

安倍川砂防における低周波を用いた土砂移動実験

国土交通省 静岡河川事務所 西川友幸、高橋正行、細野貴司
パシフィックコンサルタンツ（株）○江島敬三、谷 弘行、伊藤力生
坂田電機（株） 才田 誠

1. はじめに

洪水による土砂流出、河床変動など土砂の移動実態は、洪水量、河床材料、地形特性など様々な要因が複合的に関係しており、それらの現象を的確に把握することは、今後の土砂管理手法、数値解析手法の精度向上を図ることが出来る。従来、実施されている土砂移動の計測方法は、礫をトレーサーとして実施するケースが多いが、河床変動の大きな河川では土砂が埋没するなど礫移動の追跡課題も多い。

本実験では、新たに開発した低周波センサー（発信器）を現地礫に埋め込み、洪水前後の礫位置を追跡することで土砂移動のメカニズムを把握する目的で現地実験を実施した。ここでは、低周波を用いた礫の移動に関する現地実験結果を報告する。

2. システム概要

低周波を用いた土砂移動モニタリングシステムを図-1、発信器の一般仕様を写真-1 に示す。本システムの最大の特徴は、発信器が水中や砂礫中に埋没しても探知可能な低周波磁界を用いた地中通信システムの技術を応用したもので、礫追跡用の発信器は保護外装を設けた場合に最小60mm程度（発信器本体は45mm）まで対応可能な事である。発信器は個々に異なる周波数の低周波磁界発信器を内蔵しており、制御磁石を取り外した後に転倒することによって低周波磁界を約1ヶ月間発信する。発信は流下した発信器が発生する低周波磁界を可搬型探知機で検出することで発信器の種類・位置を確認できる。

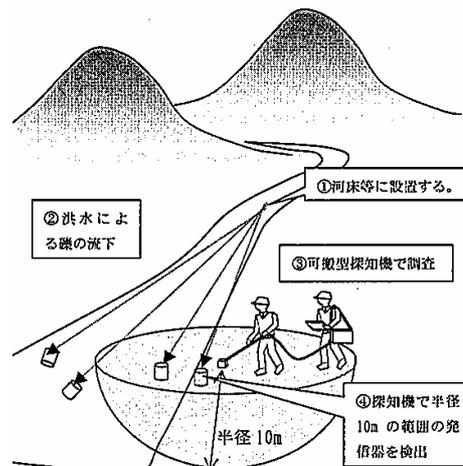
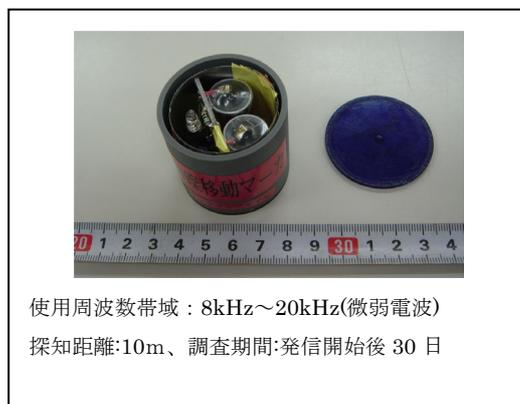


図-1 低周波を用いた土砂移動システム

3. 実験概要

実験に先立ち、現地の礫を採取し事前に礫に50mmの円形カッターで穴を開け、その中に発信器を埋め込み表面を赤色の蛍光塗料で着色した。洪水前の礫設置位置は、金山砂防堰堤下流の41.5k（流域面積50Km²）である。河道諸元および礫諸元を以下に示す。

- ・実験対象区間：金山砂防堰堤 41.5K～大河内砂防堰堤 34.1K までの約7.4Km 区間。
- ・河床勾配 $I=1/30\sim 50$ 、・河床幅 $B=40\sim 80m$ 程度
- ・礫形状および個数：100mm～189mm（15個）
- ・対象範囲：河床粒径加積曲線の70～85%粒径程度、比重 2.32～2.62



使用周波数帯域：8kHz～20kHz(微弱電波)
探知距離：10m、調査期間：発信開始後30日

写真-1 発信器の一般仕様

4. 結果と考察

(1) 礫の位置確認と採取

礫は、H16.9.28 に横断方向の流水部及び砂州部に設置、洪水後の礫の位置確認は 10.19～20（第1回目）と10.28～29（第2回目）について実施した。尚、10月は相次いで台風が来襲したため、河川流量が多く、位置確認のための現地進入が大きく制限された為、調査区間は対象の両岸延長14.8kmに対し、第1回目5.2km、第2回目5.7kmであった。調査期間の大河内砂防堰堤

