IKT ライナーレポート 2020

現場硬化管の合格率 ６年ぶりの低水準

８個中１個の現場硬化管サンプルが４項目の試験のうち１項目以上不合格

筆者：ローランド W. ワニエク
ディエター・ホーマン
バーバラ・グルーネヴァルト

今年もIKT（地下構造物研究所）は第17回目となる年次ライナーレポートを発行いたします。

今回の2020年ライナーレポートでは、2,613個の現場硬化管サンプルの短期試験結果を考察します。2020年のサンプル数は2019年に提供された数より11%も増加し、新型コロナウィルスの世界的流行にも関わらず現場硬化型管更生への需要があったことを示しているとも考えられます。サンプルの試験結果がライナーレポートに掲載されるには、１工法につき５現場以上から25個以上のサンプルの試験を行う必要があります。この条件を満たしたのは、欧州7カ国の27社の施工会社でした。その27社は10種類の異なる更生工法で施工を行いました。

2020年は前年よりも悪い結果に

2020年の更生管の試験結果は総体的には良い結果でしたが、前年より低い数値もある事実は見逃せません。全体的に、ガラス繊維とフェルトの両製品の４項目の全試験において低下傾向にあります（試験の詳細は「試験基準の概要」を参照）。4項目の試験の合格率は平均して2019年よりも低く、水密性は−1.6%、弾性係数は−1.5%、さらに曲げ強度においては−2.9%という結果でした（表１）。

４項目の試験に全て合格すべきである

更生管サンプルの試験結果を個別に考査することにあまり意味はありません。むしろ、発注者にとって重要なのは、個々のサンプルが目標値または設計値に対して4項目の試験に全て合格することが重要です。そうすることで発注者は、施工された更生管が約束された仕様を達成していることを確認することができます。

更生管の８個中１個が不合格

2020年に4項目の試験に全て合格したサンプルは87.5%のみで、残りの12.5%は全項目に合格することはできませんでした。すなわち、施工された更生管サンプルの8個に1個は、4項目の試験のうち少なくとも1項目は目標値を下回っていたということになります。これは過去6年間で最も低い合格率です。前年の完全合格率は93%、2016年は95%でした（図１）。

2020年 IKT ライナーレポートの基本データ

- 更生管のサンプル数：2,613個
- うち2,195個はGRPライナー材、418個はフェルトライナー材
- 管更生工法の種類：10工法
- 施工会社数：27社
- 必要なサンプル量：1工法につき5現場以上から採取した合計25個以上のサンプル
- サンプル提供者：発注者74%、施工会社26%
- サンプル採取場所：ベルギー、チェコ共和国、フランス、ドイツ、英国、オランダ、スイス

試験基準の概要

更生管のサンプルは施工現場で採取され、次の4項目の試験基準にしたがって試験室で検査されます。試験結果は、製品の技術認証の目標値または発注者の設計値と比較されます。結果が試験依頼時に設定された目標値または設計値以上の場合、合格となります。

弾性係数（短期曲げ弾性係数）

- 更生管は地下水圧、交通荷重、土圧等に耐えうること
- 弾性係数は耐荷力を示す指標である
- 弾性係数が低すぎる場合は、安定性を損なう恐れがある
- 試験方法： DIN EN ISO 178およびDIN EN ISO11296-4に準拠した三点曲げ試験

＞試験結果は表2を参照

部材厚（平均複合材厚み）

- 過度に薄い部材厚は安定性を損なう恐れがある
- 最小値は構造解析計算で規定
- 部材厚と弾性係数の両方で更生管の剛性が決定される
- 試験方法：平均複合材厚みはデジタルノギスを使用してDIN EN ISO 11296-4に準拠して計測される

＞試験結果は表2を参照

曲げ強度

（破断時の曲げ応力＝短期曲げ応力-σfb）

- 更生管が破断するまでの最大荷重を示す
- 曲げ強度が低すぎる場合は、許容変位量に達する前に破断する可能性がある
- 試験方法： DIN EN ISO 178およびDIN EN ISO11296-4（短期曲げ強さ）に従って、破断するまで三点曲げ試験の荷重を上げていく。

