

北九州市水道局殿向 上向流式生物接触ろ過施設 —施設概要と水質改善効果—



Upper counter-flow type bio contact filter for removal of ammonia nitrogen, moldy odor and dissolved manganese for Kitakyushu-City Waterworks Bureau

(環)環境本部技術部 中町 眞 美
Mami Nakamachi
西尾 弘 伸
Hironobu Nishio
(環)環境本部第2営業部 石丸 豊
Yutaka Ishimaru

生活排水による水質汚濁や湖沼における富栄養化などにより、水道原水のアンモニア性窒素や界面活性剤の上昇、カビ臭などの異臭味の発生や溶存マンガン濃度の上昇といった浄水障害が起こる場合がある。これらの溶存物質を除去するには種々の方法があるが、新しい水処理方式として粒状活性炭をろ材とする上向流式生物接触ろ過法が有効である。

本方式を導入している北九州市水道局の施設概要、運転状況および水質改善効果を報告する。

Water pollution of rivers and eutrophication of ponds due to inflow of domestic wastewater have increased such troubles for source water of municipal water purification plants as the increase in ammonia nitrogen, anionic surfactant and dissolved manganese content, and the generation of objectionable taste and moldy odor. One of the solutions for removal of these contents is the up-flow biological contact filter, having granular activated carbon as filter media. Addition of such filter ahead of conventional process has brought safer and palatable city water at lower operating costs including chemical cost.

Key Words :

上向流式生物接触ろ過
粒状活性炭
臭気物質
アンモニア性窒素
溶存マンガン

Upper counter-flow type bio contact filter
Granular activated carbon
moldy odor
ammonia nitrogen
dissolved manganese

まえがき

北九州市水道局は、主要水源である遠賀川の水質悪化にともなうアンモニア性窒素や溶存マンガン濃度の上昇、藻類の繁殖による異臭味の発生、有機物濃度の上昇等に苦慮している。そこで、水質改善効果・処理コスト・用地確保などを考慮しながら、1987年度より種々の処理方法の調査、検討を実験プ

ラントにて開始された。

その結果、上向流式生物接触ろ過法を導入すべく、実証実験を経て、北九州市水道局本城浄水場内に高度浄水施設を建設、2000年8月7日より供用を開始された。

この高度浄水施設の機械設備の建設を当社が担当し、2000年5月からの試運転を経て、現在、順調に

処理目的を達成し「安全でより良質な水道水」の供給をされている北九州市水道局殿に寄与することができた。

本報では、この上向流式生物接触ろ過施設の特長・概要および運転状況について報告する。

1. 上向流式生物接触ろ過方式

「安全でおいしい水」への要求が高い中、本施設は、河川に存在する微生物の自然浄化作用を利用した生物接触ろ過方式を採用している。これは、生物接触ろ過池内のろ材に微生物を付着繁殖させ、原水がろ過層を通過する際にろ材と接触することで、アンモニア性窒素、溶存マンガ、臭気物質、陰イオン界面活性剤などの溶解性物質を除去する方式である。

本施設では、微生物を付着繁殖するろ材として小粒径の粒状活性炭をもちいている。

通水方式は、水道原水を直接ろ過するため、ろ過池で一般的に実施されている下向流式では、原水中の濁質によりろ層表面が詰まりろ過閉塞を起こすため、上向きにろ過する上向流方式である。

さらに、生物接触ろ過池内に原水中の濁質が捕捉されることを抑えるため、通水速度を大きくし、ろ過層を膨張させた流動状態として運用している。

この水道原水を対象とした上向流式生物接触ろ過方式の特長を次に示す。

- ①流動床であるため、接触ろ過層全体を有効に利用でき、生物処理効率が良い。
- ②小粒径の活性炭を利用することで、ろ材の表面積が大きくとれ、生物の繁殖量が多く生物処理効果を高められる。
- ③付加的な要素として、活性炭自体が付着した生物により再生することが考えられるため、ろ材としての効力が長期にわたり期待できる。
- ④上向流であるため、濁度が高い原水を速い通水速度で接触ろ過できるので、施設の設置面積を少なくできる。

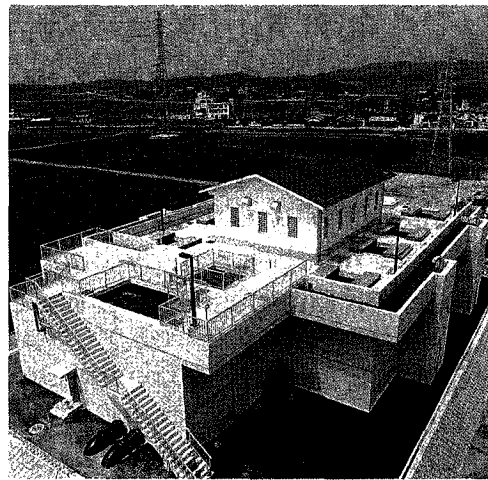


写真 1 上向流式生物接触ろ過施設 全景
(北九州市水道局 本城浄水場)

