

# 光ファイバーケーブル対応下水道 新管路システムに関する共同研究

## 1. はじめに

近年、通信技術の急速な発展により、社会は高度情報化社会へと移り変わりつつある。高度情報化社会を構築するためには、光ファイバーを用いた高速大容量の通信技術が必要となり、今後は、光ファイバーケーブルによる通信インフラの整備が重要な課題と考えられている。

下水道分野では、平成8年6月に下水道法が改正され、下水道の管理に支障のない範囲で光ファイバー等の通信線を自治体や第一種電気通信事業者が下水道管きよ内に布設することが可能となった。

また、2010年までに下水道管きよ内に光ファイバー網約10万kmを整備するという建設省の「情報通信ネットワークビジョン」(表-1参照)が策定され、早急に整備手法を確立する必要がある。

下水道管きよ内の光ファイバーケーブル布設延長

表-1 情報通信ネットワークビジョン概要

目標年度 (年)	管路延長 (km)	先行的かつ重点的に整備すべき区間
2001	10,000	①小規模処理場、ポンプ場の遠隔無人運転化 ②処理場と役所のデータ通信 ③レーダー雨量情報の大量高速通信
2010	100,000	④大規模工場排水の自動常時監視 ⑤各戸の下水道使用量等の自動検針 ⑥雨量情報、水質情報等の住民への配信

は年々増加しており、現在、全国で470.5km(平成9年度末)である。これらの光ファイバーケーブルは、主に次の工法によって布設されている。

- ① ロボット工法
- ② 引流し工法

ロボット工法は、管内にセットした布設ロボットによって管頂を削孔してフックを埋込み、そのフックにケーブルを固定していく工法である。このロボットは、制御のためのケーブルが重く自走が困難なため両側の人孔からけん引して作業を行っていた。そのため、段取り替えの作業に時間がかかり工期が長く施工費も割高となっていた。

引流し工法は、原則として管きよ内の流量が多くて流速が速く、人が中に入って作業ができないような管きよに適用される工法である。この工法に使用する光ファイバーケーブルは、水流に流されないように重量があり、そのため太くて曲がりにくい構造のものを使用している。小口径管きよに引流し工法を採用した場合、マンホール内でのケーブルの取り扱いが容易でないこと、ケーブルへ汚物が付着する可能性が考えられる。

一方、下水道管きよの現状においては、下水道管きよの布設延長は平成8年度末で約27万kmであり、600mm未満の管の占める割合が80.8%と高い。今後、中小規模の市町村での下水道整備が促進されることを考えると600mm未満の小口径管きよの占める割合がさらに高まるものと考えられる。

## 2. 研究目標および体制

### 2.1 目標と対象

本機構では、主に小口径管きよを対象として、1995年から下水道管きよに予め光ファイバーケーブルを收容する空間を確保し、容易に光ファイバーケーブルが布設できる対応管路（対応管きよおよび対応マンホールの総称）の開発を進めてきた。

本研究は、表-2に示すように対応管きよと対応マンホールを対象とした。基本コンセプトは、下記のように設定した。

#### ① 適用範囲

対応管路の適用範囲は、地方中小都市における下水道の普及・整備や、下水道再構築事業などでの管きよの布設を想定したものである。

#### ② 機能

対応管きよは、従来の下水道管きよとしての機能を確保しつつ、光ファイバーケーブルの收容空間を持った管きよである。したがって、收容空間は従来の下水道施設としての機能を阻害することのない構造にする。

#### ③ 構造・物性

対応管きよは、従来管きよと同等の強度等の物性を持つ管きよとし、收容空間は、清掃時の高水圧に耐える構造とする。

#### ④ 施工性

対応管路は、従来の管路と同等の施工性を持つものとする。光ファイバーケーブルの收容空間の確保が特に施工上の支障とならない構造とする。

#### ⑤ 経済性

下水道管路に光ファイバーケーブルを布設する場合、既設管に従来工法で行うよりも、対応管路を使った方が材料費と布設費を含めて安価なこととする。

### 2.2 研究体制

本研究の体制は、社団法人日本光ファイバー技術協会と本機構の共同研究である。

## 3. 内容

### 3.1 対応管

対応管は、ヒューム管と塩ビ管を検討し、それぞれの仕様を表-3に示す。仕様が大きく異なる点は、対応ヒューム管がケーブルを管頂部のフックに吊下げる吊下げ方式で、対応塩ビ管が予め管の上部に設けたさや管内にケーブルを通線するさや管方式である。

#### 3.1.1 対応ヒューム管

対応ヒューム管は、図-1に示すような形状で、約80cmから1mの間隔で管頂に保持具が取付けられている。保持具は管きよ製作時に取付けたインサートアンカーに、ねじ込み接着で取付けている。

