

第9回（最終回） 複合管 施工性試験

(1) 分会の目的

本研究は、官民連携新技術研究開発事業「管路更生工法の性能規定化における照査技術の開発」の研究成果の一部であり、パイプラインの機能を維持・回復するためにおこなわれる製管工法（複合管）評価手法の確立を目指し実施したものである。

複合管とは、既設管と更生材（内側表面部材）の間隙にモルタル等（以下、充填材）を充填することで一体構造となり、所定の体力に耐えるものである。

既設管の強度復元に欠かせない充填材に着目し、品質確認として、長い距離送られた充填材の性状の変化が無いことを、また充填性確認として、脱型可能で段差の付いた模擬管路を用いて、底部に滞水、頂部にエア溜りを設け、既設管に不陸による凹凸があった場合にも充填材が注入出来ることを施工性試験により確認した。

(2) 分会の目標

以下の確認試験を実施し、充填材の性状変化の確認（品質管理の妥当性確認）と、施工時における現場確認方法（評価方法の確立）を検証することを目標とした。

1) 品質確認…長い距離送られた充填材の性状の変化が無い事を確認

複合管施工性分会での議論により長い距離とは300m以上と規定した。

- ①Jロートまたはフローは規格値の範囲内である事を確認する。
- ②比重は規格値以上である事を確認する。
- ③圧縮強度（28日養生）規格値以上である事を確認する。

圧縮強度試験は本試験場で採取し、公的機関の試験報告書で確認する。

2) 充填性確認…模擬管路を使用しての充填性の確認

模擬管路を設置し、管更生中および管更生後を確認する。

- ①滞水があっても充填材が希釈されない事を、充填材で押し出された滞水が管口底部に開けた水抜き穴から排出され置換した事を比重測定により確認する。
- ②管頂部に閉塞されたエアがあっても充填出来る事を、管頂部に接するように設置したエア抜きパイプから充填材が吐出する事で充填材が頂部に達した事を確認する。
- ③既設管と更生材の隙間に流れ込む充填材が自然流下で滞った状態においても性状の変化が無い事を、更生した模擬管路の管内から注入した充填材を、端部の管口から下、下45度、横90度、上45度、上の5箇所から採取して圧縮強度供試体により確認する。
- ④充填材硬化後に模擬管路を脱型して充填状況を目視により確認する。

(3) 試験方法

1) 品質確認

地上に50mの充填ホースを配置し、ポンプでホッパーまたはアジテータへ循環させ300m分を送る事とした。300m ÷ 50m = 6とし、練りあがり充填材の量の6倍以上を送った時点で300m分の距離を送った事とし、ホースの先から充填材を採取する。各項目の管理値内または管理値以上である事を確認する。Jロート、フロー、比重等（工法により異なる）は立会いで確認し、圧縮強度試験は立会いで供試体を作製し、公的機関の報告書で確認する。図-1参照。

