

FBG水位計を用いた水循環式連通管変位計測システムの開発

(株) 東京測器研究所*

正会員 ○山賀一徳

高橋 守

N T T アドバンステクノロジー (株)**

照屋英雄

古川敏広

(株) 東亜測器***

正会員 遠藤太嘉志

正会員

西村好恵

1. まえがき

構造物基礎等の鉛直方向変位を計測するために「水盛り」を利用した連通管変位計測システムが広く使われている。この計測システムは不動点に設置した水槽と複数の測定点に設置した変換器、そして水槽と各変換器を接続する連通管及び、計測機器で構成される。水槽と連通管及び、変換器内部は水で満たされており、各変換器の水面と水槽の水面とは水平である（水盛り）。そして、変換器に水位計を用いる場合、鉛直方向変位は静水圧変化として感知される。この計測システムの短所は、寒冷地で使用される場合、内部の水が凍結する事により測定不能になる事である。

一方 FBG 光ファイバを受感部に用いた変換器は、防爆構造中で最も安全で確実とされる「本質安全防爆構造である」又、「電磁ノイズの影響を受けない」等の特長がある。そこでガスタンクの基礎、電車軌道等の隆起・沈下測定には FBG 光ファイバを受感部に用いた水位計（以降、FBG 水位計）による連通管変位計測システムが必要となる。

よって、水の凍結対策として内部の水を循環する水盛り式に変わる新たな水循環式のシステムを考案した。又、容量 200mm の FBG 水位計を開発したので以下に報告する。

