

氧氣補充藥劑「High-O₂」對廢水處理效率的改善及對臭氣發生的抑制

蘇裕昌*

Improvement of Wastewater Treatment Efficiency and Inhibition of Odors Generation by Oxygen Supplement "High-O₂"

Yu-Chang Su*

Summary

This article introduced the method for solving the problem caused by insufficient dissolved oxygen in the activated sludge wastewater treatment system. e.g. occurrence of filamentous bulking, poor waste water quality, and generation of odorous substances such as hydrogen sulfide, volatile fatty acids.

Mostly, oxygen supply of the activated sludge system is often driven air into water system by an aerator or mechanically agitated aeration. However, it is easy to achieve a aeration ability by adding a "High-O₂" which has oxygen atoms in the molecule. Especially in pulp and papermaking mills, the amount of waste water is large and the treatment capacity of wastewater treatment equipment is mostly at operable edge for operation, and oxygen which is indispensable for microbial physiological activities in activated sludge is not replenished at all time. This can lead to poor wastewater quality, the occurrence of odors substance generation and etc. By using so called "oxygen supply agent High-O₂" which was developed by "Nippon steel and Sumikin Eco-Tech corporation". Problems above can be rapidly solved.

"High-O₂" now has been widely used in wastewater system of many industries areas e.g. pulping/paper mills, food/beverage industry, chemical/pharmaceuticals industry, sewer/sewage treatment plant.

Keywords: oxygen supplement "High-O₂", wastewater, activated sludge wastewater treatment., filamentous bulking, wastewater quality, generation of odorous substances

一、緒言

活性污泥法是一可進行有機廢水之高度處理，低操作成本的廢水處理技術，已被廣泛並普及的應用。以此活性污泥法在處理量超過負荷時曝氣空氣量(或溶氧)不足時則可能會有絲狀性細菌膨化現象 (Filamentous bulking)的發生，導致處理水水質不良、發生臭氣等深刻問題的發生。尤其是製漿、造紙等相關工場之廢水量極大，且廢水處理設備的處理能力多數處在可操作的邊緣的條件下進行廢水處理操作，不及時補充活性污泥中微生物生理活動不可缺的氧氣，就會導致因而常會有細菌膨化、硫化氫等臭氣問

題的發生。

一般，活性污泥設備的氧氣供給雖然最常以曝氣機打入空氣、或以機械攪拌曝氣為主流。但是，添加分子中具有氧氣原子的藥劑「High-O₂」就可輕易的達到補充曝氣能力。

本文介紹可以簡單的解決廢水活性污泥處理設備中的因系統的過負荷、曝氣設備條件、停電、節電時送無法調節風量等場導致對設備中供給氧氣的不足，而導致溶存氧氣不足的問題、及迅速解消上述問題之氧氣補給劑「High-O₂」的使用方法。「High-O₂」在日本，造紙工

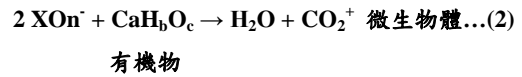
場上已經有多納入應用的實績，並有許多優越的本藥劑的實際應用案例如達到處理水質的改善、防止及抑制硫化氫等惡臭物質發生。此外，在食品/飲料工業，化學/製業工業，汙水道處理場等多項業種中也已被廣泛的應用。

含氧酸離子在有機物 (BOD) 的存在下，藉由活性污泥微生物將有機物降解成為水及二氧化碳如公式(2)，而被應用在微生物體的代謝上，此反應幾乎與活性污泥微生物應用溶氧氣(DO) 的反應機制相同。

二、「High-O₂」的使用條件及用途

氧氣補充藥劑「High-O₂」在活性污泥設備處理廢水時，發生下述的問題時使用，具有高度改善效果可達到迅速的解決問題。

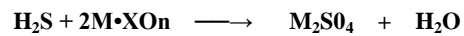
- (1). 超過負荷導致處理水水質不良時。
- (2). 曝氣不足導致活性污泥的活性降低、pH 降低、污泥黑變時。
- (3). 硫化氫、甲硫醇類等臭氣的發生時。
- (4). 硫黃類絲狀細菌 (Beggiatoa、Thiothrix 等) 化現象的發生時。
- (5). 發泡激烈、無法增加曝氣量時。
- (6). 曝氣槽的 pH 過低，必要以 NaOH 等中和時。
- (7). 自廢水管路、地下槽等有硫化氫的發生時。



(三)、「High-O₂」對硫化氫發生的抑制機制

1. 添加「High-O₂」將水溶液的氧化還原電位提升到-100 mV 以上，使硫酸還原菌的活動停滯，達到對硫化氫發生的抑制。
2. 供給好氧菌及兼性厭氧菌等氧氣，使其代謝活動活潑化，並將提供硫酸還原菌供氧體(有機物)氧化分解。
3. 「High-O₂」去除硫化氫的機制
以「High-O₂」供給水中微生物氧氣，使硫化氫氧化成硫酸鹽。

微生物



4. 代表性的氧化劑的有效氧氣含有率及安全性

三、「High-O₂」的基本性質

「High-O₂」是一具有在分子內具有氧原子的含氧化合物 (Oxygenate)、是一氧化劑的中性鹽、不會發生如氯化物等對生物體的有害氣體、也不具導致火災爆炸的疑慮的容易處理藥劑，對微生物的影響與食鹽相若。在微生物的存在下可迅速的提供氧氣給微生物，而將有機物分解成二氧化碳與水。此外藥液的狀態極為安定可長期間保存而不會降低其機能性。