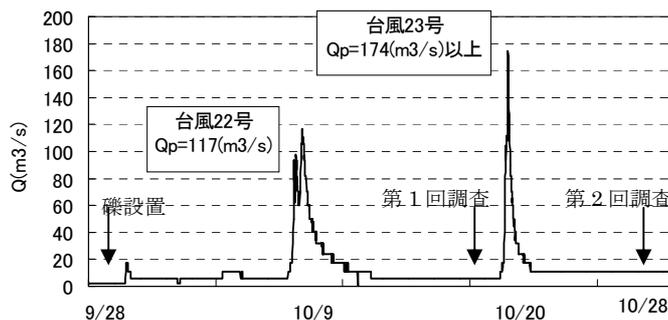


図-2 調査期間の流量(大河内堰堤)

水通水深から算定した流量を図-2 に示す。

水流量は第 1 回目調査間で、最大流量 117m³/s、 $\tau^*=0.14$ （上流区間、平均粒径 150mm）、第 1 回目～第 2 回目調査間では最大流量 174m³/s、 $\tau^*=0.16$ である。第 1 回目調査は現地礫 6 個、第 2 回目調査は現地礫 7 個の総現地礫種類 8 個（表-1）の位置を確認した。第 2 回目確認礫の累加移動距離は、礫 NO.21 を除くと礫 NO.27、17 が 100m～400m、それ以外の礫は 2,000m～5,300m 移動した。実験後に位置確認した。8 個の礫の内、表-1 に示す採取可能な 4 礫について採取し、その内 3 礫の採取状況を写真-2～4 に示す。礫 NO.17（写真-2）、

表-1 第 2 回目調査の礫位置確認

礫 NO	粒径 (mm)	移動距離 (m)		横断位置
		第 1 回目	第 2 回目	
17	124	100	300	中州中央：礫採取
21	139	10	確認できず	ほぼ流心
23	156	確認できず	5,100	流心の右岸
24	161	800	1,200	ほぼ流心
25	161	3,300	800	左岸砂州の水際：礫採取
27	179	100	移動無	ほぼ流心
29	189	3,100	移動無	中州中央：礫採取
30	185	確認できず	5,300	流水の右岸：礫採取

第 2 回目の移動距離は第 1 回目からの移動距離である。

礫 NO.29（写真-3）は洪水後の中州の河床面から 60cm、100cm の位置、礫 NO.30（写真-4）は流水端部河床面から 20cm の位置で採取した。礫 NO.17 および礫 NO.29 の位置は、洪水時は流心部で減水期に流心が移動し砂州を形成していると考えられ 1.0m 程度の洗掘・堆積の挙動が繰り返されたことが推察される。なお、安倍川は河床およびみお筋の変動が大きく流出土砂も多い河川である。

(2) 礫の破損と摩耗

採取した 4 礫の内、礫 NO.17、礫 NO.25 は発信器取り付け穴の影響で一部破損したが、礫 NO.29 は礫の鉱物脈部分で破断し、その端部は摩耗され丸みをおびていたことで見た目では破損が判断できない状態であったが、設置前礫重量 10.197kg が破損により 6.162kg 低減した。礫 NO.30 は破損が見られなかったが、設置前礫重量 8.727kg が摩耗等により 0.286kg 低減した。採取した礫は事前に着色した赤色蛍光塗料が摩耗によりほとんど消え、礫の移動に伴い礫自体が摩耗および破損等を繰り返しながら移動していることが推察される。

5. おわりに

今回のシステムは、土砂移動モニタリングが現場で対応可能であるかの確認も含めた予備的な実験であったが、発信器が探知機の 10m 以内であれば全ての発信器が地中水中であれ数 cm の精度で位置確認が可能であった。今後は、①発信・受信器の小型化・軽量化および継続時間の延長、②探知機受信範囲の拡大、③橋梁等での礫通過の確認（探知機を複数設置し礫通過時の時間的把握）を検討し、平成 17 年度についても引き続き土砂移動モニタリングを実施する予定である。

参考文献

- 1) 今井一之、水山高久、平松晋也、石川芳治、江島敬三：砂防ダム用貯砂ゲート周辺の砂礫の挙動（ゲートを閉じた場合）、砂防学会誌 Vol.50, No.6, 1997
- 2) 田中茂信、山本幸次、伊藤仁志、有澤俊治、高木利光：新型レーザーを用いた富士海岸海底谷への土砂移動機能調査、海岸工学論文集 Vol.44(1), 1997



写真-2 礫 NO.17(河床から 60cm)



写真-3 礫 NO.29(河床から 100cm)



写真-4 礫 NO.30(河床から 20cm)