

No-Dig 2015のIKTによる 管更生の施工検査結果報告

楠田 哲也

KUSUDA Tetsuya

九州大学東アジア環境研究機構
特別顧問（当協会副会長）



1. はじめに

国際非開削技術協会（ISTT）の2015年大会、International No-Dig 2015がトルコのイスタンブールで2015年9月28日から30日にかけて開催された。この大会の概要は本誌2016年1月号に小谷和弘氏により既に報告されている。この大会にてドイツのIKT（Institut für Untertirdische Infrastruktur）の管更生の施工検査結果についてRoland W. Waniek氏代理のBert Bosselel教授から発表された¹⁾。この発表内容にIKTが別途公表している報告書の最新版IKT-LinerReport 2014²⁾、昨年版IKT-LinerReport 2013³⁾を加えて、ドイツの管更生の最新の検査結果について報告する。なお、会議における発表内容¹⁾はIKT-LinerReport 2013³⁾とほぼ同様であった。

2. IKTの性格と機能

IKTはドイツのBochum（ボーフム）大学からスピンアウトした中立・独立の非営利会社で、ドイツ環境省の認可により1994年に設置された株式会社である。EU基準にもとづいて承認され、ドイツ政府（DIBt：Deutsches Institut für Bautechnik）により設置認可されている。発行株式所有比率は130の関係市が2/3、60の民間企業が残る1/3である。DIBtはIKTにCIPP（管渠更生工法の内の反転・形成工法）の検査試験機関として許可を与え、DIBtの高級専門委員会として位置づけている。また、ドイツだけでなくオランダやスイスの施工業者の施工結果も評価している。

この検査結果の公表の目的は市場（クライアント）への透明性を増すこと、および、施工結果を明らかにすることを通じて施工結果の質を向上させることとしている。この公表により、2004年当時の更生管の水密性の基準が高すぎるという企業側意見を排して自治

体側の要求に合わせたこと、その他、インナーフィルムを取り除かないで水密性試験をする件、更生管の50年保証の件などの議論が進んだとしている。他の紹介資料として文献4等がある。

3. IKTの検査・試験

IKTの材料試験センターでは、更生工法や修理（ライナー、グラウチングやインジェクション用の樹脂、被覆被膜材料、ライニング）、建設資機材（コンクリート管、鉄筋コンクリート管、陶管、樹脂管、マンホール）、材料（柔軟剤、固化剤、プラスチック）に関わる検査・試験を実施している。CIPPに関し2014年にIKTに持ち込まれた試験片の76%は自治体から、残り24%は施工会社からの依頼であった。一つの工法で5か所の工事現場から最少25サンプルの試験を依頼したオランダの企業もあった。IKTのCIPP試験項目は、曲げ弾性係数、曲げ強度、更生管の厚さ、水密性の4項目である。なお、これら以外の試験項目、耐荷強度、耐震性、耐薬品性、耐摩耗性、耐ストレーンコロージョン性、成形後収縮性等は施工試験としては含まれていない。この基準は自治体、施工業者、生産者が合意したものである。この試験のサンプル数の経年変化を図-1に示す。

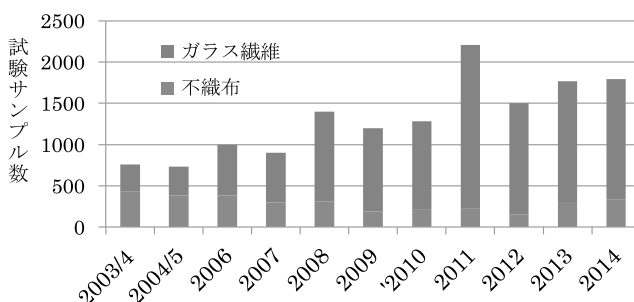


図-1 IKTの試験サンプル数

(1) 採取試験サンプル

CIPP 施工にて硬化終了後、管内壁より 30cm 角の更生部を切り取り試験材料とする。試験片はこの切り取られたものを 5 分割したものである。(大会発表時の質問に対する回答による)

(2) 試験方法

【曲げ弾性係数】

DIN EN ISO 178, DIN EN ISO 11296, Part 4, DIN EN 13 566, Part 4 に準拠

耐荷重性を表す指標の一つと位置づけ、地下水压、土圧、交通荷重に耐えることを求めている。

【曲げ強度】

DIN EN ISO 178 and DIN EN ISO 11296, Part 4 / DIN EN 13 566-4 に準拠

短期曲げ強度を示し、許容変形前に破壊しないことを求めている。

【更生管の厚さ】

DIN EN ISO 11296, Part 4 に準拠

曲げ弾性係数と更生管の厚さは管剛性を決定するものであり、更生管の厚さが減少すると座屈しやすくなるので試験する。

【水密性】

吸引圧 500mbar, 吸引時間 30 分, 吸引面積直径 5cm, 内表面コーティングフィルムを除去(その際、樹脂を傷つける許容深さ 2mm, サンプル数 3 個で、染み出しや水漏れがあれば不可とする。

