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。

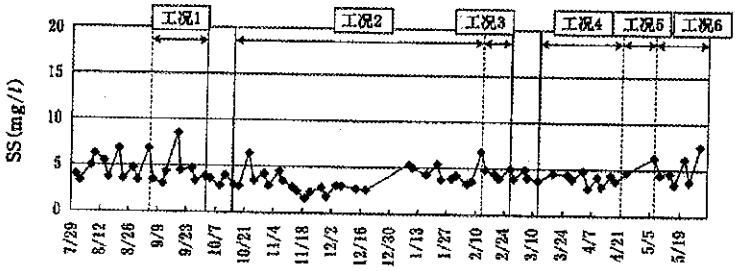


图 18-19 处理水 SS 浓度的经日变化

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被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 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 1,000m^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（4～5m^3/m^2/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，原水中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，并从经济性及水质方面研讨整个系统的最适操作条件。

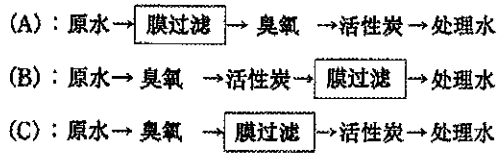


图 18-20 深度处理膜过滤流程

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 0.1μm 的聚偏二氟乙烯（PVDF）中空丝膜充填，膜面积 7m^{2}而成，其材质、结合部及外壳体等均具有耐臭氧性。

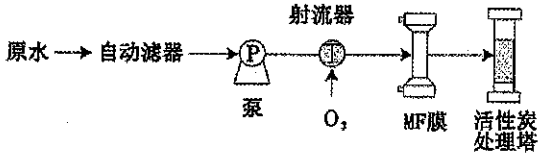
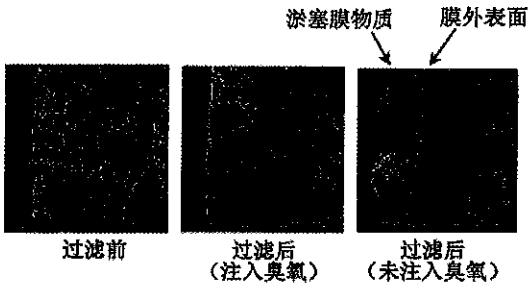


图 18-21 实验设备大致流程

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 0.3mg/l 以上的臭氧残留，并用自动终止方式进行膜过滤，即可防止原水中有机成分淤塞膜。从而获得高的膜过滤通流，如照片 18-5 所示。



照片 18-5 中空丝膜断面的 SEM 照片

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 1mg/l 左右的臭氧残留。

从图 18-22 可见，在实际通流为 5m³/m²/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 200～400 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。

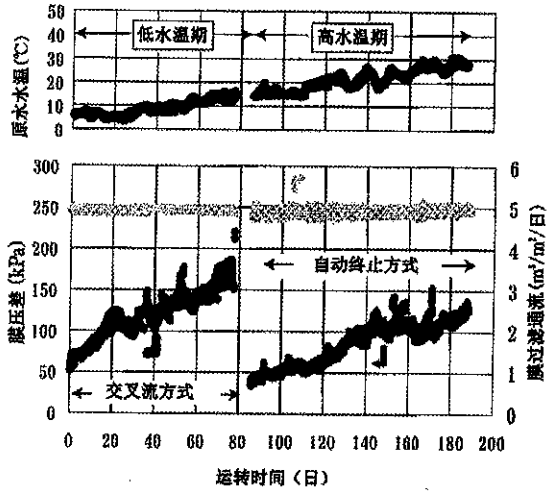


图 18-22 膜压差与原水水温的经时变化

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、无浊的高舒适感，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