Photo 1 General view of upper flow type bio contact filter (Honjo water purification plant Kitakyushu city waterworks bureau)

⑤濁質捕捉量が少ないため、損失水頭が少ない運転が可能となる。洗浄までの水位の上昇が少なく低い水位差で運転できるため、自然流下方式が採用でき中間ポンプなどの機器が不要になる。

⑥原水を直接生物処理することで、アンモニア性窒素などが生物酸化され前塩素や中間塩素処理で注入する塩素量の低減がえられる。

⑦濁質捕捉を目的としていないため、処理水中に凝集の核となる物質が残留するので、後段の凝集処理工程での凝集性能を悪化させない。

加えて、生物処理水の濁質は沈降性の良いものに変質するため凝集・沈澱処理に対し良好な影響を与えられる。

2. 施設概要

施設フローを図1に示したように、原水は生物接触ろ過施設で生物処理された後、既設の粉末活性炭接触池を通過、混和池で薬品と十分に混和された後、フロック形成池、薬品沈澱池を経て、急速ろ過

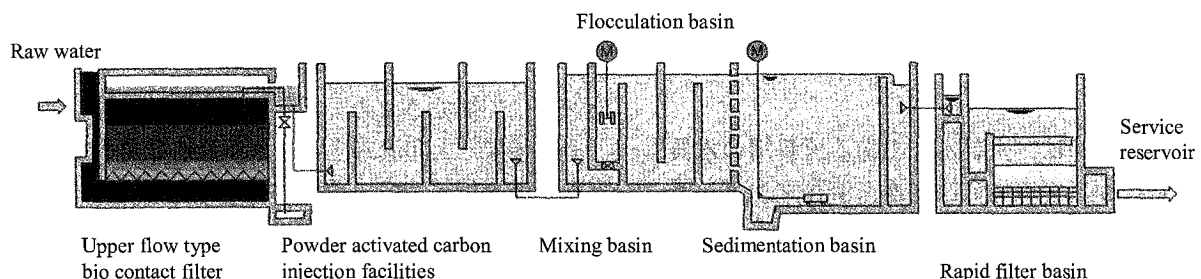


図 1 施設フロー (北九州市水道局 本城浄水場)

Fig.1 Flow diagram of Honjo water purification plant Kitakyushu city waterworks bureau

