

フロンテジャッキング工法による高速自動車道直下の大断面トンネル施工

鹿島 東北支店 正会員 ○柴田 一之
鹿島 東北支店 正会員 金子 益雄
鹿島 東北支店 正会員 加藤 健治

1. はじめに

都市計画道路大沢成田線トンネル工事は、仙台市泉大沢土地区画整理事業に伴う東北自動車道泉インターチェンジ北部に建設される道路トンネル工事であるが、供用中の東北自動車道の直下に建設する事、土被りが最小 2.3m と非常に薄い事から、パイプルーフ併用のフロンテジャッキング工法が採用された。同工法では地表面に沈下が生じオーバーレイ等の路面補修を必要とする場合があるが、本トンネルでは施工状況に適した計測工・地盤改良工・掘削工及び沈下防止工を選定し総合的な施工管理を実施した事で、オーバーレイを要する沈下は発生していない。本文では施工時における動態観測記録と沈下対策について報告する。

2. 工事概要

函体の配置は図-1 に示すように、延長 47m のボックスカルバートを東北自動車道を挟んで南北対象となるように 2 函体ずつ合計 4 函体とした。この函体を 3 種類の油圧ジャッキと P C 鋼線を利用してけん引掘削し所定の位置に設置するものである。対象地盤は南側が路体盛土、北側が砂岩から構成されており、中央に切盛り境がある。地下水位は底版付近と低い。

3. 計測管理

フロンテジャッキング工法は、上部路面への影響をいかに少なくするかが施工管理の重要なポイントになる。そこで本工事では路面に生じた変状を早期に発見し適切な措置をとるために、路面及びパイプルーフの挙動を計測によって把握する事とした。

(1) 計測方法

路面の計測は、上下線の路肩及び中央分離帯にレベル測量で観測するためのスタッフを各 8 箇所（合計 24 箇所）土留工開始前に設置した。またパイプルーフ内部には水盛式沈下計を函体けん引前に設置し、自動計測を実施した。その他にも盛土法面からパイプルーフが突出した部分に片側 3 箇所ずつレベル測定点を設け、水盛式沈下計との沈下量の相関関係を確認した。（図-1 参照）

(2) 管理基準

東北自動車道直下での工事の特殊性を考慮し安全に施工するために、路面及びパイプルーフの沈下に対する管理基準を設定し工事を進めた。管理基準は 1 次管理と 2 次管理に分け各々規定を決めた。パイプルーフの許容変形量からパイプルーフ 2 次管理基準値 28 mm を設定し、路面はその半分の 14 mm とした。なお 1 次管理値は各々の 70% として 20 mm, 10 mm とした。

(3) 計測記録

路面及びパイプルーフの計測記録を図-2 に示す。同図から以下の事項が考察される。

- ①最大沈下量は路面で 5 mm, パイプルーフで 13mm 発生した。これは通常報告されている沈下量と比べて 10 分の 1 程度とかなり小さい値である。
- ②パイプルーフ挿入時に発生した路面沈下量 2 mm も他工事と比べて小さい。
- ③沈下が大きく発生する時期は刃口が通過する時と、南側の盛土への刃口貫入時及び北側の刃口ドッキング時であった。

- ④最大の沈下が発生したのは函体間のスカートが通過する時で、通過後は若干の浮上りが見られた。
- ⑤函体外周のグラウト注入工では路面の隆起が懸念されたため、圧力をおえて注入したので変位は見られなかった。

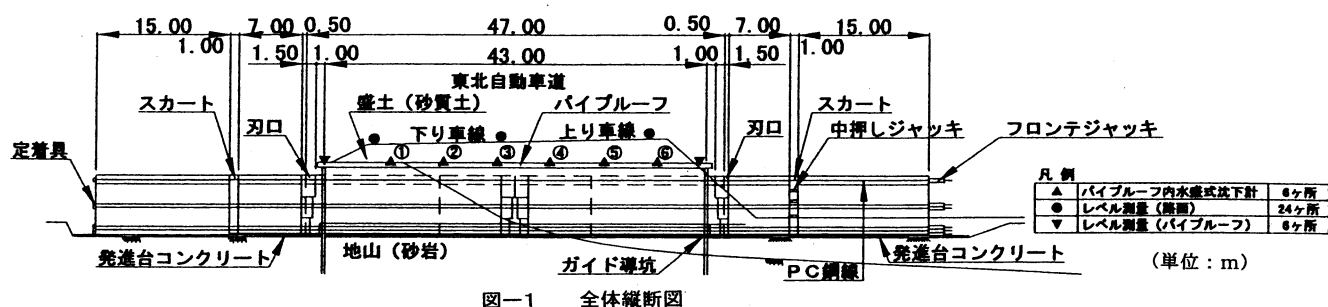
4. 沈下対策

施工前に沈下防止を中心とした問題発生時の対策を立て、施工時にすぐに対応できるように準備した。表－1にこれを示す。またその他にも施工時には次の方法で沈下を抑制した。