(3) 試験結果

2014 年の試験結果は施工会社名で表-1 のように公表されている。

表-1 2014 年の試験片提出工事会社と使用工法²⁾

Table 1: Contractors and liner systems, 2014

施工会社	ライナー名	ライナーのタイプ	サンプル数	依頼元	
				施工会社 %	発注者 %
Aarsleff Rohrsanierung GmbH	iMPREG Liner	GRP	71	0	100
Aarsleff Rohrsanierung GmbH	PAA SF Liner	NF	130	3	97
Arkil Inpipe GmbH	Berolina Liner	GRP	86	0	100
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co.KG	Alphaliner	GRP	92	1	99
Erles Umweltservice GmbH	iMPREG Liner	GRP	56	71	29
Geiger Kanaltechnik GmbH & Co.KG	Berolina Liner	GRP	133	9	91
Hamers Leidingtechniek B.V. (NL)	Alphaliner	GRP	87	64	36
Insituform Rioolrenovatie technieken B.V. (NL)	Insituform Schlauchliner (NL)* Netherlands	NF	208	0	100
ISS Kanal Services AG (CH)	Alphaliner	GRP	54	87	13
Jeschke Umwelttechnik GmbH	Alphaliner	GRP	83	54	46
Jeschke Umwelttechnik GmbH	Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	GRP	175	30	70
Kanaltechnik Agricola GmbH	iMPREG Liner	GRP	54	100	0
Kibag Geiger Kanaltechnik AG (CH)	iMPREG Liner	GRP	34**	0	100
KTF GmbH	iMPREG Liner	GRP	29	83	17
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH	SAERTEX Liner	GRP	34	15	85
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH (NL)	SAERTEX Liner	GRP	25	0	100
Rohrsanierung Jensen GmbH & Co.KG	Alphaliner	GRP	42	5	95
Strabag AG (A)	Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	GRP	59	20	80
TKT GmbH & Co.KG	Alphaliner	GRP	135	15	85
Umwelttechnik und Wasserbau GmbH	Alphaliner	GRP	179	35	65
Van der Velden Rioleringsbeheer B.V. (NL)	iMPREG Liner	GRP	31	10	90
Total			1,797	24	76

施工会社名と工法の種類、試験片数、試験発注先が示されている。同一工法でも施工会社により適合率が異なる。なお、GRP (Glass-fiber backing material) はガラス繊維含浸樹脂、NF (Needle-felt backing material) は不織布含浸樹脂を意味する。

表－2 2014、2013年の短期曲げ弾性係数試験結果²⁾

Table 2: Test results for modulus of elasticity, 2014 (Short-term flexural modulus)

施工会社	2014		2013	前年からの傾向
	サンプル数	適合率 %	適合率 %	
Aarsleff Rohrsanierung GmbH with iMPREG Liner	71	100	100	↔
Arkil Inpipe GmbH with Berolina Liner	86		100	↔
Erles Umweltservice GmbH with iMPREG Liner	56		100	↔
Geiger Kanaltechnik GmbH & Co.KG with Berolina Liner	133		100	↔
Hamers Leidingtechniek B.V.(NL) with Alphaliner	87		100	↔
ISS Kanal Services AG (CH) with Alphaliner	51		100	↔
Jeschke Umwelttechnik GmbH with Alphaliner	83		100	↔
Jeschke Umwelttechnik GmbH with Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	175		100**	↔
Kanaltechnik Agricola GmbH with iMPREG Liner	54		100	↔
Kibag Geiger Kanaltechnik AG (CH) with iMPREG Liner	34		—	—
KTF GmbH with iMPREG Liner	29		—	—
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH (NL) with SAERTEX Liner	25		—	—
TKT GmbH & Co.KG with Alphaliner	135		98.6	↑
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co.KG with Alphaliner	92	98.9	100	↓
Average		98.7	98.3	↑
Strabag AG (A) with Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	59	98.3	100	↓
Umwelttechnik und Wasserbau GmbH with Alphaliner	179	97.8	99.5	↓
Rohrsanierung Jensen GmbH & Co.KG with Alphaliner	42	97.6	—	—
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH with SAERTEX Liner	34	97.1	97.4	↓
Aarsleff Rohrsanierung GmbH with PAA SF-Liner	130	96.9	97.5	↓
Insituform Rioolrenovatietechnieken B.V. (NL) with Insituform Schlauchliner NL	208	95.7	91.5	↑
Van der Velden Rioleringsbeheer B.V. (NL) with iMPREG Liner	31	93.5	100	↓

