道路直下における大断面土砂トンネルの施工（その6）
― 2階建てトンネル下部掘削の施工実績 ―

日本道路公団東京建設局　春山　和彦　下山　稔
鹿島建設(株)　米沢　実　○正会員 中村　康彦
飛島建設(株)　金子　伸

1. はじめに

首都圏中央連絡自動車道青梅トンネルは、我が国最初の土砂 NATM による 2 階建てトンネルである。同報文(その4)・(その5)に記したように、上半掘削及び覆工を先行し、打設した仮受け杭で上半覆工自重を支持した後、下半部分の施工を行うよう計画した。本文では、その施工方法及び実績について報告する。

2. 施工方法

2.1 掘削方法

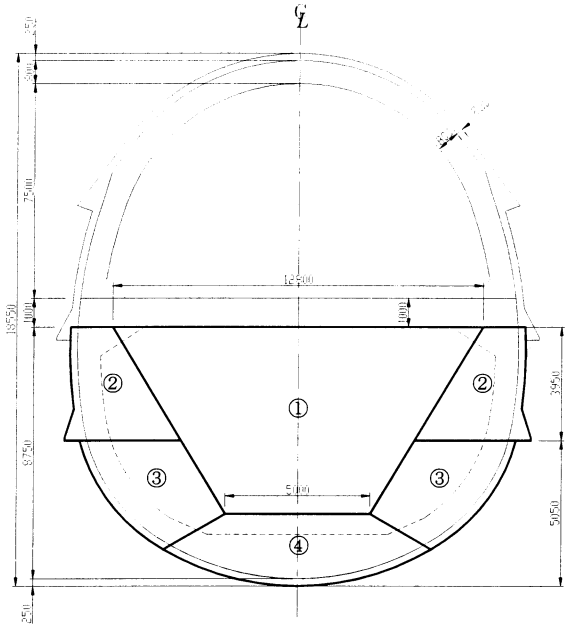
下半掘削については、まず高さ6m の大背掘削を先行し、その掘削盤から3・4 段ベンチを掘削した後、最後にインバート部分の併合を行う施工手順とした(図－1)。3・4 段ベンチは同時に掘削して行くが、トンネル左右の3・4 段掘削位置を千鳥にずらし、同位置で両側の掘削を行う事を回避した。これは、側方変位量を少しでも抑制する事に配慮したものである。

2.2 プレロードの導入

仮受け杭の試験施工の結果によると、杭が負担すると想定される2,200～2,500kN/本の荷重に対し、20mm 程度の沈下が予想された[1),2)]。杭の沈下は即ち地表面の沈下を意味するため、これを抑制する目的で、杭に覆工自重が作用する前に、この荷重に相当するプレロードを導入した。

全ての杭頭に 5,000kN 油圧ジャッキが装着されており、各杭毎の導入荷重が調節可能となっている。プレロードは覆工1シフトに当たる9mごとに導入し、上半覆工自重の負担荷重 2,200～2,500kN/本に対し、順次 0→1,100～1,250kN(50%)→2,200～2,500kN(100%)の 2 段階とした。施工に当たり、下記条件を遵守した。

① プレロードを作用させる位置において、上部覆工コンクリートが設計基準強度に達している。
② 大背掘削を行う際、切羽前方 1 シフト目には 100%、前方 2 シフト目には 50%のプレロードが導入されている。



① 大背掘削
② 3段ベンチ掘削
④ 4段ベンチ掘削
④ インバート掘削

図－1 下半掘削加背割り図

3. 施工実績

3.1 地表面沈下量・中床版沈下量

自動計測の結果、3・4 段ベンチ掘削時の地表面沈下及び中床版沈下量の増分は 0～1mm であり、ほとんど沈下しておらず(図－2)、フレーム解析の結果に基づいて想定した管理基準値である相対沈下量 5mm を下回る結果となった。

これは、仮受け杭が上部覆工自重による沈下を抑制し

キーワード：土砂NATM、仮受け杭、プレロード
連絡先：圏央道青梅トンネルJV(事) 〒198-0024 青梅市新町 2-30-13 TEL 0428-32-6880 FAX 0428-32-6882

ている事を表しており、想定通り杭は上半覆工自重程度の荷重しか負担していないのに加え、3段ベンチ下 1m まで施工したフットパイルが効果を発揮して堅固な地盤を維持し、中床版両端部の土平崩壊を防止したためと考えられる。

3.2 内空変位量

内空変位量は、3･4 段ベンチ掘削時に増加したが、インバートを閉合させると収束に向かい、最大 10mm 程度に収まっている(図－3)。これは、上半1･2段目の掘削と異なり、下半3･4段ベンチの施工時には仮インバートで閉合しないため、内空が 10mm 程度内側に変位し、インバートを閉合する事によって変位抑制効果が発揮され、収束するものと考えられる。

