

バングラデシュで設置稼働中の砒素除去装置 GSF の性能について

宮崎大学工学部 福田博之 (学生会員), 埜嘉一, 片岡大輔, M.M.Hussainuzzaman, 横田 漢
 宮崎大学機器分析センター 田辺公子

1.はじめに

バングラデシュで地下水の砒素汚染が最初に見つかったのは1993年であり、その後の各調査結果により、地下水は東南の山岳地帯を除いて、全国64県のうち61県で汚染されており、飲用許容値 (50 μg/L) 以上の井戸水を飲用している住民は約2,900万人にのぼり、将来癌にかかる人の数は375,000人と推定されている。

我々は1996年より調査を開始し、バングラデシュで2つのモデル村を設定して、代替水供給装置の開発を行ってきた。PSF (Pond Sand Filter) とGSF (Gravel Sand Filter) である。PSFは砒素を含んでいない「ため池水」を砂利槽と砂槽により浄化するもので性能は良いが、乾季の終わりには池の水が利用できない場合がある。そこで、乾季にPSFを砒素除去装置として利用性するための検証実験を行い、その性能を確認した。バングラデシュの地下水は鉄分が多いため、酸化状態下の鉄による砒素の吸着・共沈を利用して、井戸水中の砒素を砂利槽中の砂利間に沈殿ろ過させる方法である。

その後、PSFを砒素除去専用装置 (GSF: Gravel Sand Filter) として改良し続けてきた。ここではこれまでのGSFの性能や改良点について報告するものである。

2.砒素除去性能

1) GSFの構造と初期砒素除去性能

2002年12月にジェソール県マルア村に建設したGSF1号基の構造をFig.1に示す。現在20数基が稼働している中型PSFそのものである。Gravel Tank (L 1.45m × H 1.10m × W 0.77m) 2槽と砂ろ過槽 Slow Sand Filter (以後SSF) (L 2.80m × H 0.60m × W 0.86m) 1槽からなっている。

Gravel Tank 中の水は斜め方向に (Gravel Tank 1: 斜め上方、Gravel Tank 2: 斜め下方) 流れるようにな

っている。Inlet、Gravel Tank、Outletの底は排水に便利なように船底になっている。なお、SSFは緩速砂ろ過用の浄化装置である。

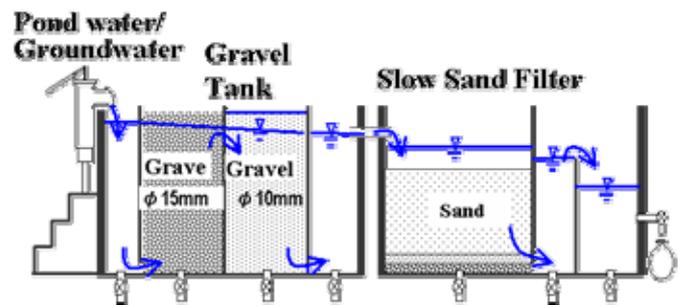


Fig.1 GSF 1号基の構造図

建設直後の砒素除去性能をFig.2に示す。各Gravel Tankの延長方向および深さ方向に3点ずつから採水して、砒素濃度の低減状況を調べている。原水の砒素濃度0.27mg/lが各Gravel TankやSSFを通過するにつれて、次第に0.05mg/l未満に低下してゆくさまが良く分かり、また非常にすぐれた砒素除去性能を示しているといえる。その後は3~4ヶ月で砂利槽や砂槽の目詰まりなど起こり、メンテナンス手法を摸索した結果、砂利槽の排水 (1回/10日)、砂利の洗浄と砂層表面の切削 (1回/月)、砂の入れ替え (1回/4ヶ月) というメンテナンスを設定した。

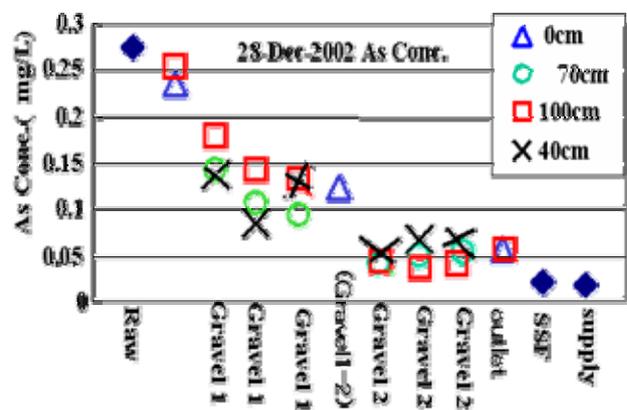


Fig.2 建設直後における砒素除去性能

2) GSF専用装置としての改良実験

その後、GSF は良好な砒素除去性能を示していたが、処理能率の効率化とメンテナンスフリー期間の長期化などを志向して、砂利槽底部にプラスチック細片を部分的に充填したり (2004.1、Fig.3)、砂利槽内の水の流れを鉛直上向きにしたりした (2004.12、Fig.4)。その結果、砒素除去性能は悪化した。

