

LCR

2004
VOL.5

Light Curing Reconstruction

光硬化工法協会会報

インパイプ工法

シームレスシステム工法



輝きがライフラインをガードする

積極的な、提案・提言を期待！！



管渠更生工法技術協会
代表幹事 鵜飼 一雄

管渠更生工法技術協会は、平成11年7月7日に、人孔と人孔との間を全面補修・改築する8工法8工法協会で、「管渠更生工法連絡会」として発足し、貴協会は前身であるインパイプII型研究会として参加されました。

貴協会は光硬化工法協会として引続き連絡会で活動を続けられ、その後、連絡会は、平成15年7月1日に名称を改め、管渠更生工法技術協会として再出発し、現在、建設技術審査証明を取得した全ての工法、20工法15工法協会が参加する、日本で唯一の更生工法に関する技術集団となっています。

管渠更生工法技術協会では、更生工法が抱える様々な課題に取り組み成果を上げています。今までに、「試験方法の標準化(案)」、「更生管渠の構造設計手法の検討、単独管分会中間報告」を作成し発表しました。また、我が国の管渠更生工法の考え方や海外の更生工法の現状について、月刊下水道に「Thinking管更生」として連載し、更に加筆、修正して「管更生の設計手法2002」として発刊しました。

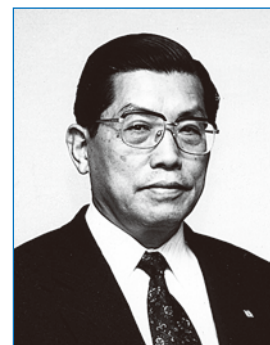
(社)日本下水道協会より発刊された「管更生の手引き(案)」の中で、適用外となった強度のある既設管に反転・形成工法で構築する二層構造管について、実験と解析を行い、それらをまとめ「管きよの更生工法の内、二層構造管の設計手法に関する研究」として発刊しました。それら一連の成果の中で貴協会は常に積極的に活動を続けられ、管渠更生工法技術協会の重要メンバーとして貢献されています。

現在、技術協会は(財)下水道新技術推進機構と品質管理と二層構造管について2つ共同研究を行っており、また、独立行政法人農業工学研究所とも内圧管に関する設計手法について共同研究を行っています。

今後、技術協会の事業の中で貴協会の役割は大きく、従来にも増して日本の管更生事業の正常な発展の為に、貴協会の積極的な提案・提言を期待します。

わが国の下水道管きよ更正の救世主か —— 光硬化工法協会の躍動がカギ ——

光硬化工法協会 相談役
環境資源研究所最高顧問
(元建設省下水道部長)
中本 至



下水道管きよの痛ましい現状

最近、全国各地で「道路の凹み」「道路の陥没」が目立っています。これらは交通に支障をきたし、そして時には人身事故にまで至るケースもあります。

また、下水道事業運営にとって非効率化の原因となる「不明水の増大」が目立つようになりました。

これらの凹み、陥没等の事故は、下水管きよの破損や接合部の不備によるものです。その下水管きよの破損は、硫化水素による腐食や永年の使用による老朽化が原因となっているのです。

下水管きよは放置すると負の遺産に

現在、わが国の下水管きよの布設延長は、約36万キロメートルになりますが、要注意カ所延長はその0.1%強の400キロメートルくらいと推定されます。さらにその要注意カ所延長の大部分は、すぐにでも更生が必要な下水管きよなのです。

これらの更生必要管きよについて、早期実施する場合と、放置して老化・腐食が進行してから更生した場合の総合経費の比較、さらに道路陥没事故の危険度の考察を明確にして、早期更生が行われなければならないと私は考えています。

光硬化工法の有利性について

そこで登場したのが「光(近紫外線)」を応用した工法であります。すなわち、光のエネルギー作用によって液状(モノマー)から固体(ポリマー)に変化硬化させるものです。

その特徴は、硬化時間が極めて早く、伸縮率も低く、しかも強度の高い更生管が形成されるところにあります。

この光硬化工法の実体化が「インパイプ工法」と「シームレス工法」の二つであり、協会の統一によって、年間の施工延長が確実に伸びています。

環境面での配慮と未確認コストの評価

現在の入札制度の不合理性は、ほとんど「価格」だけによる任意落札方式を採用しており、技術面の優劣、企業の安定性、環境面での認識度の高さが全く配慮されないところにあります。