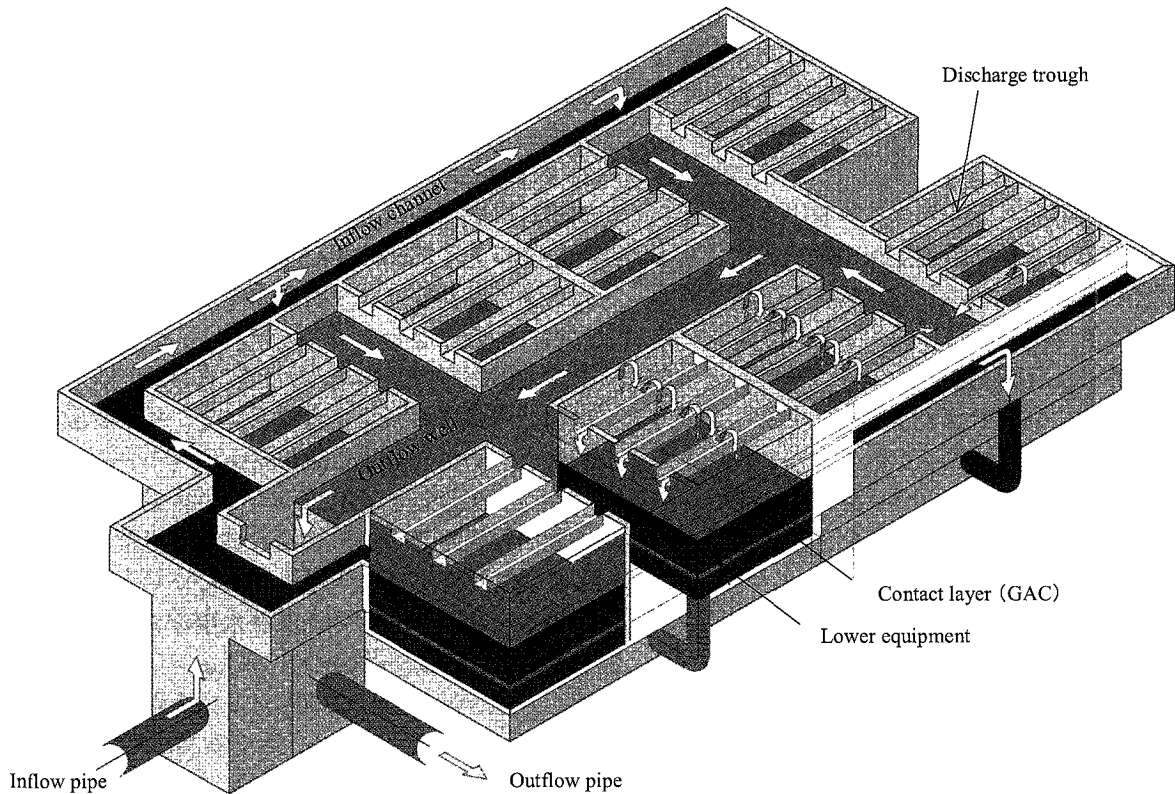


図 2 上向流式生物接触ろ過施設 全体図
 Fig.2 Structure of upper flow type bio contact filtration facilities

池でろ過され浄水池へと送水される。

生物接触ろ過施設の全景を写真1に示した。また、施設の全体図を図2に、生物接触ろ過池の構造図を図3に示した。

水道原水は流入管により生物接触ろ過施設の流入井に導かれる。この流入井には魚やビニール片などが生物接触ろ過槽内に流入しないよう、除塵ブロウより空気を送り微細気泡によるエアーカーテンを設置している。

エアーカーテンによりスクリーニングされた原水は流入渠に入り下部の圧力渠から気水洗浄型多孔板により均等分配され、支持砂利層、ろ過層（生物活性炭層）を通過し生物処理される。

処理水は上部トラフで集水され流出渠から流出井を経て、流出管により後段処理へと送られる。

本施設は濁質捕捉が無いことが理想であるが、実際は、下部装置や支持砂利層に少量の濁質が捕捉される。また、生物処理であるため、ろ過層のみならず下部装置や支持砂利層にも生物が繁殖するようになる。そのため、通水継続とともに損失水頭が上昇するため、一定期間毎に洗浄をおこなう必要がある。

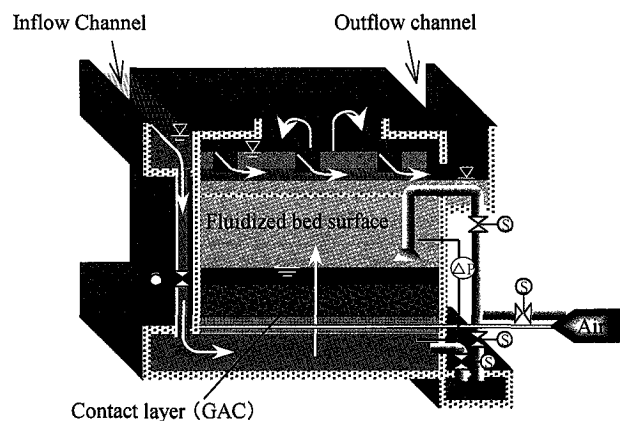


図 3 上向流式生物接触ろ過池構造図
 Fig.3 Structure of upper flow type bio contact filter basin

洗浄は「空気」→「空気+水」→「水洗浄」をおこない、濁質や付着生物の一部を効率よく生物接触ろ過池の系外に排出する。

洗浄排水については、後段に凝集・沈澱ろ過工程を有するため、高濁度の洗浄排水のみを排泥池に送水している。

2.1 設計諸元

処理水量：最大71 000 m³/d
 池数：4池
 池寸法：6.0 mW×4.7 mL×2系列/1池
 池面積：225.6 m² (56.4 m²/1池)
 通水速度：320 m/d

2.2 接触層仕様

種類：石炭系粒状活性炭（破碎炭）
 有効径：0.4~0.5 mm
 均等係数：1.4以下
 充填密度：450~550 kg/m³
 充填層高：1.35 m (76.14 m³/池)