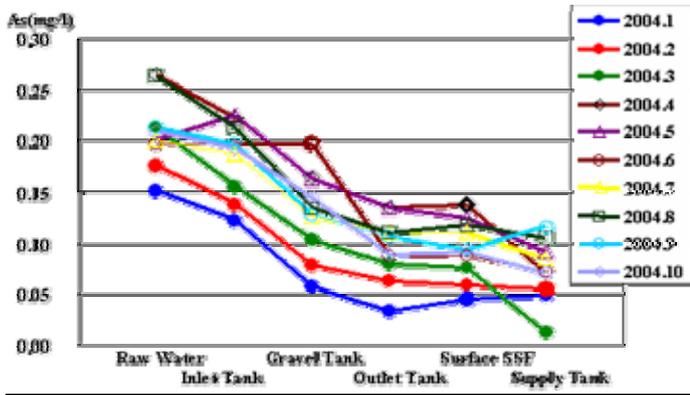


Fig.3 メンテナンスの改良を目指した砒素除去実験結果その1 (2004.1~2004.10)

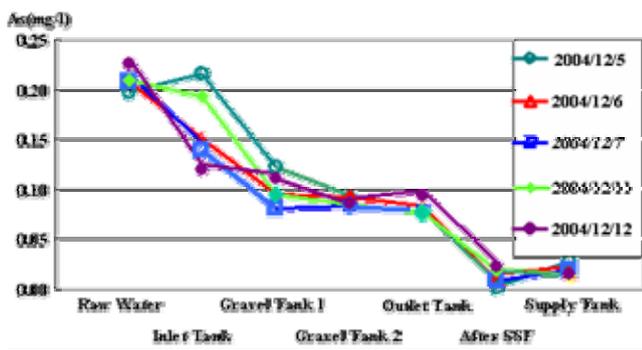


Fig.4 メンテナンスの改良を目指した砒素除去実験結果その2 (2004.12)

3) バッキ方法の改善

GSF 1 号基のバッキ方法は井戸ポンプ口からの自然落下エネルギーによるもので、バッキ効果はあまり大きくはない。一例を Fig.5 に示す。

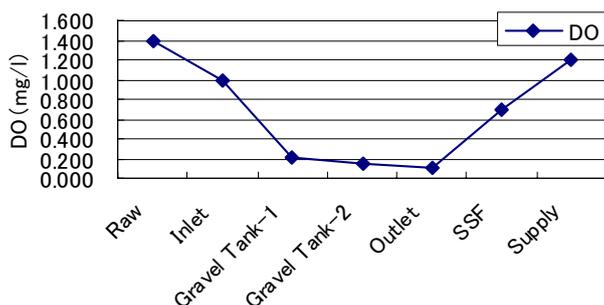


Fig.5 GSF1 号基の溶存酸素 (2004.12)

GSF1 号基のこれまでのデータを基にして、GSF3 号基が 2005 年にマルア村に建設された。この 3 号基の特徴は、井戸水が汲み上げられて Inlet Tank に流入するまでにチャンネル (水路) を経由させて、バッキが十分に行えるようにしたところにある。GSF3 号基の砒素除去性能と DO を Fig.6、7 に示す。GSF1 に比べて溶存酸素の量が数倍も高く、Inlet Tank で DO が増加し、砒素除去能力が向上していることが確認できる。

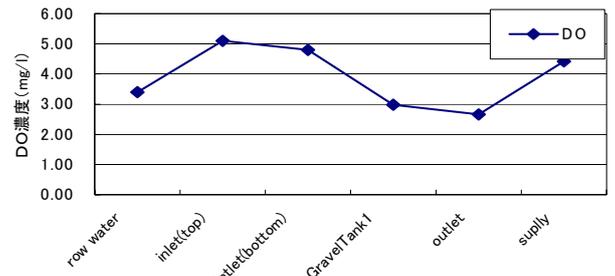


Fig.6 GSF 3 号基の溶存酸素 (2005.9)

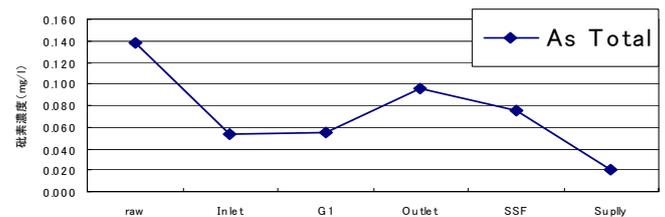


Fig.7 GSF3 号基の砒素除去性能 (2005.9)

3.おわりに

いまだに試行錯誤が続く GSF 技術であるが、砒素除去メカニズムには鉄バクテリアによる鉄酸化と自然バッキ、鉄と砒素の接触時間などコントロールすべき要因は多い。しかし、実際はポンプで汲み上げた地下水をそのまま GSF に流し込むだけである。地下水の水質や水の使用量も一定ではない。チャンネル (水路) が砒素除去に有効のように思えるが、そこで鉄だけが沈殿してしまえば、砒素との共沈が砂利槽で行われなくなり、除去効果は薄れる。現在、GSF1 号基でチャンネル効果の実験中ではある。

参考文献

- ・横田 漢：「 Bangladesh における地下水の砒素汚染機構の解明および安全な水供給システムの開発」
- ・監修 通商産業省環境立地局 平成 12 年 4 月 25 日 6 版：「公害防止の技術と法規」
- ・上野一樹；修士論文「砂利層沈殿槽による砒素除去特性」