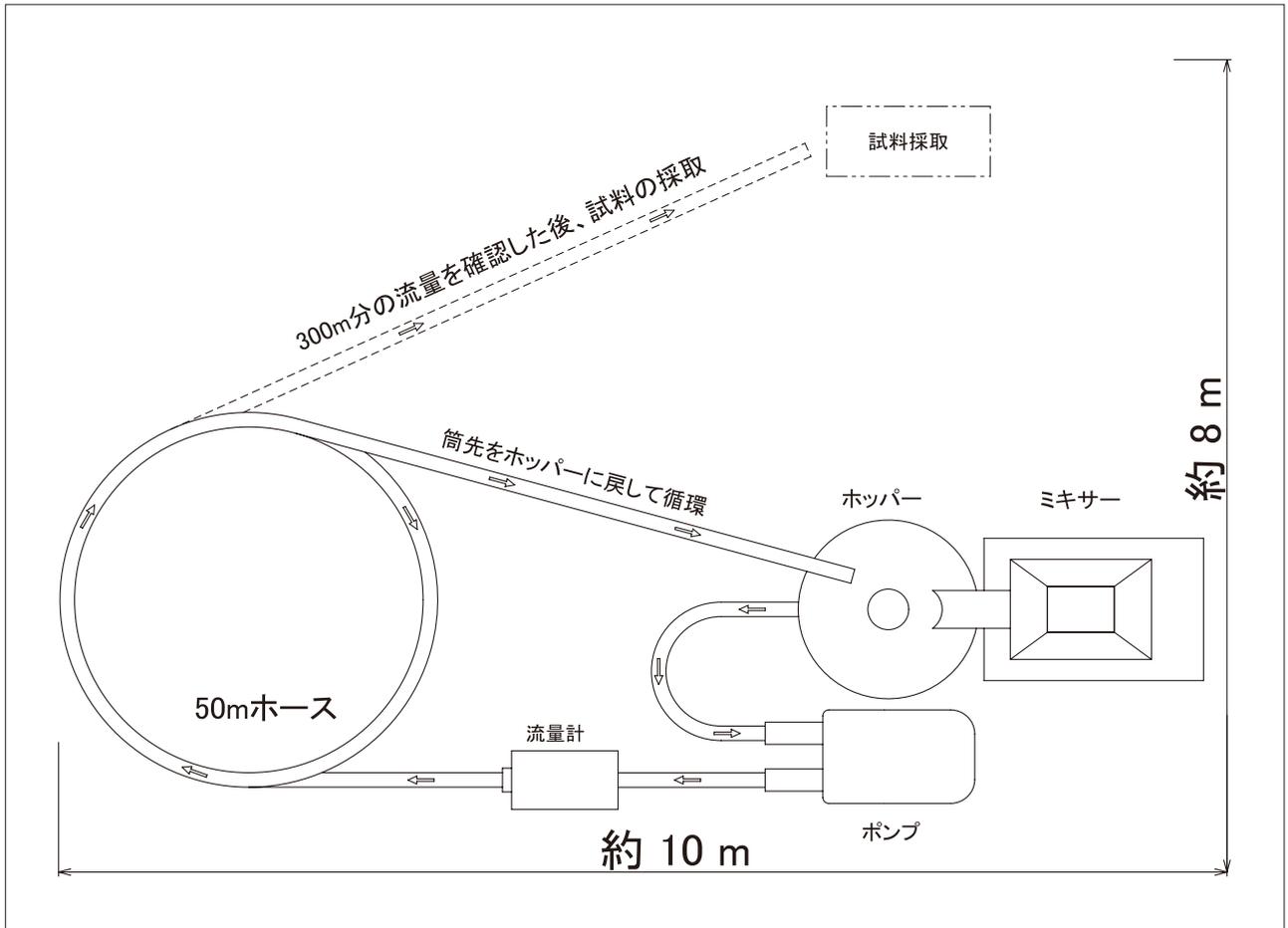


図-1 充填機材配置例

2) 充填性確認

ヒューム管内径φ1000mmを想定して製作した模擬管路を地上に設置し管更生を施し、注入した充填材の性状の変化が無い事を確認する。模擬管路底部凹の滞水を充填材で押し出す際に水で希釈した充填材を注入しない様、比重測定を行い管理値内であることを確認し、且つ圧縮強度供試体を製作する。模擬管路内を滞る（流れる）充填材の分離等が起こらない事を、高さを5段階に分け圧縮強度供試体を採取し管理値内であることを公的機関の試験報告書により確認する。模擬管路頂部凸に接するように取り付けたエア抜きパイプから充填材が吐出する事を目視で確認できた時点で、充填材が凸頂部に達した事を確認する。充填材硬化後に模擬管路を脱型し、充填材が注入していることを確認する。図-2～4、写真-1参照。

