

流動化処理土を用いた大口径パイプラインの埋設とその有効性について

Application of Liquefield Stabilized Soil for Constructing Large Diameter Pipes

川島秀樹*, ○美濃谷茂次*, 柳浦光男*, 毛利栄征**, 河端俊典***
Hideki KAWASHIMA, Shigeji MINOYA, Mitsuo YANAGIURA,
Yoshiyuki MOHRI, Toshinori KAWABATA

1.はじめに

国営九頭竜川下流農業水利事業では、整備される管水路が直径 3500mm の大規模・大口径幹線となることから、実証試験による安全性確認が重要となってくる。同時に、新技術の有効性やコスト縮減対策などについても積極的に導入し、事業全体の安全性と環境負荷の軽減を実現している。そのひとつに、現地発生土を用いた流動化処理土の利活用がある。パイプラインの施工時に大規模な掘削によって多量の現地発生土が生じることから、この発生土を母材とした流動化処理土を埋戻し材料として利用する施工方法を採用している。本報では、大口径パイプラインの埋戻しに流動化処理土を適用する利点や更なる可能性について、環境負荷の軽減とコスト縮減対策なども含め、報告する。

2.流動化処理土の有効性

現地の地盤掘削によって発生する砂質土や粘性土を母材として、流動化処理土を製造し、大口径パイプラインの埋戻し材料として施工することとなるが、一般に、流動化処理土は、泥水に固化材を添加して強度発現を促すもので、処理土の強度は固化材の量と水量によって規定される。また、母材の性質によっては、固化材の反応が阻害され十分な強度を発現できない場合があるが、ほとんどの場合は材料の配合によって要求強度を得ることができる。流動化処理土の強度については、泥水状の母材を作製する工程を設けることによって品質が安定しており、粉体攪拌による固化処理土に比べて、ばらつきの少ない埋戻し材料の製造が可能となっている。

一般論として、流動化処理土を大口径パイプに適用する場合、以下の特徴がみられる。

- ① 高い流動性から管底部の支持地盤が均一に充填されるため、管底部に発生する土圧の集中が低減し、安全性が向上する。

- ② 締固めが不要となり、均一な強度と変形係数を得ることが可能となる。
- ③ 締め固め転圧作業が不要なことから工程が短縮できる。
- ④ 碎石や砂に比べて高強度の充填材であるため、広範囲な強度、特性のパイプを用いることが可能となり経済的な構造を採用することができる。

3. 現場実証試験について (有効性の裏付け)

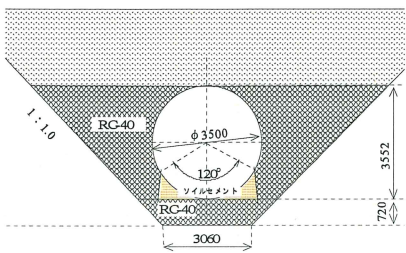
過去の大口径パイプの埋め戻しに関する現場実証試験により、一般的な再生碎石(RC-40)を用いた管体基礎(施工支持角 360° まで埋め戻し、上部は現地発生土)での埋め戻しでは、管底部及び管側部の局所的なひずみ(300~600 μ)が観測されている。このような大きなひずみの発生は、パイプが大口径であるために生じる管底側部の転圧不足が原因であると想定され、転圧不足に留意した基礎材や施工方法等の検討が必要であることを示唆している。そこで、パイプの安全性を確保するため、管底部及び管底側部に発生している局所的ひずみの集中を抑制する観点から、その補強工法として基礎材にソイルセメントや流動化処理土を用い、管底部の埋戻し方法とパイプの挙動の関係を検証するために、現地実証試験を実施した事例を紹介する。

3.1 現場実証試験の概要

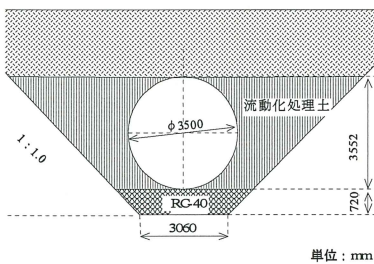
図1に埋設実験の横断面図を示す。実証試験では、管側部以下の埋戻し材料を換えた2工区を設定し、パイプに発生するたわみ量とひずみ分布から安全性の評価を行っている。各工区の管路延長は174mから180mである。本実験に使用した鋼管(STW490)は直径3500mm、管厚26mmである。掘削溝に、厚さ72cmの起床部を設けてパイプを埋設し、土被りを3mとしている。

