



Title	下水道管渠内の光ファイバ敷設工法の開発
Author(s)	半田, 大介; 松藤, 久良; 加藤, 孝 他
Description	第9回衛生工学シンポジウム (平成13年11月1日 (木) -2日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 3 計画・事例 . P3-6
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 174-178
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7165
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-3-6_p174-178.pdf



3-6

下水道管渠内の光ファイバ敷設工法の開発

○ 半田大介、松藤久良、加藤 孝、大掛和浩（三機工業株式会社）

1. はじめに

平成8年に下水道法及び下水道法施行令の一部が改正され、下水道施設の暗渠に電線等を設置することについての制限が解除された。これにより、下水道が貴重なネットワーク空間として有効利用できるようになり、下水処理場およびポンプ場等の遠方監視、遠方制御などが下水道に敷設された光ファイバを使って行われるようになった。

また、急成長を続ける情報通信業界において通信機器の低価格化が進み、家庭でも手軽に通信環境を構築できるようになってきた。しかし、家庭への通信速度において日本はまだ他国に遅れをとっており、高速大容量の通信を可能にする光ファイバ網の構築が急務となってきた。

光ファイバケーブルの敷設には、川や道路などの空間の利用が考えられている。個々の家庭の利用まで考えると、市街地に網の目のように張り巡らされている下水道管も有力な候補である。これまで様々な下水道管渠内の敷設工法が考案されているが、人が入れないような小口径の管渠へは施工できなかった。そこで、FTTH（Fiber To The Home）対応下水道光ファイバ通信網の構築のため、下記の三つの開発コンセプトを定め、工法、材料の各開発に取り組んできた。

- ① 下水の流れを阻害せず、下水道環境下で損傷しない。
- ② 管渠維持管理作業において損傷せず、また作業に影響を与えない。
- ③ 多数の引込みケーブルを敷設できる。

本稿では、その工法概要、原理および実証実験について報告する。

2. 工法概要とその原理

本工法は、上述した開発コンセプトを満足させるため、光ファイバケーブルを挿入したガイド管をテンション材の張力で引上げ、支持材にて管渠上部へ固定することとした。その概要図を図1に示す。張力と支持間隔の関係は、架空にてケーブルの弛度を計算するカテナリーの式によって導かれる。通常、引張り荷重（テンション）を250kgf、たわみ量を10mm以内と設定し、自重の変化によってたるみ防止材による支持間隔を調整する。

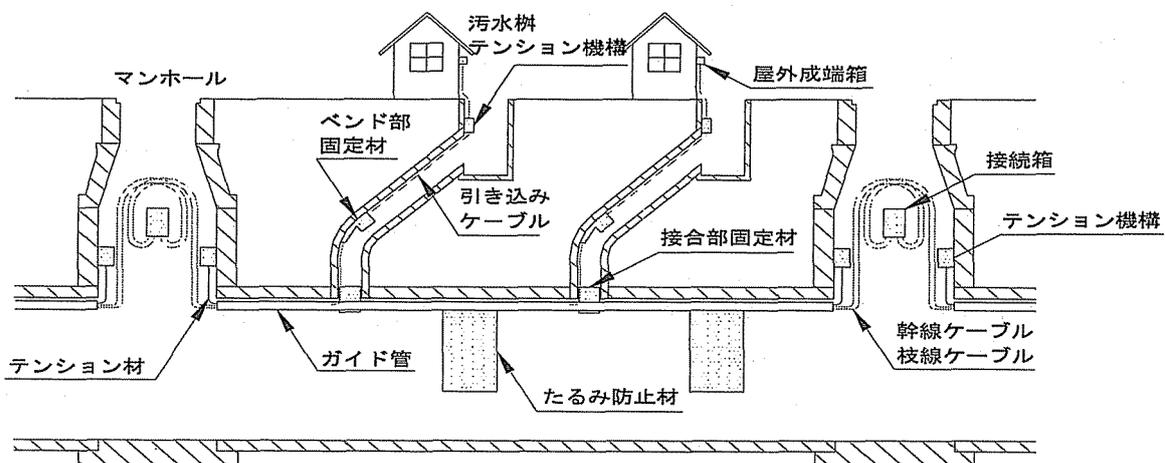


図1 テンションガイド工法敷設概要図

3. 使用部材とその性能

本工法は以下の部材によって構成され、その材質は、硬質塩化ビニル樹脂、ポリエチレン樹脂、ステンレス (SUS316) であるため下水環境下において十分な耐久性を有していると考えられる。

3. 1 テンション機構

巻取り部 (図2)・バネ部 (図3)・保護部 (図4) で構成される。

巻取り部ではテンション材 (耐荷重1トン以上のワイヤ) を荷重 250 kgf で巻取る。バネ部ではテンション材にかかった荷重をバネの縮みにより確認する。保護部は、管口に固定することによりテンション材と下水管の接触を防止する。

