

氧后 SS 的浓度无变化, 状态良好, 其他水质项目也同样如此。

确认在连续运行的臭氧投加范围内, 对处理水质不会造成负面影响。

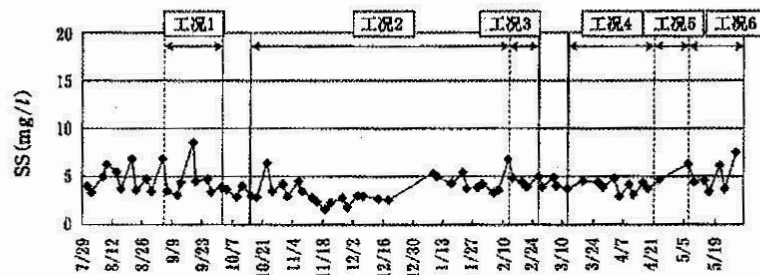


图 18-19 处理水 SS 浓度的经日变化

以上所介绍的是污水处理场中, 利用臭氧应对浮渣处理新的应用。放线菌是在污水流入管渠中增殖从而流入污水处理场产生浮渣的, 一直难以解决。据说日本全国有半数以上的污水处理场存在此类问题。而臭氧对微生物有害, 少量添加即可抑制浮渣且能确保水质, 这种双利的技术将会在同样问题所困扰的污水处理场得以普及。

此技术的处理费用, 如电费 15 日元/kwh, 则每  $\text{m}^3$  的污水约增加 0.15~0.25 日元。

## 18.6 自来水处理——臭氧与膜过滤组合

### 18.6.1 概要

为彻底去除隐孢子虫等耐氯性病原微生物及大肠杆菌, 常用微滤膜 (MF 膜) 及超滤膜 (UF 膜) 的自来水用膜过滤设施取代原来的凝聚沉淀-快速过滤, 以能确保“安全优良水质”。并已在简易自来水工艺中迅速普及, 自 2013 年至今, 日本国内已有 809 套这类设施 (包括施工及计划中的项目)。但约总设施数的 75% 为计划每天最大供水量不足  $1,000\text{m}^3$  的规模, 与欧美相比, 处理规模实在太小了。而想于大、中规模自来水采用膜过滤, 则须进一步降低净水成本, 且在水质方面, 也须应对深度处理的需求。膜过滤法的净水成本中, 膜更换费用所占比例很高, 因此必须用高通流膜以减少膜组件数, 来降低净水成本。

以此背景来预测深度处理的大、中规模自来水应用膜过滤, 则应探讨高通流膜过滤 ( $4\sim5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ ) 与深度处理同时进行的“高效深度处理膜过滤系统”。

### 18.6.2 深度处理膜过滤的流程

图 18-20 所示是组合深度处理与膜过滤所预想的 3 种流程。流程 (A), 原水直接膜过滤, 为防膜因原水中源于腐殖质等有机成分淤塞 (膜孔堵塞), 须以较低通流膜进行过滤。而有在流程 (B) 及 (C) 中, 原水有机成分被臭氧分解成低分子, 膜上淤塞受到抑制, 便

可在高通流状态下运行。但流程 (B) 中, 为减轻原水中污浊成分的负荷, 须以上流式流化床方式进行活性炭处理, 但难以应对流量的急剧波动而使运行操作比较烦杂。

基于上述研讨结果, 选择流程 (C) 作为“高效深度处理膜过滤系统”, 并用实验设备进行实证试验, 并从经济性 & 水质方面研讨整个系统的最适操作条件。



图 18-20 深度处理膜过滤流程

18.6.3 耐臭氧膜的高通流的探讨

图 18-21 所示是由臭氧处理/膜过滤/活性炭处理所构成的实验设备中的实验装置大致流程。实验用膜组件是用标称孔径  $0.1\mu\text{m}$  的聚偏二氟乙烯 (PVDF) 中空丝膜充填, 膜面积  $7\text{m}^2$  而成, 其材质、结合部及外壳体等均具有耐臭氧性。