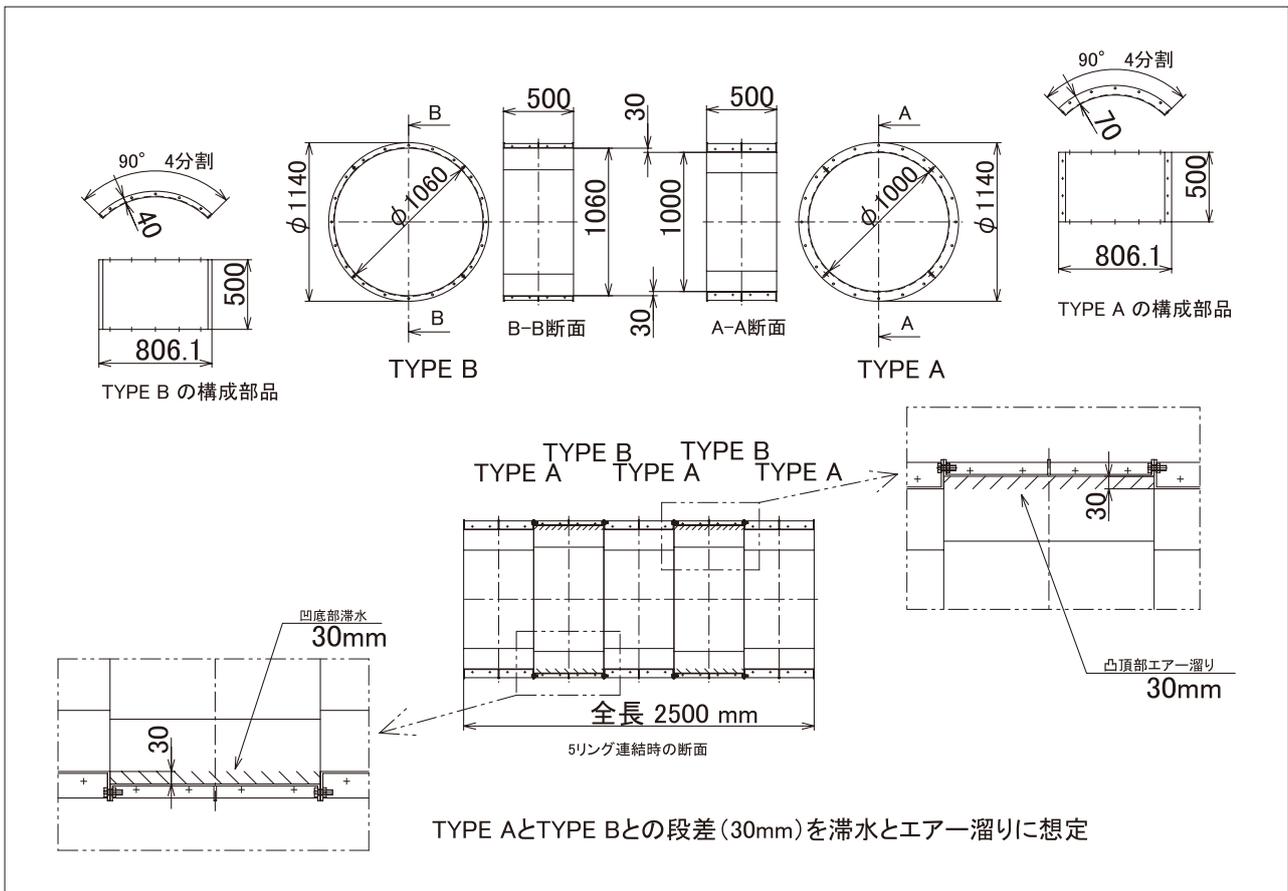


図-2 模擬管路

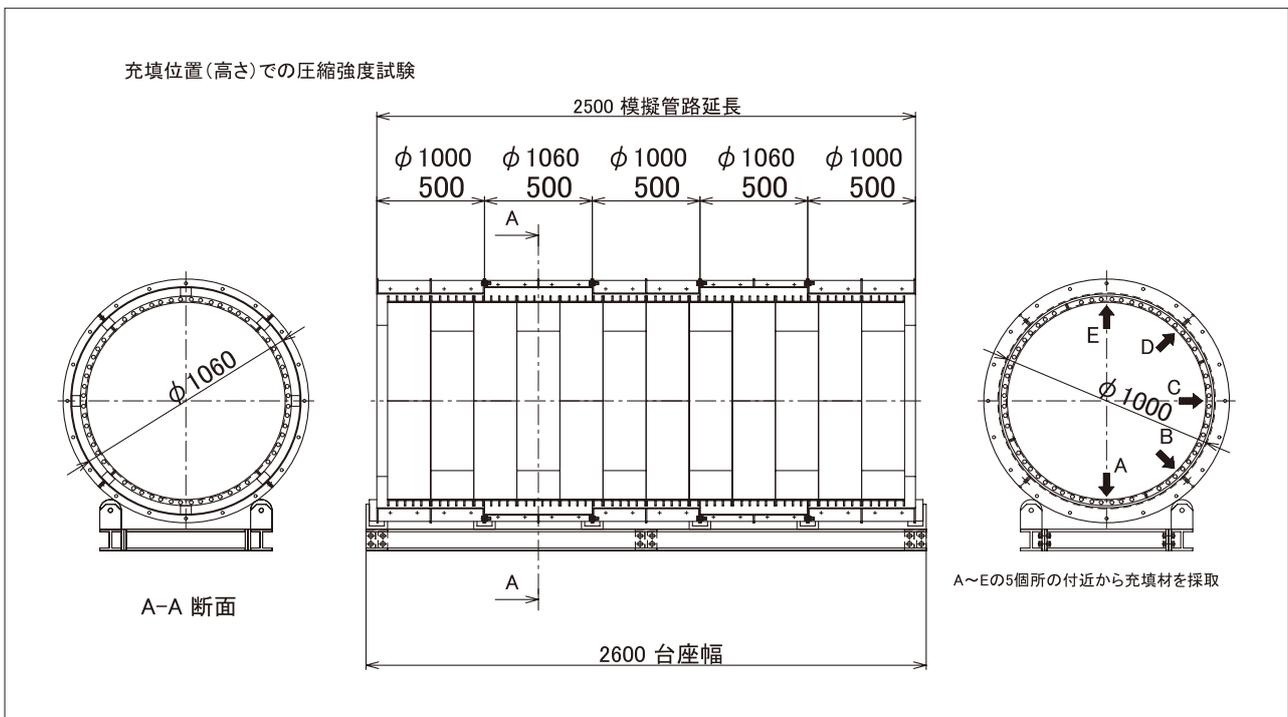


図-3 充填位置(高さ)での圧縮強度試験採取

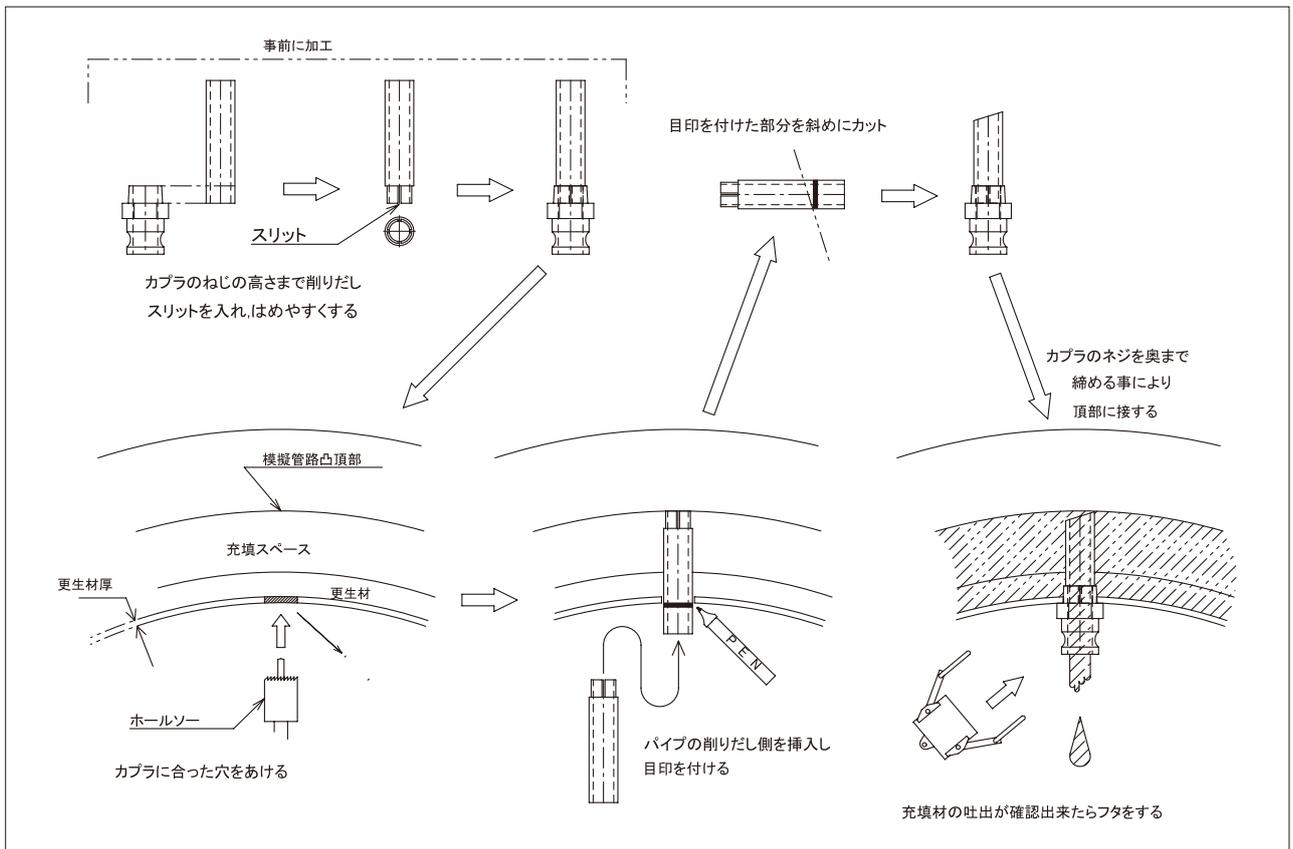


図-4 頂部エア抜きパイプ設置例



写真-1 模擬管路組立状況