表－3 2014、2013年の曲げ強度試験結果²⁾Table 3: Test results for flexural strength, 2014 (Short-term σ_{fb})

施工会社	2014		2013	前年からの傾向
	サンプル数	適合率 %	適合率 %	
Aarsleff Rohrsanierung GmbH with iMPREG Liner	71	100	98.3	↑
Arkil Inpipe GmbH with Berolina Liner	86		100	↔
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co.KG with Alphaliner	92		100	↔
Erles Umweltservice GmbH with iMPREG Liner	56		99.3	↑
Geiger Kanaltechnik GmbH & Co.KG with Berolina Liner	133		100	↔
Hamers Leidingtechniek B.V.(NL) with Alphaliner	87		100	↔
ISS Kanal Services AG (CH) with Alphaliner	51		100	↔
Jeschke Umwelttechnik GmbH with Alphaliner	83		100	↔
Jeschke Umwelttechnik GmbH with Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	175		100**	↔
Kanaltechnik Agricola GmbH with iMPREG Liner	54		100	↔
Kibag Geiger Kanaltechnik AG (CH) with iMPREG Liner	34		—	—
KTF GmbH with iMPREG Liner	29		—	—
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH with SAERTEX Liner	34		100	↔
Rohrsanierung Jensen GmbH & Co.KG with Alphaliner	42		—	—
TKT GmbH & Co.KG with Alphaliner	135		100	↔
Aarsleff Rohrsanierung GmbH with PAA SF-Liner	130	99.2	97.5	↑
Average		98.7	98.5	↑
Strabag AG (A) with Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	59	98.3	96.3	↑
Umwelttechnik und Wasserbau GmbH with Alphaliner	179	97.8	99.5	↓
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH (NL) with SAERTEX Liner	25	96.0	—	—
Van der Velden Rioleringsbeheer B.V. (NL) with iMPREG Liner	31	93.5	100	↓
Insituform Rioolrenovatietechnieken B.V. (NL) with Insituform Schlauchliner NL	208	92.8	85.4	↑

表ー4 2014、2013年の更生管の厚さの試験結果²⁾

Table 4: Test results for wall thickness, 2014 (mean combined thickness in accordance with DIN EN ISO 11296, Part 4)

施工会社	2014		2013	前年からの傾向
	サンプル数	適合率 %	適合率 %	
Aarsleff Rohrsanierung GmbH with PAA SF-Liner	75	100,0	95.8	↑
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co.KG with Alphaliner	53		90.9	↑
Erles Umweltservice GmbH with IMPREG Liner	38		97.0	↑
Hamers Leidingtechniek B.V.(NL) with Alphaliner	87		100	↔
Jeschke Umwelttechnik GmbH with Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	175		100**	↔
Kanaltechnik Agricola GmbH with IMPREG Liner	54		100	↔
KTF GmbH with IMPREG Liner	29		—	—
Rohrsanierung Jensen GmbH & Co.KG with Alphaliner	42		—	—
Jeschke Umwelttechnik GmbH with Alphaliner	75	98.7	100	↓
Umwelttechnik und Wasserbau GmbH with Alphaliner	97	97.9	100	↓
Arkil Inpipe GmbH with Berolina Liner	84	97.6	91.4	↑
Kibag Geiger Kanaltechnik AG (CH) with IMPREG Liner	31	96.8	—	—
Average		96.8	96.5	↑
ISS Kanal Services AG (CH) with Alphaliner	54	96.3	100	↓
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH (NL) with SAERTEX Liner	25	96.0	—	—
Aarsleff Rohrsanierung GmbH with IMPREG Liner	34	94.1	96.0	↓
Insituform Rioolrenovatietechnieken B.V. (NL) with Insituform Schlauchliner NL	182	92.9	76.8	↑
TKT GmbH & Co.KG with Alphaliner	85	91.8	95.9	↓
Geiger Kanaltechnik GmbH & Co.KG with Berolina Liner	60	91.7	95.2	↓
Van der Velden Rioleringsbeheer B.V. (NL) with IMPREG Liner	28	89.3	97.1	↓
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH with SAERTEX Liner	21	85.7	100	↓
Strabag AG (A) with Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	7	***	100	—

