

ピット式流砂計測装置による洪水流砂の粒度特性の把握方法について
 —六甲山系住吉川西滝ヶ谷における事例—

国土交通省六甲砂防事務所
 京都大学大学院農学研究科
 住鉱コンサルタント株式会社

後藤宏二, 石尾浩市
 水山高久
 山下伸太郎, 佐光洋一, ○玉樹奨平, 家田泰弘

1. はじめに

六甲山系における土砂管理の一環として、流砂量・質の定量把握を目的に、2003年8月に住吉川上流の西滝ヶ谷流域にピット式流砂計測装置、ハイドロフォン、水位計及び濁度計からなる六甲住吉型流砂等計測システム(RS-03)を設置して流砂量観測を開始した¹⁾。これまでの観測結果²⁾³⁾から、ピット式流砂計測装置によって流砂量の時系列変化を詳細に把握できるものの、洪水毎の粒度特性調査は、台風等による比較的大規模な洪水による流砂を対象としてきたため、洪水毎に堆積土砂の回収が必要で、かつ、観測対象の洪水に限られる問題があった。そのため、洪水規模の違いによる流砂の質的な差異については明瞭に把握することができなかつた。

そこで、ピット式流砂計測装置に堆積した土砂が洪水毎に層構造を形成していることに着目し、流砂計測と対応することにより、各洪水における流砂の粒度特性の把握を試みた。さらに、洪水規模が流砂の粒度特性に与える影響や一洪水における流砂の粒度特性(時系列変化)の把握における本手法の適用性について考察した。

2. ピット式流砂計測装置の概要

ピット式流砂計測装置は、堆砂箱(縦1.4m×横0.9m×深さ0.5m)と外箱、幅0.5mのスリットを持つ蓋及び荷重計測用のプレッシャーピローから構成される(図-1)。プレッシャーピローの水圧センサーにより堆砂箱の荷重変化を水頭として連続計測し、同時に計測した現位置の水位との差分から流砂による荷重を抽出し、あらかじめ求めた換算式によって流砂量を求めている。計測データは5分毎に現地のロガーに記録され、携帯電話を通じて任意に取得できる。堆積した土砂は、月1回の頻度で定期的に回収し、粒度試験を実施している。

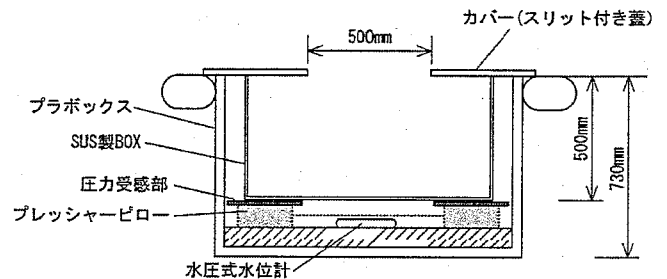


図-1 ピット式流砂計測装置の構造

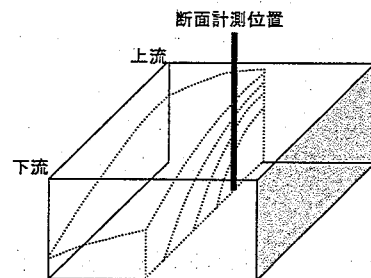


図-2 ピット堆積土砂断面イメージ

3. 観測方法

ピット式流砂計測装置の堆砂箱に流入した流砂は、上流側及び堆砂箱中心部から堆積している。堆積土砂の断面をみると、粒径の違いや有機物の混入状況等による色の違いから、目視で判別可能な層構造を形成していることが確認できた。そのため、水位や流砂計測データと照合することで、堆積土砂を洪水毎に区分できると考えた。

そこで、遠隔取得した荷重計測データをもとに、洪水毎の流砂量を算出し、さらに各層厚を全堆積厚に対する割合として推定した。その上で、定期回収時に内箱の堆積土砂を縦断方向に2等分して断面の観測を行った(図-2)。断面から目視で判別した層数及び各層厚と流砂の時系列データから事前に