2. 水循環式システム

図 - 1 に水盛り式及び、水循環式の連通管式変位計測システムの測定原理を示す。

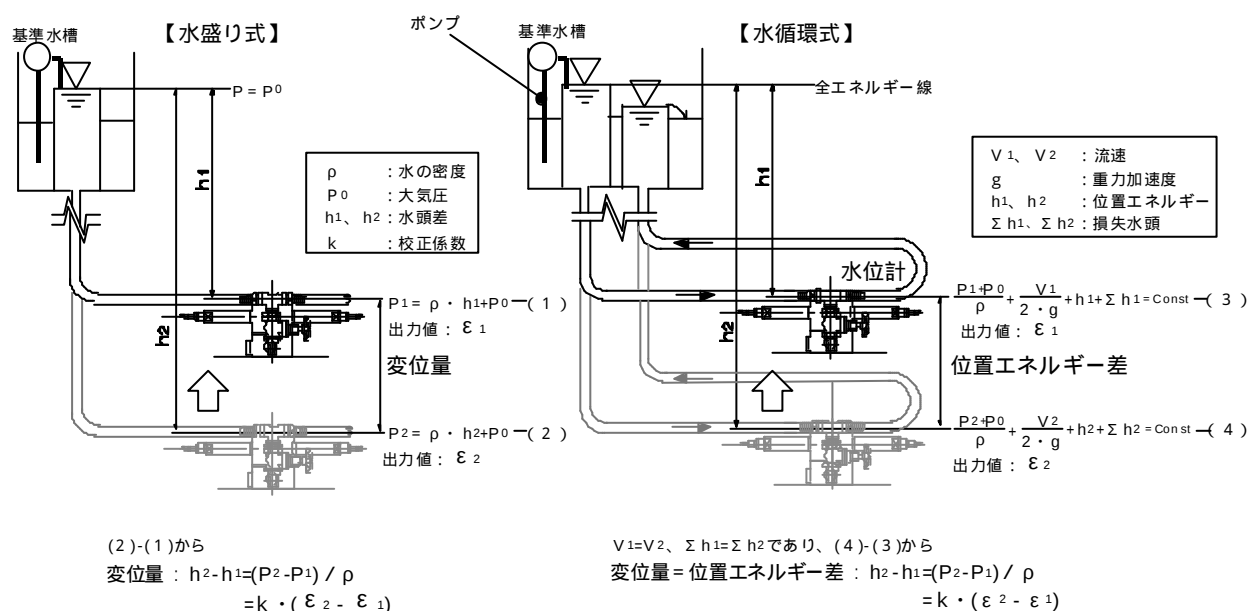


図 - 1 測定原理概略図

キーワード：FBG、光ファイバ、連通管、水盛り

連絡先：*〒 140-8560 東京都品川区南大井 6-8-2

Tel：03-3763-5611 Fax：03-3763-5708

**〒 181-0013 三鷹市下連雀 3-35-1 ネオシティ三鷹ビル 14F Tel：0422-47-7701 Fax：0422-47-7703

***〒 220-0051 横浜市西区中央 1-27-8

Tel：045-321-1653 Fax：045-321-1652

図 - 1 は、水位計を用いた水盛り式と水循環式の測定原理を示した図である。水循環式は水槽内の 2 本の水管の高低差により水を循環させる。

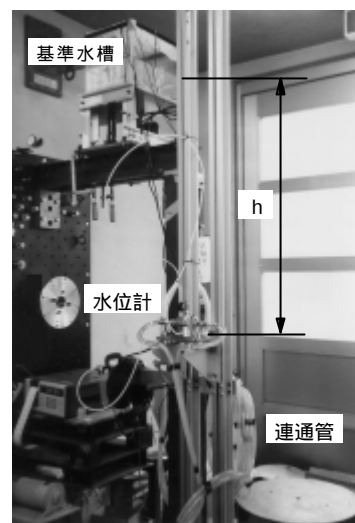
ここで、水循環式の損失水頭が変化しない限り変位量は水盛り式と同様に $k \cdot (e_2 - e_1)$ で表す事ができる。

確認の目的で容量：2m のひずみゲージ式水位計を用いて比較試験を行った。試験結果を表 - 1 に、試験状況を写真 - 1 に示す。

尚、循環式の基準水槽の連通管との接続部にバルブを設け、バルブを閉じる事で水盛り式の基準水槽とした。

【表 - 1 比較試験結果】

変位 $h(\text{mm})$	水位計出力 ($\times 10^{-6}$)	
	水盛り式	水循環式
0	0	0
1106	1627	1627
1965	2898	2897

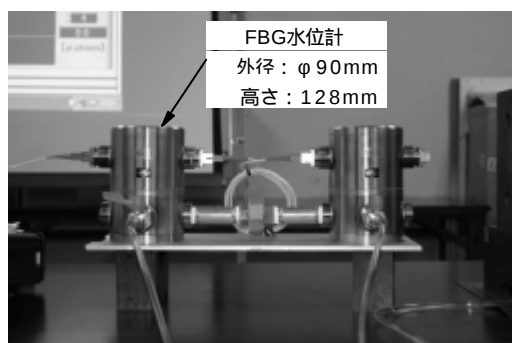


【写真 - 1 比較試験状況】

水循環式の損失水頭とは、水位計の垂直移動に伴う連通管の曲りの変化や断面積の変化が水流に与える影響である。よって、事前に連通管を束ねた場合と延ばした場合で水位計の出力に変化がない事を確認した。

2. FBG水位計

容量：200mm の FBG 水位計 2 台の試験結果を表 - 2 に示す。



【写真 - 2 FBG水位計】

表 - 2 FBG水位計試験結果一覧表】

項 目	No.1	No.2
出力($\times 10^{-6}$)	2147	2156
非直線性(%R.O)	0.4	0.2
ヒステリシス(%R.O)	0.3	0.2
繰り返し性(%R.O)	0.09	0.09

FBG 水位計は、金属製のベローズを用いて水位変化を FBG 光ファイバの張力変化に変換する構造である。FBG 光ファイバは、1(N)の張力変化で 1.2(nm)の波長変化をする。1.2(nm)は $1000(\times 10^{-6})$ に相当するので、表 - 2 に示す出力の単位は $\times 10^{-6}$ とした。

3. まとめ

流水は静水に比較して凍りづらい事は知られている。又、表 - 1 から水循環式と水盛り式は同じ感度である事がわかった。よって、水循環式により寒冷地でも従来の変換器を用いて連通管式変位計測システムにより構造物基礎等の鉛直方向変位を計測する事が可能である。又、水循環式は測定値に悪影響を及ぼす可能性があると言われる内部の気泡を取り除く事ができる。その方法は基準水槽のヒータで温水を作り循環させ、そしてヒータを切って温水が冷える際に「水の温度が低い程飽和空気量が増える性質」を利用し気泡を取り込む事である。

一方、今回製作した FBG 水位計は一般的に使用されている水位計とほぼ同等な性能を有する事が分かった。

今後は、FBG 水位計を用いた水循環式連通管変位計測システムの実用性を試験・検討する。