

東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所 正会員○筑井 裕之

東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所 正会員 斉藤 淳

東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所 正会員 小島 芳之

1. はじめに

軟弱な未固結地盤中に構築されたトンネルに近接して新たにトンネル工事が施工される場合、既設トンネルに及ぼす影響を事前に予測し、併せて施工時に計測を行い、影響予測と比較することは非常に重要である。

筆者らは、京浜急行羽田空港線延伸工事の一部で、パイプルーフ工法により非開削で掘削される箱型トンネル(函体)が東海道貨物支線のシールドトンネル(羽田トンネル)直上で交差する区間の工事において、近接工事に伴う種々の現場計測を行った¹⁾。このうち、本稿では、パイプルーフに着目した現場計測と、事前に行った影響予測解析との比較検討結果について述べる。

2. 工事の概要

トンネルの施工法に関しては、シールドトンネルに与える影響と難易度を検討した結果、図1に示すように全周パイプルーフ工法で施工することに決定した。

施工手順は、発進立坑を作業基

地として構築し、地盤強化(パイ

プルーフ内)及び止水(パイプルーフ回り)を目的として立坑より横方向に薬液注入を行う。次に、発進立坑より全周パイプルーフ(側壁及び上床部: 外径 914.4mm、下床部: 外径 609.6mm)を圧入した後、図2に示すように支保工を建て込みながらパイプルーフ内を掘削し、函体を構築する。なお、当該部分の地質は、主にN値 5~20の沖積細砂層である。

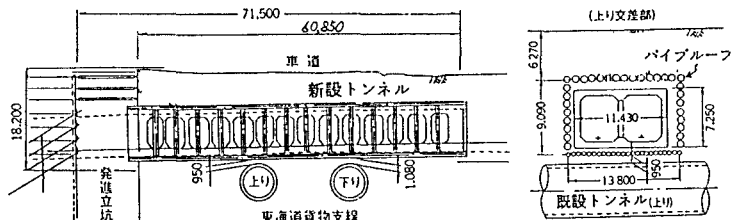


図1 概略図

3. 影響予測解析

掘削に伴う上床パイプルーフの挙動を把握するため、梁ばねモデルによる弾性解析を行った。解析方法は、切羽位置の移動に従って、逐次、地盤ばねの作用範囲を変化させ、支保工部材のばねの増設・撤去や増加荷重の載荷を行うものである。なお、解析に用いる地盤のばね定数は、変形係数に換算すれば $E=350\text{kgf/cm}^2$ となる。また、切羽に 60° の角度を設けて掘削を行うことや、水平方向にロックボルトが施工されていることから、切羽付近の地盤の緩みは少ないものと想定し、地盤ばね定数の低減は行っていない。逐次解析の結果を図3~4-Aに示す。発生応力の最大値は 1400kgf/cm^2 程度であるが、切羽Ⅲ以降の各切羽位置近傍の最大発生応力はほぼ一定で、切羽後方4m付近の位置において約 600kgf/cm^2 である。なお、これらはパイプルーフの許容応力(1700kgf/cm^2)より十分小さい値である。

