



Title	下水道光ファイバのステップTG工法
Author(s)	岡田, 猛彦; 見山, 浅夫; 低引, 玄壮 他
Description	第11回衛生工学シンポジウム (平成15年11月6日 (木) -11月7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 一般セッション . 1 上下水道事業と施設管理 . P1-7
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 11, 81-84
Issue Date	2003-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7051
Type	departmental bulletin paper
File Information	11-1-7_p81-84.pdf



1-7 下水道光ファイバのステップTG工法

○岡田猛彦、見山浅夫、低引玄壮、松藤久良、松永泰彦（三機工業株式会社）

1. はじめに

下水道管渠内を活用し、各家庭まで光ファイバを敷設する FTTH (Fiber To The Home) 計画対応工法であるテンションガイド工法（図1）を開発し、実施工するまでに至った。さらに、段階施工を可能としたステップ TG 工法を開発するとともに、光ファイバ敷設後の性能調査を実施した。

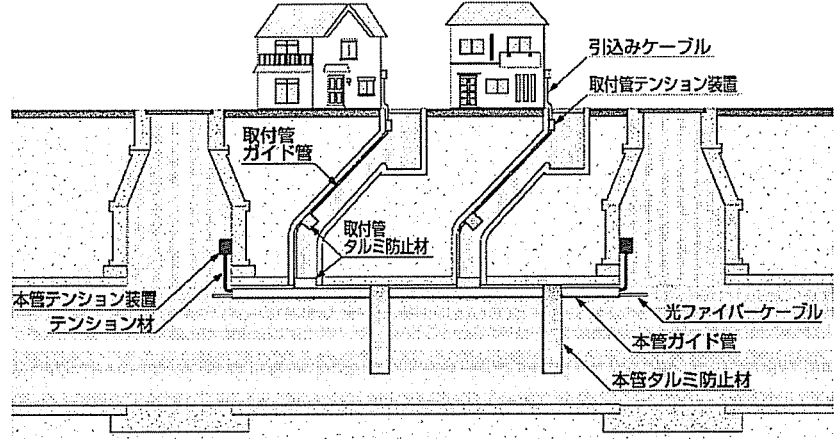


図1 テンションガイド工法

2. 工法概要

2.1 テンションガイド工法

テンションガイド工法は、図2に示す白色のガイド管に、テンションワイヤと光ファイバ（幹線、引き込みケーブル、呼び線）を収納し、マンホール間に設置したテンション装置でテンションワイヤを巻き取り、下水道管渠内の上部に光ファイバケーブルを敷設する工法であり、他の工法に較べ以下の特長を持つ。

- (1) 下水の流れを阻害させないため、光ファイバケーブルを管渠上部にテンションを加えて敷設する。（図3）
- (2) 施工時間が短く、施工費はケーブルの架空配線と比べ、遜色がない。
- (3) 下水道本管内に、将来のケーブルの増設や入れ替えなどに対応できるガイド管を形成する。
- (4) 多機能装置等（図4）を用い、施工時に下水道管を傷めない。
- (5) 光ファイバケーブル、使用部材は耐久性に優れ、また、下水の流れや高圧洗浄などの管渠メンテナンス作業で損傷しない。
- (6) 使用部材、ガイド管は、専用工具を使えば取り外しができる。
- (7) 水替作業をしないで、敷設できる。

