

光ファイバ通信網を利用した遠隔監視制御システム
Optical fiber telway network for supervisory remote control system
-of wastewater treatment plant

奥満男^{*}、曾我部均^{**}、稲葉隆一^{***}

- * 株式会社 東芝 公共システム技術第2部
東京都港区芝浦1-1-1
- ** 株式会社 東芝 公共システム技術第1部 *** 株式会社 東芝 府中工場
東京都港区芝浦1-1-1 電算機応用システム部
東京都府中市東芝町1

概要

わが国における下水道整備普及率は、1988年で全国平均39%に達した。¹⁾ この間多くの施設建設が推進され、なお今後も普及率向上を目指して処理場・ポンプ場の建設がなされていくことであろう。施設の監視制御方式もこれらの歴史とあいまって発展し、今日では施設運転設備の自動化を促進して無人化による施設の遠隔監視制御を指向するようになった。この傾向は前記の如く施設建設が増加するにつれ、より合理的効率的運用管理を実現するために今後さらに実施検討が進められるであろう。施設の遠隔監視には当然の事ながら、制御所-被制御所間に発生する監視制御の情報の交信が必要であり、従来この通信媒体としては、通信メーカの回線借用による形態が主であったが、今日光ファイバケーブルを下水管渠内に布設し、自前の通信網を構築する検討がなされ、既に実施した自治体もある。このシステムは光ファイバ技術の発展による信頼性向上、地下管渠内布設による災害時の安全性向上、自前ネットワーク利用による経費軽減等々の多くの効果が期待され、今後の展開が注目される。

キーワード

遠隔監視・広域ネットワーク・光ファイバ

1. まえがき

わが国の下水道整備普及率は、1988年で全国平均39%¹⁾に達した。この内人口100万人以上の大都市においては既に80%を超え、1つの処理区を構成する処理場・ポンプ場の数が10数ヶ所を越える所もある。またこれらの施設運転管理においては、放流河川水質環境改善の為の高度処理対応、都市型降雨流出における迅速な排水対応等が要求され、処理技術排水技術の高度化、複雑化が年々増加する傾向にある。一方、これらの施設の運転維持管理者の労働環境の改善も大きな課題であり、これは今後増加する施設建設が進むにつれ最も重要なテーマであり、このことから自動化、無人化による遠隔監視制御による管理方式は今後更に進められて行くものと考えられる。

遠隔監視制御は、従来より1ヶ所の監視所において関連系統下の複数の被監視所の運転情報の交信をテレメータ回線を利用し、重要な管理項目を抽出した情報量の授受により行ってきたが、前記の如く高度化、複雑化する施設間発生情報は多量であり、より即時性を問われる。近年の情報通信技術、情報処理技術の発展と、通信ケーブルとして成長著しい

光ファイバケーブルによる大量情報の高速伝送が実現可能となってきたこと、また下水道事業の施設財産である管渠網を、通信路として利用することが注目されてきたことから、より有効な通信手段が構築出来るようになった。これにより多量情報によるきめの細かな監視が可能となり、維持管理の質的向上が図れ合理的、効率的運用管理の実現がなされる。わが国の下水道事業は、普及率の向上と共に維持管理への時代へと移行していこうとしている現在において、下水管渠網を利用した光ファイバケーブルによる通信ネットワークの整備は今後大いに発展していくものと考ええる。

2. 光ファイバネットワーク

下水道ネットワークは、1985年4月に通信の自由化がなされたことにより、旧来の電々公社線借用による通信形態から、より自由に独自の通信網（ネットワーク）を構築し利用することが可能となった。これにより従来必要としていた回線借用費も削減され、維持費低減が見込まれる。

光ファイバ採用により高速、大容量の通信が可能で、電磁ノイズに影響されない高信頼性の通信が期待できる。また、安全性についてはネットワーク設備の大部分が地下の管渠内に布設されている為、地震等の災害にも強く、敷設技術については光ファイバケーブルの敷設方式も管渠形状（口径、構造）により種々検討されているが、大口径管渠での人手による方式の他に、小口径管渠でのロボットによる方式³⁾等が開発されている。光ファイバケーブルの生産量は、通産省「資源統計月報」²⁾によると1988年の生産量は41万1千kmコアであり、これは電線を含める全通信ケーブル生産量のおよそ半分に及んでいる。これらのことから、光ファイバケーブルによる通信路の構築は今後益々主流になることが予測でき、具体的実施に拍車をかけていくものと考ええる。

3. 遠隔監視制御システム例

3.1 システム構成

図3.1は下水管渠内光ファイバケーブル通信ネットワークを構築し、遠隔監視を行い、処理場の夜間の無人化を図ったシステムの概略構成である。A処理場は被監視所であり、B処理場は夜間の監視所である。両処理場間距離は、ケーブル長で約18kmであり、広域LANとしてループ形のネットワークにより構成されている。A処理場の場内各種設備の運転状態信号及び故障信号は、処理場内情報処理装置（cpu-1）に収集され、全点B処理場の情報処理装置（cpu-2）に送信される。また、プロセス情報及び管理情報も同様に発生情報として送信される。表3.1に被制御所、制御所間情報量を示す。

