

取付管と本管との接続に関する 修復法のIKTによる比較施工試験

(IKT Comparative Product-Test of repair methods for lateral connections)

楠田 哲也
KUSUDA Tetsuya

九州大学高等研究院
特別顧問 (当協会副会長)



本報告はISTTの2015年9月28日から30日に実施された第33回国際会議、International No-Dig Istanbul 2015にて発表された論文(著者:Serdar Ulutas, Bert Bosseler, Roland W. Waniek)にIKTのHPの最新報告を加えて解説したものである。

取付管と本管の接続部の漏水等の問題はわが国の道路陥没の過半が取付管由来であることから解るように重要課題であるが、取付管と下水道本管との接続実態はデータのないこともあり、はっきりしない。わが国の下水道の将来を考える意味でもドイツでの試験事例が参考になると考え、報告する次第である。なお、IKTの企業活動についてはNo-dig Today No.95(2016年4月号)の報告、あるいは本文末のURLを参照されたい。

IKTは取付管と本管との接続部(以下取付管接続部という)の更生に関する公平中立な試験を最近実施した。この試験実施の背景にはDWA(German Association of Water, Wastewater and Waste;ドイツ上下水道廃棄物協会)管轄下での排水管や下水管の破損のなかで取付管接続部の破損がここ数年の調査で最も多くなっていることがある。取付管接続部の破損により土砂や地下水が管内に流れ込み土砂堆積や環境汚

染を引き起こすので、自治体の維持管理費を増加させることに繋がってくる。また、多くの自治体は取付管接続部の更生が必要なことを明確に認識している。しかし、多様な更生工法による多数の施工結果は自治体が判断材料にするには不明確なことが多い。

1. プロジェクト運営委員会

施工結果の信頼度の高い情報を得るために、下水道ネットワークを運営している20自治体が共同してプロジェクト運営委員会を作り、IKTとともに実務向きの試験プログラムを作成した。プロジェクトの目的は施工会社の施工結果の品質を比較評価し、施工品質の向上のために市場(自治体)の圧力を作り出すことにある。

IKTによるこの施工試験費用はドイツのノースラインウエストファリア州の環境省とプロジェクト運営委員会の会員が負担した。プロジェクト運営委員会は会議を9回開催しプロジェクトに関する重要事項を定めた。この重要事項には施工業者の選定、プロジェクトの性質と目標、試験基準が含まれている。プロジェクト運営委員会は試験結果を評価し、その達成レベルを判定した。



写真-1 試験のための損傷形態を定めるプロジェクト運営委員会のメンバー

2. 地下水面以下にある取付管の更生

プロジェクト運営委員会はこのIKT施工試験にて浸透に関わる水密性試験2種を実施することにした。

【Case 1】

更生した下水道本管への取付管の再接続試験：試験

管路は取付管を再接続するための更生済み下水道管の1区間である。

【Case 2】

非更生下水道本管における取付管の接続修復試験：試験管路は非更生下水道本管に接続された修復（repair）を必要とする損傷取付管である。

表-1 試験参加施工業者リスト

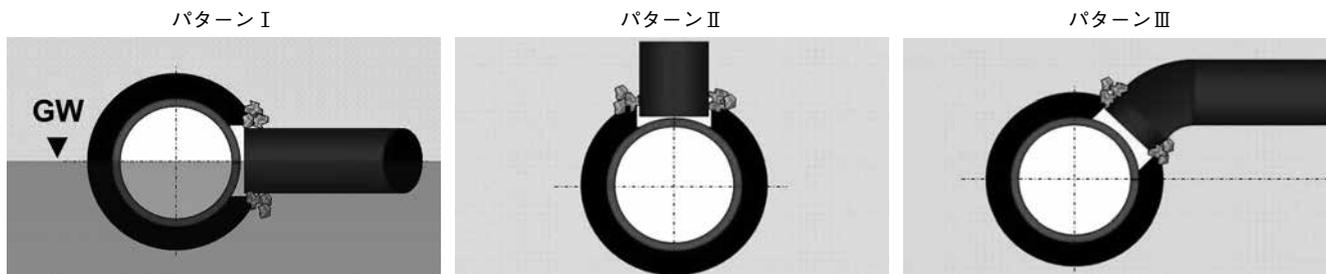
試験参加の施工業者	Case 1： 更生本管への取付管の再接続	Case 2： 非更生本管への取付管の接続修復
IBG HydroTech GmbH	○	○
KATEC Kanaltechnik Müller & Wahl GmbH	○	○
KuChem GmbH	○	○
PLITT-ROHRSANIERUNGSGESELLSCHAFT mbH	○	○
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	○	○
Onyx Rohr- und Kanal-Service GmbH	○	
Geiger Kanaltechnik GmbH & Co. KG		○