＞試験結果は表2を参照

水密性

- インナーフィルムが構造部材でない場合は、インナーフィルムに切り込みを入れる
- アウターフィルムが構造部材でない場合は全て取り除く
- 赤い染料で色付けした水をサンプル内面に垂らす
- サンプル外面から0.5barの部分真空をかける
- 赤い染料の水が外面に浸透した場合は更生材に「水密性がない」と見なされる
- 試験時間：30分

＞試験結果は表2を参照

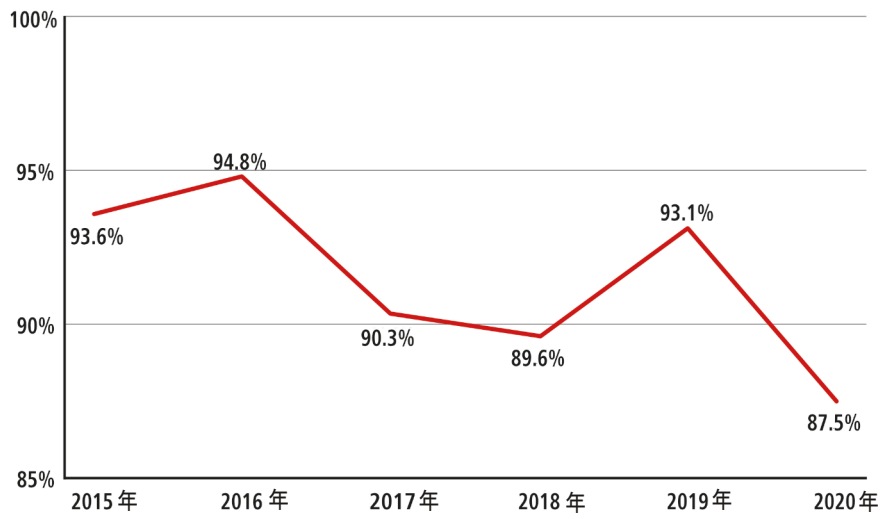
上記試験の詳細はIKTのホームページをご参照ください: www.ikt.institute/cipp-liner/

表1：2020年の試験結果（前年比）

基材	水密性合格率（%）			弾性係数合格率（%）*			曲げ強度合格率（%）*			部材厚合格率（%）*		
	2020年	2019年	前年比	2020年	2019年	前年比	2020年	2019年	前年比	2020年	2019年	前年比
全サンプルの平均値	97.0	98.6	- 1.6 ↓	96.4	97.9	- 1.5 ↓	97.1	98.2	- 1.1 ↓	94.6	97.5	- 2.9 ↓
GRP	96.9	98.5	- 1.6 ↓	96.2	97.9	- 1.7 ↓	97.2	98.3	- 1.1 ↓	93.4	97.2	- 3.8 ↓
フェルト	97.4	99.6	- 2.2 ↓	97.1	97.9	- 0.8 ↓	96.7	97.5	- 0.8 ↓	99.3	100	- 0.7 ↓

GRP：ガラス繊維強化プラスチック基材／フェルト：フェルト基材
製品の技術認証（DIBt認証、KOMO証明書、QUIKガイドライン）または発注者の発注条件（構造計算またはサンプル提出書類に記載されている数値）に従って決定された規格値と比較

