

光ファイバ水位計による河川堤防モニタリングシステムの開発

エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社 正会員 佐々木 理
 エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社 奥津 晃一
 大成基礎設計株式会社 正会員 大丸 修二
 大成基礎設計株式会社 柏井 善夫

堤防の管理技術の高度化に向けて「河川堤防モニタリング技術ガイドライン(案)」が国土交通省によって策定され、堤防強化技術検証の一つとして、耐浸透機能の照査を堤体内水位観測によって行うことがあげられている¹⁾。他方、国土交通省では地域通信ネットワークプランに沿った河川管理用光ファイバの整備が進められている²⁾。この論文では、上記モニタリングガイドライン(案)に沿った堤体内水位観測を行うにあたり、河川管理用光ファイバを利用した光ファイバネットワークシステムに適合する光ファイバ水位計の開発とモニタリングシステムの構築について述べる。

1. 開発の目的

河川管理用光ファイバを利用した堤体内水位観測を光ファイバネットワークで実現するために必要とされる光ファイバ水位計に求められる条件としては、次のようなものが挙げられる。

河川管理用光ファイバを経由して管理事務所から遠隔測定ができる

10m 程度までの水位を長期的に安定して計測できる

複数の水位計を直列で接続することにより河川管理用光ファイバを有効に活用できる

以上のような光ファイバ水位計を開発し、光ファイバモニタリングシステムを構築することが、本開発の目的である。

2. 堤体内水位観測の概要

耐浸透機能に対する安全性照査として行うモニタリングのイメージは、図 2.1 に示すとおりであり、少なくとも 3 箇所の堤体内水位観測と 1 箇所の地下水位観測、雨量観測および河川水位観測を行う。また、河川管理用光ファイバは、堤内地側ののり

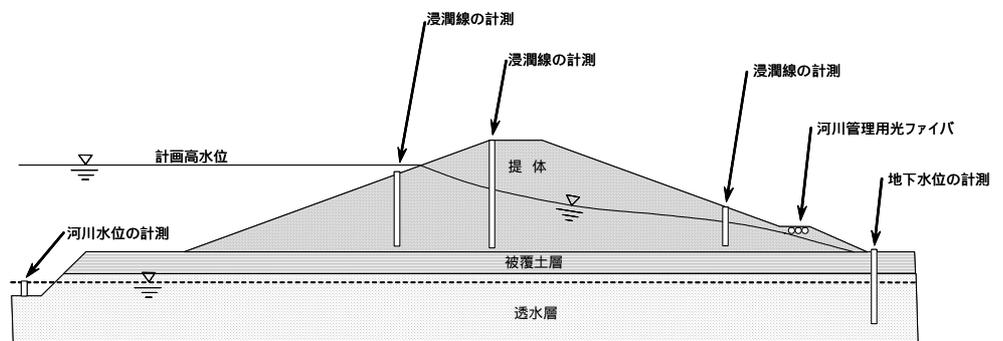


図 2.1 耐浸透機能のモニタリングイメージ

尻付近に敷設されている。モニタリング結果は、電子情報として蓄積され、定期的に分析して、分析結果を各種技術基準の改定に反映させると共に、堤防の管理技術の高度化に寄与させる。

3. 光ファイバ水位計の開発

光ファイバセンサの基本方式としては、上記の開発の目的で述べた遠隔測定と直列の連結方式を考慮し、FBG(Fiber Bragg Grating)方式を採用した。FBG 方式では、最大 20km までの遠隔測定の実績があり、河川管理用光ファイバを通じて河川管理事務所まで遠隔測定するのに十分な遠隔測定性能が期待できる。

FBG の直列配置は原理的には問題がないものの、小口径の水位観測孔に設置した水位計を他の水位観測孔の水位計と直列配置することは容易ではない。すなわち、図 2.1 に示すような水位計配置において直列配置