3. 更生内容と試験プログラム

本試験プログラムの主課題は本管と取付管を一体化した試験とすることと施工品質保証である。Case 1の試験は、更生下水道本管への取付管の再接続が課題である。複数のコンクリートマンホール（DN1000）φ1000mm以下同様）を備えた2ラインのコンクリー

ト管（φ300mm）がIKTの大試験場に設置された。この2ラインのコンクリート管はガラス繊維強化型か不織布型のライナーで更生された。更生された各ラインは6セクションに分割され、各施工業者が双方のラインのそれぞれ1セクションで、150mmφの陶管の取付管を含め3種の損傷パターンのもとで更生作業ができるようにした（図-1参照）。

【Case 1】 更生本管への取付管の再接続の損傷パターン（ガラス繊維強化型と不織布型を含む）



【Case 2】 非更生本管（コンクリート管と陶管）への取付管接続修復の損傷パターン



図-1 取付管の再接続と修復に関する損傷パターン（原理的分類図）

表-2 評価方法

総合試験結果 (85%)	品質保証 (15%)
水密性 (50%) : ・短期地下水圧負荷, 水頭2.0 m (20%) ・長期地下水圧負荷, 水頭2.0 m (80%) 参考情報 (収集するが評価対象としない) ・短期, 長期地下水圧負荷, 水頭4.50 m (更生本管のみ対象) ・試験プログラム終了後と埋設試験時の土砂の除去後の内水圧試験 流下性能 (50%) : ・施工完了後 (20%) ・高圧洗浄後 (80%) 参考情報 (収集するが評価対象としない) ・最大水圧による高圧洗浄後の目視による異常の有無 (更生本管のみ対象)	・施工マニュアル (20%) ・操作員のトレーニング (20%) ・使用材料の試験検査証明書 (20%) ・施工業者の監督体制 (20%) ・不適切な事項のないこと (20%)

Case 2の試験は、非更生下水道本管への取付管接続修復である。試験用管渠はIKTの数か所の中規模試験場に設置された。1セットの試験用管路はプレハブのコンクリートリングを積み重ねた1つのマンホール構造物 (φ1,000mm) とコンクリート管あるいは陶管からなる1本の下水道本管 (φ300mm) にPVC管1本が各ラインの各セクションに接続されたものからなっている。6種の損傷パターンがφ150mm陶管の取付管の場合を含め試験場で再現された (各コンクリート管と陶管当たり3か所)。

プロジェクト運営委員会委員の地方自治体が両方のCaseについて損傷パターンを検討し、損傷し水漏れする取付管が側方、天端、側方と天端の中間の3か所に接続されている場合について試験するものとした (図-1)。

施工業者が修復する管路部にマンホールからのみアクセスすることを前提に、試験施設は砂で埋込まれた。施工業者にとっての更生の目的は接続部の水密性と流下性能を取り戻すことである。この達成の可否は施工業者次第である。つまり、施工業者が計画立案、考え方の提案、材料選択、更生実施、完了検査に責任を負っているが、時間制限はない。

4. 試験プログラムと評価方式

取付管と本管の接続部を更生した後、試験を開始した。もっと重要な項目は外水圧 (地下水を除く) 負荷で、次いで、高圧洗浄による水圧負荷、目視による損傷関連事項の評価である。試験の基本要素は取付管再接続 (ケース1)、取付管接続修復 (ケース2) のいずれにおいても同一である。

①外水圧負荷は管路天端上2mの位置からのもので、

負荷時間は、短期で72時間以内、長期は取付管再接続で4か月、取付管接続修復で2か月である。

②管路洗浄は標準圧力のノズル端でほぼ8MPaとし15回繰り返す。

参考情報として、4.5mの水頭で短期、長期の地下水暴露後やノズル端でほぼ10MPaの圧力で5回洗浄後、修復部の変化した状態を記録したが、施工結果評価には使用しなかった。また、内水圧試験は試験終了後に実施された。水密性は2mの水頭での短期試験と地下水圧負荷の長期試験にて得られた観察結果をもとに評価された。区分は、異常なし、目視で解る変色や水分の滲み (moisture) あり、目視で解る浸透 (infiltration) ありの3段階である。

流下性能は管路の流下能力で決められた。流下性能は汚水の流れの安定性と流下障害の可能性に関して修復箇所ごとに参加自治体により評価された。評価は修復完了に続く高圧洗浄の終了後になされた。

施工業者の品質保証には、施工マニュアルの水準、操作員の (ロボット使用に関する) トレーニング、使用材料の試験/検査証明の項目、施工に関する監督が含まれている。基準の「異常のないこと」には、必要なら、作業の達成に関かわる重要な留意点を記載してよい。これらの基準の評点の重みを表-2に示す。

