

曝気濾過池による鉄の除去

東京大学工学部都市工学科 趙 奉衍、金子栄廣、藤田賢二

1. 序論

地表水や地下水の中にはかなり鉄やマンガンを含むものがある。鉄を含む水は味が悪く、洗濯物を黄褐色にする原因となるなど種々の障害を起こす。したがって鉄の量はできるだけ少なくするのが好ましい。

鉄やマンガンの除去には通常、前塩素処理が行われるが、これは有機塩素化合物を生じさせる原因になる。もし、空気酸化が可能であれば前あるいは中塩素を省くことができる。

本稿では濾層の下部から酸素を供給する装置（曝気濾過池）に下向流で水を通して鉄を酸化し除去する場合について考察し、pHと曝気速度が第一鉄イオンの酸化と総鉄の除鉄に及ぼす影響を調べた。

2. 実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。

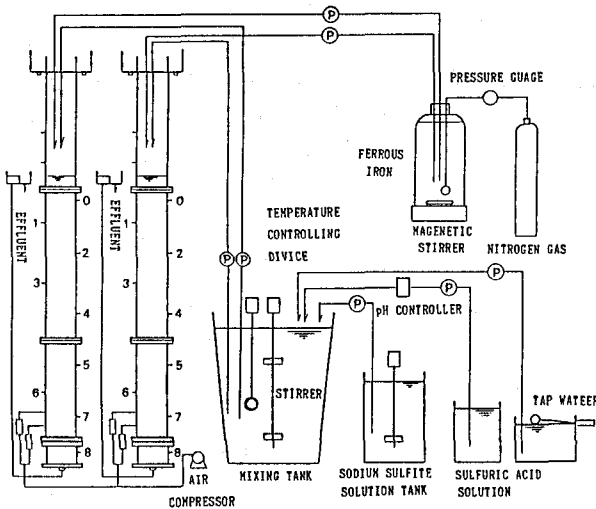


図-1 実験装置

表-1 実験条件

実験名	濾材径 (mm)	濾過速度 (m/d)	曝気速度 (m/d)	pH
Run 1	3.68	100	183	7.0~8.0
Run 2	5.21	100	183	7.0~8.0
Run 3	3.68	100	183	6.3~6.5
Run 4	5.21	200	0, 91.5, 183 274.5, 366	6.1~6.4

濾材としてはアンスラサイト3.68および5.21mmのものをそれぞれ濾過筒に厚さ1140mmに充填した塔の上部から、東京大学工学部8号館に供給されている水道水に亜硫酸ナトリウムを加えて残留塩素を除去し、第一鉄源として硫酸鉄(II)7水和物を添加したものを原水にした。採水口は10~20cmごとに設け、そこに挿入した内径3mmのステンレスパイプにより濾過筒の中心部から採取した。空気は濾過筒の低部より約10cm上に設けた曝気口から筒内に送った。濾過水は濾過筒の流出口に設けた堰より流出し損失水頭とつり合ったところで筒内水位が一定になるようにした。また、混合槽の中に自動温度調節機能付きのヒータを入れ原水の温度を $23 \pm 1.0^\circ\text{C}$ に調節した。実験条件を表-1に示す。測定項目はpH、アルカリ度、溶存酸素濃度、総鉄、第一鉄イオンである。

3. 実験結果

3.1 Run 1

原水をポンプで一定流量に調節し、濾層が閉塞するまで実験を行った。この実験では原水のpHが7~8の範囲で実験を行った。この実験では第一鉄イオンはすべて第二鉄イオンに酸化されていた。しかし、総鉄は除去できず曝気濾過池の出口の濃度変化は概ね1.0~1.5mg/lであった。曝気濾過池の入口と出口の濃度変化を図-2に示す。