2014年の弾性係数と曲げ強度の全体平均適合率はいずれも98.7%である。ガラス繊維型では曲げ弾性係数が99.2%、曲げ強度が99.5%となるのに引きかえ、不織布型では曲げ弾性係数が99.2%、曲げ強度が95.3%となる。更生管の厚さでは全体平均適合率は96.8%である。表中の「—」は、サンプル数が統計解析できるほど多くないことを示している。

表ー5 2014、2013年の水密性試験結果²⁾

Table 5: Test results for water tightness, 2014

施工会社	2014		2013	前年からの傾向
	サンプル数	水密性適合率 %	水密性適合率 %	
Aarsleff Rohrsanierung GmbH with PAA SF-Liner*	126	100,0	100	↔
Geiger Kanaltechnik GmbH & Co. KG with Berolina Liner	133		98.6	↑
Hamers Leidingtechniek B.V.(NL) with Alphaliner	87		100	↔
ISS Kanal Services AG (CH) with Alphaliner	54		100	↔
Jeschke Umwelttechnik GmbH with Alphaliner	83		100	↔
Jeschke Umwelttechnik GmbH with Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	175		100**	↔
Kanaltechnik Agricola GmbH with IMPREG Liner	54		100	↔
KTF GmbH with IMPREG Liner	29		—	—
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH with SAERTEX Liner	34		100	↔
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH (NL) with SAERTEX Liner	25		—	—
Rohrsanierung Jensen GmbH & Co.KG with Alphaliner	42		—	—
Strabag AG (A) with Brandenburger Liner BB 2.0 / 2.5	59		100	↔
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co.KG with Alphaliner	92	98.9	100	↓
Arkil Inpipe GmbH with Berolina Liner	86	98.8	100	↓
TKT GmbH & Co.KG with Alphaliner	135	98.5	97.1	↑
Umwelttechnik und Wasserbau GmbH with Alphaliner	179	97.8	99.0	↓
Aarsleff Rohrsanierung GmbH with IMPREG Liner	71	97.2	98.1	↓
Van der Velden Rioleringsbeheer B.V. (NL) with IMPREG Liner	31	96.8	92.9	↑
Average		96.6	98.5	↓
Kibag Geiger Kanaltechnik AG (CH) with IMPREG Liner	34	94.1	—	—
Erles Umweltservice GmbH with IMPREG Liner	56	89.3	98.6	↓
Insituform Rioolrenovatietechnieken B.V. (NL) with Insituform Schlauchliner NL	208	79.8***	91.5	↓

2014年、水密性の試験結果は検査業務開始以来、初めて低下した。2013年の適合率98.5%から2014年は96.6%に低下した。これは表ー6に示すようにインシチュフォームの適合率が79.8%となったことによる。ガラス繊維型の工法の適合率には変化がなかった。

表－6 ライナー別にみた各項目の2014年の適合率²⁾

Table 6: Test results by liner types, 2014

ライナー名	水密性		弾性係数		曲げ強度		更生管の厚さ	
	サンプル数	適合率 %	サンプル数	適合率 %	サンプル数	適合率 %	サンプル数	適合率 %
Brandenburger Liner BB 2.0/2.5	234	100	234	99.6	234	99.6	182	100
Alphaliner	672	99.0	669	99.0	669	99.4	493	97.6
PAA SF-Liner	126	100**	130	96.9	130	99.2	75	100
Berolina Liner	219	99.5	219	100	219	100	144	95.1
iMPREG Liner	275	96.0	275	99.3	275	99.3	214	97.2
SAERTEX Liner	59	100	59	98.3	59	98.3	46	91.3
Insituform Schlauchliner (NL)	208	79.8***	208	95.7	208	92.8	182	92.9
Average		96.6		98.7		98.7		96.8

■ 平均値かそれ以上

■ 平均以下

* 発注者の目標値と比較（構造解析/サンプルデータ）

** インナーフィルムを切らない状態で試験

*** 2014年9月15日より蘭KOMO社の要望でインナーフィルムを切らない状態で試験

上述の Alphaliner, Brandenburger, Berolina liner は既に我が国に導入され一部改良されている。

インシチュフォームはドイツよりもオランダでより多用されており、試験片もオランダからのものである。オランダでの適合率を表－7に示す。

表－7 ライナー別にみたオランダでの各項目の2014年の適合率²⁾

Table 8: Test results, Netherlands, 2014

施工会社	サンプル数	水密性	弾性係数	曲げ強度	更生管の厚さ
		適合率 %	適合率 %	適合率 %	適合率 %
Hamers Leidingtechniek B.V.(NL) with Alphaliner	87	100	100	100	100
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH (NL) with SAERTEX Liner	25	100	100	96	96
Van der Velden Rioleringsbeheer B.V. (NL) with iMPREG Liner	31	96.8	93.5	93.5	89.3
Insituform Rioolrenovatietechnieken B.V. (NL) with Insituform Schlauchliner NL	208	79.8***	95.7	92.8	92.9
Average NL		87.7	96.9	94.9	94.7