3.3 仮設支持杭の軸力

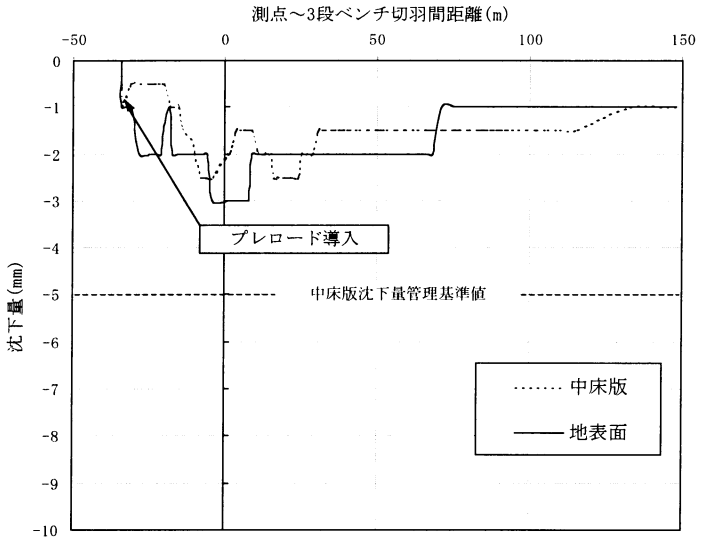
上部覆工打設後からプレロード導入前までに、杭に作用する荷重は 500～1,000kN/本程度であり、覆工自重の半分以下である。2,200～2,500kN/本となる自重 100%相当のプレロード導入後は、3･4段掘削によって若干増加したものの、インバート閉合後はほとんど増加していない(図－4)。

これは計画通り、上載土被り荷重は補助工法として施工した先受け工、水平ジェットグラウト工及びフットパイル工を介して支持層に伝播され、杭では上部覆工自重を負担している事を表していると考えられる。また、下半掘削において可能な範囲でインバートの早期閉合を図る事により、周辺地山をほとんど緩ます事無く施行できた事も、沈下抑制効果の一因であると考えられる。

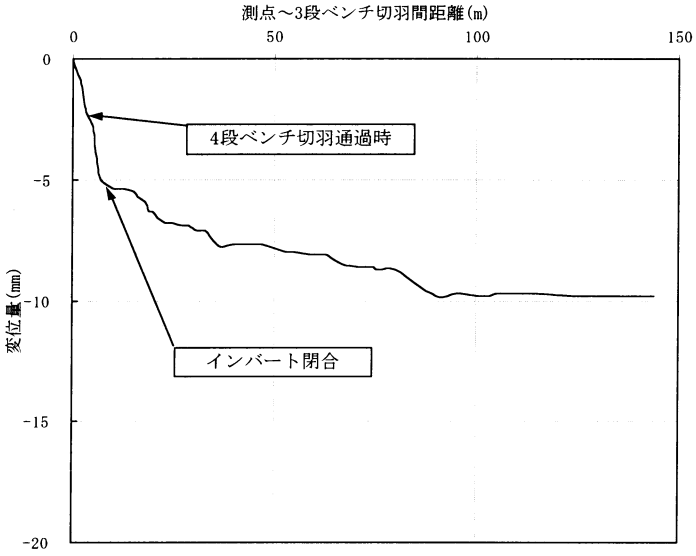
4. まとめ

以上のように、仮受け杭に上部覆工自重同等程度のプレロードを導入しておくと、下半掘削後も上部覆工及び地表面はほとんど沈下せず、杭に予想外の大きな緩み土圧も作用する事無く、ほぼ予想通りの沈下抑制結果を得る事ができた。

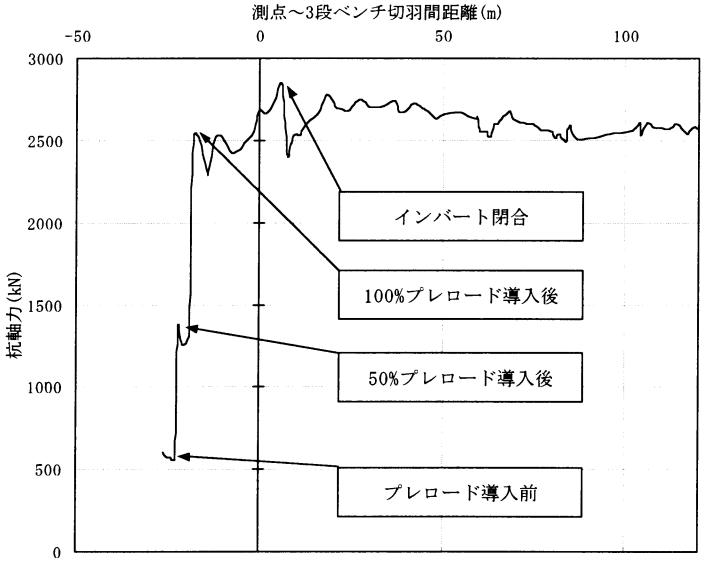
この事から、先受け工から水平ジェットグラウト工、フットパイル工による一連の補助工法で改良された地盤のアーチアクション効果によって緩み土圧を低減し、仮受け杭がトンネル覆工及び地表面沈下抑制に大きな効果を発揮する事が確認された。



図－2 中床版･地表面沈下量と切羽距離の関係



図－3 内空変位量と切羽距離の関係



図－4 杭軸力と切羽距離の関係

参考文献

1) 春山他:道路直下における大断面土砂トンネルの施工(その 4)、土木学会 第 56 回年次学術講演会
2) 春山他:道路直下における大断面土砂トンネルの施工(その 5)、土木学会 第 56 回年次学術講演会