グラフ１：4項目の試験基準すべてに合格したサンプルの割合（%）



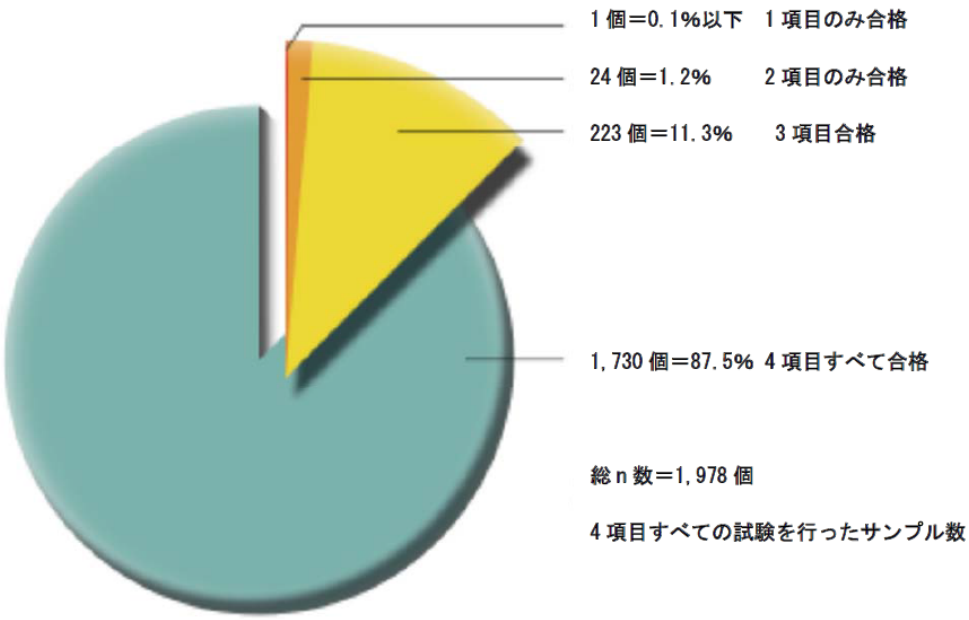
グラフ１の割合は、4項目全ての目標値または設計値が提供された1,978個のサンプルを対象にしています。1/4（635個）のサンプルは、全ての規格値が提供されなかったか、サンプルを提供した施工会社または発注者から一部の試験を委託されなかったものです。

・1つの試験項目のみに合格：0.1%以下
・2つの試験項目のみに合格：1.2%
・3つの試験項目に合格：11.3%
・4つの試験項目すべてに合格：87.5%

施工会社および更生工法の品質確保の重要性

施工会社27社の個別の結果を表２に掲載しました。6社は2～3種類の異なる更生工法のサンプルを提供したため、複数回社名が登場しています。残りの21社は1工法のみのサンプル提供がありました。複数の工法のサンプルを提供した6社は、工法によって試験結果が異なりました。例えば、Swietelsky-Faber Kanalsanierung GmbH社はブランデンブルグ ライナー2.5およびサーテックス ライナーの両工法で良い試験結果を得ることができました。

グラフ２：更生材サンプルの合格率（項目数別）



しかし、同じ施工会社が提供したインプレグ ライナーのサンプルの試験結果は先の2工法よりも芳しくない結果でした。インプレグ ライナーがブランデンブルグ ライナー2.5やサーテックス ライナーより12%も劣る結果が見受けられました。このことから、更生管の品質は施工会社の責任だけでなく、使用する更生工法にも左右されることがわかります。表３に工法別の試験結果を示します。

インナーフィルム有無での水密性試験

水密性試験における施工会社の試験結果は、目標値を満たしたサンプルの割合が63.6%～100%でした。低い合格率がある理由は、一部の発注者がAarsleff Rohrsanierung GmbH社 （PAA SFライナー）のサンプルに対してAPSガイドラインに従って厳密に試験することを要求したためです。APSガイドラインにはインナーフィルムに切込みを入れることが規定されています。しかし、DIBt認証においては同製品の種類に関して切込みは必須条件ではありません。フィルムに切込みを入れなかった場合、Aarsleff社のサンプルは100%合格しました。また、GMB Rioleringstechnieken B.V.社のインシチュフォーム ライナーも同様で、インナーフィルムに切込みを入れない場合サンプルは100%合格し、切込みを入れた場合は75%しか合格しませんでした。
この2件の事例を除くと、水密性試験の合格率の幅は82%～100%とかなり小さくなります。施工会社と更生工法の14組の組み合わせは水密性試験に100%合格しました。

曲げ強度と部材厚

弾性係数では96.4%のサンプルが合格しました。施工会社によって合格率は71.9%～100%の幅があります。13組の施工会社と更生工法の組み合わせが、全てのサンプルにおいて合格しました。曲げ強度の目標値は全サンプルの97.1%で達成されており、2020年の4つの試験項目の中で最も良い結果でした。18組の施工会社と更生工法の組み合わせが100%合格を達成しました。最も低かったのは73.3%でした。
総体的に部材厚の結果は4つの試験項目の中で最も低いものでした。合格率の平均値は94.6%、合格率の幅は56.7%～100%でした。13組の施工会社と更生工法の組み合わせが、全てのサンプルにおいて合格しました。

