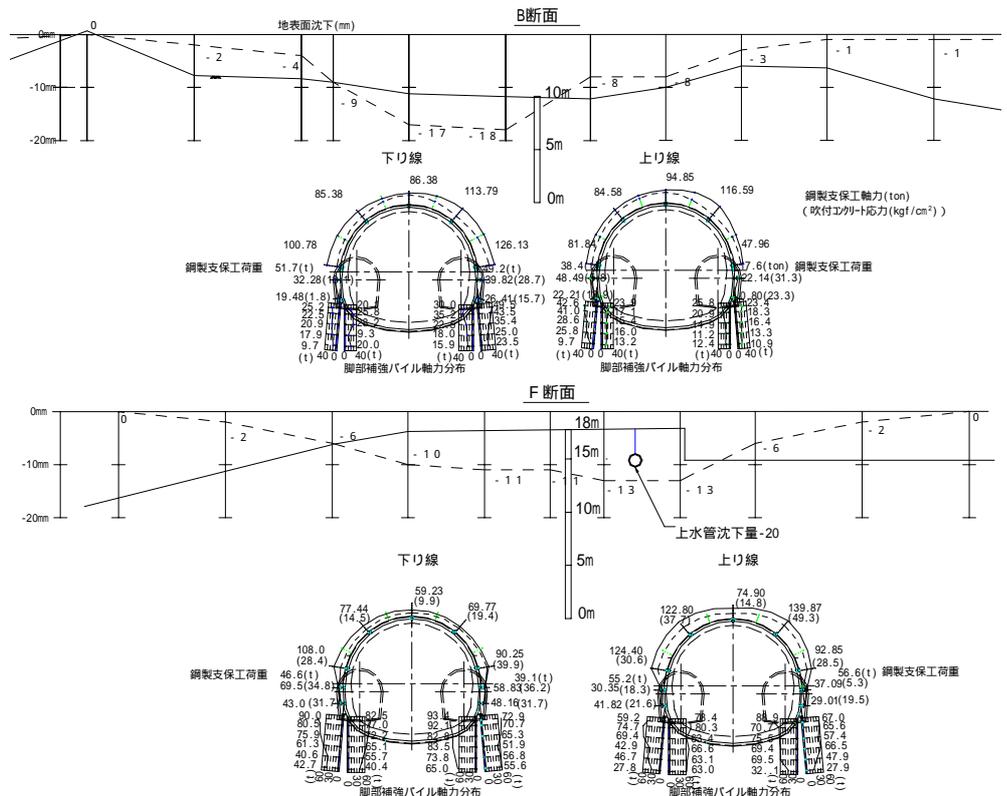


図2-2 トンネル横断地表沈下と支保部材応力図

トンネル内に発生した応力が杭まで伝達されており、この杭が沈下の抑制に大きく貢献した。

4. おわりに

適切な補助工法を駆使することによって、低土被りで地中地表条件の厳しい環境下で、沈下の許容値を満たした大きな空間断面を確保でき、今後の同種工事の参考となれば幸いである。最後に、工事関係者に謝意を表す。