表-2 研究の対象と機能

項目	対象	対応管きよ		対応マンホール
		対応ヒューム管	対応塩ビ管	
機能		①下水管としての機能を確保する ②光ファイバーケーブルの收容スペースを有する		①マンホールとしての機能を確保する ②接続箱 <sup>1)</sup> の收容スペースを確保する

1) 接続箱とは、光ファイバーケーブルが接続された箇所を保護するための器具のこと。

表-3 対象管の仕様

項目	管材	対応ヒューム管	対応塩ビ管
使用する光ファイバーケーブル		防鼠対策を施した下水道用ケーブル (SUSテープ外装ケーブル、 外径φ15.5mm、100心タイプ)	通常の電線管路に使用しているケーブル (ラップシースケーブル、 外径φ13mm、100心タイプ)
光ファイバーケーブルの固定方法		予め管頂に設けた保持具にケーブルを吊り下げる(吊下げ方式)	予め管の上部に設けたさや管内にケーブルを通線する(さや管方式)
保持具の材質と取付け		ポリプロピレン製 取付けはエポキシ樹脂で接着	硬質塩化ビニル製 取付けは熱融着
管の種類		管種：B型管1種、2種 管径：250～1200mm	管種：VU 管径：200～700mm

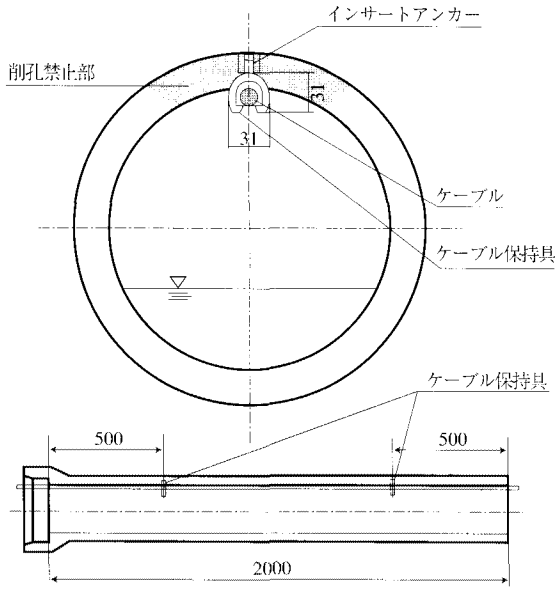


図-1 対応ヒューム管

保持具の材質は、マンホールの足掛け金物の防食被覆材としても数多く採用されているポリプロピレン製とした。保持具は、光ファイバーケーブル収納時の押込み力、収納後の保持力（ケーブルの引抜き力）を試験により確認し、形状を決定した。

対応ヒューム管の外面には、管布設時に保持具の位置をほぼ直線上に保つため保持具の位置を示すマーキングを施している。また、同時に取付け管などの施工を行う際に光ファイバーケーブルおよびケーブル保持具が損傷しないよう管頂部に「削孔禁止部」のマーキングを施している。

対応ヒューム管の布設は従来のヒューム管と同様に行う。ケーブルの布設は、予め管内にケーブルを通しておき、図-2に示す布設ロボットのケーブルキャッチャーにケーブルを保持し、上方へ押込んで保持具にケーブル固定する。

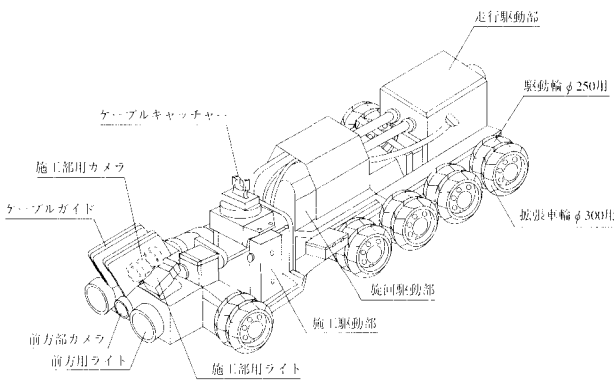


図-2 光ファイバーケーブル布設ロボット (φ250, 300mm用)

対応ヒューム管は従来管と比較し、保持具があるものの水理特性曲線は流速、流量ともに従来管とほとんど変わらない。対応ヒューム管（呼び径250mm）の水理特性曲線を図-3に示す。

