

水底土砂変動の常時観測が可能となる水底土砂厚計測装置の開発

東海大学海洋学部 正 員 田中 博通

東海大学研究員 非会員 淀川 已之助

東海大学大学院海洋学研究科 学生員 高根 大海

東海大学大学院海洋学研究科 学生員 宮崎 由成

1. はじめに

海岸と河川の環境と防災の観点から、海底砂と河床砂の変動を把握することは、土木工学において主要なテーマである。荒天時と洪水時に、海底砂と河床砂の変化をリアルタイムに捉えることは困難なことである。海底砂と河床砂の動きを把握する方法としておもに以下の手法がある。一つは、海底土砂厚や河床変化を計測する測定器として等間隔にレーザーか超音波発信機器を取り付けたポールを海上または河道内に設置し、このポール間の土砂厚が変化することによる出力変化から現在の砂礫面を求める手法であり、砂面計として製品化されている。もう一つは、漂砂による海底土砂の動きを把握する手法として古くから蛍光砂かマーキングした砂礫を海中に投入し、時間経過後に採取した土砂を分析することによって砂の動きを求める手法である。水中で砂面を計測するためにレーザーまたは超音波を利用する場合、発信機、受信機ともに海中に設置しなければならない。その際にはポールを海上に固定することになり、設置費用が高いばかりでなく、波力や流木等の漂流物で破損する恐れがある。

そこで今回開発した水底土砂厚計測装置（特許出願公開番号：特開 2008-20279、公開日 2008 年 1 月 31 日）は、水底面下部に埋設することにより、天候に左右されることなく、水位（波高）と土砂の厚さをリアルタイムで計測することができるとともに、データ通信により管理事務所等においてもリアルタイムで土砂変動を確認することが可能となる。

図-1 に示すように、この水底土砂厚計測装置を海底に配列して設置して水位変動（波高）と土砂の厚さをリアルタイムで計測することにより、漂砂のメカニズムの解明に有益な情報が得られるとともに、海浜変形のシミュレーションの精度が飛躍的に向上することが想定される。

この機会に、水底土砂厚計測装置の仕組みと性能お

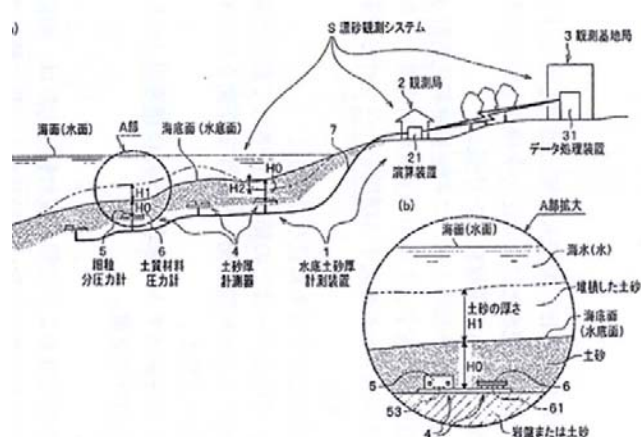


図-1 水底土砂厚計測装置および観測システム

および使用法について報告する。

2. 水底土砂厚計測装置の仕組み

水底土砂厚計測装置は、水底面に堆積している土砂の厚さをリアルタイムで計測する装置である。水底土砂厚計測装置は、水底面から所定の深さの位置に水平に埋設され、図-2 に示す土砂中の細粒分土砂と水とによる圧力を計測する細粒分圧力計（圧力計 A）と近傍に設置した水底面に堆積した土砂中の土質材料土砂と水とによる圧力を計測する土質材料圧力計（圧力計 B）からセンサー部は構成され、さらに、それら圧力計の値から水底面に堆積した土砂の厚さを演算する演算装置と記録装置から構成されている。なお、細粒分圧力計には、受感部の閉塞を防止するために目寸法 2μ の

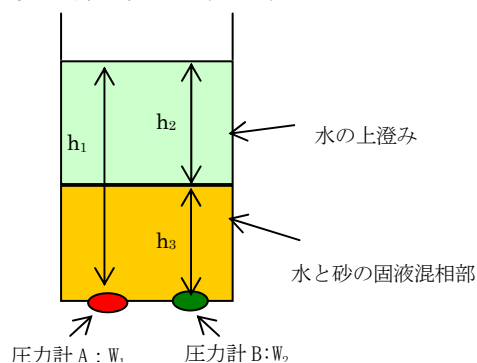


図-2 水底土砂厚計測装置の模式図

フィルタが取り付けれた。

堆積土砂厚は、下記のアルゴリズムによって算定される。図-2 より各圧力計の示す値は(1), (2)式となる。

$$W_1 = h_1 \gamma_w \quad \dots (1) \quad W_2 = h_2 \gamma_w + h_3 \gamma_a \quad \dots (2)$$