また、テンション機構には、ゴミ付着防止のため防塵カバーを取り付ける。

3. 2 汚水柵テンション機構 (図5)

家庭への引込みケーブルを取付管の上部へ引上げる張力を与える。上部がフックになっており、汚水柵に掛けてねじで固定する。

3. 3 たるみ防止材 (図6)

ガイド管にたるみが生じる場合や、管渠に曲がりや段差がある場合などに設置し、ガイド管を管渠内壁に敷設できるようにする。

3. 4 接合部固定材 (図7)

下水本管と取付管との接合部に取り付ける。ガイド管をずらし、取付管から本管へ流入する下水の流れを阻害しないようにする。また、引込みケーブルを管上部に固定し、取付管からの下水流による光ファイバの屈曲疲労を防止する。

3. 5 ベンド部固定材 (図8)

取付管のベンド部に設置する。引込みケーブルを取付管の上部へ固定する。

3. 6 ガイド管 (図9)

多数の光ファイバケーブルを挿入する管路となる。

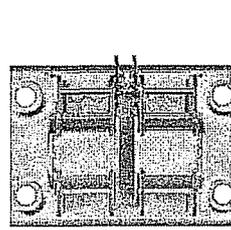


図2 巻取り部

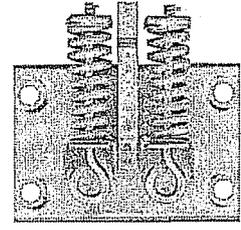


図3 バネ部

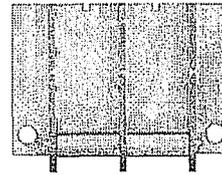


図4 保護部



図5 汚水柵
テンション機構

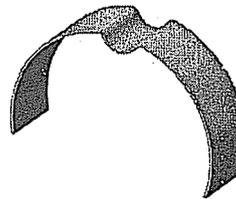


図6 たるみ防止材

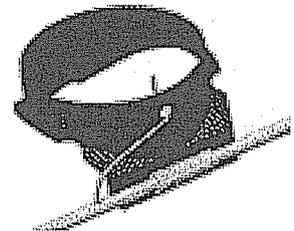


図7 接合部固定材

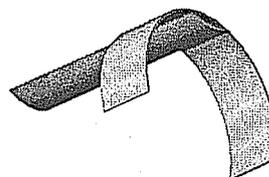


図8 ベンド部固定材

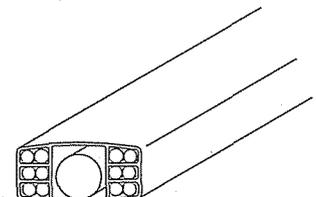


図9 ガイド管

4. 性能試験

4. 1 流水実験

図 10 の管路で流水実験を行った。実験条件を以下に示す。

(1) 実験条件

- 循環水量： 300 ㎥/min
- 流水時間： 3 時間
- 夾雑物： コンニャク 1840 g
- 髪の毛 (人工) 30 cm×50 g
- トイレットペーパー 0.5 巻 (1 巻 144mm×60m×150g)