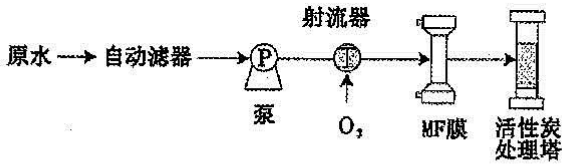


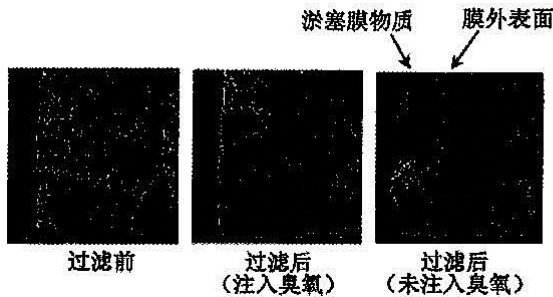
图 18-21 实验设备大致流程

历时约 2 年的实证试验, 得出如下的结果。

① 以射流方式在膜组件正下方注入臭氧, 膜过滤水中约有  $0.3\text{mg/l}$  以上的臭氧残留, 并用自动终止方式进行膜过滤, 即可防止原水中有有机成分淤塞膜。从而获得高的膜过滤通流, 如照片 18-5 所示。

② 监测膜过滤水中的溶存臭氧浓度, 并以此对臭氧注入率进行反馈控制, 从而确立保持膜过滤水中的溶存臭氧浓度在一定水平的控制方法。

③ 臭氧处理之前段直接注入多氯化铝 (PAC), 使膜过滤水中有  $1\text{mg/l}$  左右的臭氧残留。



照片 18-5 中空丝膜断面的 SEM 照片

从图 18-22 可见,在实际通流为  $5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$  的情况下,包括低水温期也可有 3 个月以上的稳定运行,期间原水浊度曾上升至 150 度,但膜压差基本未受影响而能稳定过滤。

④活性炭处理水是满足自来水水质标准的高品位水,即使原水中含约  $200\sim 400\text{ ng/l}$  2-MIB 及薯蓣皂苷,也几乎能 100% 将它们除去。

⑤每 2 日清洗一次活性炭处理塔,可将从活性炭处理塔漏出的轮虫类、线虫类等微小后生动物个体,控制在 10 个/l 以下的水平。

⑥对连续运行后的膜组件仅需酸清洗,即可使其初期纯水透过通流恢复到 90% 以上。

⑦臭氧使膜高通流化,可认为是与存在原水中分子量约 25,000 的有机成分与臭氧的相互作用相关。

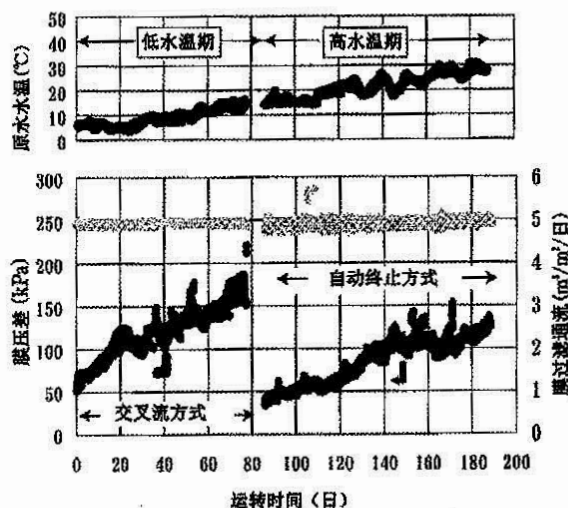


图 18-22 膜压差与原水水温的经时变化

#### 18.6.4 适用性

用耐臭氧膜的高效深度处理膜过滤系统,具有下述优良性能。

- 有稳定的高通流,从而可降低净水成本,也可节省处理空间。
- 膜会提高对水质的信赖度,且工艺简约。
- 臭氧和活性炭处理并用,可得到更优良的处理水质。
- 可有效应对隐孢子虫等病原性微生物(臭氧处理可杀灭浓缩排水及清洗排水中的隐孢子虫)。

今后,除自来水处理外,还望在污水二次处理水的深度处理、废水处理等多种水处理领域得以应用。

### 18.7 污水处理——臭氧与膜处理制再生水

#### 18.7.1 概要

污水再利用,将污水视作水资源之一,既对循环型社会做出贡献,也有助于温馨城市的建设。污水再利用可用于修景、戏水、冲厕所、融雪及应付城市热岛效应等很多领域。用于这些领域的再生水要求无色、无异味、无油的高舒适感,同时,因增多了人直接接触的机会,故还须充分注意对病毒、肠道出血性大肠杆菌 O-157 等细菌及隐孢子虫等病原性微生物的安

本文摘自《臭氧技术手册》 【修订版】原著（日）臭氧协会 津野 洋  
翻译 方荣楠  
主审 李汉忠 王占生