

MBR（膜分離活性汚泥処理）に改造した豆腐製造業排水処理の状況

木内浩一 小島博義 藤村葉子

1 調査の目的

食品製造業排水の処理について BOD の低減が図ることができ、維持管理が容易なことから、MBR（膜分離活性汚泥処理）の普及が急速に進んでいる。事業場が既存の処理施設を MBR へ変更する利点は、容積負荷を従来の活性汚泥法より高く設定できるので、敷地面積の増加なしに処理能力を増強できるという点である。この観点で、通常の活性汚泥処理から MBR に変更した豆腐製造業の事例について調査し、その状況をとりまとめた。

2 処理施設と調査の概要

当該事業所では 1 日に大豆 960kg を使用し、豆腐を約 3600 丁、油揚げ 2~3 万枚を製造している。操業時間は午前 3 時から 11 時までで、その時間に排水が発生する。発生した排水は一時、原水調整槽に貯留され、その後処理施設に送られる。処理施設では排水を連続的に処理している。処理施設の能力は最大 70m³/日と見込んでいたが、排水量の増加によって過負荷となり、しばしばバルキングが発生していた。そこで、ばっき槽の一部を MBR に変更し処理能力を 150m³/日に増加させた。なお、法に基づく届け出は排水量の実績である最大 100m³/日にとどめている。

現在の処理工程を図 1 に示す。従来は排水をスクリーンに通過させた後、④新ばっ気槽（200m³）、③旧ばっ気槽、沈殿槽の順に水処理を行っていたが、その後、固液分離を MBR 方式に変更したことに伴い、流路を変更した。変更後の流路は④新ばっ気槽（100m³）、③旧ばっ気槽、膜槽（新ばっ気槽の右半分 100m³ の転用）、放流槽の順である。なお、かつての沈殿槽は現在膜ろ過後の放流槽として使用している。

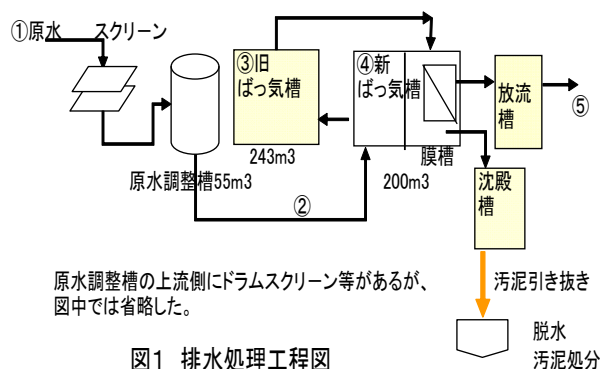


図1 排水処理工程図

MBR に使用する膜はクボタの液中膜で 200 枚のものを 4 ユニット、合計 640m² 設置した。膜槽のためのブロアは 8m³/分のものを新設し、膜槽以外のものを含めて、ばっ気用のブロアを 9.4m³/分から 31.6m³/分に増強している。

また、汚泥の脱水機を真空加圧脱水型の新しいものに変更している。脱水汚泥を受けるバケツは現場での測定で約 210L あり、聞き取りによると 1 日にバケツ 3 杯分の脱水汚泥が発生するとのことである。

3 調査の方法

調査は 2010 年 1 月 13 日に行った。当日の流量計によると処理量は 3.6m³/h、86m³/日であった。図 1 に示す①~⑤の地点で採水し、実験室に持ち帰り各水質項目を定量した。水質項目は BOD、COD、SS、TN、D-TN、TP、D-TP、PO₄-P である。調査結果を表 1 に示す。

4 調査結果

4・1 有機汚濁排水

原水の BOD は 7000mg/L、SS は 1100mg/L であった。②スクリーン後の BOD は 1700mg/L、SS は 1000mg/L で、豆腐製造排水を処理する活性汚