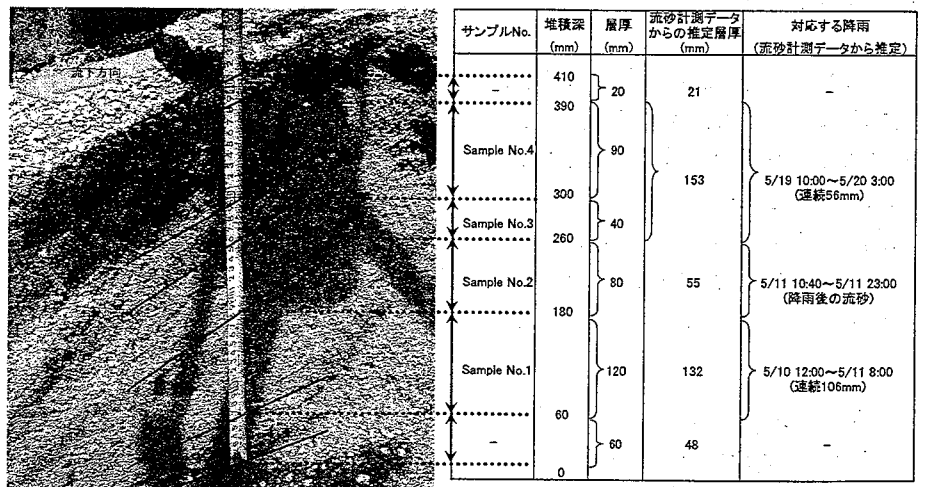


図-3 ピット堆積土砂の断面推定結果(2006年5月の堆積土砂)

推定した層数及び各層の相対的な厚さを照らし合わせて、洪水毎の堆積層を推定した(図-3)。

堆砂箱内に流入した流砂は、流れやスリットの影響で水平に堆積しないことから、各層厚の割合が計測位置によって異なる。そのため、流砂計測データから推定した層構造に近い箇所の割り出しがポイントとなる。本調査では、堆砂箱の上流端から概ね15~20cmの箇所が断面計測位置として適当と考えた。

上述の手法を用いて、3回の定期回収で、2006年5月~8月に発生した6回の洪水(5/10-11, 5/19-20, 6/15-16, 7/18-19, 7/20-21, 8/29-30)による堆積層を推定し、層毎に土砂を採取して粒度分析を実施した。さらに、一連の洪水でも複数の明瞭な流砂ピークを持つ場合があり、それぞれの堆積層が区別できた場合には、各層から土砂を採取した(5/10-11, 5/19-20)(図-4)。

なお、これら6洪水は、水位上昇が最大10cm程度と小さい。このことは、小規模な洪水においても、洪水毎の堆積層を判別して、粒度分布を分析できることを示している。

4. 洪水流砂の粒度特性

粒度試験の結果より、洪水毎の粒度分布に明らかな差異がみられた(図-5)。水位を指標として粒径を比較してみると、最大水位が高いほど、平均粒径や90%粒径が大きくなるのがわかる(図-6)。このことは、掃流力に比例して流砂の粒径が大きくなる現象を裏付けるとともに、洪水毎の堆積土砂推定方法が妥当であることを示している。

また、一連の洪水で2つの流砂ピークを持つ5/10-11の場合(図-7)でも、堆積層を判別してそれぞれの粒度分布を分析することができた。このことは、本手法を用いて洪水中における粒径の変化を把握できる可能性を示している。

5. まとめ

本調査で試みた手法によって、より多くの洪水を対象とした粒度特性の把握が可能となる。さらに、一洪水から複数の堆積層を判別して粒度分布を把握できることから、複数の土砂サンプルが採取可能な堆積層がある場合には、流砂の時系列的な変化も把握できる可能性がある。今後は、比較的規模の大きな洪水時の粒度分布を把握することで、洪水規模の違いによる流砂の粒度特性や一洪水における流砂の質的な変化の把握に努めていきたい。

