

アメリカの非開削技術 ～No-Dig Show展示会より～

近藤 恭子

KONDO Kyoko
(一社)日本非開削技術協会
事務局



1. はじめに

No-Dig Showは北米非開削技術協会が主催する年次展示会&学会で、非開削技術業界において一番大きいイベントです。親組織であるISTT（国際非開削技術協会）の年次イベント（International No-Dig）よりも規模が大きく、世界中から参加者が集まります。JSTT事務局は今年も参加する機会に恵まれたので、イベント概要及び展示会で見かけた面白い技術をいくつかご紹介させていただきます。

表-1 展示会概要

イベント名	No-Dig Show 2019
ホームページ	http://nodigshow.com
日時	2019年3月18日～21日
主催者	北米非開削技術協会（アメリカとカナダ） (NASTT-North American Society for Trenchless Technology)
会場	Donald E. Stephens Convention Center
イベントタイプ	展示会と論文発表
展示者数/スペース	約200社/8,547m ²
学会発表論文数	160件
開催スパン	毎年3月末～4月上旬



写真-1 展示会の様子

2. 展示内容

展示スタイルはヨーロッパの展示会に比べて地味で、カスタマイズブースはほとんどなく、隣のブースとはカーテンに仕切っただけのシンプルな展示です。一部大型重機を持ち込んでいるブースがありますが、卓上展示がメインとなっています（写真-1）。

展示スペースは技術区分でエリアが分かれているわけではなく、飛行機の座席のように先着順&良い場所はお金を余分に支払って押さえる方式です。よって同じ面積でも場所によって値段が異なります。出展者のタイプは大きく分けてメーカー、施工会社、コンサ

ルタントに分かれます。メーカーはスペースを広くとってマシンや更生ライナーの展示をしていました。施工会社やコンサルタントは卓上展示が多く、手がけたプロジェクトの説明をビデオやパンフレットを使って行っていました。

【主な展示技術】

新設管埋設技術：HDD、推進、

空圧式（打撃式）推進等

管更生技術：現場硬化管、製管工法、部分補修、

取付管更生工法、スリップライニング、
スプレーライニング等

管内調査技術：CCTV（自走式管内カメラ）、

押込み・吊り下げ式、
ケーブル押込み式等

管内洗浄：高圧ジェット洗浄

土壌改良

3. 参加者

毎年約2000人の参加者があり、今年は更に増えて約2500人に上ったそうです。参加者の事業区分の公式なデータはありませんが、約7割が上下水道（特に下水）のように思います。あとはガス、通信、電力の順に続きます。職種ですが、自治体、事業体の参加が多く、全体の2割程度を占めると思います。その他、大学、コンサル、施工会社、メーカーがバランスよく参加しているのがこのNo-Dig Showの特徴の一つです。

4. 製品紹介

今年度のNo-Dig Showで技術革新賞を受賞した技術（下記（1）&（2））や、展示会で脚光を浴びていたものを中心に何点かご紹介させていただきます。

- （1）Kobus Pipe Puller KPP400
（極小口径管入替工法）
- （2）DTH Hammer Drilling System
（オーガー式打撃推進システム）
- （3）Wet Layup（大口径用管更生）
- （4）EASY-SIGHT New 3D Imaging Technology
（3D管内調査システム）
- （5）Field Scout（HDD工法用施工プラン＆報告書作成支援ソフト）
- （6）Commandar7（HDD工法用掘削支援ソフト）

- （1）社 名：Kobus Services社
製品名：Kobus Pipe Puller KPP400
（極小口径管入替工法）

No-Dig Showではその年の優れた技術に「技術革新賞」を授与していますが、今年度授与された2点のうち一点が、このKobus Pipe Puller KPP400（極小口径管入替工法）です。経年劣化したガス管（供給管）や水道管（給水管）が問題になっているのはどこの国も同じですが、この工法はこの問題を解決すべく、旧管を残置せずに非開削で新管（PEX管）と入れ替えることを可能にした技術です。管種や口径は限られていますが、円滑に旧管を引き抜けること、そして施工スピードが速いことが特徴です。

給水管の施工例をご説明します。マシンは小型油圧ショベルのショベル部分を取り外し、KPP400を取り付けたものを使います。

表-2 概要

適用口径（最大）	1インチ管（約25mm）、鉛管の場合は1.25インチ（約30mm）まで
管種:旧管（既存管）	鉛製給水管、銅管、亜鉛めっき鋼管、PEX管等
管種:新管（入替後）	PEX管
マシン動力	油圧ショベル（小型）
ピット（立坑）の大きさ	60×60cm