調査によると、光硬化工法は工期短縮による交通渋滞、工事騒音、大気汚染、景気などの未確認コストが極めて有利になっているとのことでした。

今後もさらに技術面での研鑽を努め、光硬化工法がわが国の下水管きよ更生の救世主となることを祈念する次第です。

光硬化工法の収縮はなぜ少ない？

国内の多くの管きよに管更生工法が採用され、各種の樹脂化合物が使用されています。現場硬化(或いは固化)タイプの管更生は、現場で反応硬化もしくは熱加工して既設管のパイプ状に成型しています。施工後に管口を切断した時、あるいは完工後数年して硬化したライナーが管軸方向に収縮することについての問い合わせが寄せられることがあります。そこで、これらの収縮はなぜ発生するのか、光硬化工法ではどうかについて以下に説明します。

固体の線膨張(体積変化)

「物体は熱によって膨張する」ことを習った記憶が皆さんあると思います。

多くの物質は高温では膨張し、低温になれば収縮します。

パイプを常温(例として23℃)の状態から地中に埋設した場合、地中の温度が15℃であれば温度差の8℃分だけ収縮することになります。

どのくらい収縮するか計算してみます。

コンクリート管には鉄筋が入っていますが、常温時の線膨張係数は、鋼材のそれにほぼ等しいとされ、また土木学会のコンクリート標準示方書では一般に $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ を用いてよいとされています。

線膨張係数は、物質の種類によって違いがありますので、表-1に掲載します。

●表-1 線膨張率表・($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)●

コンクリート	7~13
鉄	12
sus304	17.2
アルミ	23
ガラス	8~10
FRP	12~50
PVC	60~80

注:値は専門書より抽出

・呼び径300mmの遠心力鉄筋コンクリート管(長さ 2000mm)の場合を想定します。

熱膨張の計算は、以下の式を使います。

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot (t_0 - t_1)$$

ΔL : 伸び (mm)
 α : 線膨張率
 L_0 : 元の長さ (mm)
 t_0 : 元の温度 ($^{\circ}\text{C}$)
 t_1 : 変化後の温度 ($^{\circ}\text{C}$)

$$\begin{aligned} \Delta L &= 10 \times 10^{-6} \times 2000 \times (23 - 15) \\ &= 10 \times 0.000001 \times 2000 \times 8 \\ &= 0.16(\text{mm}) \end{aligned}$$

上記のように0.16mmと少ない結果になりましたが、更生管やプラスチックの場合には線膨張係数が大きいこと、温度変化が大きいこと、さらにスパン管を施工するため延長が長いことから変化量はずっと大きくなります。

更生管は、現場で樹脂を反応硬化させて作ります。樹脂の自然な硬化反応にまかせていると多くの時間が必要になります。そのため、熱硬化タイプでは、樹脂を含むライナーの温度を上昇させて、80~120℃前後の高温で反応させています。

結果的にスパン間30mを施工するとした場合には、線膨張係数が $12 \sim 50 \times 10^{-6}$ (表-1参照)ですので、係数を 40×10^{-6} と仮定した場合、式から求めると下記のとおり約102mm収縮することとなります。

$$\begin{aligned} \Delta L &= 40 \times 10^{-6} \times 30000 \times (100 - 15) \\ &= 102\text{mm} \end{aligned}$$

硬化反応時に発生する収縮

硬化反応性樹脂は、硬化反応の過程で液体からゲル状になりその後固形化します。

この硬化反応の過程では、わずかながらの収縮が発生します。収縮率は使用している樹脂成分の種類で差がありますが、不飽和ポリエステル樹脂単体の場合には5%から7%と言われています。有機繊維等の補強材によりこの数値は低減され0.4~0.5%程度となりますが、計算上では30mスパンの場合135mmに達することになります。