キーワード 光ファイバ、水位計、堤防、維持管理

連絡先 〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 2-31-1 浜町センタービル 15F

エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社 TEL 03-5643-5301

を実現するためには、水位計に入った光ファイバケーブルを水位計の内部で折り返して再び観測孔の孔口まで引き出す必要がある。光ファイバは一般的には曲率半径が 20mm 以下になると、光の伝送上影響が出てくると言われており³⁾、通常の折返しでは水位計の内径が 40mm 以上必要となる。しかし、水位計の外径は、40mm 観測孔にも設置可能にするために 35mm に抑えることが望ましく、その場合の内径は 30mm 程度しか確保できない。この解決策として、半径 10mm までの曲げが許される Hi-NA(開口数の大きな)光ファイバに FBG 加工したものを使用して、水位計内部での光ファイバの折り返しを実現した。なお、FBG 方式は、温度補償が必要であるため、温度補償用の FBG も水位測定用 FBG と直列に接続し、水位計に内蔵した。

測定波長帯は、FBG 測定機器が一般的に対象としている C バンド (1530-1565nm) を選んだ。計測に使用する FBG 1 個当りの使用帯域は測定帯域 3nm、測定領域の両側の空白帯域 2nm(片側 1nm)の合計 5nm を標準とした。1 台の光ファイバ水位計には、水位測定用と温度補償用の 2 個の FBG が必要なため、水位計 1 台当り 10nm の帯域が必要となり、C バンド(帯域幅 35nm) 内での直列接続台数は 3 台(FBG 6 個)となる。光ファイバ水位計の外観を図 3.1 に、3 台直列接続した時の FBG 反射波形を図 3.2 に示す。光ファイバ水位計の形状は、直径 35mm、長さ 210mm、測定範囲は 0-10m(0-100kPa)、測定精度は検定の結果 0.5%FS 未満であった。



図 3.1 光ファイバ水位計の外観

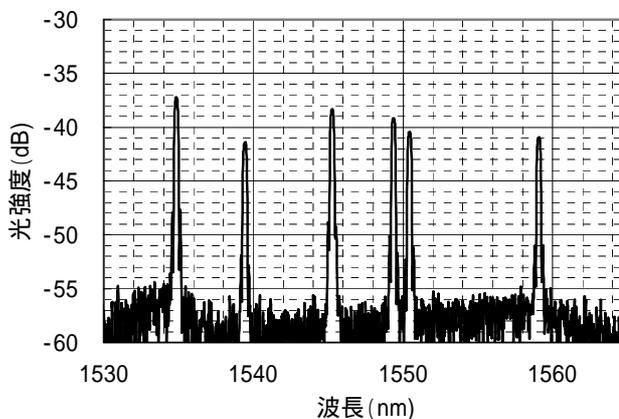


図 3.2 3 台直列接続した FBG 反射波形

4. モニタリングシステム

開発した FBG 方式光ファイバ水位計を河川管理用光ファイバ経由で管理事務所から遠隔測定する測定・管理システムを構築した。遠隔測定システムの画面表示の例を図 4.1 に示す。

5. まとめと今後の課題

河川管理用光ファイバを利用した提体内水位観測を光ファイバネットワークで実現するシステムを開発した。今後の課題としては、FBG の温度補償を周辺材料の熱膨張係数の組合せで、機械的に自己補償できる機能を付加し、ソフトウェアに拠る温度補償を最小限に留めることにより、信頼性と耐久性をより高めることが挙げられる。

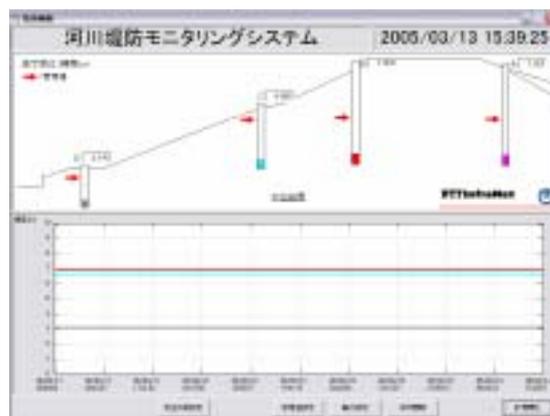


図 4.1 モニタリング画面の例

参考文献

- 1)河川堤防質的整備ガイドライン(案)および河川堤防モニタリング技術ガイドライン(案)の策定について 国土交通省 http://www.mlit.go.jp/river/press/200401_06/040609/040609.html
- 2)地域情報通信ネットワークプランとは <http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/jouhou/index.html>
- 3)実際に役立つ 光ファイバ技術 200 のポイント、社団法人 電気通信協会、平成 14 年 2 月改定 2 版、P.244