【試験方法の妥当性】

施工業者所有の更生工法による施工は現実の施工場所の状況に合わせて行なわれた。IKT試験施設における試験手法の妥当性を確認するためもあって、付加的な追加現地試験を含めて施工結果を検査した。主要な施工実施過程は現地試験、記録された準備工程の考え方と適用工法の特徴、施工マニュアルにある記載事項と、IKT試験施設にて実施された作業結果との乖離状態をもとに確認された。

5. 試験結果 ケース1 取付管再接続

Kuchem GmbHは更生本管への取付管再接続にて最上級の秀(秀, 優, 良, 可, 不可の区分)を示した施工業者KATEC Kanaltechnik Müller & Wahl GmbH, Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung, PLITT-ROHRSANIERUNGS-GESELLSCHAFT mbHはそれぞれ優を示した。良はRohr- und Kanal-Service GmbHのみであった。IBG HydroTech GmbH Aは不可で、比較的最近開発したロボットシステムをかなり改善する必要があった。

【水密性】

損傷していた接続部が見た目で良好に更生され、そこが当初水密であった場合、試験期間を通して当初のように水密になっていた。取付管接続の20例(修復数34の59%)は水密性に関し試験期間終了まで(4.5m水頭の長期地下水負荷を含め)問題は全くなかった。見た目に明確な異常を示す取付管接続、たとえば損傷を受けたところを更生材料が覆っていないとか多重被覆が見られたものでは、2m水頭での短期地下水負荷にて34修理中8例(8%)が水密性を保持していなかっ

た。2m水頭での長期地下水負荷では浸透を示すものの数は増えなかったが、新たに7取付管接続例が水の滲みあるいは変色という異常を示した。

【長期暴露】

水頭を4.5mに上げての外水圧試験の終了までに水の浸透を見たものは1例であった。試験プログラムの終了時点で34修復取付管のうち9事例(ほぼ26%)にて水の浸透が見られた。長期水密性試験の評価を写真-2に示す。34取付管接続のうち5例(ほぼ15%)が水の滲みや変色を示したので、これらの工法では長期継続観察が実務上推奨される。しかし、高圧洗浄はこれらの滲みや変色を消し去ることができるので洗浄後にはもはや検知されない。また、本試験では汚水を使用していない。実際上は、汚水によりかなりの変色をライナーと更生された取付管接続部に引き起すので、実際の施工ではこれらの異常を検知することが困難になる。写真-2の写真A-Fは長期地下水負荷後の再接続取付管の水密性の評価結果を示す。