泥に流入する平均的な濃度^{1) 2)}であった。放流水の BOD は 1mg/L 未満、SS は 2mg/L 未満であり、良好な水質を示した。調査当日の BOD 負荷量をもとに、ばっき槽の容量負荷を以下に算出した。

$$\text{BOD} \times \text{日排水量} \div \text{槽容量} = 1700\text{mg/L} \times 86\text{m}^3 \div 443\text{m}^3 = 0.33\text{kg/m}^3$$

となる。処理量が 150m³/日に増加した場合でも BOD 容積負荷量は 0.6kg/m³にとどまり、(一般的には 1.0kg/m³) MBR としては余裕がある。

③旧ばっ気槽、④新ばっき槽の MLSS はそれぞれ 9400mg/L、14000mg/L で、当日測定した DO はそれぞれ 1.7~1.9mg/L、1.3~2.0mg/L で適切運転状況であった。膜の透過流束を 0.4m³/m² 日と標準の値で計算すると、640m³ × 0.4 = 256m³ のろ過が可能であり、膜の閉塞に対しては十分な余裕が見込まれていた。

4・2 窒素リンの除去

①スクリーン後の TN は 104mg/L、TP が 19mg/L であり、ばっ気槽に流入する豆腐製造排水の平均的な濃度であった。BOD : TN : TP の比は 100 : 6.1 : 1.1 となり、活性汚泥に対する栄養塩の比は理想的とされる 100 : 5 : 1 の割合に近かった。放流水の TN は 2mg/L、TP は 8.5mg/L であった。溶存性のリン (D-TP) は 8.4mg/L で、原水の 28 %が残っていたが、溶存性の窒素 (D-TN) は水処理の過程で良く除去されていた。

5 考察

MBR 方式にする前はばっ気槽の汚泥が沈降しないことがあったが、MBR 方式にしたために、この欠点が解消された。当該事業所の BOD 規制

値は 25mg/L、SS は 70mg/L であるから、調査当日の⑤放流水の水質は十分低いものといえる。当該施設の調査当日の BOD 容積負荷は前述のように 0.33kg/m³ である。通常、固液分離方式の活性汚泥での BOD 容積負荷は 0.35 ~ 0.50 kg/m³ で設計されるが、MBR 方式では 1.00kg/m³ と処理能力の増大を見込んで設計される。MBR 改造以前には槽容量に余裕がなかったが、MBR 方式に変更したことで、槽容量は増加させずに処理能力が増大した。また、汚泥の流出の心配がなくなったことも重要な利点である。

6 まとめ

水処理施設を改造して MBR 法を導入した豆腐製造事業所を調査した。ばっ気槽に流入する水質は BOD1700mg/L で豆腐製造排水の平均的な濃度であり、処理後の放流水は BOD1mg/L 未満、SS は 2mg/L 未満で良好な結果であった。MBR 方式に変更したことで、処理能力に余裕ができ、同時に汚泥の沈降性の問題も解消された。

参考文献

- 1) 食料品製造業排水対策指導書 (S56) p80, 千葉県環境部,
- 2) 木内浩一, 藤村葉子, 上治純子, 宇野健一 : 二段式回分活性汚泥法による豆腐製造業排水の処理事例, 水処理技術 Vol.47No.5pp209-213 (2006)
- 3) 新・公害防止の技術と法規 2010 水質編Ⅱ, 公害防止の技術と法規編集委員会編, 2010 年 1 月 20 日発行

表1 処理工程の水質結果

2011.1.12採水
pH以外は単位mg/L

	pH	BOD	COD	SS	n-Hex	TN	D-TN	TP	D-TP	PO4-P
1 原水	6	7000	650	1100		500	100	30	24	5.1
2 スクリーン後	5.5	1700	640	1000	-	220	21	19	4.1	0.28
3 旧ばっき槽	7.3	-	-	9400	-	740	39	102	4.8	4.7
4 新ばっき槽	7.3	-	-	14000	-	980	55.0	151	10.1	4.7
5 放流水	7.9	<1	18	<2		2	2.0	8.5	8.5	8.5
排水基準	5.8-8.6	25		70						