

VI-10 水中水準測量装置の開発と実用化

運輸省第二港湾建設局 小名浜港工事事務所 正員○小島朗史
（ 同 上 ） 木村岩男

1. はじめに

従来、水中構造物天端等の高低測量は、水中スタッフを構造物上に立て、陸上からレベルにより視準する方法が一般的であり、港湾・海岸等において海底に構築される捨石マウンド天端の出来形確認も同様である。しかしながら近年、港湾の防波堤建設が沖合化するに伴い、その基礎捨石マウンドの造成も比較的深海部へと進展してきている。このため従来の方法での出来形管理には、多くの労力と時間を要しているのが現状である。ここに紹介する水中水準測量装置は、これらの問題を解決すべく作業者を少なくし、取扱いを容易に、測定精度・迅速性を向上する目的で開発した、連通管の原理をとり入れた新方式による水中レベル計である。

2. 装置の概要

この装置は、水中に予め設けた基準点に対する測定点間の高低差を自動的に演算処理し、測定桿及び監視装置に測定値をデジタル表示するもので、デジタル印字も可能としたものである。

2-1 装置の構成

- (1) 水中装置（①～③は一体）
 - ① 基準装置兼ケーブル巻取り機
 - ② 測定桿
 - ③ 連結ケーブル（30m）
- (2) 船上装置
 - ① 監視装置（信号ケーブル50m付）

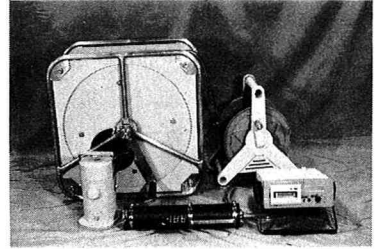


写真 水中水準測量装置

2-2 装置の仕様

測定範囲（高低差）	基準点±1.99m
測定精度	±2cm 以内
耐 圧	3 kg/cm ² （-25m相当）
測定桿移動可能範囲	半径25mの円内
連通管ケーブル長	30m（基準装置～測定桿）
観 測 時 間	約8時間（充電方式）

2-3 使用方法

基準装置と測定桿を基準点（水中）に置き零調整後、測定桿を順次測定点に移動しながら、基準点と測定点間の高低差を読み取る。

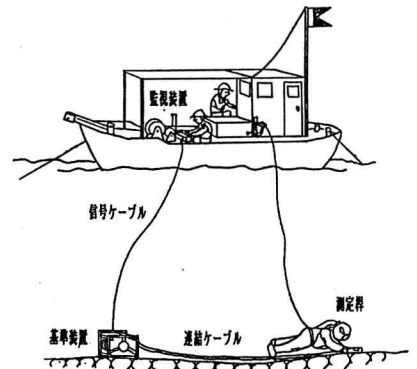


図1 測定状況概念図

3. 測定原理と精度に及ぼす要因

3-1 測定原理

(1)構造 ; 基準部と測定部を連結した連通管に液体を満
たし、その両端に圧力センサーを設けた装置。

(2)原理 ; 2つの圧力センサーの高さが異なることによ
り生じる水頭圧(圧力差)を電氣的に演算し、
高低差として出力する。

$$H = K \times P / \rho \text{ (cm)}$$

[H: 高低差(cm) P: 圧力差(kg/cm²) ρ: 液体密度 K: 換算係数(cm/kg)]

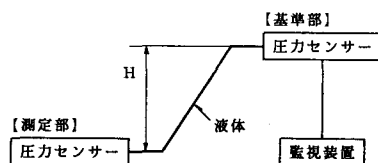


図2 原理図(試作品)

上記原理により生じる誤差の主な原因と対策

- ①気泡混入による圧力損失 ; 液体を脱気し、気泡の残らないよう注入する。
- ②圧力センサーの測定レンジ(精度) ; 測定範囲及び測定精度に適合した高精度圧力センサーの選定、並びに圧力センサーの圧力/出力特性の最適利用方法を考慮する。
- ③液体の密度の変化

その他の対策として、連通管内圧の変化による膨張・収縮に伴う圧力変動を少なくするため、基準部の連通管端部にゴムベロー式機械フィルターを設ける。

3-2 精度に及ぼす要因

測定精度±2 cmを目標とした試作品の性能試験は、①測定値の安定性が悪く表示値の変動が大きい、②基準値に対し測定値の変動が大きい等、改良を必要とする結果となった。

これらの主な要因として以下の(1)(2)が考えられ、さらに試験の繰返しにより(3)(4)が判明した。

- (1)連通管の揺れに伴い管内部圧力伝達のための液体が振動し、センサーに大きな圧力を及ぼす。
- (2)注入液に油を使用した時間が経過に伴い残留気泡が集まり発達し、圧力伝達の障壁となった。
- (3)圧力センサー固有の圧力/出力特性の違いによる精度への影響。
- (4)温度変化等による基準部・測定部ケース(外筒)内の空気圧の変化に対し、連通管内の通気性が悪く、相互の空気圧バランスがとれていない。

4. 性能向上のための改良

前記の精度を低下させる要因に対し、次の改良を加えることにより、実用化に至った。

- (1)連通管の揺れに伴う表示値の変動を少なくするため、アナログフィルターの遮断周波数を1 Hz以下とし、さらに液体の振動を吸収するため測定部にも金属ベロー式機械フィルターを装備する。
- (2)注入液として、脱気の容易な水を使用する。
- (3)2個の圧力センサーを水頭圧と空気圧を1個のセンサーで直接受け水頭圧のみを検出出来る差圧型センサーに変え、測定部側に装備する。また連通管に空気用パイプを追加し、ケース内に開放することにより空気圧のバランスをとる。

5. あとがき

試作品の完成以来3ヶ年にわたる性能試験と実験・改良により、ここに当初の目的である諸性能及び機能を有した装置(写真)を実用化することが出来た。今後は連通管注入液としての水に変わる最良品の選定と、測定範囲が大きくかつ精度の高い装置の早期実用化がもたれる。

終りに、本装置を完成するに当り実機の製作を担当した協和商工欄、並びに関係者の協力に対し深く感謝いたします。