表２：2020年ライナーレポートの試験結果

		水密性		弾性係数		曲げ強度		部材厚		
施工会社	工法名	サンプル数	水密性合格率（%）	サンプル数	弾性係数合格率*（%）	サンプル数	曲げ強度合格率*（%）	サンプル数	部材厚合格率*（%）	発注者が依頼した割合
Bluelight GmbH (ドイツ)	PAA-F ライナー	25	100	25	100	25	100	25	100	0
Hamers Leidingtechniek B.V. (オランダ)	アルファライナー	62		62		62		62		100
Jeschke Umwelttechnik GmbH (ドイツ)	アルファライナー	130		130		130		68		64
Kanaltechnik Agricola GmbH (ドイツ)	ブランデンブルグライナー2.5	32		32		32		32		0
Umwelttechnik und Wasserbau GmbH (ドイツ)	ブランデンブルグライナー2.5	33		33		33		17		49
Aarsleff Rohrsanierung GmbH (ドイツ)	インプレグ ライナー	107	96.3	106	100	106	94.3	105	98.1	99
Aarsleff Rohrsanierung GmbH (ドイツ)	PAA SF ライナー	292** 22	100 63.6	314	99.7	314	100	312	99.0	100
Aarsleff Rohrsanierung GmbH (ドイツ)	PAA-G ライナー	52	100	52	98.1	52	100	50	96.0	96
AKS Umwelttechnik GmbH (ドイツ)	ブランデンブルグライナー2.5	65	93.8	64	96.9	64	96.9	-	-	100
Arkil Inpipe GmbH (ドイツ)	ベロリーナ ライナー	148	100	148	100	148	98.6	104	69.2	100
Arkil Inpipe GmbH (ドイツ)	インプレグ ライナー	30	96.7	30	80.0	30	73.3	25	96.0	100
Axeo TP (フランス)	アルファライナー	36***	100	36	91.7	36	97.2	32	100	100
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co. KG (ドイツ)	サーテックス ライナー	70	98.6	69	88.4	69	98.6	52	100	84
Fretz Kanal-Service AG (チェコ)	インプレグ ライナー	45	100	45	97.8	45	93.3	45	97.8	100
Geiger Kanaltechnik GmbH & Co. KG (ドイツ)	アルファライナー	58	98.3	57	71.9	57	98.2	24	83.3	79
GMB Rioleringstechnieken B.V. (オランダ)	インシチュフォームライナー（オランダ）	67** 12	100 75	79	86.1	79	82.3	79	100	67
GMB Rioleringstechnieken B.V. (オランダ)	サーテックス ライナー	260	95.0	258	97.3	258	96.5	260	98.5	47
ISS Kanal Services AG (スイス)	アルファライナー	108	97.2	108	99.1	108	100	108	89.8	10
Kanaltechnik DF-ING GmbH (ドイツ)	インプレグ ライナー	28	82.1	28	96.4	28	100	22	95.5	100
KATEC Kanaltechnik Müller und Wahl GmbH (ドイツ)	アルファライナー	77***	100	76	98.7	76	97.4	70	94.3	100
KTF GmbH (ドイツ)	インプレグ ライナー	35***	97.1	61	85.2	61	91.8	63	100	2
LTS - Lilie Tief- und Straßenbau GmbH (ドイツ)	サーテックス ライナー	46	95.7	46	100	46	100	45	100	70
M.J. Oomen Leidingtechniek B.V. (オランダ)	サーテックス ライナー	29	93.1	29	93.1	29	100	29	89.7	100
McAllister Group (英国)	インプレグ ライナー	33	100	30	93.3	30	100	30	56.7	0
Rainer Kiel Kanalsanierung GmbH (ドイツ)	サーテックス ライナー	69	95.7	69	97.1	69	98.6	26	92.3	96
Renotec N.V. (ベルギー)	アルファライナー	-	-	30	83.3	30	76.7	30	80.0	0
Renotec N.V. (ベルギー)	サーテックス ライナー	23	91.3	72	90.3	72	95.8	72	94.4	32
Rohrsanierung Jensen GmbH & Co. KG (ドイツ)	アルファライナー	35	97.1	35	97.1	35	100	35	94.3	100
SKS-Servicecenter für Kanalsanierung GmbH (ドイツ)	ブランデンブルグライナー1.0	40***	92.5	40	100	40	100	-	-	100
Swietelsky-Faber Kanalsanierung GmbH (ドイツ)	ブランデンブルグライナー2.5	37	97.3	37	100	37	100	13	100	100
Swietelsky-Faber Kanalsanierung GmbH (ドイツ)	インプレグ ライナー	109	87.2	107	94.4	107	91.6	101	91.1	100
Swietelsky-Faber Kanalsanierung GmbH (ドイツ)	サーテックス ライナー	126	99.2	127	100	127	99.2	65	100	83
TKT GmbH & Co. KG (ドイツ)	アルファライナー	60	100	60	100	60	100	16	75.0	77
TRASKO BVT, s.r.o. (チェコ)	アルファライナー	33	97.0	33	100	33	100	33	84.8	0
Umwelttechnik und Wasserbau GmbH (ドイツ)	アルファライナー	69	97.1	67	98.5	67	100	43	100	77
平均値			**97.0**		**96.4**		**97.1**		**94.6**	**74**