【施工方法】

- ①油圧ショベルの先端をKPP400に付替え、宅地側のピットにKPP400を下ろす（写真-2）。
- ②配水管側（本管）と宅地側の二箇所小さなピットを設けて両端の旧管を切断。
- ③鋼製ロープを宅地側の旧管から挿入し、配水管側に出す。
- ④③で出てきたロープに特殊な金具を付け、PEX管を連結する。
- ⑤PEX管が宅地側に出てくるまで旧管を牽引しつつ、同時に旧管を巻き取る（写真-3）。
- ⑥PEX管の両端をそれぞれ配水管と宅地側配管に接続する。



写真-2 油圧ショベルの先端にKPP400を取り付ける



写真-3 旧管をリールに巻き取った様子

(2) 社 名：Geonex Oy 社

製品名：DTH Hammer Drilling System
(オーガー式打撃推進システム)

技術革新賞を受賞した2点目の技術が、排土にオーガー式を採用した岩盤対応の推進工法システムです。一般的なオーガー式推進工法と違うのは、先導体の部分にピストンが内蔵されていることです。日本では衝撃式推進工法（圧入方式）という、管を後方から叩く工法がありますが、Geonex 社が開発した技術は先導体の中に空圧式のピストンがあり、このピストンが先導体（面板）を叩きながら回転切削することで軟岩盤や礫を含んだ土質に対応できるようになっています。ピストン部分と推進装置はそれぞれ別の会社が開発したもので、ピストン部分はスウェーデンのSANDVIK 社、推進システム全体としての開発はフィンランドに本社があるGeonex 社です。Geonex 社はHDDの設計・施工会社としてアメリカでも多くの実績があり、今回の受賞に繋がりました。

表-3 概要

適用口径	φ 219 ～ φ 813 mm
適用管種	鋼管（ケーシング）
特徴	ピストンが先導体に搭載されており、軟岩盤や礫を含んだ土質でも力強く推進することができる。立坑設備が簡易で済む。トラッキングシステムを搭載しており、正確な施工が可能。オーガー式の排土方法だが、マシンは面板開放型と密閉型の両方で施工が可能。鋼管は溶接により次の管と接合する。



写真-4 マシン全体像とアワードを受賞したことを示すロゴ

(3) 社 名：QuakeWrap 社

製品名：Wet Layup（大口径用管更生）

QuakeWrap 社 (<http://www.quakewrap.com>) はインフラの補修・改修用の炭素繊維シートや繊維強化ポリマー材を主力製品に持つ設立25年のメーカーです。

橋梁などにも適用できますが、展示会では管路の更生や部分補修、又は新管にも使える商品を紹介していました。炭素繊維製シートによる補強や補修技術は日本でもありますが、この製品は高い耐圧性、耐食性があり、補強効果に優れているのが特徴です。帯状シートをどれだけ重ねるかは必要とされる強度で決まります。商品名のWet（ウェット）は、湿潤面でも施工が可能なおことから取ったと思われます。

表-4 概要

適用口径	φ 1000 ～ φ 4500 mm（人が入れる大きさ以上）
特徴	巻く回数（層）によっては米国における自立管仕様にする事が可能。高い耐圧性を持ち、圧力管のライニングにも適用できる。水道用としてNSF-61 ANSI 規格に準拠。
施工方法	帯状シート（幅600～1200 mm）の内面にエポキシ樹脂が含浸されており、それを円周方向に巻いていく。常温硬化。必要な強度によって積層数や帯が重なる長さを決める。帯が重なることによって屋根板のような弱冠の斜面が生まれ、流下能力が上がる。通常は施工後にトップコートと言われるエポキシコーティング材を塗布し、炭素繊維製ライナーの表面を保護する。このトップコート材は要求される耐摩耗性や耐薬品性によって変える。
その他	アメリカの原子力発電所が発電所内の管路更生（φ 3000）のために初めて採用したとされる商品。高い水温にも耐えられる数少ないライナー。管の外から巻くこともできる。