*北陸農政局九頭竜川下流農業水利事業所 Hokuriku Regional Agricultural Administration Office, **農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, ***神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University
キーワード：流動化処理土・現場実証試験・環境負荷軽減・コスト縮減

Case-1: 埋戻し材料に再生砕石 RC40 を使用し約 30cm 撤き出す毎に締固めを行った。管の底部付近は、ソイルセメントによって埋戻して、適切な管の支持角と強度を確保することとした。
 Case-2: 埋戻し材料に流動化処理土を採用し、管底部から管頂部までを均一な強度と剛性を確保することとした。流動化処理土は 60cm 毎に打設し養生させた後に次の層を打設している。本実験では、鉛直・水平・左右斜め 45° 方向に変位計を取付け、管のたわみ量を計測した。また、管内面演習方向に 36 枚(10° 毎)のひずみゲージを添付し、管体発生ひずみを測定した。



Case-1 基礎材料支持角 ソイルセメント 120°



Case-2 基礎材料支持角 流動化処理土 360°

図1 実証試験の横断面図

3.2 実験結果 (パイプの挙動)

図3に、パイプ内面に発生する円周方向ひずみ分布を示す。なお、管布設時の発生ひずみを0としている。

埋戻し完了時において、Case-1では、埋戻し材のソイルセメントと砕石 RC40 の境界位置で引張ひずみが発生し、さらに、管底から左右斜め 70° 位置に圧縮ひずみが発生している。これは、それぞれの位置で埋戻し材料の剛性が急変しているためと考えられる。このようなひずみ分布から判断して、薄肉管の場合、管周辺地盤の剛性の影響を極めて受けやすく、管底部付近の不均一な埋戻しはパイプにとって重大な損傷に発展しかねない問題であることが分かる。流動化処理土を用いた Case-2 の場合には、処理土がパイプの変形を抑制するとともに管底部の

均一な支持が発揮されているため、発生ひずみに異常な集中は見られず、安定した分布でその値も比較的小さことが特徴的である。

以上のように、直径 3500mm という大口径の薄肉鋼管の場合には、管底部の埋戻し材の剛性がパイプのひずみに重大な影響を及ぼし、不均一なひずみや変形が生じる危険性が高い。特に管底部の転圧不良となる楔部分の剛性を適切に確保して均一な土圧分布を確保するためには、流動化処理土による埋設は大きな効果があることが明らかとなった。

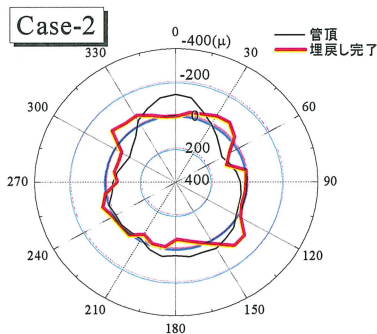
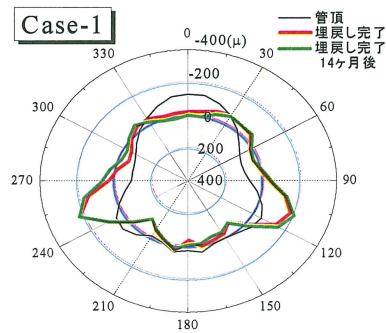


図2 実証試験の横断面図

4. まとめ

上記実験結果等を踏まえ、工事においては、現場に流動化処理プラントを設置し、発生した掘削土を流動化処理土として可能な範囲で活用することにより、資源循環や環境負荷軽減に資する建設発生土の有効活用やコスト縮減に努めている。さらには、コンクリートによるスラストブロック対策工法にかわる軽量かつ安価な工法として流動化処理土を用いた新たな技術開発も進めているところである。

参考文献) 平成19年度九頭竜川下流(二期)農業水利事業 軟弱地盤における大口径パイプラインのスラスト力対策検討他業務報告書

流動化処理土による大口径パイプラインの埋設(毛利栄征・河端俊典/基礎工)