*製品の技術認証（DIBt認証、KOMO証明書、QUIKガイドライン）または発注者の発注条件（構造計算またはサンプル提出書類に記載されている数値）に従って決定された規格値と比較
**インナーフィルムを切断せずに実施
***4カ所の施工現場から採取
－　評価なし：目標値を指定したサンプル数不足のため

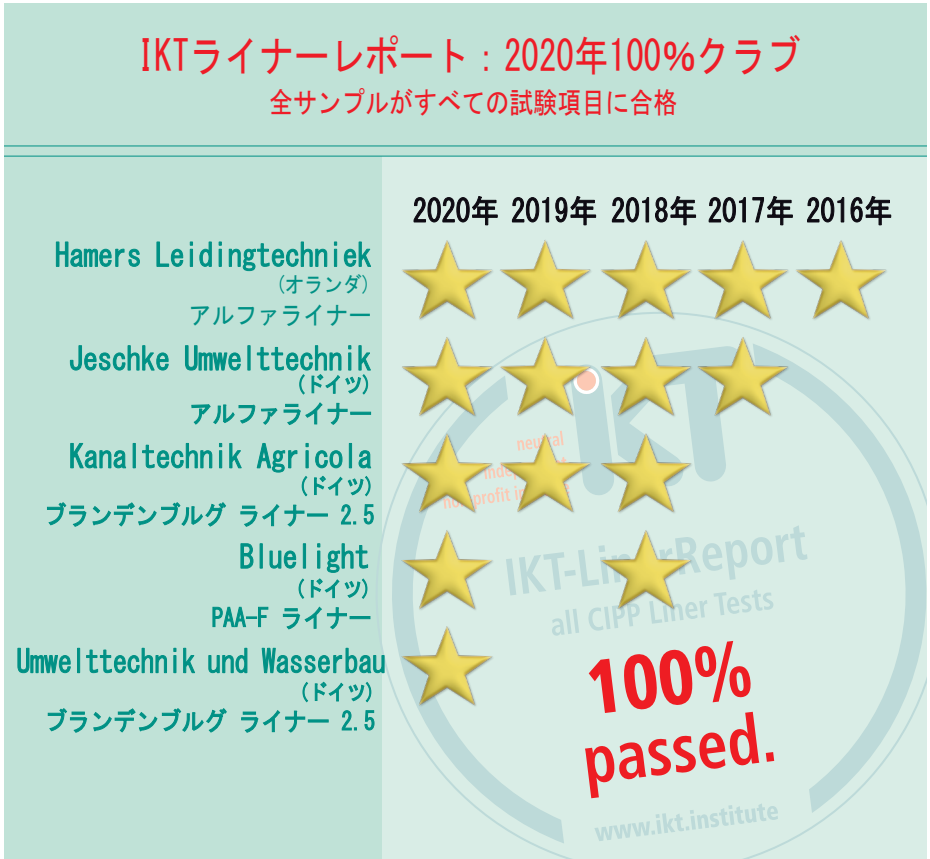
表3：2020年工法別　試験結果

		水密性		弾性係数		曲げ強度		部材厚	
工法名	基材	サンプル数	水密性合格率（%）	サンプル数	弾性係数合格率*（%）	サンプル数	曲げ強度合格率*（%）	サンプル数	部材厚合格率*（%）
PAA-F ライナー	フェルト	25	100	25	100	25	100	25	100
PAA-G ライナー	GRP	52	100	52	98.1	52	100	50	96.0
PAA SF ライナー	フェルト	292** 22	100 63.6	314	99.7	314	100	312	99.0
ブランデンブルグ ライナー 2.5	GRP	167	97.0	166	98.8	166	98.8	62	100
ベロリーナ ライナー	GRP	148	100	148	100	148	98.6	104	69.2
ブランデンブルグ ライナー 1.0	GRP+PFM	40	92.5	40	100	40	100	–	–
インシチュフォーム ライナー（オランダ）	フェルト	67** 12	100 75.0	79	86.1	79	82.3	79	100
サーテックス ライナー	GRP	623	96.1	670	96.1	670	97.8	549	97.6
アルファライナー	GRP	668	98.8	694	96.0	694	98.4	521	93.1
インプレグ ライナー	GRP	387	93.5	407	93.9	407	92.4	391	93.1
平均値			97.0		96.4		97.1		94.6

平均値以上
平均値未満

*製品の技術認証（DIBt認証、KOMO証明書、QUIKガイドライン）または発注者の発注条件（構造計算またはサンプル提出書類に記載されている数値）に従って決定された規格値と比較

GRP：ガラス繊維強化プラスチック基材
フェルト：フェルト基材
GRP+PFM:　ガラス繊維強化プラスチック基材＋ポリエステルフリースマット基材



グラフ3：2020年100%クラブの施工会社

最優秀施工会社「100%クラブ」

高品質の更生管であれば４つの試験項目に全て合格する必要があります。試験結果を比較するための規格値は技術承認における目標値が使用されることが主ですが、発注者の発注条件に基づく現場ごとの構造計算による設計値の場合もあります。2020年には、施工会社27社のうち5社の全サンプルが４つの試験項目において全て合格し（前年は23社中3社）、5カ所以上の施工現場で品質要求を完全に満たしました。

