

II-361 レーザー式形状測定器の開発

(株) 和 研

鳥取大学工学部

鳥取大学工学部

鳥取大学工学部

土木工学科

土木工学科

土木工学科

○ 渡 辺 誠 三

松 原 雄 平

黒 岩 正 光

野 田 英 明

1. はじめに

海岸、港湾問題ならびに河川、ダム水理問題に関する現象の解明、予測を目的として、水理模型実験がしばしば行われる。こうした模型実験では、地形変化や水位変動あるいは物体の動揺計測をいかに高精度でかつ効率よく行うかが重要となる。

水理模型実験での位置あるいは地形計測では、従来から測定対象に直接センサー部を接触させて変動量を計測する方法が取られてきた。こうした計測方法では、センサー自身が現象に影響を与えたり、計測点が多い場合は測定に長時間を要する等の問題があった。そこで著者らの一部は、対象とセンサー部とを近接させ両者間の電気抵抗を一定に保つサーボシステムを導入し連続的に海底あるいは河床地形を測定し可能な計測方法を開発した。しかし、この方法も常にセンサーが水中部に没してはならず、陸上地形あるいは極浅水域地形測定は不可能であった。こうした問題から、発光ダイオードとフォトセンサーを組み合わせた光学式形状測定器も、すでに開発されてはいるが、対象物の色調あるいは測定環境の光度によって応答が変化するため、実用上問題となっている。そこで、本研究では、非接触式であること、対象の色調に関係なく陸上域でも水中域でも連続計測が可能なること、計測精度が高く、かつ安定であること等の機能を満たすレーザー式形状測定器の作製を目標とした。以下では、測定原理ならびに機構を示すとともに、その基本性能、特性や測定精度について検証した結果を報告するものである。

2. レーザー式形状測定の原理

計測器の心臓部ともいえるセンサー部にはK社の赤外半導体レーザー（波長 780 nm、出力 20 mW、不可視光）による変位センサーを使用した。これは、1.2

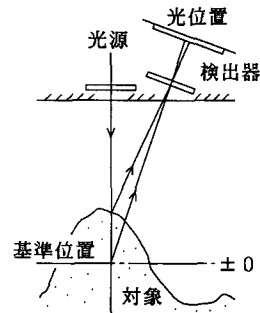


図-1 レーザー光による測定原理

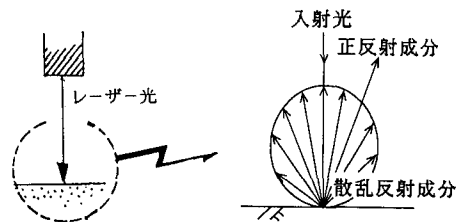


図-2 レーザー光の反射

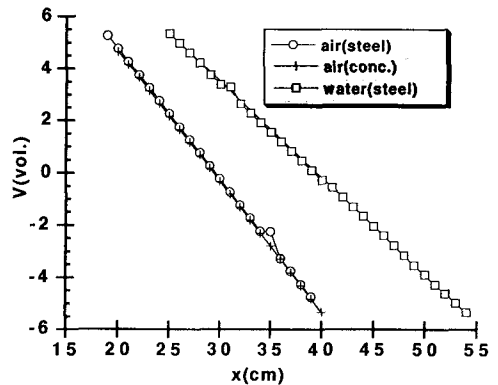


図-3 水中および空気中での較正結果

mm × 2.5mmのスポット点までの距離計測が可能なセンサーで、空気中で 200mm 以上 400mm 以下の範囲の距離計測を 50 μ m の分解能で行える。この距離計測は、図-1 に示すように発光素子と光位置検出素子の組合せから成る。すなわち光源から発射されたレーザー光は図-2 のように対象物によって散乱反射を起こし、その反射光はふたたび集光レンズを通過し光位置検出器に像を結ぶ。このとき三角法によって基準点と対象物の位置の差を知ることができ距離計測が可能となる。

