

VI-347

既設埋設管非開削布設替え工法(プラズマモール工法)による実証実験

清水建設(株) 正会員 清水勝美 同 協 登志夫
同 渡辺俊雄 同 尾之内 和 久

1. はじめに

筆者らが開発した『既設埋設管非開削布設替え工法(プラズマモール工法)』¹⁾は、既設の埋設管を開削せずに推進により拡張破断して、同口径の管を布設替えする工法である。本工法の適用性を検証するために、実際に供用した水道管を掘り出して埋設し、破断更新実験を行った。本報は、実証実験の概要と結果について述べ、既設管に近接する埋設管および周辺地盤への影響ならびにその推定方法を考察したものである。

2. 実証実験の概要

写真-1に示すように、発進立坑と到達立坑を設置し、立坑間に水道管(鋳鉄管、呼び径 $\phi 900$ mm、土かぶり2m、長さ9m)を埋設した。なお、実験は基本性能確認実験(第1回実験)と総合実験(第2回実験)の2回に分けて行った。

第1回実験では、①プラズマ切断の管軸方向と円周方向の制御、②プラズマ切断時の発熱の影響範囲、③拡張量と地盤変位の関係、④推進距離と推進力の関係、⑤既設管の割裂状況、等の本工法の基本性能を確認した。

また、第2回実験では、①プラズマ切断・推進・管接続といった一連の施工性、②拡張径が近接管に及ぼす影響範囲および管径と近接度の関係、③潤滑剤と推進抵抗軽減の関係、等の実施工に向けての検討を行った。

図-1は、第2回実験における埋設管の設置状況および地盤と埋設管に対する計器配置を示したものである。近接管として配管用炭素鋼管(SGP、外径 $\phi 216$ mm)を、既設管に対し平行に2本(長さ7.7m)、直交に2本(長さ5.5m)埋設した。計測点数は、変位27成分、ひずみ52成分の計79成分である。

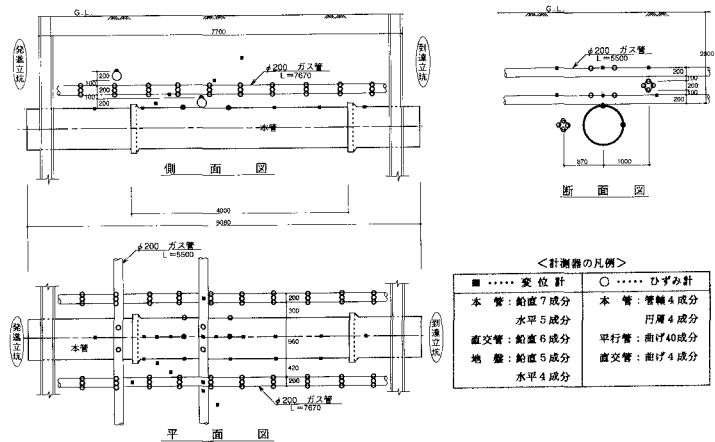


図-1 第2回実験における埋設管の設置および計器配置の状況

3. 結果および考察

実証実験で得られた結果を以下に列挙する。

- (1)プラズマ切断時の発熱は、既設管表面より10cm離れた地盤で最大2℃の温度上昇であり、周辺地盤に及ぼす影響はきわめて小さい。
- (2)プラズマ切断において、既設管の円周方向に対して6分割し、管軸方向に対して概ね50～100cmごとに円周溝を入れると、破断片は粉碎されずに大きく割ることができる(写真-2参照)。

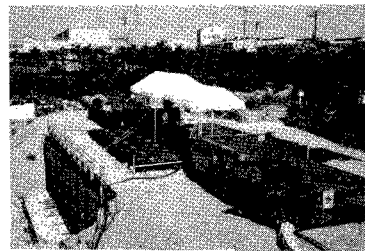


写真-1 実証実験施設の全景

(3)推進距離と推進力の関係から、400tfジャッキで口径φ900mmの管を50m程度推進でき、本工法で非開削による交差点横断が可能となる。さらに潤滑剤の注入により推進抵抗を20%以上軽減できることから、推進距離の延長あるいは推進力の低下を図ることができる。