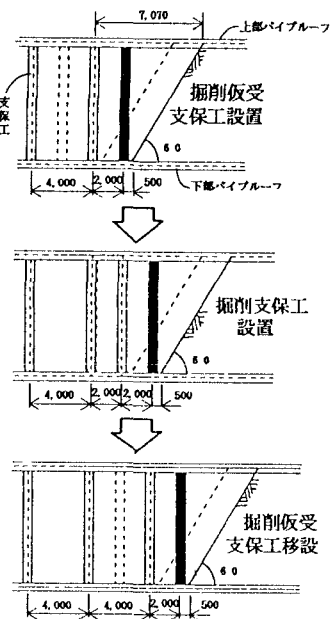


図2 トンネルの掘削手順

4. 現場計測

上記の影響解析結果に基づき、トンネル掘削期間を中心に新設トンネルの上床パイプルーフの沈下量、上床・下床パイプルーフの応力について監視計測を行った。図3-Aは、いくつかの掘削段階毎に掘削に伴う上床部パイプルーフの沈下量分布を示したものである。この図より、①切羽の進行に伴い切羽位置におけるパイプルーフの沈下量は増大するが、切羽後方においては、支保工が逐次設置されるために沈下は収束する。②最終沈下量は、測点No. 5付近までは直線的に増加するが、それ以降は頭打ちとなる。③沈下量が最大となる箇所は測点No. 6 (56mm) であり、既設トンネル直上部の測点No. 7及びNo. 10 では、この値に対して各々 5mm、15mm程度少ない沈下となっている。これは、支保工設置後の荷重が下床部パイプルーフを介して既設トンネルに作用したためと考えられる。一方、梁ばねモデルによる予測解析結果(図3-B)を図3-Aの計測結果と比較すると、解析により全体的な沈下形態がよく表現されていることが分かる。

図4-Aは、2つの掘削段階における(切羽IIと切羽III)上下床部パイプルーフの応力度についての実測値である。また沈下量と同様に図4-Bは、解析より得られた結果(上床部のみ)である。応力分布は、切羽位置、支保工の設置に応じて逐次変化するが、ほぼ同様な波形を示している。

5. まとめ

鉄道用シールドトンネルの直上部をパイプルーフに囲まれた箱型トンネルが交差する工事について、主としてトンネル掘削時のパイプルーフの挙動に着目した影響予測解析と現場計測結果の比較検討を行った。その結果、①掘削に伴うパイプルーフの挙動が現場計測により明らかになった。②その挙動は、梁ばねモデルによる逐次解析により表現できることが確認できた。③地盤ばねの非線形性等を考慮することにより、さらに精度の高い挙動予測ができるものと考えられる。

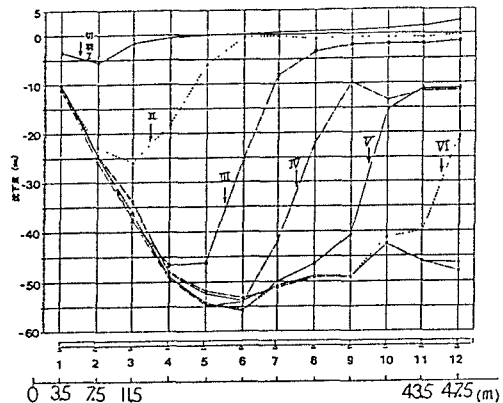


図3-A 上床部パイプルーフの沈下量(実測値)

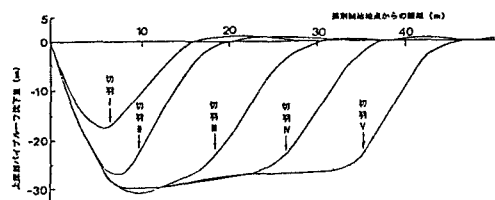


図3-B 上床部パイプルーフの沈下量(解析値)

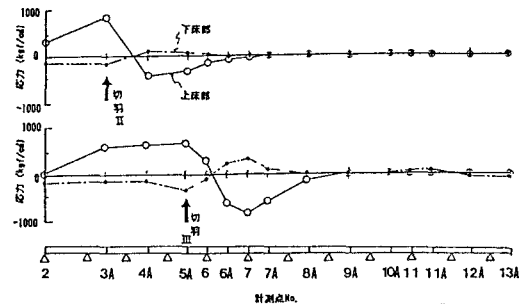


図4-A パイプルーフの応力分布(実測値)

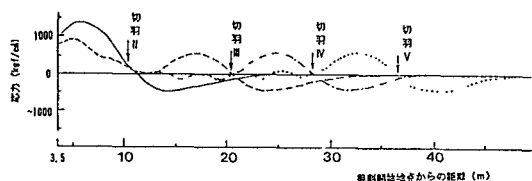


図4-B パイプルーフの応力分布(解析値)

参考文献

- 1) 福山、五味：シールドトンネルに直上部をパイプルーフで交差——京浜急行空港線延伸工事——、トンネルと地下、Vol. 23, No. 8, 1992. 8