対応ヒューム管は、ケーブル保持具の断面積が、管きよ内空断面積の1%以下であるため、通常の円形管の最大流速とほとんど変わらなかった。

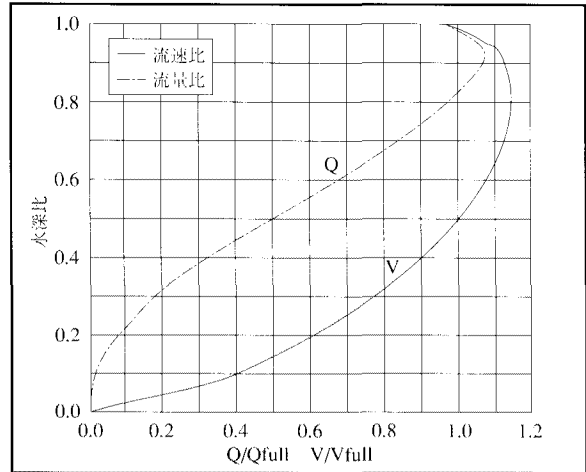


図-3 対応ヒューム管の水理特性曲線 (φ250)

### 3.1.2 対応塩ビ管

対応塩ビ管は、図-4に示すように管頂にさや管（内径28mm）を保持するブラケットを融着接続により本管に固定し、そのブラケットにさや管を挿入したものである。

管外面には、ヒューム管と同様、削孔禁止部を設けている。本管の接続は、図-5に示すようにさや管の接続に必要とする距離をあけた状態で接続する本管を仮置きし、その後さや管を引出し、接着する。さや管の接続後、管頂マークに合わせながら本管を接続する。

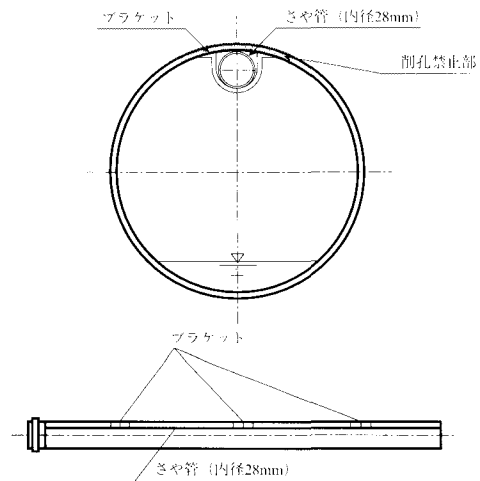


図-4 対応塩ビ管

光ファイバーケーブルの布設は、予めさや管に呼び線を引入れ、けん引する。対応塩ビ管の水理特性曲線を図-6に示すが、流速、流量ともに水深80%で若干減少する。

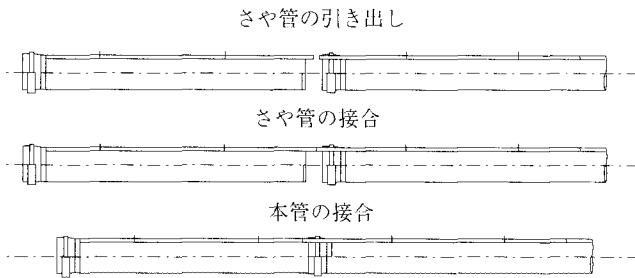


図-5 対応塩ビ管の接続

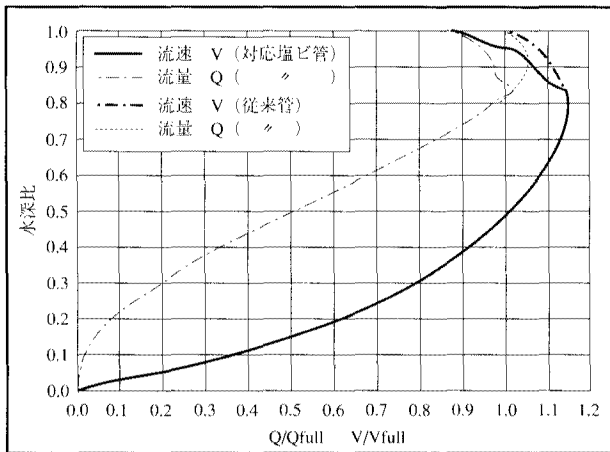


図-6 対応塩ビ管の水理特性曲線 (φ200)

### 3.2 対応マンホール

対応マンホールは、組立式マンホールの斜壁部(対応斜壁)に光ファイバーケーブル用接続箱を維持管理の支障とならない位置に設置できる機能を備えている。図-7に示すように上部から見てステップを除いた3箇所に接続箱の設置用のアンカーボルトを予め埋込んでおり、任意の箇所に設置が可能である。

対応マンホールは、従来の組立式マンホールと同様の施工が可能である。接続箱は、ステンレス製、FRP製の2種類がある。対応マンホールの種類は1号から3号マンホールがある。光ファイバーの接続を地上部で行うためのケーブルの余長は基本的に接続箱の周りを周回させ、現場にてアンカーを打ちサドルでマンホールに固定する。ラップシースケープルの場合、マンホール内のケーブルは防鼠対策のために全長をスパイラルスリーブで防護する。