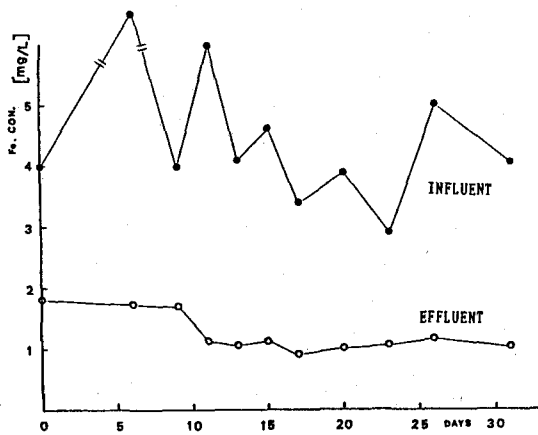


図-2 総鉄の入口と出口の濃度の時間変化

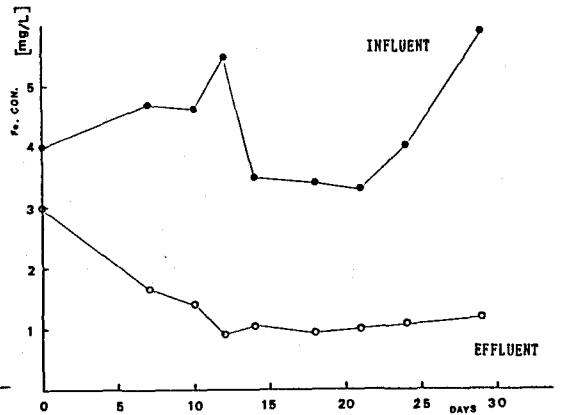


図-3 総鉄の入口と出口の濃度の時間変化

3.2 Run 2

Run 1より粒子径が大きいのをを使って実験を行った。曝気濾過池の入口と出口の濃度変化を図-3に示す。この実験ではRun 1と同じように第一鉄イオンはすべて第二鉄イオンに酸化されていたが曝気濾過池の入口の濃度を2.6~5.0 mg/lと変えても出口の総鉄の濃度は概ね1.0~1.3 mg/lぐらいで変化がなかった。実験開始から29日後に濾層が閉塞して運転を停止した。

3.3 Run 3

Run 1、2の実験では二酸化鉄が処理水中に出て行く。これは第一鉄イオンが濾材に到達する前に酸化されるため鉄の除去がうまく行われないと考え、この実験ではpHを調節により曝気濾過池の入口で第一鉄イオンの酸化が殆ど起こらない状態にして濾過実験を行った。すなわち曝気濾過池の濾層中で酸化が起こるようにして

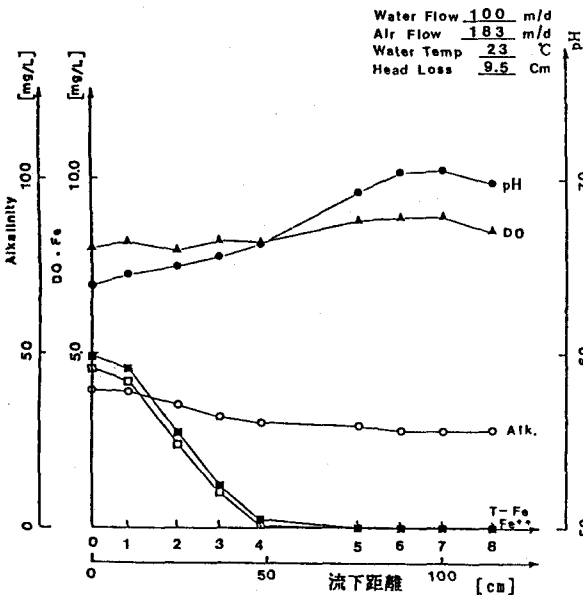


図-4 濾過方向の各指標の変化の一例

実験を行った。濾過方向の各指標の一例とその結果を図-4、5に示す。定常状態になった後は第一鉄イオンは水酸化第二鉄に全部酸化されかつ除去された。

3.4 Run 4

今までの実験では濾過速度100 m/dとして実験を行ったがここでは濾過速度を200 m/dに上げて除鉄効果について調べた。その結果が図-6、7である。図で分かるように定常状態になる前には曝気速度を上げれば総鉄の除去率が高い。しかし、定常状態になった後からは曝気速度を上げて総鉄と第一鉄イオンの酸化速度には影響はなかった。