計算上の収縮量は、固体の熱による収縮と硬化反応による収縮の和(102mm+135mm)が基本となります。

実際の施工現場では、硬化中の昇圧による組成変形や既設管の変形あるいは凹凸等による摩擦抵抗などにより、収縮の発生が抑えられているようです。

収縮応力はどのくらい？

両端が固定されているとした場合に発生する熱収縮による応力計算は、以下の式を用います。

$$\sigma = E \cdot \alpha \cdot (t_0 - t_1)$$

σ : 収縮応力 (N/mm²)
 E : 引っ張り弾性率 仮にシームレスパイプの値 7355とします。 (N/mm²)
 α : 線膨張係数 仮に40×10⁻⁶とします。
 t_0 : 元の温度 (°C)
 t_1 : 変化後の温度 (°C)

$$\begin{aligned} \sigma &= E \cdot \alpha \cdot (t_0 - t_1) \\ &= 7355 \times 40 \times 10^{-6} \times (100 - 15) \\ &\approx 25 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

1 mm²あたり25N(約250kg/cm²)となり、管周全体では、更生管の断面積を乗じて算出すると、5775N(58861kg/cm²)となります。

他工法の場合については、上記式にそれぞれの値を代入してみてください。

光硬化工法はどうなるのか実験してみました

光硬化工法では、既設管に引き入れたライナーを膨張させ、フィットしたライナー内で、紫外線照射ランプを到達側から機械装置側に牽引して硬化させます。

すなわち、ランプを移動するために、ライナーは紫外線が照射された部分から順次ゲル化し、硬化が終了してゆきます。そのため硬化収縮は、紫外線を照射していない未硬化部分の樹脂が移動することにより吸収されることとなります。全体を一度に硬化させる工法ではないのため、順次収縮を吸収してゆきますので硬化工程終了報告ではスパンに全体に影響が及ぶことなく終了します。

実際の現場(写真-1)で測定したデータ(延長14.8m、口径350mm、t=8mm)では、管口の収縮量は、2.7mmでした。このときの対象管は、溶接鋼管であったため継手に段差はなく、管口片側を拘束した状態で現象を発生させやすい、またライナーの挙動を集中化しやすい管きよでのデータですから大きな値となっていると思われます。

コンサルタントの方も参加のもと、ヒューム管を対象とした地上試験(延長16.5m、口径250mm、t=5mm)を行ないました。(写真-2)

結果は、片側が0.7mm、他方が0.4mmの硬化収縮となり、合計1.1mmの収縮となりました。

前述の通り、熱硬化タイプで30m施工の場合の一般的な収縮理論値は237mm(102mm+135mm)でしたが、光硬化工法による今回の実験では収縮しやすい新設管を想定した場合でも固体の熱による収



〈写真-1〉



〈写真-2〉

縮と、硬化反応による収縮の合計は、30m換算で2mm(1.1mm×30m/16.5m=2.0mm)の収縮との結果でした。

硬化収縮と温度による膨張収縮について説明しました。

応力値の大きさに驚かれたでしょうが、これを管口で留め置くなどは非常に困難であるといえます。

残留応力が施工後収縮となって後日に問題を現象化させないように施工段階での工夫が求められているのはこのためです。

光による硬化工法は、硬化収縮が極めて少ない工法であることがご理解頂ければ幸いです。



総会

第2回定時総会を4月22日、センチュリーハイアット東京で開きました。

事業計画では、デモ施工、技術説明会など工法のPRを推進するとともに、施工技士のフォローアップとインストラクターの委嘱、および地域支部技術員の育成に力をそそぐことを確認しました。

総会後の懇親会には、田村憲久衆議院議員（自民党下水道事業推進議員連盟事務局長）、小淵優子衆議院議員を始め、谷戸善彦国土交通省下水道部長ら多くの来賓にご来場いただきました。



