

光学式砂面測定器の開発に関する研究

八雲建設コンサルタント 正会員 ○ 戸村 忠弘
鳥取大学 工学部 正会員 松原 雄平
鳥取大学 工学部 正会員 野田 英明

1. はじめに

近年、海岸構造物の建設に伴う海浜環境影響評価の一環として、海浜変形予測を目的とした移動床模型実験がしばしば行われている。こうした模型実験では、模型海浜の形状測定すなわち陸上部ならびに海底部の地形測定が、きわめて重要である。従来、汀線より沖側の水中部分の地形測定は、著者らの1人が開発した測定器が、ひろく用いられているが、陸上部における測定は専ら人手に頼るしかなかった。本研究の目的は、こうした模型実験における地形測定精度ならびに測定作業効率の向上をはかるために、水中および陸上部の地形形状測定が可能な水陸両用の砂面測定器を開発することにある。特に本研究では測定器の要件として、(1)水中部、陸上部を問わず連続測定が可能であること、(2)センサー部が、砂面に非接触であること、(3)安価に製作出来ること、を満たすものとした。

2. 砂面測定器の動作原理

図-1は、砂面より L の距離に静止した砂面センサーの模式図である。センサーは、市販のフォト・マイクロセンサーを改造し防水処理を施したもので、赤外線発光ダイオードよりなる発光部と、反射光を感知しその強度に応じて出力電流が変化するフォト・トランジスタ受光部よりなっている。砂面測定の原理は、発光部より一定波長の赤外光を砂面に照射した場合、距離 L の変化とともに反射光の強度が変化することを利用するものである。そこで、まず砂面センサーの応答特性を明らかにするために、センサーと砂面との距離 L を変えたときの、反射光の強度変化の測定を行った。

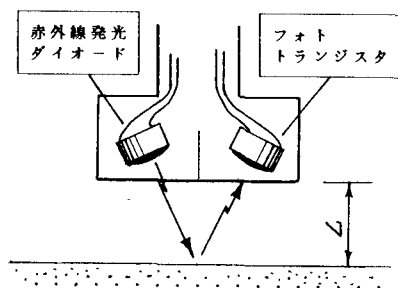
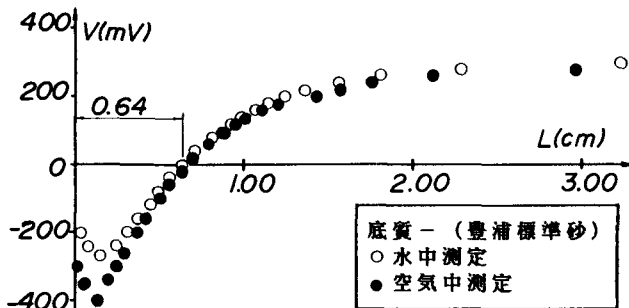


図-1 砂面センサー模式図

図-2は、横軸に砂面(豊浦標準砂)とセンサー部との鉛直距離 L (cm)、縦軸に反射光強度を表すセンサー出力電圧 V (V)をとり、空気中ならびに水中における実験より得られた L と V との関係を示したものである。これより、 $0.5\text{ cm} < L < 1.2\text{ cm}$ における出力電圧は、水中および空気中ともにほぼ等しいこと、 $L=0.12\text{ cm}$ 前後で V は極少値をとること、 $L>1.5\text{ cm}$ では、 V の値に大きな変化は見られないこと、などがわかる。特に最初の結果は、