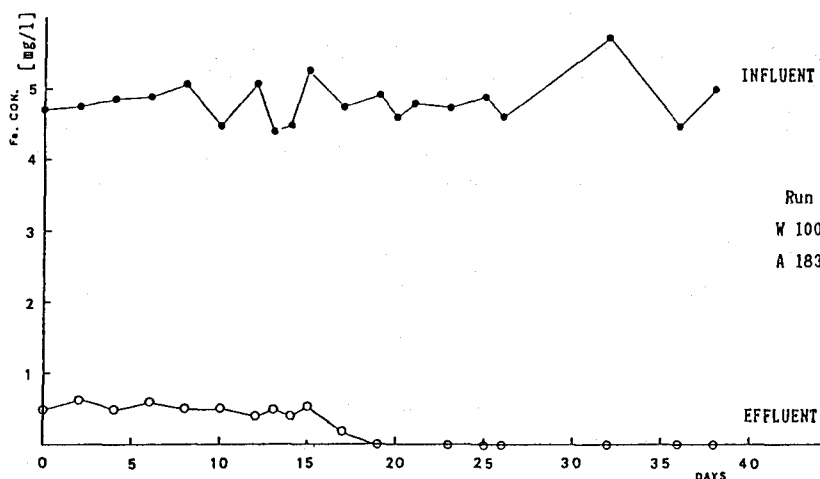


図-5 総鉄の入口と出口の濃度の時間変化

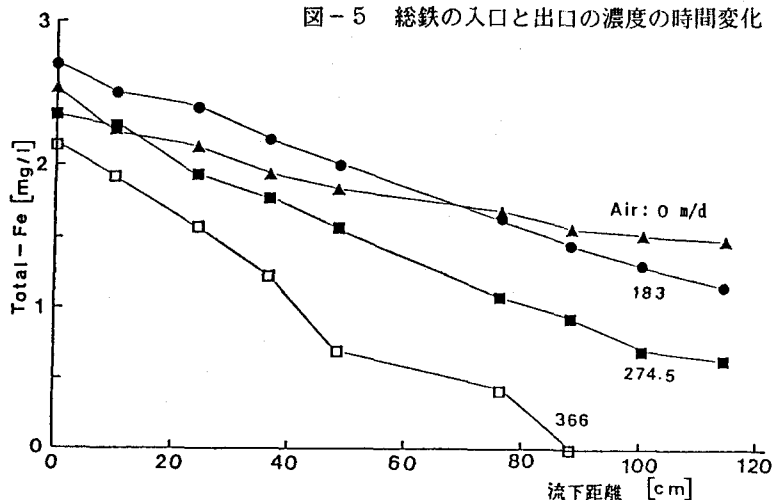


図-6 定常状態前曝気速度による総鉄の除去

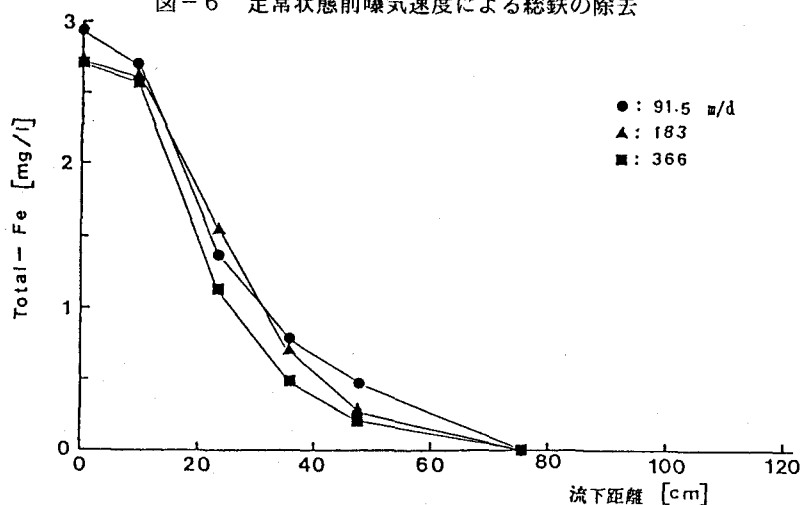


図-7 定常状態後曝気速度による総鉄の除去

4. 結論

以上の実験結果を次に示す。

(1) 原水のpHが7.0～8.0では、流入総鉄濃度3.0～6.0mg/lのときれも概ね1mg/lの総鉄が流出した。

(2) 曝気濾過池の入口のpHを6.1～6.5程度に低くするとpHが7.0～8.0のときに比べ定常状態になるのに長時間を要する。しかし、定常状態になった後総鉄をほとんどすべて除去できる。

(3) pHを6.5程度に抑えろと濾過速度200m/dに上げてても鉄は良好に除去できる。また、曝気速度を上げれば処理効果は高くなる。