月日	総会	場所
4月22日	光硬化工法協会 第二回定時総会	東京
5月20日	中国地域支部 第二回定時総会	広島
5月21日	中部地域支部 第二回定時総会	愛知
5月25日	北陸地域支部 第二回定時総会	石川
5月26日	南関東地域支部 第二回定時総会	東京
5月27日	北関東地域支部 第二回定時総会	埼玉
5月27日	近畿地域支部 第二回定時総会	大阪
5月28日	四国地域支部 第一回定時総会	愛媛
5月29日	九州地域支部 第二回定時総会	福岡
6月 2日	東北地域支部 第二回定時総会	宮城
7月 6日	北海道地域支部 設立総会	北海道



●吉川重弘 支部長●

光の全国ネットワークが完成！！

北海道地域支部の設立総会が7月6日、札幌市のセンチュリーロイヤルホテルで開かれ、支部長に吉川重弘氏が選任されました。これで全国10地域支部がすべてそろったことになり、全国津々浦々にライフラインをガードする「光」が届く体制ができました。また各地域支部の総会を5月20日から6月2日にかけて開催しました。

下水道展

地方開催では最多の入場者10万人を突破した「下水道展'04横浜」(パシフィコ横浜・7月27日～30日)に展示ブースを出展しました。

今年も多くの来場者がブースに訪れました。今回の下水道展はとくに維持管理や管更生、補修工法のブースが目立ち、この分野の関心の高まりを感じさせました。



認定試験

協会では、工程、品質、安全等の施工管理に万全を期するため、管更生工事の監理技術者や主任技術者になりうる技術者を対象に監理技術者講習会および認定試験を実施しています。

今年は福岡、名古屋、大阪、東京の4会場で開催、新たに231名を光硬化工法監理技術者として認定しました。



施工インストラクター



8月6日、技術委員会は施工マニュアル講習会を東京・麹町で開催しました。講演会は実際に施工しているシームレスシステム工法技士を対象に行われ、今年委嘱された施工インストラクターの紹介とともに、シームレス工法の施工マニュアル改定部分についての詳細を解説しました。

施工インストラクターとは、光硬化工法において多くの経験とノウハウを保有し、技術委員会にて選定された技術者のこと。幾多の現場での経験から習得したノウハウ技術を伝授するため、施工技士に実現現場等で直接指導することを含め、また「今現場で起きていること」「この現場で起こりうること」などの相談対応やアドバイスを行います。

施工インストラクター
紹介

今年委嘱された施工インストラクターを紹介します。



■ 高野 浩治氏
東亜グラウト工業株式会社



■ 岡崎 仁氏
東洋パイプリノベート株式会社



■ 佐藤 正俊氏
SGC下水道センター株式会社



■ 野津 正美氏
株式会社 三和綜合土木



■ 渡辺 敏勝氏
FRPサポートサービス株式会社

(五十音順)

(社)日本下水道管路管理業協会主催の下水道管更生工法技術施工展が10月8日名古屋、11月11日佐賀で行われます。施工展ではシームレスシステム工法の施工実演を行います。その他、各地域支部主催のデモ施工会、営業研修会、積算講習会などが開催される予定となっています。

詳しくは協会ホームページ、もしくは各地域支部にお問い合わせください。

光硬化工法協会役員名簿

本部 <賛助6社>		
会長	大岡 伸吉	東亜グラウト工業(株)
副会長	原田 康孝	大林道路(株)
理事	有馬 章次	中林建設(株)
理事	中村 邦雄	真柄建設(株)
理事	真下 恵司	真下建設(株)
理事	山崎 恵一郎	小田急建設(株)
理事	山田 寛	(株)山田組
監事	藤野 正勝	藤野興業(株)
相談役	中本 至	環境資源研究所
顧問	亀山 健一	
運営委員長	佐藤 敏明	東亜グラウト工業(株)
技術委員長	眞田 和彦	東亜グラウト工業(株)
事務局長	広瀬 達也	シームスライナー(株)

北海道地域支部 <11社>		
支部長	吉川 重弘	(株)ティーエムエス東日本
副支部長	宮永 雅巳	宮永建設(株)
幹事	筒井 雅俊	道興加茂(株)
幹事	萩野 治雄	大林道路(株)
監事	佐藤 伸也	北東開発工業(株)
事務局	赤石 多久見	(株)ティーエムエス東日本