このように、下水道管渠上部空間の有効することで、都市空間の環境（地上空間の美観）を損なわず、地震や台風、火事、雷などの災害にも強さを発揮する。

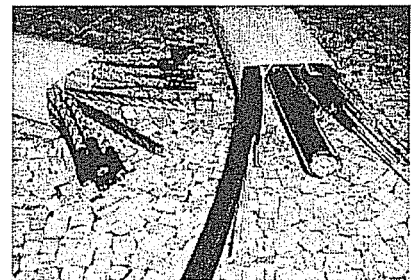


図2 ガイド管サンプル



図3 敷設状況

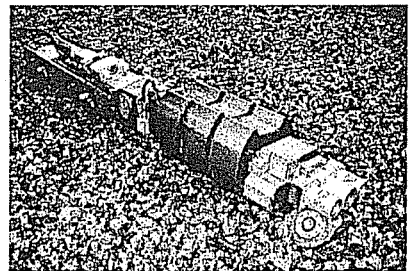


図4 本管用多機能装置

2. 2 ステップTG工法

ステップTG工法（ステップ・テンションガイド工法）は、2点間施設を結ぶS to S（Station to Station）、各家庭へと通じるFTTH（Fiber To The Home）の2つのシステムがそれぞれに段階的に対応可能な工法である。したがって、S to SとFTTHとの敷設時期の違いに対応でき、S to S敷設後の管渠を利用しFTTH敷設を行うことから施工が容易であり、低コスト化が可能である。ステップTG工法では、図5に示すガイド管を用いたS to Sの敷設をTG to S（Tension Guide To The Station）、図6にFTTHの敷設をTG to H（Tension Guide To The Home）という。テンションガイド工法とステップTG工法の施工概念を表1に示す。あらかじめ情報対応下水道管が敷設されている場合も、情報対応下水道管を用いてFTTHに対応できる。テンションガイド工法の特長に加え、ステップTG工法は以下の特長を持つ。

- (1) S to SとFTTHとの敷設時期の違いに対応できる。
- (2) Sガイド管はテンション材が管内に埋め込まれているので、ガイド管のスペースを有効利用できる。
- (3) 幹線・準幹線ケーブル、引き込みケーブルを各別個にメンテナンスができる。
- (4) ケーブルの入れ取り替えが容易にできる。
- (5) マンホール間で引き込みケーブルを敷設する家の数が大幅に増加するとき、引き込みケーブル用ガイド管のみで対応できる。
- (6) 情報対応下水道管を用いてFTTHに対応できる。

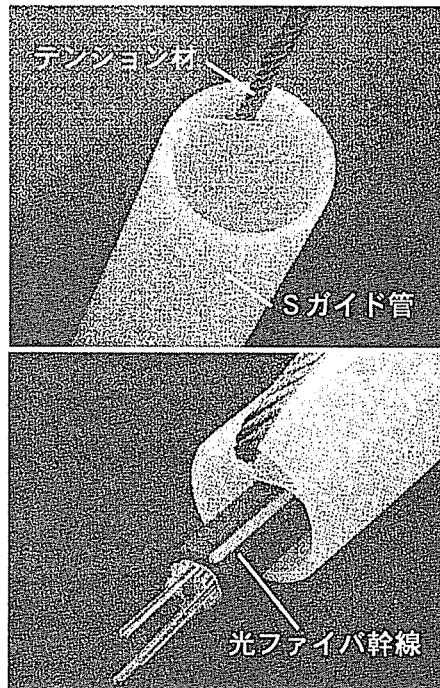


図5 施設間敷設（S to S）

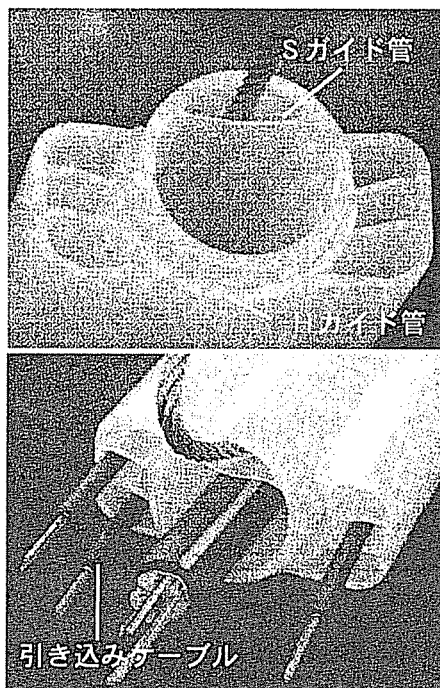


図6 家庭への敷設（FTTH）

表1 テンションガイド工法とステップTG工法の施工概念

工法	用途	施工概念	
テンションガイド工法	既設管・新管	S to S・FTTH同時施工	
		ステップ・バイ・ステップ施工	
ステップTG工法	既設管	S to S化	FTTH化
		TG to S	TG to H
	新管	TG to S、情報対応下水道管	