【水密性】

流下性能(表-3)に関し、ガラス繊維強化型(総合平均値2.7)と不織布型(総合平均値2.8)に大きな



A: ガラス繊維強化型更生管への取付管の良好な接続

B: 不織布型更生管への取付管の良好な接続

C: 変色



D: 滲みはあるが浸透はない



E: 取付管からのジェット状の漏れ



F: 大量に溢れている取付管

写真-2 長期地下水負荷試験による更生本管への再接続取付管の水密性に関する水密試験

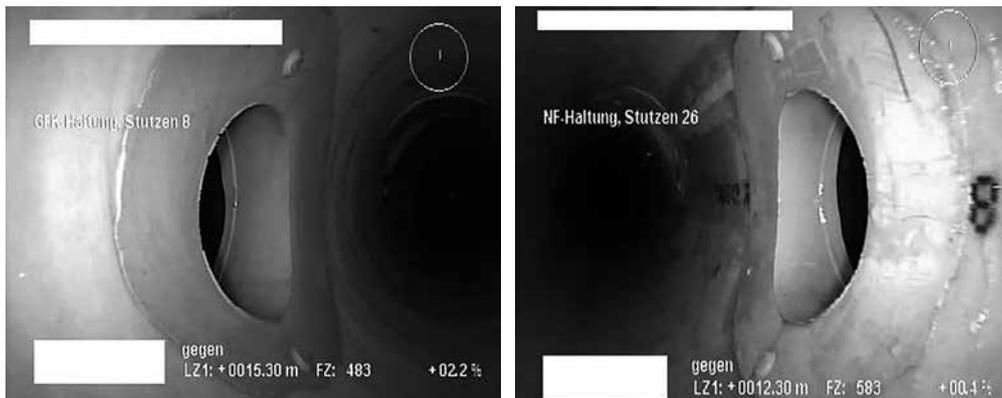


写真-3 高圧洗浄後の流下性能に関する最良の事例；左：ガラス繊維強化型，右：不織布型

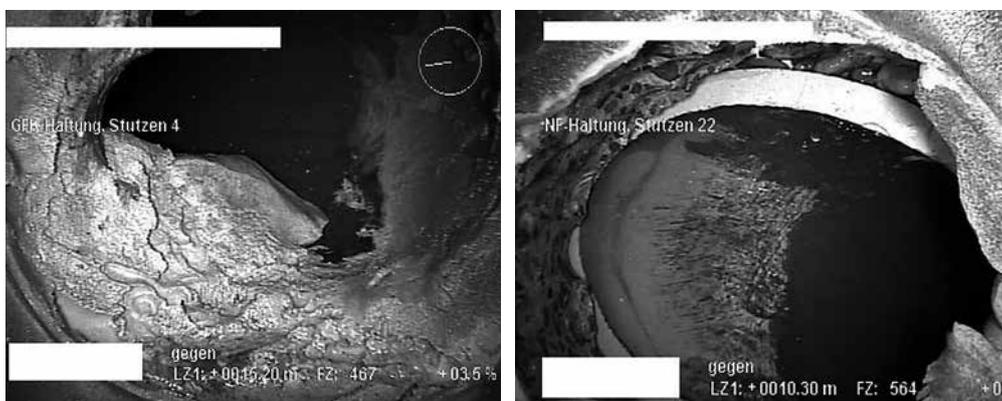


写真-4 高圧洗浄後の流下性能に関する最低の事例；左：ガラス繊維強化型、右：不織布型

表-3 試験結果 ケース1 更生本管への取付管再接続 取付管接続のための修理方法のIKT比較施工試験

施工業者	Kuchem GmbH	KATEC Kanaltechnik Müller & Wahl GmbH	Swietelsky-Faber GmbH Kanalansanierung	PLITT-ROHRSANIERUNGS- GESELLSCHAFT mbH	Onys Rohr- und Kanal-Service GmbH	IBG Hydro Tech GmbH ¹
ロボット利用 樹脂使用	KA-TA PMO ・急速EPOXONIC Ex 1824	KA-TA PMO ・EPOXONIC Ex 1013 ・急速EPOXONIC Ex 1824 ・MC BAUCHEMIE Konodur Robopox 10	KA-TA PMO ・resinovation Harz 10	KA-TA PMO ・Sika Robotec 61	KA-TA PMO ・EPOXONIC Ex 1013 ・急速EPOXONIC Ex 1824	IGB HydroCut injection system ・急速EPOXONIC Ex 1824
IKT試験結果	秀 (1.5)	優 (1.6)	優 (2.0)	優 (2.3)	可 (3.9)	不可 (5.0)
システム試験	優 (1.6)	優 (1.6)	優 (2.1)	優 (2.5)	可 (4.0)	不可 (5.6)
流下性能 ² (50%)	2.2	2.1	2.2	1.7	3.2	5.1
施工終了後 (20%)	2.2	1.0	2.2	1.6	3.2	5.1
高圧洗浄後 (80%)	2.2	2.2	2.2	1.7	3.2	5.1
水密性 ³	1.0	1.4 ⁴	1.8	3.3	4.8	6.0 ⁴
短期地下水負荷2.0m (20%)	1.0	1.0	1.0	2.5	4.0	6.0
長期地下水負荷2.0m (80%)	1.0	1.5	2.0	3.5	5.0	6.0
施工品質保証 ⁵	秀 (1.0)	秀 (1.0)	優 (2.0)	秀 (1.0)	良 (3.0)	優 (2.0)
施工マニュアル (20%)	+	+	+	+	+	+
オペレーター訓練 (20%)	+	+	+	+	—	+
使用材料の試験証明書 (20%)	+	+	— (DIBT非承認)	+	+	+
第三者の監督 (20%)	+	+	+	+	+	—
特段の異常のないこと (20%)	+	+	+	+	— (有効期限切れ材料使用)	+
参考情報 現地試験の印象等	実務向き装置	実務向き装置	実務向き装置	実務向き装置	データなし	データなし
外水圧負荷4.5m	6例とも問題なし	4例問題なし, 1例水漏れ, 1例評価なし	4例問題なし, 2例変色, しみ	4例問題なし, 2例変色, しみ	2例問題なし, 3例浸透, 1例変色, しみ	5例浸透, 1例評価なし
試験終了後の500hPa内水圧試験	5例水密, 1例水漏れ	3例水密, 1例水漏れ, 2例評価なし	3例水密, 3例水漏れ	2例水密, 3例水漏れ, 1例評価なし	3例水密, 3例水漏れ	5例水漏れ, 1例評価なし
高圧洗浄後の目視異常検査	6例異常	3例異常	すべて異常なし	3例異常	1例異常	異常なし
ロボットの製造年	2008年頃	1998年頃	2011	不明	1992年頃	2012年頃
現地使用日数	2.5日	3.5日	3.0日	3.5日	4.5日	4.5日
6枝管の更生(切削)必要時間	9.3時間 (7.1時間)	13時間 (4.6時間)	16.5時間 (7.6時間)	15.8時間 (11.0時間)	21.1時間 (7.3時間)	26.8時間 (3.8時間) ⁶
6枝管の更生時使用材料量	30kg	34kg	32kg	41kg	32kg	27kg
1枝管当たりの凡そコスト	670€/NRM	810€/NRM	880€/NRM	630€/Lower Saxony	650€/Lower Saxony	440€/Hesse