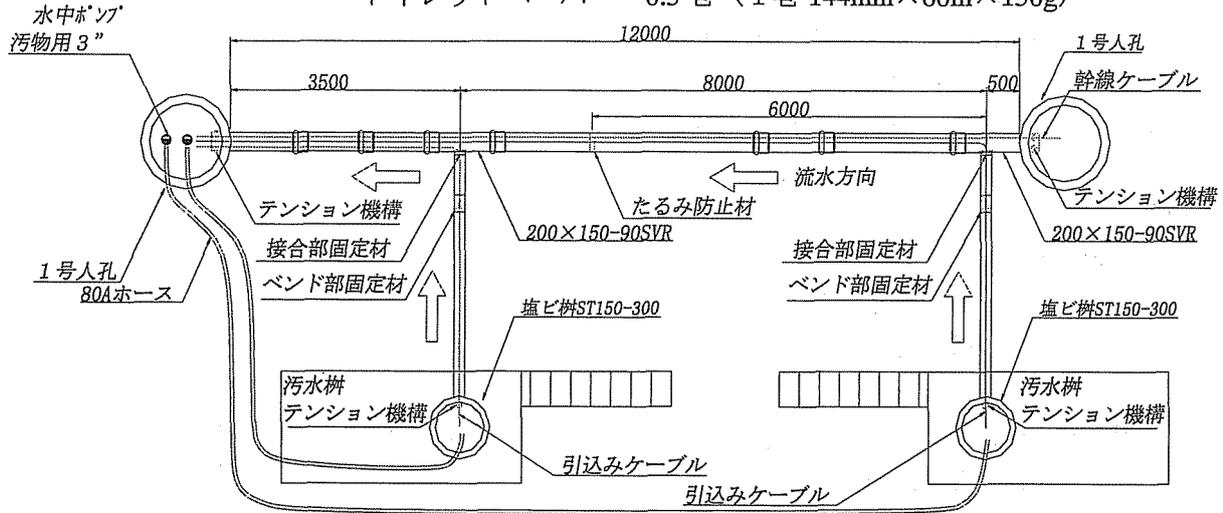


図 10 実験用管路

(2) 実験結果

写真 1、写真 2、写真 3 に実験後の付着状況を示す。接合部固定材に髪の毛が若干付着したが、実用上の問題はないと考える。

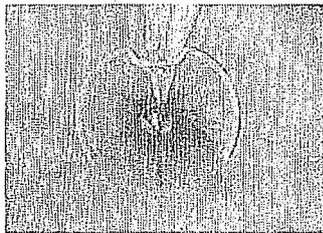


写真 1 たるみ防止材
付着状況

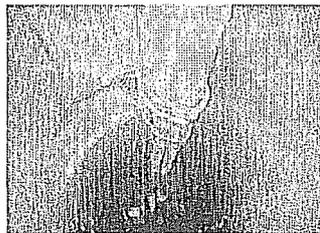


写真 2 接合部固定材
付着状況

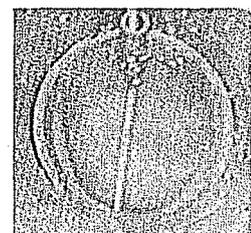


写真 3 ベンド部固定材
付着状況

4. 2 TV カメラ挿入実験

写真 4、5 に実験風景を示す。光ファイバケーブル、固定材等を設置したことによる、TVカメラ調査への影響がないことを検証した。

尚、TV カメラ挿通時に光ファイバケーブル、固定材等の材料の移動、外傷等は発生しなかった。

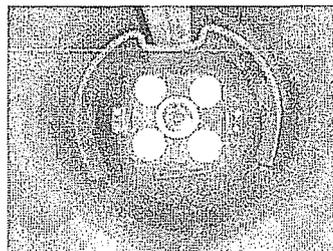


写真 4 たるみ防止材
通過状況

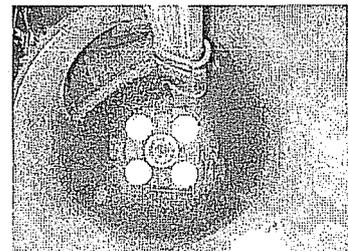


写真 5 接合部固定材
通過状況

4. 3 高压洗浄実験

図 10 の管路で高压洗浄実験を行った。

(1) 実験条件

洗浄水圧： 18MPa (取付管 15MPa)
 洗浄回数： 3往復
 洗浄ノズル： 本管 10 穴 (図 11)、取付管 6 穴
 光試験器： ID テスター

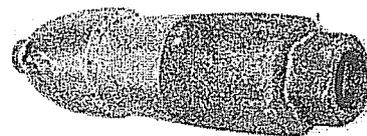


図 11 洗浄ノズル (10 穴)

(2) 実験結果

表 1 に高压洗浄による伝送損失を示す。実験中、実験後も伝送損失の変動は、0.1 dB 以下の誤差範囲であり、影響がないことを検証した。また、光ファイバケーブル、固定材等の材料の移動、外傷等は発生しなかった。

表 1 伝送結果

高压洗浄	前	中	後
伝送損失 (dB)	0.27	0.28	0.27

4. 4 テンション材耐食試験

テンション材に用いるステンレスワイヤ (SUS316) について、下水管渠内で発生する硫化水素を用いて腐食試験を行った。

(1) 実験条件

硫化水素濃度： 110ppm
 暴露日数： 60 日間
 暴露温度： 20℃

表 2 腐食試験結果

	質量		外観
	暴露前	暴露後	
ワイヤロープ	18.5g	18.5g	変化なし

(2) 実験結果

実験結果を表 2 に示す。質量の増減なく、外観も変化がなかったことから、SUS316 のステンレスワイヤをテンション材に用いることとした。

5. 実証工事

本工法は、岡山市が「岡山市地域情報水道構想」の一環として行われた、下水道管渠を利用した FTTH を達成する技術コンペで、「実証工事可能な工法」と評価された。そこで、岡山市において実証工事を行った。

5. 1 工事内容 (写真 6)

期間： 2001 年 4 月 1 日
 ~2001 年 6 月 25 日
 区間： 岡山市御南地区
 本管距離： 約 1km
 汚水柵： 60 箇所
 光ファイバ総延長： 約 5km