2.3 洗浄方法

洗浄方式：気水洗浄
 洗浄工程：排水→水抜→空洗→気水洗→水洗→水抜

3. 施設仕様

3.1 下部装置

型式：気水洗浄型多孔板式（A/W 式有孔パネル）
 材質：SUS304
 設置面積：56.4 m²/池×4池

3.2 空洗装置

型式：ラテラル管式空気洗浄装置
 材質：SUS304
 数量：4池分

3.3 トラフ

型式：U字型角型トラフ
 寸法：400 mm^W×400 mm^H×5 100 mm^L
 材質：SUS304
 数量：6本/池×4池分

3.4 除塵ブロワ

型式：ルーツブロワ
 能力：8 m³/min×3 mAq
 7.5 kW×210V
 台数：2台

3.5 空洗ブロワ

型式：ルーツブロワ
 能力：40 m³/min×6 mAq
 75 kW×210 V
 台数：2台

3.6 抜水ポンプ

型式：ノンクログ型水中ポンプ
 能力：2.5 m³/min×13 mAq
 11 kW×210V
 台数：3台

4. 運転方法

本施設の安定運転のためには、生物接触ろ過池内のろ過層が、一定の流動状態を保つことが重要である。ここで、上向流の通水速度が遅いと、洗浄により剥離された濁質が上部トラフから系外へ排出されにくく、ろ過池内に蓄積されていくことになる。ま

表 1 平均濃度と BCF による除去
 Table1 Comparison of water quality

Item	Raw water	BCF effluent	Removal rate
Ammonia nitrogen (mg/L)	0.05	0.01	91 %
Dissolved manganese (mg/L)	0.013	0.000	90 %
Potassium permanganate consumption value (mg/L)	7.5	5.5	23 %
E ₂₆₀ (—)	0.044	0.031	22 %
THMFP (mg/L)	0.042	0.031	21 %
Anionic surface active agent (mg/L)	0.05	0.02	57 %

表 2 カビ臭物質 2-メチルイソボルネオール の検出および除去状況
 Table2 Comparison of 2MIB content

Detection date	5/15	5/25	5/28	6/1	6/4	6/6	6/8
Raw water (ng/L)	50	48	39	31	43	28	35
BCF effluent (ng/L)	14	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Removal rate (%)	72	100	100	100	100	100	100

た、通水速度が速いと、上部トラフからのろ材の流出や、原水とろ材の接触時間が短くなることから処理性能の低下が危惧される。これより、各生物接触ろ過池の通水速度は一定範囲としなければならず、取水する原水流量の変動に対して、運用する池数を制御する必要があった。

生物接触ろ過池を停止することによる生物処理機能への影響が問題となるが、実証プラントにて実験を実施し、生物処理機能を損なわない池数制御方法を検討した。

これらの知見に基づいて、生物接触ろ過施設の池数制御運転をおこない、安定した運転を継続している。

5. 処理性能

運転開始時は、ろ材として使用している活性炭の吸着効果により有機物質が除去される。アンモニア性窒素や溶存マンガンの除去が確認され生物処理効果がえられるのに、約1ヶ月を要した。その後の水質と除去率を表1、2に示した。

アンモニア性窒素や溶存マンガンは共に90%以上の除去率がえられている。冬期にアンモニア性窒素が含まれていない水源から、やや高い水源に変更した時は、一時的な除去率の低下が見られたが、徐々に回復し、再び高い除去率で運転を継続することが可能であった。

カビ臭原因物質である、2メチルイソボルネオールは濃度が50 ng/L程度では72%、それ以下の濃度

では100%と高い除去性能がえられた。

過マンガン酸カリウム消費量、 E_{260} およびトリハロメタン生成能などの有機物質については、20%程度の除去率がえられ、陰イオン界面活性剤も良好な処理性能を示した。

むすび

活性炭を担体とした上向流式生物接触ろ過方式により、水道原水を直接処理することにより高い生物処理効果がえられた。それによる水質改善効果は大きく、より安全でおいしい水を供給すると共に、浄水施設全体として塩素、凝集剤および粉末活性炭の使用量が減少し、維持管理性の向上がえられた。

本報告は、北九州市水道局殿が発表されたデータを引用した。ご協力を頂いた北九州市水道局に深く感謝致します。

[参考文献]

- 1) 肥塚隆男ほか：第48回全国水道研究発表会講演集(1997), p.172
- 2) 肥塚隆男ほか：第49回全国水道研究発表会講演集(1998), p.160
- 3) 原口公子ほか：平成12年度日本水環境学会九州支部研究発表会講演要旨集(2000)
- 4) 石橋正博ほか：第53回全国水道研究発表会講演集(2002), p.278
- 5) 野尻まちこほか：第53回全国水道研究発表会講演集(2002), p.280
- 6) 永富孝則ほか：用水と廃水, Vol.39, No.3 (1997), p.233
- 7) 生物接触ろ過方式の技術資料, 社団法人水道浄水プロセス協会(1996)

連絡先

中 町 眞 美 環境装置事業部
 環境本部
 技術部

TEL 078-232-8102

FAX 078-232-8057

E-mail m.nakamachi@pantec.co.jp