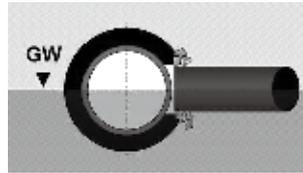
注1. 切断作業はすべて施工業者のHorst Drzyggaが実施。この企業が先々使用する装置を提供
 2. 自治体の目視による判定評点は1~6で、重みは施工完了後が20%、高圧洗浄後が80%
 3. 外水圧負荷による評価。評価レベルは無浸透0/緑、問題あり0.5/黄、浸透1.5/赤。評価0が評点1.0、1が2.0、2が3.0、3が4.0、4が5.0、5が6.0
 4. 損傷パターン2で、不織布型更生管は接続下水管のひび割れのため評価なし(原因不明)
 5. 評価+は提示、—は欠落。承認、証明、分析は試験に供せられた材料による
 6. 3種の取付管接続が2回目になされた

試験結果の評価は秀1.0-1.5、優1.6-2.5、良3.6-4.5、可4.6-5.5、不可5.6-6.0



写真-5 試験風景

損傷パターンⅠ 欠陥（漏水）接続（本管軸に45°で本管側方から接続）



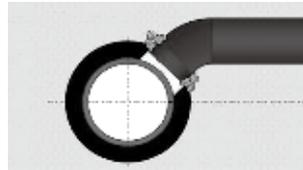
150mmφの陶管がコンクリート本管に外側から達している。更生開始時から地下水流入あり。

損傷パターンⅡ 欠陥（漏水）接続（本管軸に90°で本管天端に接続）



150mmφの陶管がコンクリート本管更生ライナーまで2cmの位置に達している。

損傷パターンⅢ 欠陥（漏水）接続（本管軸に45°で本管天端と側方の中間にて接続）



150mmφの陶管がコンクリート本管の厚みの半分の位置まで達している。

図-2 損傷パターン

差はない。試験参加施工業者間の評価結果には1.7から5.1と幅広い差があり、施工業者のうち優が4社、良が1社、不可が1社であった。

【高圧洗浄】

高圧洗浄後の評価結果差は最大で0.3であり、ほとんど差がなかった。高圧洗浄の結果、修復取付管の更生材料の剥落小片が目視で判断できたという剥落の異常があった。この異常は不織布型に多く（18取付管接続の内13）見られた。剥落はガラス繊維強化型では18取付管接続の内2のみであった。なお、通常この剥落は流下性能に影響しない。

地下水流入がある本管縦軸に45°で接続する損傷パターンⅠ（図-1参照）は最も困難な施工で、参加業者の大半が難渋した。しかし、損傷パターンⅡやⅢではあまり差がなかった。流下性能に関する評価事例として、ガラス繊維強化型と不織布型の双方にて高圧洗浄後の最良と最低のものを写真-3, 4に示す。

施工業者の品質保証は数点を除いて問題がなかった。表-3, 写真-5, 図-2にその結果を示す。

6. 試験結果 ケース2 取付管接続修復

KATEC Kanaltechnik Müller & Wahl GmbH と Kuchem GmbHはいずれも非更生本管への取付管接

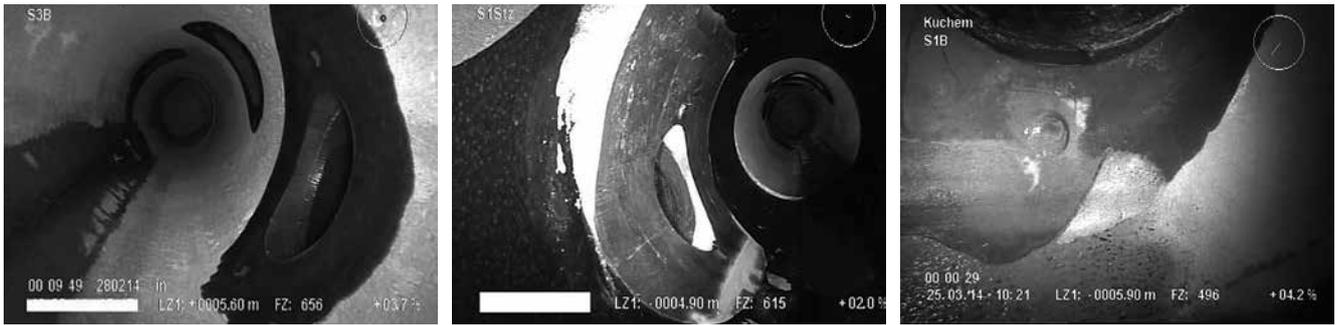
続修理にて最良（評価：1.6）を示した。両社に続いて PLITT-ROHRSANIERUNGS- GESELLSCHAFT mbHは評価優（2.2）を、Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierungと Geiger Kanaltechnik GmbH & Co. KGは良を得た。IBG HydroTech GmbHは最近開発したロボットシステムに改善が必要なきとなくなった。