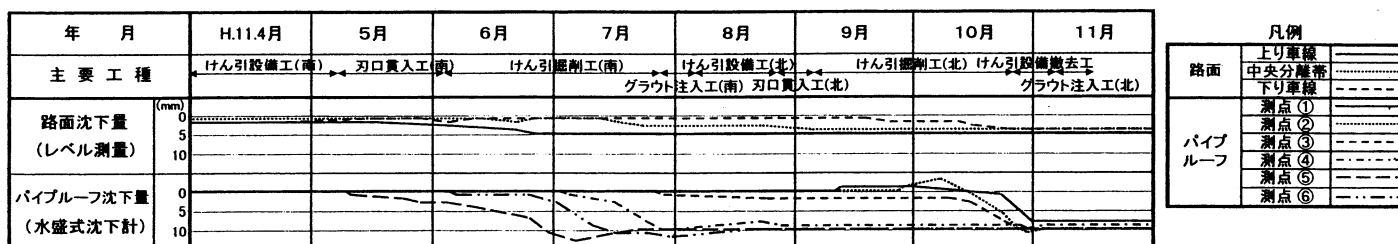
- ①パイプルーフの据付け精度を極力高くしかつ周囲の地盤の緩みを無くすために、パイプルーフを1本挿入するたびに周囲にグラウト注入を行った。
- ②パイプルーフ周りのグラウト材はセメント系グラウト材を使用した。これは耐久性がある事と細かいすき間を充填できる事から選定した。
- ③刃口上部とパイプルーフの間にある約30cmの厚さの土砂を残すために、刃口で削り取る掘削方法を行った。
- ④地山の悪い盛土側を先行して施工し、作業員の掘削に対する姿勢を慎重にさせた。

5. おわりに

本工事は緻密な事前調査と施工計画の策定及び慎重な施工管理によって、東北自動車道への影響は見られない。今後フロンテジャッキング工法は新幹線や高速道の延伸、及び都市開発によってさらに多くの工事が予想されるが、①沈下抑制対策の確立②ジャッキ反力による繰返し荷重の函体への影響③ドッキング時の掘削方法及び函体の制御方法等検討を必要とする課題も多い。本報が同種工事の参考になれば幸いである。



図－1 全体縦断面図



注)1. 路面沈下量は、H9年12月土留工施工時より開始した。
2. 水盛式沈下計による計測は、H11年4月けん引設備工(南)より開始した。

図－2 計測記録

表－1 路面変状発生時の対策

問題点	原因	対策	対処方法
1. 高速道路の路面が沈下	パイプルーフ、刃口間の土砂が崩落している	・図体上部の土の補充 ・刃口先端より土を補充する ・掘削方法を見直す	・図体の後方背部に清潔な荒目の川砂を軽く山盛りして置き図体のけん引に伴って自然に空隙を充填させる。 ・刃口先端部に空隙が生じたときは、川砂を積めた薄いビニール袋を準備しておき空隙部を充填する。 ・先掘りや刃口先端部周辺の土砂は残すなど状況に応じて掘削方法を変更する。
	パイプルーフと図体の間の何処かに空隙がある	・パイプルーフ内から点検する ・薬液注入をする ・必要に応じてオーバーレイをする	・ハンマーの打撃音で確認して、パイプルーフに穴をあけ図体上の砂の状況を確認する。 砂の抜けている所は穴を大きくして砂をつめる。 ・上記方法にて沈下がおさまらない場合には、注入孔から軽く加圧注入し図体上部の空隙部を充填する。 ・注入の配合、ピッチ等は翌日から注入できるように対応する。 ・注入で沈下が止まり補修の必要が生じた場合オーバーレイをする。 この間はけん引作業は中止し補修完了後通常作業に戻る。
2. 図体の隆起	刃口土砂の取り残し特に導坑部分	・刃口土砂を手で念入りに除去し、けん引前に点検確認する	・10mm以上 刃口上部の先掘りを行うなど掘削方法で対処する。
3. 図体の沈下	切羽底盤軟弱 掘削時の掘り過ぎ	・掘削方法の変更 ・掘削状況の確認	・底盤の土砂を掘削時50mm位残して、図体けん引時に刃口先端で削りながらけん引する。 ・非常に軟弱な土砂の場合には土砂を取り除き、碎石等を投入転圧しけん引する。