2020年の「100%クラブ」は以下の通りです。

- Bluelight GmbH (ドイツ)
  PAA-F ライナー工法で施工
- Hamers Leidingtechniek B.V. (オランダ)
  アルファライナー工法で施工
- Jeschke Umwelttechnik GmbH (ドイツ)
  アルファライナー工法で施工
- Kanaltechnik Agricola GmbH (ドイツ)
  ブランデンブルグ ライナー 2.5
- Umwelttechnik und Wasserbau GmbH (ドイツ)
  ブランデンブルグ ライナー 2.5

グラフ３では、先の施工会社が以前に「100%クラブ」を達成した実績を示しています。

総括

2020年の総体的な試験結果は、過去6年間で最も低いものとなりました。現場硬化管のサンプルの８個に1個が、少なくとも１つの試験項目で目標値を達成できませんでした。しかし、品質確保に必要なことは明確であり、全てのサンプルが４つの試験項目に100%合格しなければならないということです。2020年には、87.5%のサンプルでこれが達成されました。
しかし、４つの試験項目を個別に見た場合、2020年の結果はこの6年間で最も悪くなっています。2018年には、部材厚の平均値が2020年よりわずかに低かったのみで、それ以外の項目では、2015年から2019年までのすべての平均結果が2020年の結果より上回っています。我々試験機関としては、試験結果を報告することはできても、結果に基づいて原因を推測することはできません。

しかしながら、１つ明白なのは、たとえ非常に高レベルの技術開発が行われて、一流の更生工法としての地位が確立されており、かつ現場作業員の研修が十分に行われているにも関わらず、全てのサンプルが目標を達成するとは限りません。それどころか、合格率が下がることもあるということが実証されました。2020年の結果を踏まえ、施工現場および試験所において、引き続き品質管理を徹底する必要があると考えます。

お問合せ
Iain Naismith, PhD
T: +44 (0) 7983 605219
E-mail: naismith@ikt.institute
Barbara Grunewald, M.Sc.
T: +49 (0) 209 17806-40
E-mail: grunewald@ikt.institute
IKT - Institute for Underground Infrastructure
non-profit limited liability company
Exterbruch 1, D-45886 Gelsenkirchen
www.ikt.institute

neutral
independent
non-profit institute

IKT - Institute for Underground Infrastructure