3. 光ファイバ敷設後の性能調査

3. 1 流下機能

平成8年に下水道法が改正され、下水道管理上著しい支障を及ぼすおそれのない範囲で下水道施設に光ファイバなどの電線等を設置することができるようになった。そこで、下水管渠の流下機能に着目し、ガイド管を敷設する前後の流量と流速がどのように変化するか調査を行った。

下水道管渠の余裕断面は、汚水管渠の場合、管渠内径 700mm 以下で計画水量の 100%が見込まれており、流下機能阻害範囲の判断に用いた。

ガイド管を敷設した下水道管渠を図7に示す。自然流下における流量計算には、一般に Manning 式または Kutter 式が用いられるが、ここでは Manning 式である以下の式を用いた。

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

ここに、

Q : 流量 (m³/s)

A : 流水の断面積 (m²)

V : 流速 (m/s)

n : 粗度係数 (=0.01)

R : 径深 (m) = A/P

P : 流水の潤辺長 (m)

I : 勾配 (4‰)

水理特性の測定結果を図8および図9に示す。実線および点線がガイド管を敷設しない場合の水理特性で、□および○は測定値である。管径が 200mm のとき、180mm 以上では設置しない場合と較べ流量は 10%程度減少し、管径 250mm のときも同様に 230mm 以上では 10%減少した。

管径によって異なるが、ガイド管設置による流下機能の損失は、満管の水理特性と比較して流量比で 90%程度となる。よって、流下機能阻害は余裕範囲内であると判断できる。

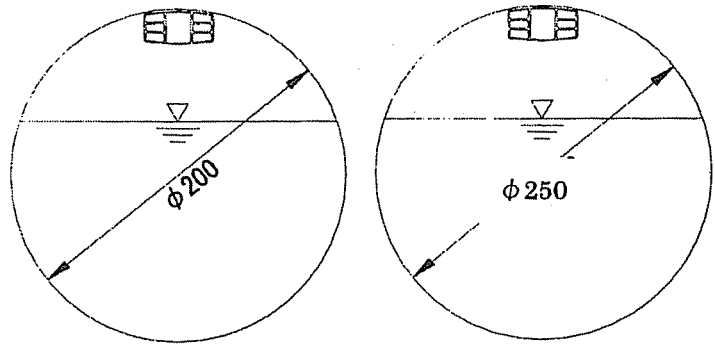


図7 ガイド管を敷設した下水管渠 (φ200 と φ250)