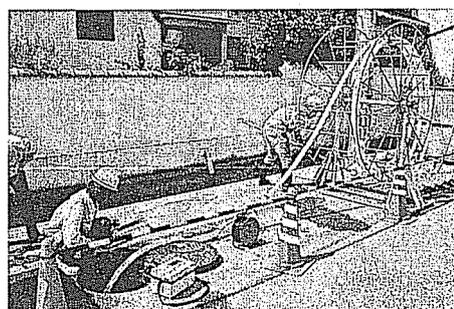


写真 6 実証工事風景

5. 2 施工手順

(1) 部材搬入 (写真7)

本工法では、あらかじめ工場でガイド管の中にテンション材を入れ、接合部固定材を取り付けて現場に搬入する。

これにより、現場での施工時間が短縮される。

(2) ガイド管引き込み (写真8)

敷設する管渠内を高圧洗浄した後に、テンション機構を取り付ける。次に、マンホール間にガイド管を引き込む。

(3) 取付管敷設 (写真9)

ガイド管から出ている球形の誘導治具を引き上げ、接合部固定材を取り付ける。続いてバンド部固定材と汚水枡テンション機構を取り付ける。

(4) テンション材巻き取り (写真10)

ガイド管の中にあるテンション材を巻き取り部で巻き上げ、バネ部でテンションの確認を行う。巻き取り後はゴミ付着防止のため防塵カバーを取り付ける。

(5) たるみ防止剤取り付け (写真11)

専用治具を用いて本管内にたるみ防止材を取り付ける。

(6) 引込み線通線

引込みケーブルをガイド管、汚水枡に引込み、各家庭に取り付けられた成端箱まで通線する。

5. まとめ

本工法は、ガイド管を用いること、テンションを加えること、取付管接合部の処理、取付管内のバンド部処理などにその特徴を有している。また性能試験の結果、下水道環境下に耐える必要な性能を有し、実用可能であると判断できる。

さらに、本工法は、ガイド管を工場加工して出荷するため、敷設時間が非常に短く、材料も低価格な汎用材を使用しているため、従来の架空配線と比べても遜色ないコストで施工可能であると確信している。

また、実証工事により IT (Information Technology) 革命の光ファイバ網敷設の最も高い壁、FTTH をブレイクする工法であることを実証した。

今後、下水道光ファイバによる FTTH を推進するとともに、更なる工法の改良、開発を進め、高度情報化社会の構築に貢献できれば幸いである。

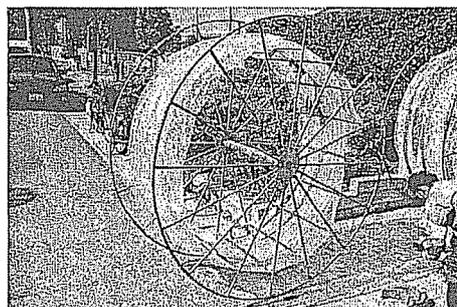


写真7 部材搬入

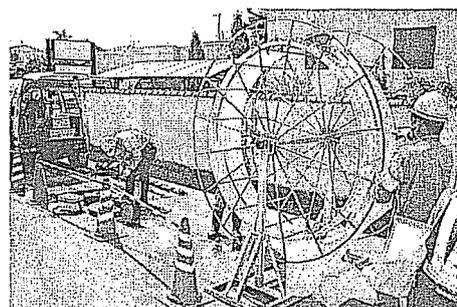


写真8 ガイド管引き込み

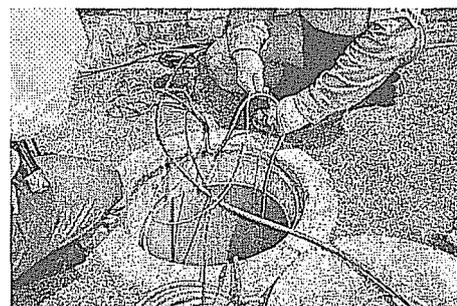


写真9 取付管敷設

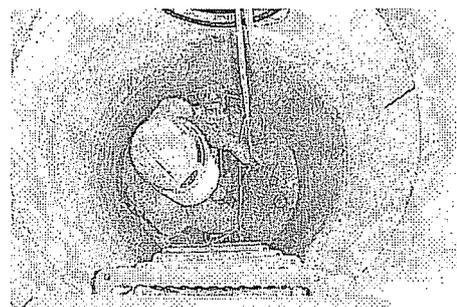


写真10 テンション材巻き取り

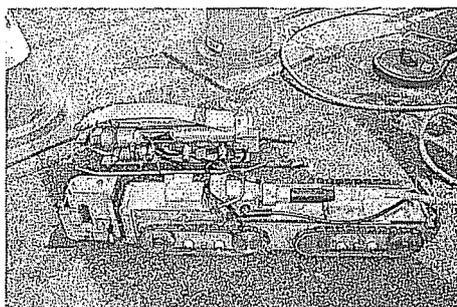


写真11 たるみ防止材取り付け
治具