

ドイツにおける 管路更生工法の品質確保

IKT「地下構造物研究所」

所長 ローランド・W・ワニエク



IKT「地下構造物研究所」とは

私が所長を務めているIKTという組織は、中立の立場で非営利活動を行う独立した研究機関です。1994年にボーフム・ルール大学の一部を独立させる形で設立されました。

下水道における老朽管の更生というテーマは、既に90年代から多くの関心と呼んでいました。それまで下水道管きよは、公的な管理者のもとで管理されてきましたが、思っていた以上にその状態が悪いということに皆愕然としたわけです。その機能を保つためには、今後何十億ユーロという多額の投資が必要だということで、高度な、しかも経済性をも併せ持った技術の研究が行われるようになり、IKTの設立につながったわけです。

設立時には、州の環境省が建設費も含めた大部分を支援してくれました。しかし、それはあくまで初期投資であって、その後の運営に対しての助成金は一切ありません。なんらかのプロジェクトを通じた報酬のみを運営資金としています。また、独立性を保つために民間の資本も入りません。

IKTの活動は、研究に約50%が費やされ、それから材料の試験に20%、製品テストに15%、そのほかコンサルティング、流量測定、セミナーや出版物の発刊なども行っています。事業の約半分が省庁からの委託業務で、自治体や下水道の管理者からの仕事が40%、民間企業からが10%ほどです。

また、中立性を保つために、独特の組織構成になっています。管理者として二つの「促進協会」があり、一つのグループは約100の自治体が加盟しています。

ベルリンやハンブルク、デュッセルドルフのような国内の都市のほかにロンドン、オーストリアなどの海外の都市も加盟しています。この促進協会が、約66%の株式を所有しています。二つ目のグループは、更生工事を行う企業やコンサルティング会社です。大企業から中小の企業までおよそ50の企業が約33%の株式を所有しています。これらの組織がそれぞれIKTにおける研究テーマの決定などを行っているわけです。

設立以来の研究プロジェクトとしては、長期にわたる規模の大きいもので約50件以上、材料試験等が数千件、コンサルティング業務がおよそ300件、大規模な製品の検査、比較検査を5件やっています。対象分野は、主に地下構造物、下水道などですが、建設から改築、更正、補修のすべての業務と管理を行っています。

施工現場でサンプルを採取

ライナー工法は、日本でもよく使われていますが、ドイツでも最も普及している非開削の更生工法と言えます。市場のシェアは80%、年間600~700kmの施工実績があります。小口径から大口径までのあらゆる口径、形状に対応しており、通常で50年以上の耐用年数が期待できる高い経済性も持っています。

ただし、実際に50年以上の使用に耐え得るのかどうかは、品質確保を常に監視していかなければなりません。ライナー工法は、ご承知のとおり施工現場で初めて完成品になります。完成品になった段階では、いわゆる新管と同じですが、困難な状況のある施工現場で、工場と同じ品質をつくり出さなければならないわけです。

では、そのために何が必要かという点、まず、材料

そのものの品質が高くなければなりません。また、それをきちんと施工できる熟練した施工者が必要です。それが相まって初めて成り立つことができます。つまり、施工現場でサンプルを採取して品質が確保できているかどうか検査しなければなりません。

そのために、さまざまな規格や指針があるわけで、それに関わる三つの団体があります。最も上位に位置する「DIBt」ドイツ建設技術研究所は、建築資材やシステムの認可を行う組織です。IKTも検査機関としてその認可を受けているわけですが、そのほかに「DIN」ドイツ規格協会があり、また「DWA」上水・廃水・廃棄物協会という民間の団体があります。



水密性と耐荷重性をチェック

ライナー工法についてIKTが調査するのは、材料と形状と供用されている間にかかるさまざまな負荷です。管きよの管理者が、施工された更生管から試験片を採取して、IKTでさまざまなテストをすることになります。

複数のスパンを一挙に更生した時は、マンホール部分から管状のサンプルを採取することができますが、そうではない場合は、30×20cmくらいのサイズの試験片を採取します。もちろん、採取後にまた補修するわけですが。

サンプルは、まず精度の高いノギスを使って管厚をはかり、それから、専門家の手によって様々なテストが行われます。その中で中核となるのが水密性の試験で、APSという基準に従って検査をします。

水の入ったフラスコに500mbar程度の陰圧をかけ、その上にライナーの試験片を設置します。そして、スポイトで赤く色をつけた試験液を上から試験片に垂らします。最大で30分ほどおき、水密性が悪く試験液が浸透して下に落ちればフラスコの水が赤く染まる仕組みです。

このとき、ライナーに付いているアウターフィルム、インナーフィルム、あるいはコーティングなどを事前に除去します。これらは、あくまで施工手段であって、供用している間に水や堆積物等の摩擦によってはがれてしまいます。そういったものを水密性の対象とさせないために、フィルムにクロスカットで格子状の切り込みを入れます。その面積は直径45mm程度と規定されています。同じ試験片に対して3回テストを行い、試験液がしみ出さないかどうかで判断します。

次に、機械的な圧力かける圧力テストを行います。もし、管状のサンプルが採取できない場合には、20×30cmの小さな試験片を使って、短期の3点曲げ試験で曲げ弾性係数、曲げ強度を求めることになります。サンプルに対して1分間に10mmという変形速度で一定の圧力を加えて破断するまで待ちます。そのときの



応力とひずみ、形状に基づいて曲げ弾性係数と曲げ強度を算出し、その結果から最終的な強度を算出します。

同じような方法で管状のサンプルの試験も行います。管頂部から1分以内に3%の変形が起こるような垂直の荷重をかけます。それを2分間継続させます。こうしてライナー材の初期の剛性を求めることができるわけです。



