

Time-Integrated sampler の浮遊砂捕捉精度に関する検討

国土交通省 国土技術政策総合研究所 ○原榎利幸、小山内信智、水野秀明、福嶋 彩
筑波大学大学院 恩田裕一、古賀聡子
(株)建設技術研究所 福井健太郎

1 はじめに

流砂系の総合的な土砂管理を行うには、土砂の量・質（粒径）・時間の観点から、流域の土砂移動を把握する必要がある¹⁾。ところが、平成16年に安倍川で行った観測では、表面流速が5.0m/s程度と流速が速いこともあり、観測機器自体が流れの乱れ等の影響を大きく受け不安定になることが分かった。

しかし、土砂は洪水時に多く移動することから、高流速時にも流砂量観測を行い、データを取得しなければならない。そこで、流速の速い条件下でも観測できる Time-Integrated sampler（以下、サンプラーと呼ぶ）に着目した²⁾。これは、従来、長期的に河川に設置することで浮遊砂を採取することを目的して開発されたものである。

このサンプラーについての既往研究を見ると、サンプラー流出口の流出速度が遅いほど、土砂の採取精度は、高くなると報告した。しかしながら、開水路でのサンプラーの捕捉精度についてはこれまでに検討されていない。

そこで本研究では、開水路で実験を行い、サンプラーの捕捉精度について検討を行った。

2 Time-Integrated sampler

図-1に今回使用したサンプラーである。サンプラー本体はφ10cmの亚克力管で上下流端にφ0.4cmの流入・流出口を設置したものである。

3 実験方法

図-2は今回の実験で使用した水路の側面図である。水路は幅0.5m、深さ0.5m、長さ10.0mで、チェーンブロックで水路勾配は調節可能である。水路の上流端と貯水槽をサクシオンホースで接続し、水中サンドポンプを用いて流量 $Q=0.08\text{m}^3/\text{s}$ 程度で濁水を循環させた。サンプラーの上流にピトー管および濁度計を設置し、水路内の流速および土砂濃度をそれぞれ計測した。

表-1は実験ケースと流速・土砂濃度の一覧である。

実験で使用した土砂は東北硅砂8号（平均粒径： $133.8\mu\text{m}$ ）である。

水路内の流速は、計測開始後30分おきに計測した。また、サンプラーを通過し流出口から出た土砂（以後、通過土砂と呼ぶ）および水路内を浮遊していた土砂（以後、水路内土砂と呼ぶ）を計測終了時間直前に採取し、サンプラーが計測時間内に捕捉した土砂（以後、捕捉土砂と呼ぶ）と共にレーザーカ

ウンターにより粒度分布を把握した。なお、土砂濃度は濁度計で計測した1分おきの電圧のデータを事前に行ったキャリブレーション結果を用いて土砂濃度に換算した値である。

4 実験結果

図-3は、各実験ケースで計測した捕捉土砂、通過

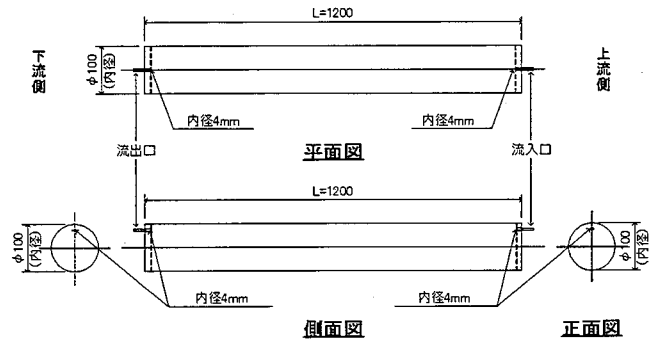


図-1 Time-integrated sampler

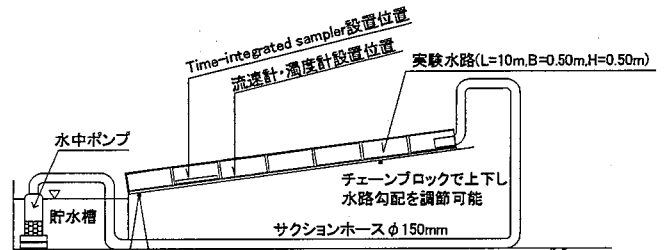


図-2 実験水路

表-1 実験ケース一覧

実験ケース	計測時間	水路勾配	土砂濃度 (ppm)	流速 (cm/sec)	捕捉土砂量 (g)
1-1	3	1/50	15901.98	117.04	3475.30
1-2	3	1/100	15024.58	82.27	2548.00
1-3	3	1/200	15796.24	80.46	2291.80
2-1	3	1/50	8475.72	117.04	1494.00
2-2	3	1/100	8529.55	82.27	1269.60
2-3	3	1/200	8440.12	80.46	866.70
3-1	3	1/50	5575.94	117.04	929.10
3-2	3	1/100	5019.11	82.27	291.50
3-3	3	1/200	5216.19	80.46	272.60
4-1	1	1/50	16886.42	117.04	1281.80
4-2	6	1/50	14694.57	117.04	7203.30
5-1	3	1/100せき上げ	14251.29	61.30	875.30
5-2	3	1/100せき上げ	8323.49	61.30	490.00
5-3	3	1/100せき上げ	4774.99	61.30	164.70