(3) 試験結果

1) 品質確認

長い距離（300m）送られた充填材の性状の変化が無い事を試験結果にて確認した。

充填ホースの長さ確認

項目	設定値	実測値
1インチ充填ホース	50m	50.3m



写真-2 充填ホース設置状況

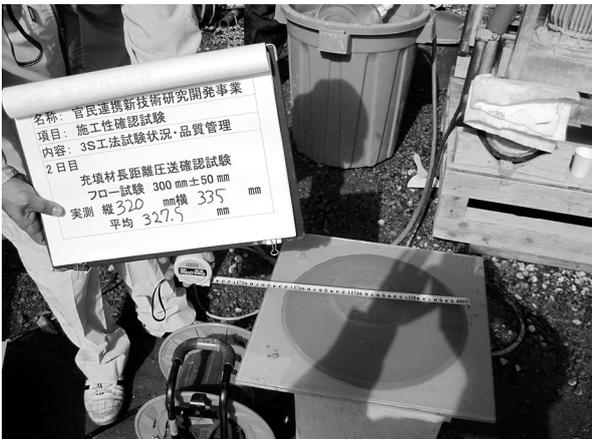


写真-3 充填ホース計測状況

充填材は38mm練ったので6倍の228mm以上を流量計で確認した。

長い距離（300m）送られた後の充填材性状確認

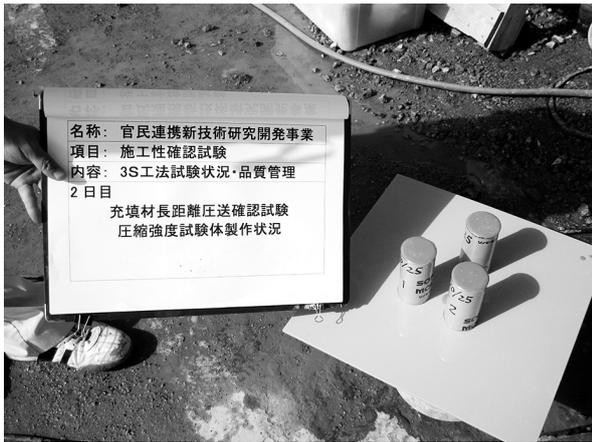
項目	管理値	実測値（平均）
フロー	300mm ± 50mm	327.5mm
比重	1.8以上	1.92
圧縮強度供試験体（28日養生）	21N/mm ² 以上	36.0N/mm ²