取付管接続施工にて目視によりほぼ良好に更生されていると判断され、当初水密であったところでは、評価時にも水密性を保持していた。水密性に関し、試験の終了時に異常を示さなかったのは67%（36例の内24）であった。

【長期暴露】

地下水暴露期間にはかなり増加したにもかかわらず、長期外水圧負荷試験終了までに浸透を含め1件の不良事例が発生したのみであった。取付管更生の36例の内7件（ほぼ19%）が試験期間の終わりに浸透を示した。また、36事例の内5件（ほぼ14%）が試験期間の終わりにしみ示した。それ故、異常の可能性があるので、実務においてはこれらの取付管接続の長期監視を推奨する。

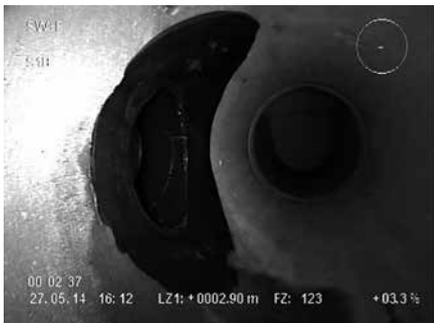
写真-6の写真A-Fは長期地下水負荷後の取付管修理の施工結果を示す。



A：コンクリート本管への水密性のある
取付管接続

B：陶管への水密性のある取付管接続

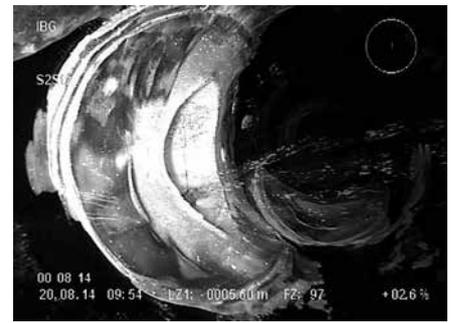
C：水漏れはないがしみのある例1



D：水漏れはないがしみのある例2



E：コンクリート管への接続取付管の水漏れ



F：取付管からのジェット状の漏れ

写真-6 長期地下水負荷後の非更生下水本管への取付管への接続

【流下性能】

修復後、コンクリート管は総括平均2.5、陶管は総括平均2.6と流下性能に関して差異はなかった。しかし、施工業者間の差異は1.9から3.6と大きかった。4社は優、1社は良、1社は可であった。高圧洗浄後は最大0.2の差しかなくなった。取付管再接続では、本管の軸に45°で接続する損傷シナリオIの更生が施工業者にとって最も難題となった。損傷パターンIIとIII

ではそのようなことはなかった。

流下性能に関する取付管修復の評価例としてコンクリート管と陶管の高圧洗浄後の最良と最悪のものを写真-7、8に示す。

施工業者の品質保証は取付管再接続に関し2,3の点を除いてかなり良好であった。すべての結果を表-4、写真-9、図-3に示す。

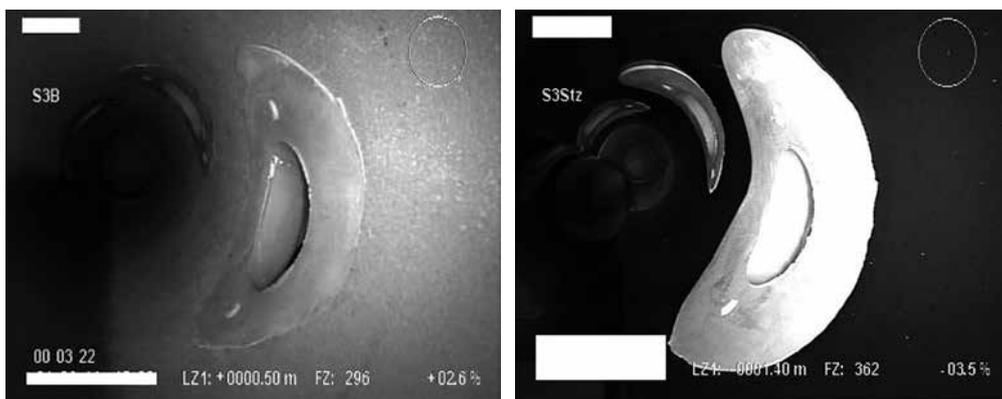


写真-7 コンクリート管と陶管の流下性能に関する高圧洗浄後の最良の例 コンクリート管 (左) 陶管 (右)