水陸両用の砂面測定に極めて重要な性質であり、上記の範囲に基準値を設定しておけば、水中部陸上部を問わず特定の距離 L に対して一定の

図-2 空気中ならびに水中における距離 L と出力電圧の関係

出力電圧が得られることを示している。したがって、基準距離 L_0 を設定した場合、反射光強度 R_a が決り、逆に光強度を設定した場合、距離 L_0 が決定される。すなわち光源(センサー)と砂面との距離 L が、 $L > L_0$ の場合、光強度の減少を補うように光源を下降させ、また $L < L_0$ の場合、光強度が過剰となるため光源を上昇させれば、光源と砂面との距離は常に一定に保たれることになる。この過程は、フォト・トランジスタによる反射光強度変化の電流・電圧変換回路、設定電圧との比較回路、ならびに比較により生じた偏差をセンサーの上下運動に変換するサーボ・モーター制御回路によっておこなわれる。同時に、センサー部と連動するポテンショメータにより鉛直方向の移動距離を電圧変化として取りだし、これをA/D変換して、マイクロ・コンピュータに入力することにより測深データとして利用できるようにした。これら一連の計測制御システムを図-3に示す。

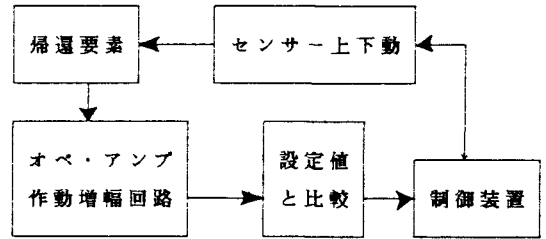


図-3 計測制御システム

3. 砂面計試作器による海浜地形実測結果

試作器による海浜形状の測定は、2次元波動水槽に模型海浜を造り、波を作用させた後に行った。測定は全海浜断面が、冠水した場合、空气中に露出した場合ならびに水中部、陸上部を合せ持つ場合、についてそれぞれ水槽長手方向に2cm間隔に1mにわたって行くとともに、同一区間をポイントゲージを用いて測定した。なお、実験に使用した底質は、豊浦標準砂および自然砂である。図-4は、実験から得られた測定結果の一例であり、縦軸に基準面から砂面までの高さ、横軸に水平距離をとって示してある。図中、実線が砂面計による測定結果、丸印はポイントゲージによる測定結果である。図より、陸上部、水中部にかかわらず、砂面計の測定値とポイントゲージの値はきわめてよく一致していることがわかる。また、ポイントゲージの測定結果との相対誤差 σ は、 $\sigma = 0.80\text{mm}$ となった。この相対誤差は、全海浜横断形状を水中測定した場合 $\sigma = 0.66\text{mm}$ 、一方、空气中で測定した場合 $\sigma = 0.76\text{mm}$ となった。以上の結果より、砂面測定器の測定精度は、ポイントゲージのそれとほとんど差異がないことが確認され、きわめて高い精度で水中部、ならびに陸上部の砂面測定が可能であることが明らかとなった。

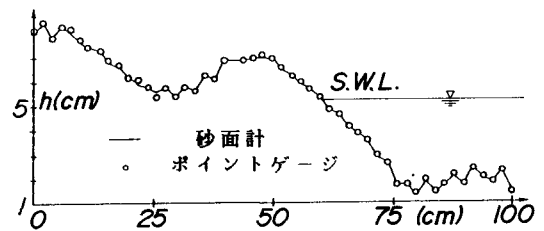


図-4 砂面計およびポイントゲージによる測定結果の比較

4. おわりに

本研究で開発した水陸両用の光学式砂面測定器は、当初の、測定器の要件をほぼ満足しており、またその測定精度も高いことから、きわめて実用的であるといえる。特に、陸上部を本砂面計で測定した場合、ポイントゲージと比較して、1/10以下の時間ですみ、大幅な時間の短縮が可能となり、平面水槽等における模型実験では省力化に大きく貢献するものと期待される。現段階での問題としては、砂面測定器が、水中部から陸上部へと進むとき、センサー先端部に付着する水滴によって乱反射が生じ、砂面を正確に追従しない現象が起ることである。この点に関しては今後センサー部の形状について検討する必要がある。また、対象物(底質)の色調に変化が生じる場合、赤外線反射率が変化するためにセンサーの応答特性が変化してしまう。このため、色調にむらのある底質に対しては、着色砂を用いる等の工夫が必要であろう。