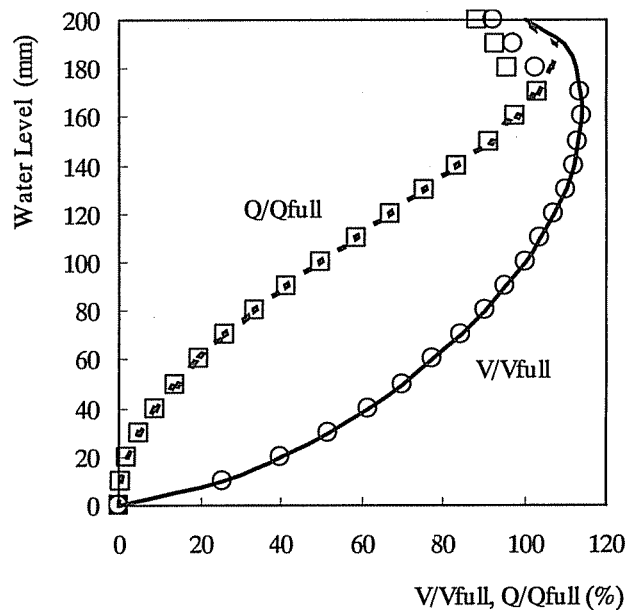


図8 φ200の管渠に敷設したときの水理特性

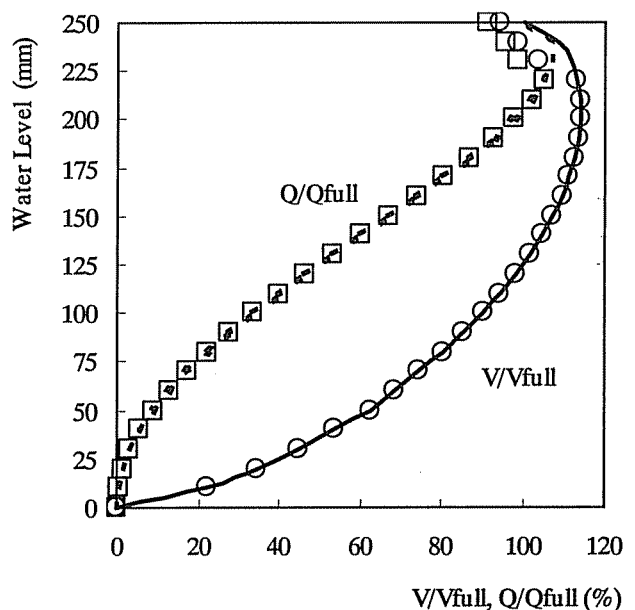


図9 φ250の管渠に敷設したときの水理特性

3. 2 通信機能

光ファイバの通信機能を確認するため、敷設3ヶ月後の追跡調査を行った。光伝送損失試験は、幹線と引込み線を対象とし上部から下部に伝送した場合と、下部から上部に伝送した場合の光損失を測定した。試験条件を以下に、試験結果を表2に示す。

表2 光伝送損失試験結果

測定日：2001年8月6日
 2001年11月15日
 外気温：30℃（8月6日）
 14℃（11月15日）
 測定波長：1.31μm
 融着機：簡易小型光ファイバ
 融着機
 測定器：ID テスタ
 伝送距離：34m

ケーブル (伝送方向)	光損失 (dB)		
	敷設直後	敷設3ヶ月後 高圧洗浄前	敷設3ヶ月後 高圧洗浄後
幹線 (上部→下部)	0.39	0.21	0.23
幹線 (下部→上部)	0.13	0.44	0.43
枝線 (上部→下部)	0.69	0.22	1.36*
枝線 (下部→上部)	0.38	0.32	0.23

光伝送損失試験の結果、敷設したケーブルの伝送損失はほとんどが1dB以下で、光ファイバの伝送性能としては正常であると判断できる。なお、高圧洗浄後の枝線（上部→下部）では伝送損失が1.36dB（表中の*印）であったが、測定機器もしくはコネクタの抜き差し作業に原因があるとして、イレギュラとして扱うこととした。

3. 3 維持管理

管内洗浄や作業時等の維持管理作業時には止水が要求されるが、テンションガイド工法では管渠上部にガイド管が敷設されるため、通常のプラグでは止水することができない。そこで、ガイド管用止水プラグによる止水性能を調査した。試験は図10に示すように、直径250mmの管の片側をプラグで止水し、もう片側にガイド管を敷設しガイド管用の止水プラグを設置した。プラグ圧力を2.4~2.5MPaとし、管内圧力を変化させ漏水量を測定した。

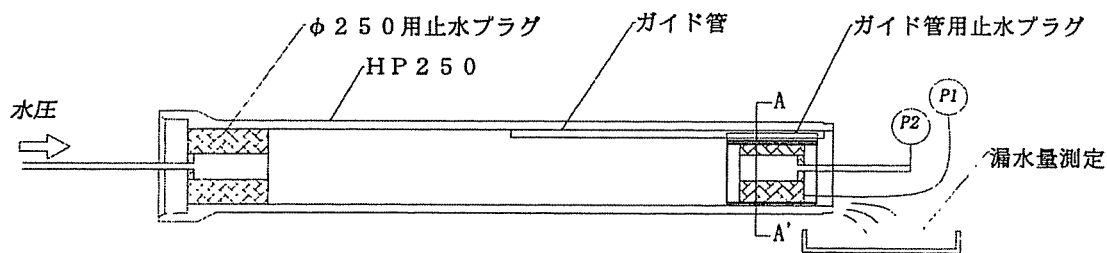


図10 止水性能試験

試験の結果、ガイド管の中央部が柔軟であるため水圧により変形し漏水した。そこで、幹線収納部にエポキシパテでシールし硬化させ、中央部の変形を防止することで漏水量を0.9L/minまで減少することができた。

4. まとめ

下水道管渠内を活用し、各家庭まで光ファイバを敷設するテンションガイド工法、段階施工を可能としたステップTG工法を開発した。また、光ファイバ敷設後の性能調査を実施し、有効性を実証することができた。今後とも高度情報化社会の構築に貢献できれば幸いである。