【感想】

管内に柵等があって、全周ではなく部分的にしか貼れなくてもある程度の強度が出せるのが良いと思いました。非開削技術は上下水道だけでなく通信、ガス、

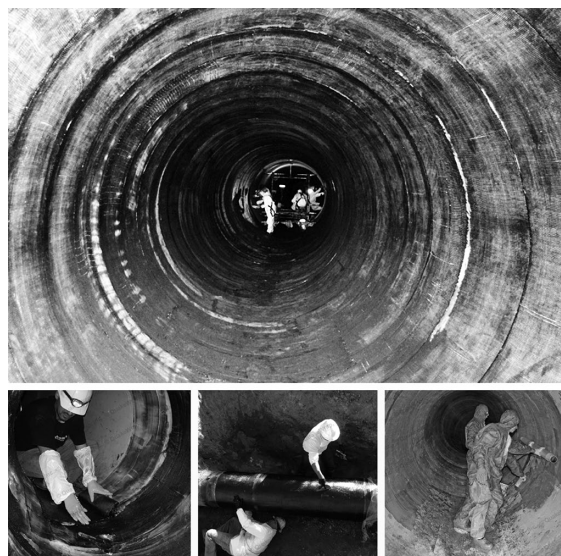


写真-5 Wet Layupの施工風景

電力がありますので管内には柵やケーブルが入っていることもあります。このシートは柵の背面に指一本でも入る隙間があれば挿入することができるそうです。老朽管に今後増えていくクラックの補修にも威力を発していくのではないのでしょうか。

(4) 社 名：Wuhan Easy-Sight Technology 社

製品名：EASY-SIGHT New 3D Imaging

Technology (3D管内調査システム)

Wuhan Easy-Sight Technology 社（以下 ES 社、<https://easysight.en.made-in-china.com>）は、中国の武漢（Wuhan）に本社を置く、マンホール及び管路の調査用カメラの製作と3D映像製作のソフトウェア開発を行っている会社です。今回が初めての米国出展で、商品の斬新さもあり、ブースが常に賑わっていました。ES社は以前から様々なタイプの管内カメラを製作・販売してきましたが、今回アメリカに出展したのは、カメラの映像から3D映像を作り出すことができる新型レンズ及びソフトウェアの開発に成功したからです。米国の検証試験が終わった直後だということ、まだパンフレットもなく、商品名も決まっていないタイミングでの出展でした。ここではブースで聞いた話と、後から ES 社から送られてきた資料や映像を元に簡単な説明をさせていただきます。

表-5 概要

システムの構成	①カメラ (X5-HS シリーズの3D 高解像度カメラ) ②クローラー/運搬ユニット ③マンホール用8方向レンズカメラ（試作品） 及び4.3D映像処理ソフト
特徴	ビデオデータを3D映像に変換し、クラックや不良箇所のサイズを表示することができる（写真-6）。
調査方法	調査前にマンホールの直径を人の手で計測する。その後、吊り下げ型のマンホール用カメラ（写真-7）を下ろしながらビデオ撮影する。下水道管を調査する場合は次にCCTV車を下ろし、管内を撮影する。地上にて撮影したビデオデータを取り出し、3Dソフトを使って映像を3D化する。クラック等の大きさは3D画像上で始点と終点を指定することによって簡単に計測することができる。

【製品説明】

マンホールから管内へ続く一連の映像を、途切れない3D映像で出力することのできるシステムです。既存製品のCCTV車に新型レンズを搭載し、そこか

ら得たビデオデータをソフトで解析し、3D映像で出力します。マンホール用カメラ（吊り下げ型で8方向にレンズがある）と管内を走行するCCTV車は別のマシンで、後からソフト上でマンホール内と下水管内のデータをつなぎ合わせてシームレスな3D映像にします。カリブレーションは、調査開始直前にマンホールの直径を人の手で計測するだけです。クラックがあった場合は、その始点と終点を3D画像上で指定するだけで大きさを計測することができます。

【感想】

この分野に詳しい人によると、ビデオデータから3D映像にする技術は、他の分野では以前からあったが、これを管内調査用に応用したのが画期的なことのように。たしかにこのような3D映像を展示会で見かけたことはなく、デモの映像を見ていたら、まるでバーチャルゲームをしているような不思議な錯覚に陥りました。このような映像なら、ゲーム慣れた若い世代にはとても受けるのではないのでしょうか。ただしカメラがまだ試作品なこともあり、本格的な大量生産にはまだ時間がかかると感じました。現在、製品の更

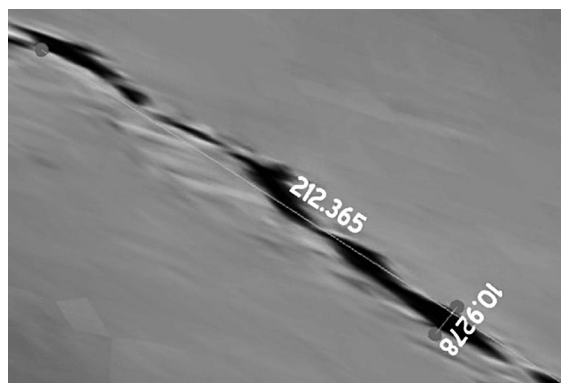


写真-6 クラック幅を表示



写真-7 マンホール用吊り下げ型8方向カメラ
(ライニング後に撮影している様子)

