

流砂観測への時間領域反射測定法 (TDR) 活用の検討 Application of Time Domain Reflectometry (TDR) on bedload monitoring

○宮田秀介・藤田正治

○Shusuke MIYATA, Masaharu FUJITA

Methodology of monitoring bedload in mountainous streams is still under developed, despite the importance of sediment monitoring in mountainous streams for watershed management. Toward developing a novel approach of monitoring bedload with low cost, we tried to apply Time Domain Reflectometry (TDR) on estimating thickness of a sediment layer in water. In a laboratory experiment, a steel probe was installed in a container filled with water and sand was added to set various thicknesses of the sediment layer. Then waveforms of TDR were measured using a cable tester. The experimental results of a specific time correlated well with the thickness of sediment layer. Our results suggest that methodology of TDR is applicable for bedload monitoring.

1. はじめに

豪雨による災害対策だけでなく、河川生物生息場変動や長期的なダム容量変動の把握においても河川の流砂量、とくに掃流砂量は重要な情報である。山地河川の掃流砂モニタリング手法は様々な手法が提案されており、直接法と間接法に大別される。それぞれの手法に課題が残されており、有効な手法が確立されているとは言えない状況である。

河床変動は河川の流砂現象の結果として現れるため、流砂量の時間変動は河床位の時間微分をとることで求められる。しかし河床のほとんどは河川流水面より下に位置するため、レーザーなどの一般的な非接触測定手法は不適である。一方、近年、土壤水分測定などに用いられる TDR の波形変化点から異なる比誘電率をもつ物質層の境界位置を判定する手法が提案されている。そこで TDR を利用した流砂量連続観測手法の開発をめざし、本研究では室内実験により TDR による水-土砂境界面測定手法の検討を行った。

2. 方法

厚さの異なる水層および飽和土砂層の境界面位について TDR 波形を測定した。水を充填したコンテナにプローブ (受感部) を挿入し、土砂 (珪砂 5号) を加えることで下層を飽和土砂、上層に水となるようにした。TDR はケーブルテスターから出たパルスがプローブおよびその周辺物質を通過して戻ってくる波形を測定するものである。珪砂

は水よりもはるかに比誘電率が低いため、TDR 波形を測定することで、水層-飽和土砂層境界がプローブのどこに位置するかを知ることができる。ただし、TDR 波形はパルス発射からの反射強度の時間変化であるため、周辺物質の比誘電率などをパラメータとして長さを求める必要がある。

3. 結果と考察

図 1 に市販プローブ (Campbell Scientific 社製, CS610; プローブ長 300mm) を用いた TDR 波形測定結果の一例を示す。TDR 波形の変化点はそれぞれプローブ上端、水-土砂境界面、プローブ下端における反射である (図 1 中矢印)。したがって、「プローブ上端」、「水-土砂境界面」間は水層、「水-土砂境界面」、「プローブ下端」間は飽和土砂層を通過したパルスの反射と考えられる。

飽和土砂層の厚さと「水-土砂境界面」、「プローブ下端」間の時間の関係は線形であった。TDR によって水中の土砂面位連続測定の可能性が示された。

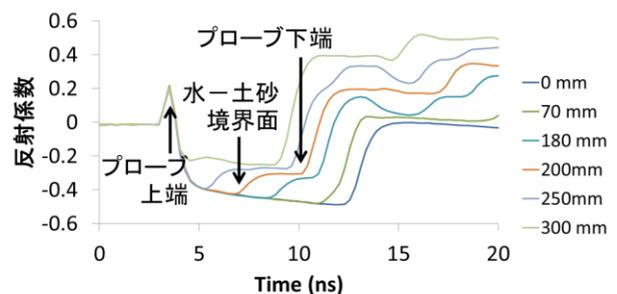


図 1 TDR 波形測定結果。凡例は土砂層厚を示す。