ここで、 W_1 ：圧力計 A の計測値(水および細粒土の混合した圧力)、 W_2 ：圧力計 B の計測値 (水および細粒土ならびに粗粒土の混合した圧力)、 h_1 ：水面から圧力計 A までの深さ(cm)、 h_2 ：水の上澄みの深さ(cm)、 h_3 ：堆積した砂厚つまり水と砂による固液混相部の深さ(cm)、 γ_w ：水の単位体積重量(gf/cm³)、 γ_a ：水と砂による固液混相部の定率補正係数つまり固液混相部の単位体積重量(gf/cm³)である。この γ_a は体積土砂の比重や間隙比などの土砂特性により定まる。従って、この水底土砂厚計測装置を実際に使用する際には、あらかじめ対象地域の土砂から γ_a を求めておく必要がある。圧力計 B と圧力計 A の差分である(3)式を整理することにより、砂厚 h_3 が(4)式から求まる。

$$W_2 - W_1 = h_2 \gamma_w + h_3 \gamma_a - h_1 \gamma_w \quad \dots (3)$$

$$h_3 = (W_2 - W_1) / (\gamma_a - \gamma_w) \quad \dots (4)$$

よって、(4)式から砂厚を得るためには γ_a を知る必要があることから、今回は2号珪砂と6号珪砂を使用して室内実験を行った。

3. 水底土砂厚計測装置の動作実験

図-3 に示すΦ200mm のアクリルパイプの底部に各圧力計を設置して水位を一定に保ちながら珪砂を投入し、圧力計の値と堆積砂厚を計測した。圧力は10Hz で10秒間計測した100個のデータの平均値であり、堆積砂厚は目視により求めた値である。Φ200mm のアクリルパイプによる実験の場合、砂厚が増加するとアクリルパイプと珪砂との摩擦により、土質材料圧力計の値が正確でないことが確認された。

そこで今回は、実験容器側壁と珪砂との摩擦を低減し正確な値を求めるために縦・横・高さが1mの水槽を使用して、水深を80cmに保って実験を行った。表-1 に使用した2号珪砂と6号珪砂の物性値を示す。

図-4, 5 はそれぞれ2号珪砂と6号珪砂を用いて行った砂厚と圧力計 A との関係である。



図-3 2号珪砂による実験

表-1 2号珪砂と6号珪砂の物性値

	比重 Gs	d _n (mm)	d ₅₀ (mm)	d ₁₀ (mm)	d ₉₀ (mm)	不均係数 U _c	間隙率 n	間隙比 e
2号珪砂	2.59	1.50	1.61	1.30	1.85	1.42	47.98	0.922
6号珪砂	2.59	0.27	0.31	0.22	0.34	1.55	62.89	1.604

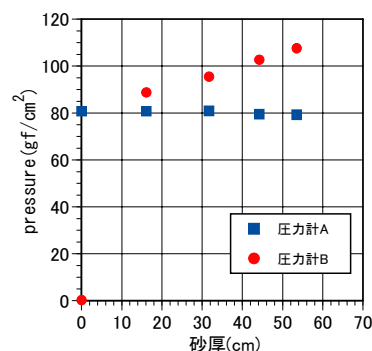


図-4 砂厚と各圧力値との関係 (2号珪砂)

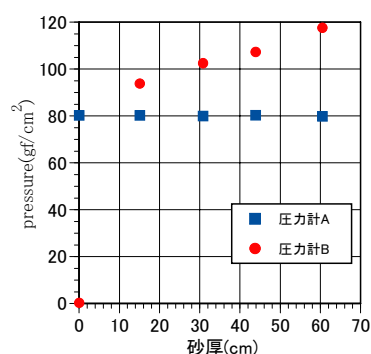


図-5 砂厚と各圧力値との関係 (6号珪砂)

この実験結果から γ_a を求め、砂厚と γ_a との関係を表したものが図-6 である。2号珪砂はほぼ一定であるが、6号珪砂は砂厚が増加するにつれ締まることから徐々に一定の値となってくる。両珪砂とも γ_a は珪砂の水中重量に近い値となった。

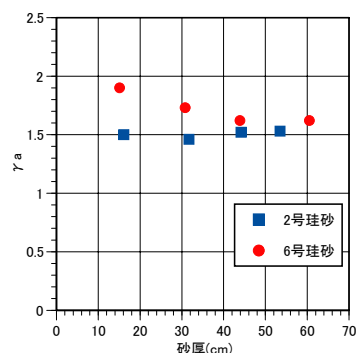


図-6 砂厚と γ_a との関係

4. おわりに

水底土砂厚計測装置は、設置地点の土砂の γ_a を知れば比較的精度良く砂厚を常時観測することが可能である。今後、粒径の異なる砂に対する特性と流れにともなう動圧の影響について検討していきたい。