3. レーザー式形状測定器の特性

図-3 は、空気中ならびに水中でのレーザー式形状測定器の距離測定の較正結果を示したものである。空気中の実験では黒色鉄板とコンクリート床版を、水中の実験ではコンクリート床版をそれぞれ対象とした。空気中の実験結果から、対象物の色調によらずほぼ完全な直線性が得られること、コンクリートを使用した水中の実験でもほぼ良好な直線性が得られることがわかる。しかし、水中と空気中では較正係数が異なること、また水中計測では測定レンジが大きくなることがわかった。

図-4 は、レーザー光の入射光に対して対象面が0度から75度の角度で傾斜している場合の距離測定結果を示したものである。これより0度から45度までの範囲では、角度に関係なく、ほぼ同一の較正直線で距離測定を行えること、しかし60度から75度と対象物の傾斜が大きくなると出力が増加し測定距離は見かけ上小さく生じることがわかった。したがって砂の安息角度を考えると、たとえば海浜変形実験や河床変動実験のように砂を使用した実験では、対象地形を精度よく計測できると考えられる。

図-5 は、種々の濁度を有する水中での距離計測結果を示したものである。これより濁度の上昇とともに出力電圧が若干変化すること、7 ppm以上の濁度の実験環境では、計測が不可能となることがわかった。

図-6 は、0 ppm および 2 ppm の水中で計測を行った一例を示したものである。この結果から、両者にはほぼ有為な差異は認められず、7 ppm以下であれば計測が精度良く行えることが明かとなった。

4. おわりに

今回、作製したレーザー式形状測定器は、実用上十分な測定精度を有すること、また通常の模型実験では、従来の抵抗式砂面測定器や超音波式測定器に比べて、

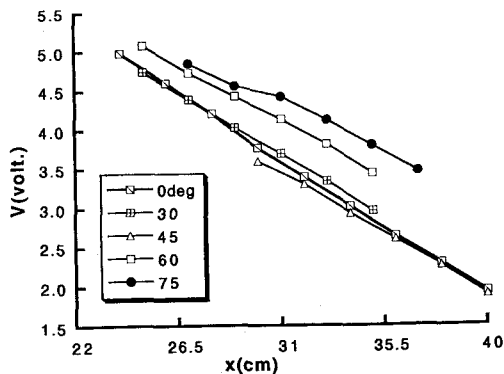


図-4 傾斜面に対する距離測定

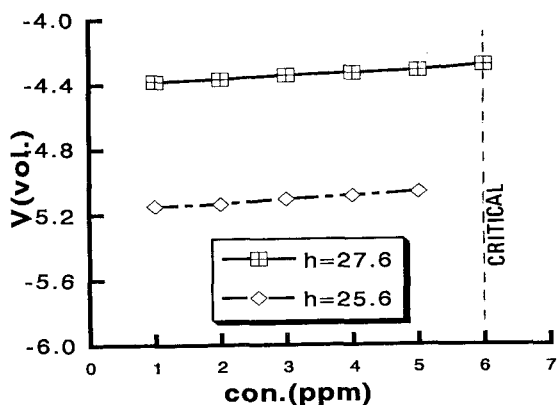


図-5 濁度と距離計測限界

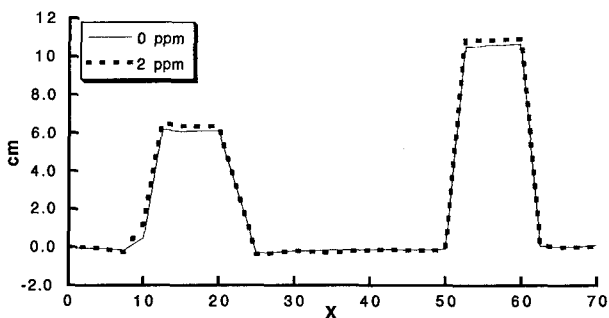


図-6 濁水中での底面形状の測定結果

優れた使用性ならびに機能を有することがわかった。また、空気中での物体動揺や形状測定、あるいは従来困難であった水中での物体動揺や密度流等の形状測定など、幅広く応用可能である。