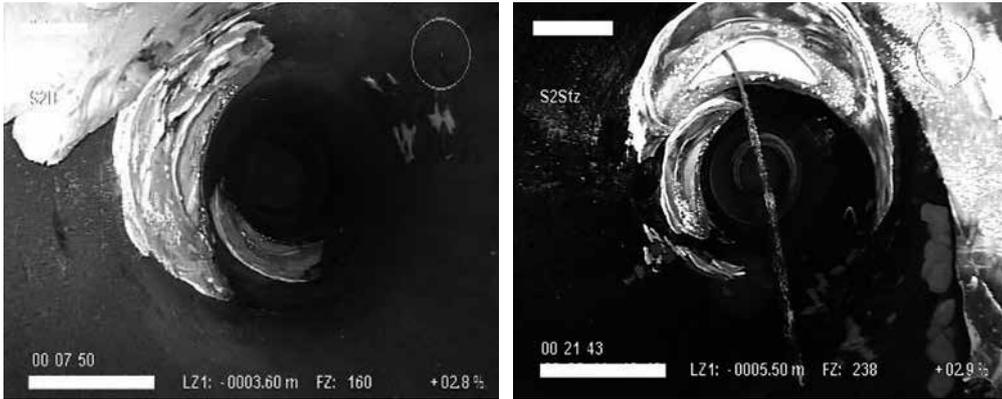


写真-8 コンクリート管と陶管の高圧洗浄後の流下性能に関する最悪の例 コンクリート管 (左) 陶管 (右)



写真-9 試験風景

損傷パターンⅠ 欠陥(漏水)接続(本管軸に45°で本管側方から接続)



φ150mmの陶管が本管のコンクリート管と陶管に外側から達している。更生開始時から地下水流入あり。

損傷パターンⅡ 欠陥(漏水)接続(本管軸に90°で本管天端に接続)



φ150mmの陶管が下水本管のコンクリート管と陶管の管厚半分的位置に達している。

損傷パターンⅢ 欠陥(漏水)接続(本管軸に45°で本管天端と側方の中間にて接続)



φ150mmの陶管が下水本管のコンクリート管と陶管の内壁から中心に向けて1cmの位置まで達している。

図-3 損傷パターン

表-4 試験結果 ケース2非更生下水本管への取付管修復 取付管接続のための修理方法のIKT比較施工試験

施工業者	Kuchem GmbH	KATEC Kanaltechni k Müller & Wahl GmbH	Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	PLITT-ROHRSANIERUNGS-GESELLSCHAFT mbH	Geiger Kanaltechnik GmbH & Co.KG	IBG Hydro Tech GmbH ¹
ロボット利用 樹脂使用	KA-TA PMO ・急速EPOXONIC Ex 1824	KA-TA PMO ・急速EPOXONIC Ex 1824 ・MC BAUCHEMIE Konodur Robopox 10	KASRO ・Sika Robotec 61	KA-TA PMO ・Sika Robotec 61	KA-TA PMO ・急速EPOXONIC Ex 1824	IGB HydroCut injection system ・Resinnovation Harz 10
IKT試験結果	優 (1.6)	優 (1.6)	良 (2.7)	優 (2.2)	良 (3.2)	可 (4.5)
システム試験 (85%)	優 (1.7)	優 (1.7)	良 (2.8)	優 (2.4)	良 (3.5)	不可 (4.7)
流下性能 ² (50%)	2.0	2.4	2.2	1.9	3.1	3.6
施工終了後 (20%)	1.9	2.3	2.1	1.9	3.0	3.5
高圧洗浄後 (80%)	2.0	2.4	2.2	1.9	3.1	3.7
水密性 ³ (50%)	1.5	1.0	3.5	3.0	4.0	5.8
短期地下水負荷2.0m (20%)	1.5	1.0	3.5	3.0	4.0	5.0
長期地下水負荷2.0m (80%)	1.5	1.0	3.5	3.0	4.0	6.0
施工品質保証 (15%) ⁴	秀 (1.0)	秀 (1.0)	優 (2.0)	秀 (1.0)	秀 (1.0)	良 (3.0)
施工マニュアル (20%)	+	+	—	+	+	+
オペレーター訓練 (20%)	+	+	+	+	+	+
使用材料の試験証明書 (20%)	+	+	+	+	+	DIBt非承認
第三者の監督 (20%)	+	+	+	+	+	—
特段の異常のないこと (20%)	+	+	+	+	+	+
参考情報現地試験の印象等	実務向き装置	実務向き装置	実務向き装置	実務向き装置	データなし	データなし
試験終了後の500hPa内水圧試験	6例水密	6例水密	5例水密、1例水漏れ、	4例水密、2例水漏れ	5例水密、1例水漏れ	2例水密、4例水漏れ
ロボットの製造年	1997年頃	2008年頃	2012	不明	2003年頃	2013年頃
現地使用日数	2.0日	4.0日	2.0日	3.0日	2.0日	4.0日
6取付管の更生(切削)必要時間	5.4時間 (2.6時間)	7.8時間 (3.2時間) ⁵	13.8時間 (8時間) ⁶	11.3時間 (5.0時間) ⁶	9.2時間 (3.7時間) ⁶	11時間 (4.6時間) ⁷
6取付管の更生時使用材料量	16kg	24kg	55kg	48kg	28kg	22kg
1取付管当たりの凡そのコスト	670€/NRM	720€/NRM	920€/NRM	700€/Lower Saxony	830€/NEW	440€/Hesse