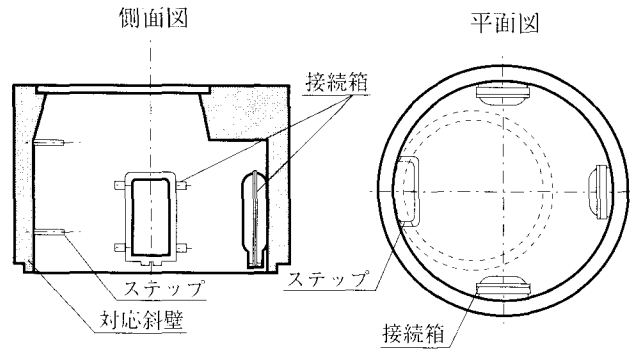


図-7 対応斜壁

### 3.3 試験施工

#### 3.3.1 内容

地上配管で対応ヒューム管30m、対応塩ビ管30m、管端には対応マンホールを布設し、試験施工を行った。(図-8参照) 光ファイバーケーブルの布設は、管きよを施工後、No.1からNo.2対応マンホールまでさや管内に呼び線を通し、けん引することで通線を行った。No.2からNo.3は予め光ファイバーケーブルを管内に通しておき、その後、専用の光ファイバーケーブル布設ロボットにより、管頂の保持具に固定した。

#### 3.3.2 評価

試験施工における対応管路の施工性は、従来管路と比較し、施工の容易さ、施工時間ともほぼ同等レベルであることが確認できた。また、高圧洗浄を行ったが、保持具、ブラケット、さや管への影響はなかった。対応ヒューム管のケーブル布設は日進量約120m/日であり、従来のロボット工法の80m/日より改善されていることが確認できた。

また、試験施工で行った配管と光ファイバーケーブル布設ロボットの公開実演を行った。アンケート結果では、光ファイバーケーブルの通線が思ったより容易であるという意見が多く得られた。

#### 3.3.3 経済性

対応管路の材料費は従来管よりもコストが上がるが、試験施工の結果より光ファイバーケーブルの布設費を含めると、従来管に従来のロボット工法で行うよりも、対応管路を使った方が材料費と布設費を含めたトータルコストでは、安価なことが確認された。

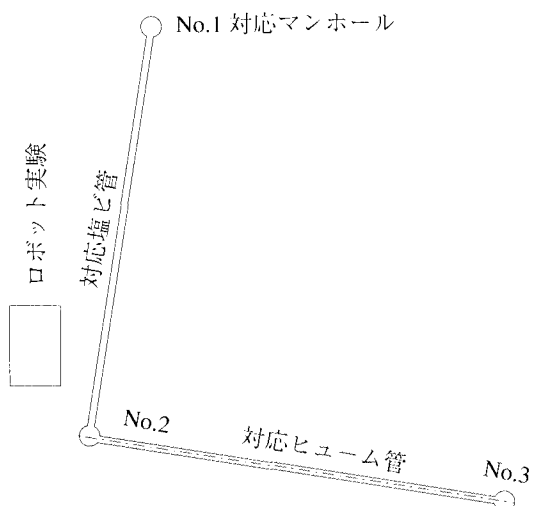


図-8 試験施工

### 3.4 実施工

平成11年1月に東京都日本橋人形町で対応ヒューム管、対応塩ビ管、それぞれ約30mが布設された。本管の布設に関しては、管頂マークを合わせるなどの施工上の注意点があるものの、施工性は概ね従来管きよと同等であることが確認できた。光ファイバーケーブルの布設についても、問題なく施工できた。

### 3.5 耐震に関する検討

対応管きよの耐震性は、従来管で現在検討している技術が応用できるかを検討した。

ヒューム管は、阪神・淡路大震災において、マンホールと管の接続部に被害が生じている。

そこで、地震の対策としては、対応マンホールと対応ヒューム管の接続部に可とう継手を入れ、可とう性を持たせることが考えられる。

塩ビ管は、材質の特徴から可とう性管きよとして使用されている。対応塩ビ管は、従来の塩ビ管をベースとして開発されたものであるため、従来管の耐震性と同等の性能を有している。

## 4. おわりに

これまで本機構で様々な試作品を設計・製作したが、今回の試験施工、実施工を通じてほぼ満足の得られる評価を得られた。今後は、さらに実績を重ね、光ファイバーケーブル対応管のシステムの構築に結びつけていきたい。

●この研究に関する問い合わせは

研究第二部長  
研究第二部主任研究員  
研究第二部研究員  
研究第二部研究員

篠田 康弘  
長谷川昭夫  
小林 卓矢  
久保 善央