土砂および水路内土砂の粒度分布をそれぞれ全実験ケースで平均したものを示したものである。水路内土砂、捕捉土砂、通過土砂の順に細粒成分を多く含み、粒径は細かく、平均粒径は、それぞれ $231.0 \mu\text{m}$ 、 $100.7 \mu\text{m}$ 、 $8.1 \mu\text{m}$ 程度であった。また、サンプラー流出口から土砂が流出していることが確認されたことから、 $2 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の土砂がサンプラー内に入った後、流出口から流出していると推測された。

図-4は、流速と捕捉土砂量の関係を土砂濃度別に示したものである。土砂濃度にかかわらず、水路内の流速が速いほど、捕捉土砂量は増加する傾向を示した。また、流速にかかわらず、土砂濃度が高いほど、捕捉土砂量は増加する傾向を示した。

5 考察

図-5は、 V_{in} ：流入土砂量と V_c ：捕捉土砂量の関係を示したものである。ここで流入土砂量は、式(1)を用いて算出した値である。また、捕捉土砂量は、捕捉土砂の乾燥重量を比重2.54で除した値である。

$$V_{in} = u \cdot A \cdot C \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 u ：水路内流速、 A ：流入口断面積および C ：土砂濃度の関数である。

水路内の流速を用いて流入土砂量を算出したが、流入口では、入口損失等により流速が低減されている。また、流出口からは土砂の流出が確認されていることから、捕捉土砂量は、入口損失などを考慮した流入土砂量と流出口から流出する土砂量の差に等しいと考えられる。よって、捕捉土砂量は、流入土砂量の6割程度となった。

6 まとめ

- ①計測中、サンプラーの流出口から土砂が流出していることが確認された。また、その流出土砂の粒径は、粒度分布より $2 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度と推定された。
- ②水路の流速が速いほど捕捉土砂量は増加する。
- ③サンプラーの捕捉精度は6割程度であった。その理由は、流入口で入口損失等により流速が低減したことと、管内で沈降しなかった土砂が流出したことと考えられる。

7 おわりに

今後は、サンプラーの捕捉精度に影響をおよぼす、サンプラー流入口の入口損失および通過土砂量を把握する必要がある。また、捕捉精度を向上させるためには、流入口の形状をエネルギー損失の小さいベルマウス等に改良する必要がある。なお、今回の実験では、東北珪砂8号に対する捕捉精度を検討できたが、東北珪砂8号とは異なる粒度分布を持つ土砂に対しても捕捉精度を検討する必要がある。

参考文献

- 1)建設省河川局砂防部砂防課(1998)：河川審議委員会「流砂系の総合的な土砂管理に向けて」(総合土砂管理委員会報告)
- 2)J. M. Phillips, M. A. Russell, D. E. Walling(2000)：Time-integrated sampling of fluvial suspended sediment:a simple methodology for small catchments, HYDROLOGICAL PROCESSES, Hydrol Process. 14, pp2589-2602

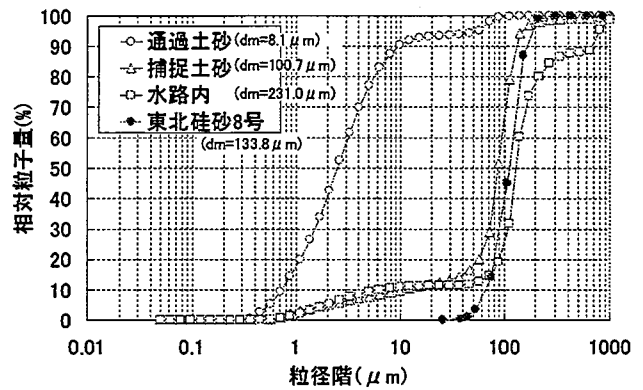


図-3 全実験平均粒径加積曲

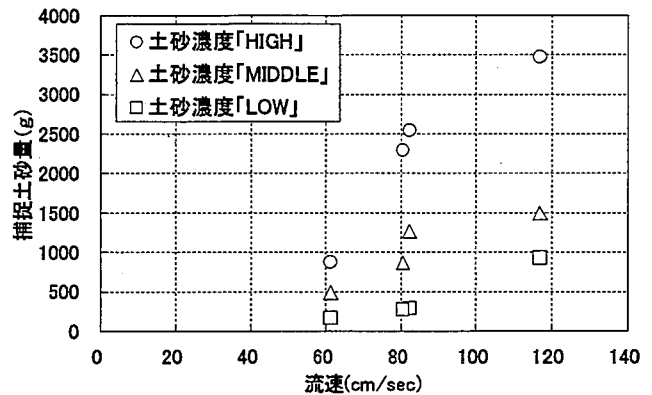


図-4 流速-捕捉土砂量関係図

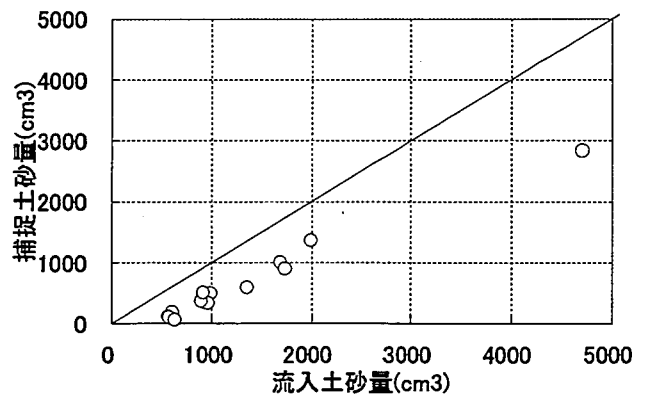


図-5 流入土砂量 - 捕捉土砂量関係図