フロー測定状況



比重測定状況



圧縮強度供試験体製作状況



充填機材設置状況

2) 充填性確認

模擬管路底部凹の滞水を充填材で押し出し、比重測定を行い管理値内であることを確認した。充填材を注入するに当たり、模擬管路内を滞る（流れる）充填材の分離等が起こらない事を、高さを5段階に分け圧縮強度供試体を採取し管理値以上であることを、公的機関の試験報告書により確認した。模擬管路頂部凸に接するように取り付けたエア抜きパイプから充填材が吐出する事を目視で確認できた時点で、充填材が凸頂部に達した事を確認した。

模擬管路の組立を行い設計と相違ない事を確認した。



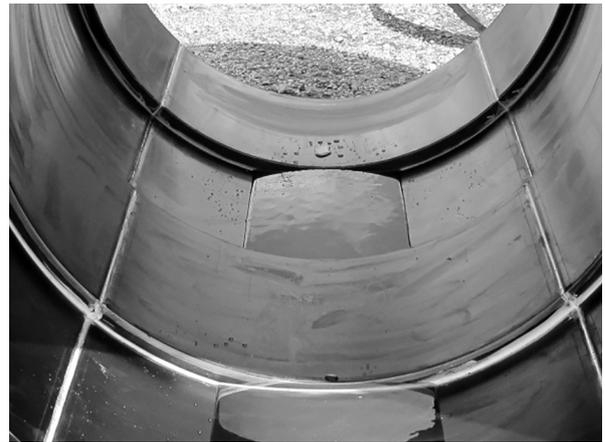
模擬管路組立状況



下段差測定状況 (3 cm)



上段差測定状況 (3 cm)

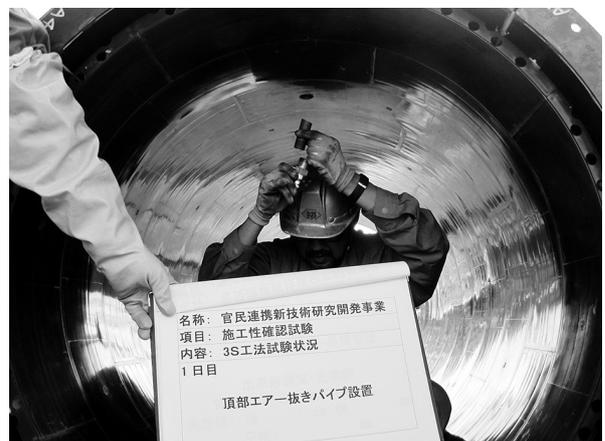


下段差滞水状況

模擬管路の更生を行った。



更生部材組立状況



エア-抜きパイプ設置状況

模擬管路底部の滞水を充填材で押し出し、比重測定を行い管理値内であることを確認した。

確認した充填材を注入するに当たり、模擬管路内を滞る（流れる）充填材の分離等が起こらない事を、高さを5段階に分け圧縮強度供試体を採取し管理値内であることを公的機関の試験報告書により確認した。模擬管路凸頂部に接する様に取り付けたエア-抜きパイプから充填材が吐出する事を目視で確認できた時点で、充填材が凸頂部に達した事を確認した。

充填位置（高さ）での圧縮強度試験（28日養生）

項目	管理値	実測値（平均）
圧縮強度供試体A採取済	21N/mm ² 以上	44.4N/mm ²
圧縮強度供試体B採取済		51.5N/mm ²
圧縮強度供試体C採取済		37.9N/mm ²
圧縮強度供試体D採取済		42.7N/mm ²
圧縮強度供試体E採取済		46.3N/mm ²