東北地域支部 <18社>		
支部長	木村 栄喜	(株)アームズ東日本
副支部長	鈴木 与八	中村工業(株)
幹事	笹垣 正弘	(株)清掃センター
幹事	高橋 幸一	(株)山興
幹事	佐々木 鉄弘	秋北建設工業(株)
幹事	鈴木 良博	(株)みなと
幹事	小林 建夫	小林土木(株)
幹事	井上 昭	大林道路(株)
監事	北浦 徹	(株)東商
技術部長	丹野 学	東亜グラウト工業(株)
広報委員長	壺石 正孝	(株)イシケン
運営委員長	庄司 圭一	(株)アームズ東日本
事務局	山口 剛史	

北関東地域支部 <45社>		
支部長	真下 恵司	真下建設(株)
副支部長	長谷川 源	五十嵐建設工業(株)
埼玉県支部長	中原 善次	中原建設(株)
新潟県支部長	渡辺 明	(株)小川組

茨城県支部長	野口一則	富士開発工業(株)
群馬県支部長	青木 義明	日本コンテック(株)
山梨県支部長	古屋 幸男	国際建設(株)
長野県支部長	三村 誠司	松本土建(株)
監事	石塚 文規	東亜グラウト工業(株)
運営委員	徳山 良一	真下建設(株)
事務局長	徳山 良一	真下建設(株)

南関東地域支部 <59社>		
支部長	山崎 恵一郎	小田急建設(株)
副支部長	洲崎 洋幸	京王建設(株)
東京都支部長	吉川 重弘	東亜グラウト工業(株)
神奈川県支部長	孫 文書	(株)千代田アクタス
監事	伊藤 義一	白崎建設(株)
監事	佐々木 宏	新館建設(株)
広報部長	月野木 大	大林道路(株)
事務局長	松浦 雅人	小田急建設(株)

北陸地域支部 <35社>		
支部長	中村 邦雄	真柄建設(株)
副支部長	鶴山 庄一	加賀建設(株)
副支部長	仲佐 靖典	(株)キーブクリーン
副支部長	山下 英明	北陸推進工業(株)
石川県運営委員	岡田 忠之	岡田建設(株)
福井県運営委員	小寺 輝夫	東洋地工(株)
富山県運営委員	高島 麟太	林建設工業(株)
監査	西村 謙一郎	西村建設(株)
監査	小柳 誠	日本海建設(株)
事務局長	小林 祐一	(株)キーブクリーン

中部地域支部 <36社>		
支部長	水谷 裕	大林道路(株)
愛知県支部長	平松 清長	名工建設(株)
監事	平松 清也	(株)小島組
運営委員長	前田 洋	大林道路(株)
技術部長	佐藤 敏明	東亜グラウト工業(株)
広報部長	植松 裕一	オオブユニティ(株)
事務局長	富田 清司	

近畿地域支部 <102社>		
支部長	原田 康孝	大林道路(株)
副支部長	有馬 章次	中林建設(株)
副支部長	奇神 正文	奇神建設(株)

大阪府支部長	草木 敏夫	奥村組土木興業(株)
滋賀県支部長	上嶋 義行	第一建設(株)
京都府支部長	絹川 雅則	公成建設(株)
兵庫県支部長	大野 勝馬	(株)五島組
和歌山県支部長	柳原 明	(株)柳原重機工業
奈良県支部長	坂本 速人	(株)キタムラ
監事	石田 修造	中林建設(株)
運営委員長	矢野 伊佐夫	大林道路(株)
技術部長	北浦 智通	北浦建設(株)
広報部長	前田 浩司	(株)FRPサポートサービス
事務局長	長谷川 清	