*本試験ではオランダのKOMO財団の承認により2014年9月15日以降はインナーフィルムを切除していない。

4. 試験公表制度に関する社会的評価

この試験公表制度により得られた効果は以下のようである。

- ① CIPPの質の確保に関し透明性が高い。
- ② CIPP技術に対し利用者の信頼度が高くなった。
- ③ 施工業者への社会的圧力が施工の質を高めた。
- ④ 価格競争のみならず質の競争が生じてきた。
- ⑤ ドイツのCIPP技術が世界一と認められるようになった。
- ⑥ ドイツのCIPP産業が輸出に成功するようになった。
- ⑦ 過去10年間で10%以上質が向上した。

5. IKT報告書(LinerReport)の今後の展開

IKTは試験結果報告書の発行の今後について以下のように述べている。

- ① IKTはこれからもCIPP試験を継続する。
- ② IKTはこれからも報告書を発行し続ける。
- ③ そうしなければ、CIPPの質が低下するだろう。
- ④ 社会的圧力が良好な質を維持し続けさせるであろう。
- ⑤ 報告書にある業務はEU以外の地域にも展開していくだろう。

6. わが国との比較

CIPPによる管渠更生後の検査に関し、わが国ではJIS A 75115) の7.8.1や7.8.2, 付属書CのC.2, 付属書JDの要求事項がある。要求事項数はわが国の方がドイツより多いが、検査方法を見ると、わが国の場合、実施者、試験者、結果の公表方法等が明確ではなく、さらに、サンプル採取位置の許容範囲も異なっている。また、ドイツのように企業名、施工法を含めて施工基準適合率を公表するところまでしていない。わが国での適合率は100%でないはずである。下水道も公共資本と公共サービスのひとつであるので、社会に対して検査結果を知らせて透明性を増すなど、公共性に適う仕組みと体制を早急に樹立することが望まれる。

【参考文献】

- 1) IKT, Quality and transparency oblige, Ten years of the IKT LinerReport, 2013, pp.11-20, 2014
<http://www.ikt-online.org/downloads/linerreport/>
2016年1月現在
- 2) IKT, Use of CIPP liners expanding in Europe, IKT-LinerReport 2014, pp.1-12, 2015
<http://www.ikt-online.org/downloads/linerreport/>
2016年1月現在
- 3) Waniek : , R.D. Ten Years of CIPP Liner Testing Results, Proceedings of 33rd International Conference of Trenchless Technology, Istanbul, No.88-1-12, 2015
- 4) たとえば、山内猛：ドイツの管きょ更生の取り組み，下水道機構情報，Vol.1, No.1, 2007
<http://www.jiwet.or.jp/quarterly/n001/pdf/n001-015.pdf>
- 5) JIS規格は下記で閲覧できる。
<http://www.jisc.go.jp/app/pager?id=271009>

道路を掘らない技がここにある

No-Dig Today

工法NAVI

非開削技術検索サイト 工法ナビ

広告掲載のご案内

本誌『No-Dig Today』『工法ナビ』への広告掲載をご希望の方はNo-Dig Today編集室またはJSTT事務局までお問い合わせください。

発行年4回：4月・7月・10月・1月の1日発行
 広告サイズ：1頁＝縦255mm×横175mm
 1/2頁＝縦120mm×横175mm

広告のお申し込み・お問合せ

No-Dig Today 編集室
 (株)LSプランニング
 Tel 03-5621-7850 Fax 03-5621-7851

JSTT 事務局
 Tel 03-5639-9970 Fax 03-5639-9975

環境にやさしい非開削技術

■ No-Dig Today 広告掲載料金

掲載場所	サイズ	刷色	掲載料金
表2	1頁	カラー	200,000円
表3			180,000円
表4			250,000円
前付	1/2頁	モノクロ	150,000円
後付			45,000円
	1頁		70,000円

※広告掲載料金は1掲載当たりの金額です。(消費税別)

■ 工法ナビ バナー広告掲載料金

掲載場所	掲載期間	掲載料金
TOPスペース	6ヶ月	60,000円
技術区分内スペース	上半期(4月1日～9月30日)	18,000円
	下半期(10月1日～3月31日)	

※広告掲載料金は1掲載当たりの金額です。(消費税別)