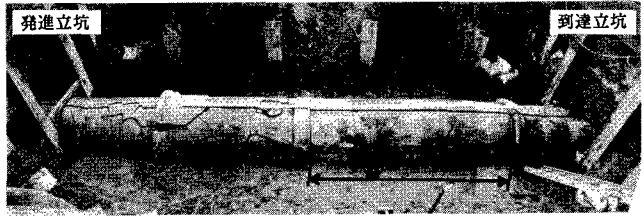


写真-2 既設埋設管の破断状況

(4)拡径による周辺地盤の変位は、図-2に示すように水平より鉛直方向が大きい。これは、鉛直方向は半無限地盤であるのに対して、水平方向は無限地盤となっているからである。

(5)近接管の変形は地盤の変形に追随し、独自の挙動はしない。

拡径量と地盤変位の関係について、次式に示すように、無限弾性地盤中の解に係数を掛けて表し、実測値との比較を行った。

$$\text{地盤変位 } \delta r = \alpha \cdot \delta a \cdot a / r \quad \dots\dots (1)$$

ここに、 α は半無限地盤や拡径による管近傍地盤の剛性低下あるいは既設管の支持条件など弾性解と異なるための補正係数、 δa は拡径量、 a は既設管の半径、 r は既設管中心から半径方向の距離である。

補正係数 α を0.5と1.0の2ケースについて試算し、図-2の実測値と比較した。水平方向は地盤の剛性低下が支配的となり、実測値は $\alpha=0.5$ に対する計算値と良い対応を示している。一方、鉛直方向は既設管の支持の固定度が高いため、初期変位(=82mm)が拡径量 δa (=67mm)より大きくなっている。ただし、半無限地盤による α の増加と剛性低下による α の低減を勘案すると、(1)式で鉛直変位を計算する場合は $\alpha=1.0$ としても十分な精度で推定できると考えられる。

平行管で得られた曲げひずみ記録を多項式で近似し、これを2階積分して平行管の変形を推定した。その結果、平行管の変形は両端固定梁の一端を強制変位させた時の変形に近いこと、ならびに梁の長さは破断機の長さの1.5倍程度であることが分かった。この変形状態における近接管の応力は次式で表される。

$$\text{近接管応力 } \sigma = 6E \cdot \delta r \cdot r / \ell^2 \quad \dots\dots (2)$$

ここに、 E は近接管のヤング係数、 δr は近接管の強制変位(≒地盤変位)、 r は近接管の半径、 ℓ は両端固定梁と見なせる長さ(≒破断機長の1.5倍)である。(2)式より、近接管に発生する応力を許容応力以下となるような破断機の長さを設定できることから、近接管に及ぼす影響を小さくすることができる。

以上、本工法の適用に際して、事前に近接管の強制変位を(1)式で求め、(2)式で近接管の応力を照査することにより、既設埋設管を安全に非開削で布設替えることができる。

4. おわりに

2度にわたる実験で、基本性能の確認、施工手順の確認、および近接管の挙動に対する評価方法の確立を行い、本工法の有効性を実証した。今後は、実工事に本工法を適用し、その優位性を確認する予定である。最後に、本工法の開発に当たっては、多くの方々にご支援を頂いた。記して感謝の意を表す次第である。

<参考文献>

- 1) 脇 登志夫、清水勝美、菊池雄一、尾之内和久：既設埋設管非開削布設替え工法（プラズマモール工法）の開発、土木学会第50回年次学術講演会、平成7年9月。

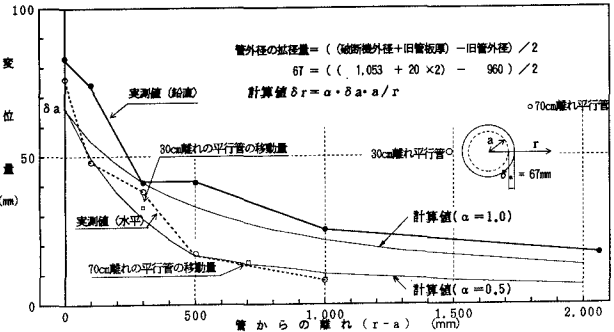


図-2 拡径による周辺地盤の変位(実測値と計算値の比較)