最後に、本調査の実施にあたってご指導頂いたBen-Gurion大学のJ. B. Laronne教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 星野ら：流砂等計測システム(六甲住吉型)と観測事例, 砂防学会誌, vol. 5, No. 6, p. 27-32, 2004
- 2) 星野ら：流砂量等の時系列的把握の試み, 平成15年度砂防学会研究発表会概要集, p. 14-15, 2004
- 3) 久内ら：現地計測によるハイドロフォンパルスと流砂特性との関係, 平成17年度砂防学会研究発表会概要集, p. 106-107, 2006

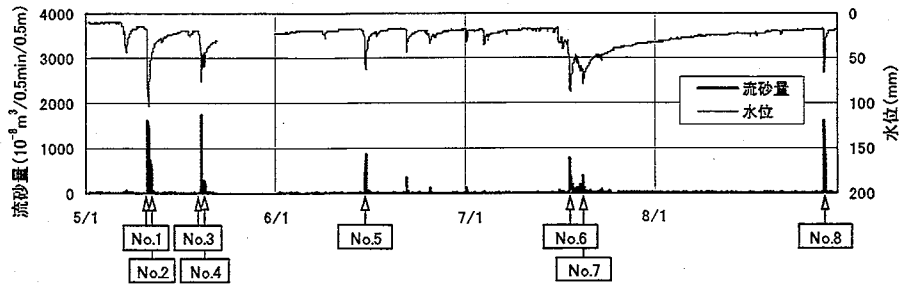


図-4 流砂の発生とサンプリング実施状況

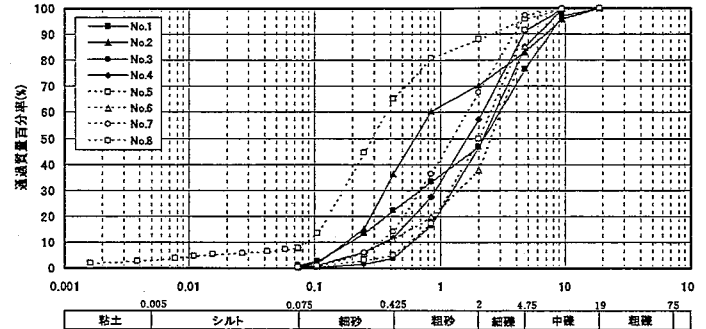


図-5 ピット堆積土砂の粒度分布

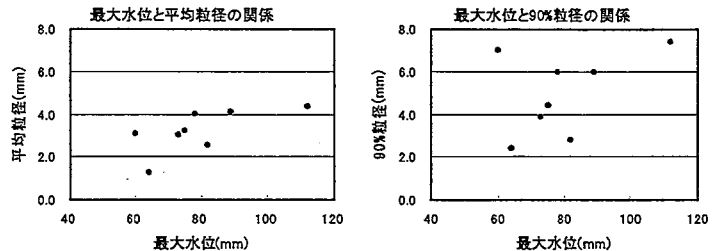


図-6 最大水位と粒径の関係

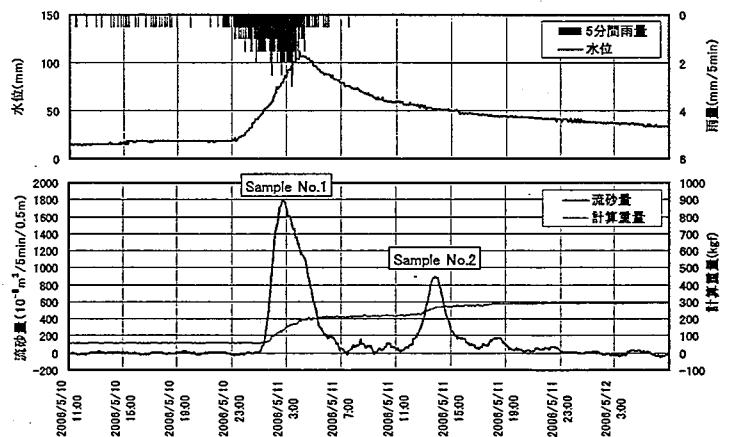


図-7 流砂の時系列変化(5/10-11)