注1. 完全修復の限界はIBGにより示された。切断作業はすべてHorst Drzyzga社提供の装置により実施
 2. 自治体の目視による判定評価は1~6で、重みは施工完了後が20%、高圧洗浄後が80%
 3. 外水圧負荷による評価。評価レベルは無浸透0/緑、問題あり0.5/黄、浸透1.5/赤。評価0が評点1.0、1が2.0、2が3.0、3が4.0、4が5.0、5が6.0
 4. 評価+は提示、-は欠落。承認、証明、分析は試験に供せられた材料による
 5. 1種の取付管接続が2回目になされた
 6. 2種の取付管接続が2回目になされた
 7. 5種の取付管接続が2回目になされた

試験結果の評価は秀1.0-1.5、優1.6-2.5、良3.6-4.5、可4.6-5.5、不可5.6-6.0

7. 結論

・取付管接続更生は信頼に値する

IKT施工試験に参加した施工業者は更生下水本管への取付管再接続と非更生下水本管への取付管修復において水密性を保つことが可能なことを示した。しかし、建設業者の施工結果の間には秀から不可という大きな差があった。

・マーケットの反応

問い合わせのあった材料製造会社10社の内2社、更生施工会社52社の内11社のみが本試験に参加したことは驚きであった。これは、IKTは実施のために十分な時間を提供していたが、恐らく時間制約や技術の利用可能性に制約があったと思われる。多くの企業が与えられた更生工事にチャレンジすることを望まなかった。その代わりに試験条件を批判的に論評した。自治体の下水道ネットワーク操作実施委員会のメンバーの同意のもとに計画されたものであったにもかかわらず、この試験が極めて実務志向で長年の現場経験に基づいたものであったことによるとと思われる。

・品質管理に有効な地下水

本試験の更生終了後の結果が良好であった場合、長期地下水負荷後や高圧洗浄後に新たな品質的欠陥は見いだされなかった。実務的な結論として、地下水が存在する時の完工検査が最良といえる。もし水漏れが取付管接続で生じていない場合、更生あるいは修復はかなりの確率で首尾よくできているといえる。

・取付管再接続と取付管接続修理は類似の結果をもたらしている

更生品質に関する施工業者間の差異に関わらず、検討された2種類の施工条件に関する結果はかなり類似したものとなった。

・下水管洗浄は仕上がりに特別影響はしない

高圧洗浄後、非更生本管（取付管接続修復）にて異

常は見いだされなかったが、剥落は更生本管（取付管再接続）にて多く見出された。しかし、剥落は更生取付管の水密性や流下性能にほとんど影響を与えないであろう。

・テスト結果のさらなる使い道

装置製造業者と管更生施工業者は試験計画作成段階から自治体の明確な品質要求条件に非常な関心を示した。本試験プログラムはこのプロジェクトのために作られたが、普遍性のある有用なものであり、地下水位以深の取付管接続更生に関する一連の比較施工試験として初めてのものである。これらの結果はIKTの取付管再接続と取付管接続修復施工試験の評価の基礎となっている。

【Download用のレポート】

詳細なレポート（ドイツ語版）は無料でダウンロードできる。

www.ikt.de/downloads/warentest-berichte

【参考資料】

1. Ulutas,S., Bosseler, B. and Waniek, R.D. : IKT Comparative Product-Test of repair methods for lateral connections, Proceedings of 33rd International Conference of Trenchless Technology, Istanbul, No.87-1-13, 2015
2. <http://www.ikt.de/downloads/warentest-berichte/>
3. <http://www.ikt.de/wp-content/uploads/2015/01/Ergebnistabelle-Fall-1-Stutzen-Einbindung-IKT-Warentest-Stutzensanierung.pdf>
4. <http://www.ikt.de/wp-content/uploads/2015/01/Ergebnistabelle-Fall-2-Stutzen-Reparatur-IKT-Warentest-Stutzensanierung.pdf>