なる改良に取り組んでいるとのことですので、今後も注目していきたいと思いました。

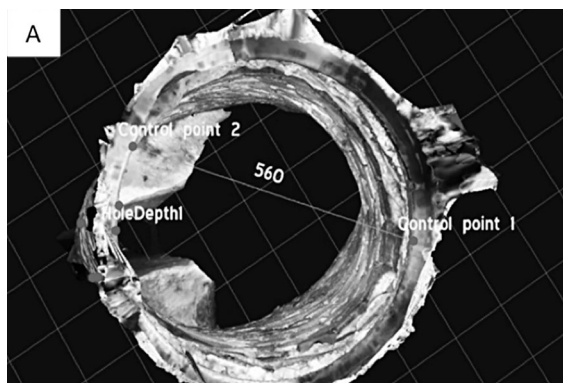


写真-8 更生前のマンホールを上から撮影した3D画像



写真-9 マンホールを下から見上げたところ

(5) 社 名：Subsite社

製品名①：Field Scout (HDD工法用施工プラン
& 報告書作成支援ソフト)

製品名②：Commandar7
(HDD工法用 掘削支援ソフト)

Subsite社 (<https://subsitegreenops.com>) はHDD(誘導式水平ドリル) マシンで有名なDitch Witch社 (DW社) のロケーター部門が独立した会社です。ここ数年はロケーターだけでなく、施工支援ソフトの開発にも力を入れています。Subsite社では“Bore into the future”(未来へ向かって掘削) をテーマとして、様々な施工支援ソフトを開発していますので、ここではその中の2点をご紹介します。

製品名①Field Scout

(HDD工法 用施工プラン& 報告書作成支援ソフト)

お持ちのスマートフォンにこのアプリをダウンロードして計画線上を歩くと、画面上にその計画線が位

置する地図や航空写真が現れます。それをベースにField Scout上で測点、ピット位置、他埋設等の障害物をインプットしていくと、簡単に施工プランが出来上がります。GPS機能を使って距離も測ることもできます(Googleアースと連動)。作成したデータはその場で発注者にメールで送信して許可を得たり、報告書用にクラウドへ保存したりすることが可能で、事務所に戻る必要がなくなります。施工後は実際の掘削軌道データをField Scoutに取り込み、報告書として提出することができます。



写真-10 計画線をスマホ上に表示

製品名②Commandar7

(HDD工法用 掘削支援ソフト)

前述のField Scoutより先に開発されたのが、このHDD工法用掘削支援ソフト、Commandar7です。HDDマシンのドリルヘッドにCommandar7用のビーコンをセットし、ソフト上に到達点を設定すると、掘削中のドリルヘッドが到達点までどのくらいの距離があるのか、また現在のヘッドの向きでは3m後にどのくらい計画線からずれるのかを予測して表示します(写真-11)。この機能によって、道路上でのロケータリングを減らすことができ、作業者の安全性に寄与します。前述のField Scoutのデータを取込んで他埋設管の位置を把握しながら掘削を進めることもできるので、未熟なオペレーターでも多埋設物を避けて安全に施工を行うことができます。

【感想】

数年前にCommandar7が発表された時も話題になりましたが、今回更にグレードアップし、関連支援ソフトも開発されているのを知り、DW社及びSubsite

社はHDD業界のマーケットリーダーの一つであると感じました。Commandar7は強力な磁石でマシンに付いているだけなので、施工が終わったら簡単に取り外して事務所に持ち帰ることができます。他社のマシンにも簡単に取付けることができるので、掘削の安全性を高めるためだけにこのシステムを導入する必要があると聞きました。Subsite社ではここでご紹介した



Advanced Drill-To™ Mode with Perspective View™

写真-11 Comanndar7の画像。○印間の距離は3mで、計画線との乖離を示す

Field ScoutとCommandar7以外にも、施工中のドリルパイプの曲がり度をリアルタイムで表示するソフトなど、様々な施工支援ソフトがあります。ぜひHPでチェックしてみてください。

5. さいごに

アメリカの下水道市場は右肩上がりが続いていて、今年は\$5 billion（約5000億円）に到達すると言われています。これは新設管の布設と管路の更生が同時に伸びているからだそうで、人口が増え続けているアメリカだからこその現象だと思いました。市場が伸びていることを反映し、この展示会にもドイツやフィンランドといった海外の出展者が急激に増えています。よって、No-Dig Showはヨーロッパの技術とアメリカの技術の両方を見ることができる数少ない展示会となっております。来年は2020年の4月5～9日にコロラド州デンバーで開催されますので、ぜひ足を運んでみてください。