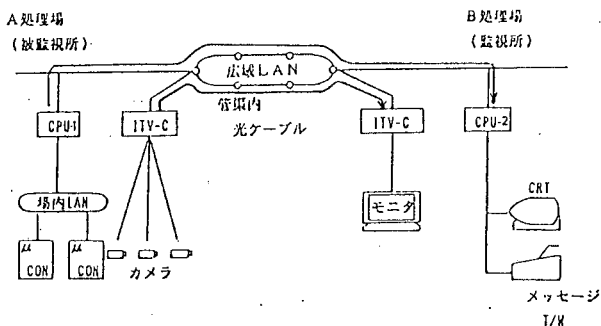


図3.1 システム系統図

種類	内容	情報量
デジタル情報	機器運転状態 故障信号	3,000点
プロセス情報	流量、水位、水量 プロセス信号	300点
管理情報	積算処理信号	200点
映像	カメラ6台 選択	32Mbps 1チャンネル カラー画像（別回線）

表3.1 処理場間情報量

B処理場においては、受信情報を編集し監視用CRT画面に表示する。図3.2は監視所における監視用CRTディスプレイ画面出力例である。監視所においては、常時本画面により監視し、被監視所の運転施設の故障発生時においては、画面上の設備ブロック別名称がフリッカ点滅し、その内容をCRT画面上部に自動的にメッセージで出力すると同時に、メッセージタイプライタに印字出力される。

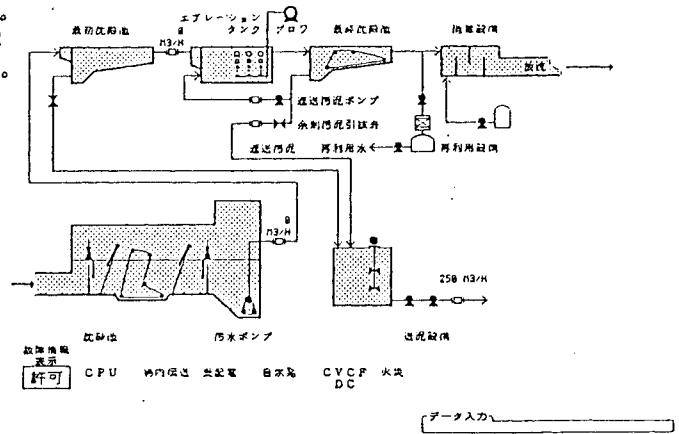


図3.2 遠隔CRT画面

3.2 光ファイバケーブルの仕様

表3.2に本システム例で適用した光ファイバケーブルの仕様を示す。また、図3.3は光ファイバケーブルの構造図である。光ファイバケーブルの芯数は6芯で、材質は石英シングルモードファイバ(SM)であり、管渠内敷設部は、鉄線鍍装を施したものを適用している。管渠内敷設方式は、自由流敷設で、ケーブル接続は接続箱を用い、マンホール入孔壁面にて接続処理する。ケーブルの立上り部は、ケーブルが下水流に対して抵抗とならぬよう光ファイバケーブルをPEP管で保護し、かつ、下水流に関係するところは即乾性モルタルにより管渠壁面へ固定し、表面処理を施す等の処置を行っている。

項目	仕様	仕様
型名	SP/SM-0G-JF-LAP	SP/SM-0G-JF-LAP-WAZE
種類	石英シングルモードファイバ	
モードフィールド径	10 ± 1 μm	
クラッド径	125 ± 3 μm	
偏心率	3% 以下	
クラッド非円率	2% 以下	
遮断波長	1.10 ~ 1.29 μm	
芯径	石英ナイロン(外径: 0.9 ± 0.1 mm)	
線色	付図-1参照	
テンションメンバ	7本/1.0mm中鋼線	
スペーサ	テンションメンバの間にプラスチックを被覆し、溝を形成する	
盛り合わせ	スペーサの溝に前記の石英ファイバ芯線を収納し、プラスチックで押え込む。(配列:付図-1参照)	
ジュリー充填	上記スペーサの溝部に一律にジュリー液和物を充填する	
ラミネート	0.25mm厚アルミ/PEラミネートテープを被覆する	
外皮	黒色PE	
標準厚	1.7mm (ラミネートテープ厚を含む)	
鉄線外装	1.2mm中鉄線 (防錆処理を施した物)	
防食層	黒色PE	
標準厚	2.0mm	
仕上がり外径	約 12mm	約 19mm
積算重量	150kg/km	560kg/km