検査レポートをネットで公開

このようにして求めた値を、規定値と比較するわけですが、この規定値の求め方には2種類あって、一つは実際に施工を行う現場のさまざまな条件から求める場合です。既設管の強度やライナーの強度などから静的な計算上の想定値を求め、施工後の値と比較して、その善し悪しを判断する方法です。ですから、施工現場ごとに規定値が違います。静的解析の方法としては、DWAのデータシートM127-2というものがあります。

もう一つの規定値は、いわゆるDIBtが製品として認可した際に使われた規定値。つまり、DIBtがメーカーに技術証明書を出した時の値が規定されています。

さらに、曲げ弾性係数、曲げ強度の数値については長期の数値というものも求められますが、施工ごとに毎回提出することはできませんから、それは技術証明書を取得する前に証明しなければなりません。そこで、IKTの研究所の中で、1万時間をクリアできるような試験を行って、証明書を得ることになります。1万時間は、およそ16ヶ月に相当するわけですが、それぞれのライナーごとに減少係数を算出し、そこで得られた数値から実際に50年供用した場合にライナーがどうい

う状態に至るかを想定するわけです。

もう一つの方法が24時間のクリープ挙動を調べる方法ですが、これは、施工直後に施工の善し悪しをすぐに調べたい場合など、短期に大体の目安をつけたい時に使う方法です。管状のサンプルがあれば申し分ないですし、試験片しかない場合でも、24時間3点曲げ試験で同じような内容を検証します。

そして、その値をDIBtが製品を認可したときの規定値と比較してみるわけですが、通常の更生材ならば10~15%、強化された更生材ならば約5%と規定されています。

IKTでは、その結果を「ライナーレポート」として公開しており、現在約3,500のサンプルのレポートを見ることができます。メーカーには、それなりのプレッシャーがかかりますが、その結果として品質が向上していくわけです。最近では、わずかながら改善傾向が見られるようになりました。

レポートには、施工を行った更生業者の社名も公開されています。1年間にこれらの会社からIKTに手渡されたサンプルは、発注者の立ち会いのもと現場で採取され、どこの仲介もなく直接IKTに運ばれてきています。2006年に入手したサンプルのうち、水密性試験では、すべてに合格した100%から一番悪い48%までのばらつきがありますが、平均で88.8%が合格しています。もちろん、機械的特性についても同じようなレポートがあります。

既設管とのすき間が大きな問題に

それでは次に、形状についてのお話しですが、形状というのは、あくまで施工した後の結果であるわけです。管厚であるとか、楕円率、しわ、割れ目です。特に旧管との間にすき間ができていますが、これは旧管にもともと変形があった場合などさまざまです。理想はすき間がほとんどないことだと思いますが、それは簡単なことではないわけで、施工直後はよくても、その後一部剥離するとか、内部に小さなすき間ができて、それが拡大する場合もあるわけです。もちろん見方によっては、「テストに合格しているのに何が悪いんだ」というような考え方もあるかと思えます。けれども、実は大きな問題をはらんでいます。

例えば、木の根がその中に入り込んでしまうケースです。実は、植物の根の挙動についても、IKTは生物



学者、植物学者と長年研究してきて、植物の挙動が人間に非常に近いという結果が得られています。つまり、最も楽な道を行こうとするわけです。

このようなすき間があれば、固い土壌の中に根を張っていくよりも、ずっと楽なわけです。あるところで、それが行き止まりだと気付いても根を後退させることはできません。

また、根の先端の荷重は、共同研究した生物学者や植物学者が驚くほど大きな値になります。例えば、エンドウマメの根っこの先端は、 1 mm^3 に対して11barの荷重をかけることができます。恒久的に11barの荷重に耐え得るものは少ないわけです。

そして、もう一つの理由は、地下水などの浸入を予防するという事です。水もまた通れるところを探していきます。すき間があれば、ライナーの外側に浸入水が流れて、それと同時にさまざまな堆積物や土砂が運ばれ、最終的には処理場にも行き、経済性も損なわれるし、環境にも負荷を与える結果になります。ライナーの外側を伝わった水は、通常、マンホールで出てきます。マンホールでの更生材のシーリング処理がいかに重要かわかっていただけたと思います。

取付管等との接続部分についても同じことが言えます。接続部はハット型にする必要があるわけですが、それが一番ネックになりやすい部分です。施工直後はきちんと張り付いていても、数年後にはボロボロに剥離して、その結果さまざまな堆積物、土砂が流入する状態になります。

地下構造物については、そこに働く荷重が少し甘く推察されています。忘れてはならないのは、一定の荷重が長年にわたって作用するという事です。

発注者にも監視する義務が

最後になりますが、大切なのは私たちに何ができて、何をしなければならないかということです。水密性や耐荷重試験はもちろんのこと、使われている充填材であるとか、残留スチレンの問題、それ以外にも、施工のときに使われた材料が何であったか、それをもう一回検査で確認することが必要です。

私は講演の最初に、いかに品質確保が大事かということをお話いたしました。ここにお集まりの方々には、発注者側の方々もいらっしゃるでしょうし、また、施工業者の方々もいらっしゃると思いますが、私たちは地下の構造物として何十年も供用に耐えるものを、次の世代に引き継げるようなものをつくるべきではないかと思っています。

施工業者としては、高い品質の材料を使用し、高い技術力を養わなければならないと思いますし、発注者は、きちんとした施工がされているのかを常に監視し、管理する義務があると思います。そして、いつか将来、悪い例を一切見ることがないような時代が来ればと願っています。そのためにも、日本の技術者の方々とIKTが協力していければ幸いです。ご清聴ありがとうございました。

(平成20年7月25日)