中国地域支部 <28社>		
支部長	朝倉 勉	大林道路(株)
鳥取県支部長	岡岡 稔	因幡環境整備(株)
島根県支部長	玉木 正昭	(株)ヒューム
岡山県支部長	中村 浩巳	中村建設(株)
広島県支部長	清水 明彦	東亜グラウト工業(株)
山口県支部長	永末 正邦	(株)技工団
監事	中村 高志	住吉工業(株)
広報部長	金島 聖貴	丸伸企業(株)
技術部長	中村 康徳	(株)アクア美保
運営委員長	渡辺 俊二	大林道路(株)
事務局長	高野 弘二	大林道路(株)

四国地域支部 <12社>		
支部長	菊池 英夫	菊池建設工業(株)
副支部長	黒田 茂喜	大林道路(株)
監事	西本 公明	東亜グラウト工業(株)
運営委員長	玉置 礼子	(有)四国ハイブクリナー
技術部長	三好 武志	菊池建設工業(株)
広報部長	金本 健司	金本建設(株)
事務局	篠原 一則	菊池建設工業(株)

九州地域支部 <78社>		
支部長	梅林 伸八郎	(株)三和綜合土木
副支部長	中野 俊朗	(株)中野管理
北九州地区支部長	山田 浩一	山田土建(株)
福岡地区支部長	梶原 征生	(株)梶原組
宮崎県支部長	中野 俊朗	(株)中野管理
監事	吉永 昭	(有)吉永組
運営委員	中野 俊朗	(株)中野管理
事務局	梅林 勲	(株)三和綜合土木

※平成16年9月1日現在 会員数430社。

編集後記

今年の夏は30度を超える真夏日が何日も続き、観測史上最長記録を更新しました。また今年は4年に1度のオリンピックイヤー。オリンピック発祥の地ギリシャにおいて熱戦が繰り広げられました。古代遺跡を有する国として有名なギリシャでは、遺跡の修復に特に力を入れているそうです。
2003年5月9日号の『日経コンストラクション』に「取り付けたはずの更生管が流出」という記事が掲載されました。その記事の中では、予想以上に更生管が収縮してしまい、3日後には取り付け

管との接続のために開けておいた仮穴が、ズレてふさがってしまったという事例がありました。今号の特集では、更生管の収縮はなぜ発生するのかを解説、また光硬化工法ではどうかを検証すべく地上試験を行い、その結果を掲載しました。ぜひ一読ください。
日本のメダルラッシュで終わったオリンピック。光硬化協会も硬化技術で金メダルが取れるように邁進していきたいと思っております。

光硬化工法協会
http://www.lcr.gr.jp

本部
〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3
TEL: 03-5367-5173 FAX: 03-3355-5786

北海道地域支部
〒007-0868 北海道札幌市東区伏古八条2-5-19
(株)ティーエムエス東日本内
TEL: 011-783-7797 FAX: 011-783-5546

東北地域支部
宮城県仙台市宮城野区新田4-32-28
(株)アームズ東日本内
TEL: 022-231-4077 FAX: 022-231-4077

北関東地域支部
埼玉県蓮田市西新宿2-117
真下建設(株)蓮田支店内
TEL: 048-768-7285 FAX: 048-769-1714

南関東地域支部
東京都新宿区西新宿4-32-22
小田急建設(株)内
TEL: 03-3376-3825 FAX: 03-3374-5256

北陸地域支部
福井県鯖江市杉本町813
(株)キーブクリーン内
TEL: 0778-51-1322 FAX: 0778-51-8234

中部地域支部
愛知県名古屋市中区上前津2-1-11 光菱ビル
TEL: 052-350-4370 FAX: 052-350-4371

近畿地域支部
大阪府大阪市中央区北浜東2-13 幸ビル
TEL: 06-6942-1027 FAX: 06-6942-1028

中国地域支部
広島県広島市中区大手町4-1-1 大手町平和ビル
大林道路(株)中国支店内
TEL: 082-243-1966 FAX: 082-245-4605

四国地域支部
愛媛県松山市別府町620番地2
菊池建設工業(株)内
TEL: 089-953-5432 FAX: 089-953-1457

九州地域支部
福岡県北九州市小倉北区小文字1-2-42
(株)三和綜合土木内
TEL: 093-541-1117 FAX: 093-541-3419