※ A位置の供試体は滞水排出後に採取

※ 充填は2日に分けて行い、1日目はAとB位置、2日目はC～D位置の採取を行った

出来形管理

測定状況	管理値	実測値 ((縦+横)÷2)
充填前	922mm ± 10mm	924mm
充填中		922.5mm
充填後		922.5mm

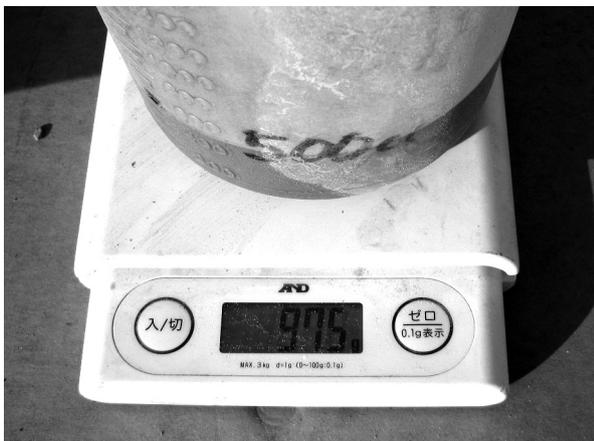
※「充填中」は充填材注入作業中ではなく2日目の作業前に測定した



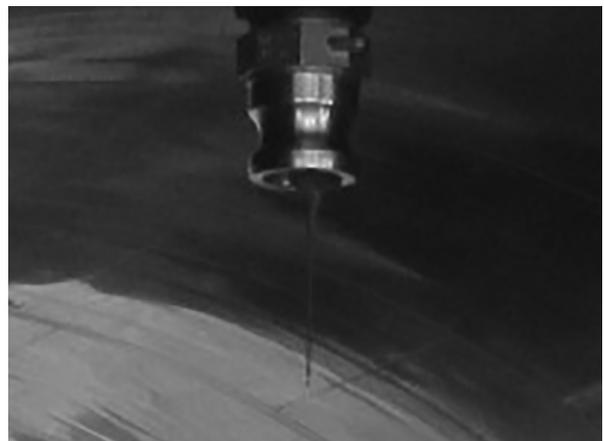
滞水排出状況



滞水排出比重測定状況



滞水排出比重測定状況



エア抜パイプ吐出状況 (拡大)



出来形管理 充填後の測定状況



模擬管路脱型後

(4) 目標に対しての結果

長い距離 (300m) 送られた充填材の性状の変化が無い事を確認出来た。工法により使用した耐压ホースは1インチ～2インチとなったが、ホースの長さが全て50mと同じであり、使用する充填材を練り分の6倍送った事による性状の変化は見られなかった。本試験では300m分の充填材の移動であるが故に、6箇所の中継ポンプが必要となる。長距離圧送を目的とする場合は、今回以上に太いホースや鋼管等の使用も考えられる。

滞水の排出は充填材で押し出せる事を確認出来たので比重の管理に重点を置き、現場での圧縮強度供試体は必要ないと推測できる。充填位置 (高さ) での強度試験も同じく、管理値を下回る事がない事を確認出来たので、充填材注入前に行う比重測定、フロー測定等の管理を確実に行っていけば問題は起こらないと推測できる。凸頂部はエア抜きパイプが頂部に接している事が確認出来れば、その高さまで充填材が上昇している事が見て取れる。

(5) 今後の課題

充填材の性状変化の確認として、50mのホースで循環した充填材を試験した。本試験はあくまで、300m分送られた充填材の確認である。しかし、この試験では充填材が50mしか一度に送れないとの解釈にもとれる。充填材の性状および機材は工法により異なるため、工法毎の最長圧送距離の確認は必要となるであろう。

模擬管路を使用している確認試験においても、地上における小規模の試験と埋設された実現場との違いは否めない。

上記の課題に加え、長距離製管と充填、さらに大口径での施工性 (管ズレ、段差、すき間、曲がり等) 実証については今後の課題となる。