表3.2 光ファイバケーブル仕様

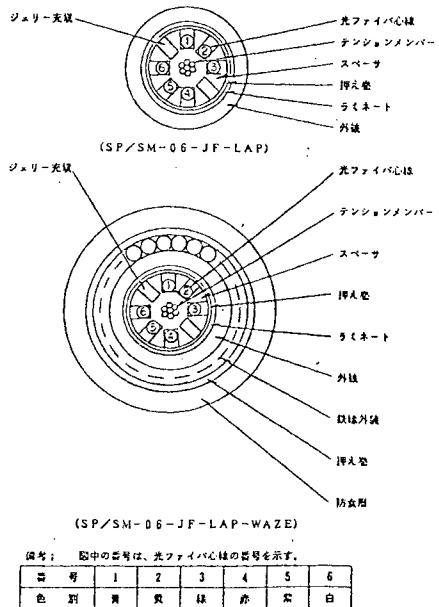


図3.3 光ファイバケーブル構造図

3.3 広域LAN（ネットワーク通信装置）の仕様

表3.3に本システム例で適用したネットワーク通信制御装置の仕様を示す。本ネットワークの伝送形態は、光2重ループ構成であり、ケーブル切断による回線断時はループバックによる伝送路の切替えを自動的にを行い信頼性を高めている。伝送速度は110Mbpsである。遠隔監視システムで必要となる情報の種類は、

- (1) プラント情報 … 施設運転監視、管理に必要な状態信号、処理量、排水量等の数値、符号等で処理されるコード情報
- (2) 音声情報 … 施設間の各部所内で電話通信サービスとして運用する音声情報
- (3) 映像情報 … 被監視所施設監視用ITV映像情報

等々があり、これらの各メディアは従来その情報種別に個々の回線により必要ヶ所相互間で交信を行う形態であった。近年の通信技術の発展により、多量情報の高速伝送が可能となり、ネットワーク

項目	仕様
伝送形態	光2重ループ構成
伝送速度	110、592Mbps
伝送方式	回線交換(TDMA) / ネット交換(FDDI準拠トランパッシング)
伝送形態	1:1、1:N、N:N通信
同期方式	独立同期/測誤同期
送路符号/誤り率	8B1C(NRRZ) / 10^{-9} 以下
ループ全長	最大 320km
ステーション間距離	最大 20km
ステーション数	最大 16台
光ケーブル	SM形2芯(110/125μm) 光ファイバケーブル
光コネクタ	P.C形挿内2芯コネクタ
誤り	PRX-I/F
送信	P.B.X接続、24Mbps
制御	TTC-I/F
受信	TTC接続保証、2Mbps
インターフェイス	T-LAN/BUS BRIDGE
システム	TOTAL-LAN/BUS/P.B.X接続、10Mbps、CSMA/CD
運用管理	ループバック、バイパス、伝送路の逐次切替、分枝SVS、MAATによる一元管理(Max16ステーション) ループ制御指示、構成変更指示、状態表示、故障確認テスト、ULD(Up Line Dump)による管理情報収集、障害情報収集、統計パフォーマンス情報収集等
外形寸法	(幅) 450×(奥) 800×(高) 650
重量	AC100V±10%、50/60Hz
環境条件	湿度10~40℃、温度40~80%

表3.3 通信制御装置仕様

有効運用を目的として、これらの多種情報を1回線時分割伝送を行うLAN(Local Area Network)の適用が、処理場、ポンプ場を結ぶネットワーク構成として適しいと考える。

4. 監視所運用方式の展望

ネットワーク化による、複数施設間の各種メディア情報交信が自由に出来ることが可能になると、監視所における遠隔監視・制御の機能も、より運用管理性を高めた使い易いシステム運用方式を構築することが期待出来る。一例として下記が考えられる。

- (1) 監視機能については多量情報の収集を行うことにより、故障発生時における故障直接原因の探索、発生時直前の運転状態の関連イベント編集とメッセージ出力等、AI応用技術の適用により監視操作員に直接的対処への支援を行うことが可能となる。
- (2) 台風時等の緊急時対応して、被監視所の流入量状況、運転状況の情報により、適切な人員配置の計画策定が可能となる。
- (3) 被監視所の定期保守点検も稼働状況に合わせたスケジューリングが可能となる。

5. あとがき

下水管渠を利用した光ファイバ通信網による、遠隔監視制御システムの構築に関する外部環境と構成例を記述したが、システムの具体的実施に至っては未だ解決をしなければならない問題がいくつか残っていることも事実である。例えば、ひとつは管渠内ケーブル敷設及び保守点検技術の確立であり、作業員による敷設工事の安全性の確保、小口径管渠用ロボットの応用の拡大、及び下水流の水利的影響等の解析把握や下水管渠用光ファイバケーブルの耐環境性の向上等である。ふたつめはネットワーク化による通信回線のメンテナンス管理体制の整備である。自前の通信網を構築するにおいては、その回線が常に健全で信頼性の高いシステムである事を保持するために、事故時の処理、定期点検を迅速かつ、スムーズに実施して行く体制を自ら整える事が構築後不可欠であり、これに係る要員整備計画が必要である。しかしながら、下水管渠網という既存財産を有効に活用し、遠隔監視制御用通信路としての利用のみならず、下水道事業内外の多種メディア情報通信網として、多目的利用を自前ネットワークとして構築することは、大きな社会的意義と経済的効果が期待出来るものであり、今後の展開が注目される。

6. 参考文献

- (1) 建設図書(平成元年度版) pp114
- (2) 通信図書(平成元年度版) pp11~12
- (3) 月刊下水道(1987年11月号)特集/下水道施設の遠隔制御 vol.10 No.13 pp2~5