「High-O₂」與代表性的氧化劑的有效氧氣含有率及安全性的比較顯示如表 1。「High-O₂」較過氧化氫及次氯酸鈉溶液中的的有效氧氣含有量高，在低添加量下即可有效的補給氧氣。此外，不像其他氧化劑為劇毒物質、危險物質、因而不受勞動安全衛生法等規制，操作簡單且安全。

「High-O₂」分子構造與分子內氧的舉動如下式：

(一)、「High-O₂」の分子構造在水中的離子化

「High-O₂」在水中解離成陽離子與含氧酸 (Oxoacid) 負離子如公式(1)



「High-O₂」陽離子 含氧酸負離子

(二)、「High-O₂」解離成含氧酸負離子與對微生物氧氣的供給

表 1. 代表性的氧化劑與有效氧氣含有率(山本一郎&弘中祐樹，2009)

氧化劑名稱	有效氧含有量
High-O ₂	22.5 %
35% 過氧化氫溶液	16.0%
次氯酸鈉溶液(有效氯=12%)	2.7%

註：High-O₂ 是日本劇毒物法、勞安法等法律限制外的藥劑

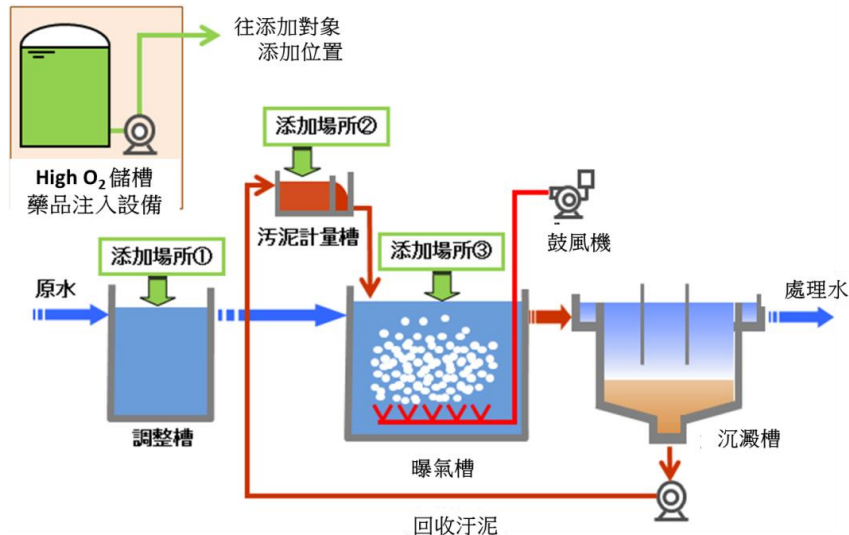


圖 2 「High-O₂」可能添加位置(日鉄住金環境株式会社, 2018)

5. 「High-O₂」的外觀形態、性質與適用的條件與範圍

- (1) 外觀；無色 ~ 淡黃色透明液體。
- (2) 主成分；含氧酸鹽類 (Oxoacid salts)。
- (3) 比重； 1.4 (15 °C)
- (4) 外裝；油罐車、1 噸容器、20kg 塑膠容器
- (5) 不會產生有毒廢棄物。
- (6) 液態產品。不屬於危險物或劇毒物取扱、操作簡便。
- (7) 不會對裝置產生腐蝕性、不會增加污泥。
- (8) 對排水量添加 10~50 mg/l 具經濟性。

「High-O₂」是對微生物具抗菌活性酸性中性鹽水溶液。活性污泥微生物可以利用含氧酸鹽中所含有的氧氣，微生物可以與溶解氧氣相同的方式進行呼吸淨化廢水。在曝氣不足的曝氣池中加入「High-O₂」可以迅速改善水質，同時可抑制臭味成分如硫化氫氣體的產生，立即顯出效果。高「High-O₂」是一種安全和穩定的液態藥物，操作簡單使用安全。

6. 「High-O₂」適用的條件與範圍

- (1) 在送風能力不足、溶氧濃度過低的曝氣槽中做氧氣補給源在調整槽、曝氣槽等位置添加。
- (2) 對起因於過負荷、及低溶氧濃度所引起的處理水質惡化時的回復。
- (3) 起因於曝氣不足時對活性污泥的黑變、腐敗等現象的改善。
- (4) 低溶氧濃度設備中所容易發生的惡臭成分物質。(硫化氫、甲硫醇類)的發生抑制。
- (5) 「High-O₂」的各種可能添加位置如圖 2。

四、「High-O₂」的添加應用例

(一)、紙板工場廢水「High-O₂」的使用例

廢水量 20000 m³/d, 原水的 pH= 6.0~7.5, BOD= 150 ~250 mg/L, COD= 120 ~ 1900 mg/L 紙板製造工場廢水中添加的「High-O₂」應用例。

隨著生產量的增加廢水負荷量也隨之增加，廢水處理設備呈過負荷狀態，而有慢性的臭氣發生及不安定的處理水質。特別在夏天嚴重發生臭氣，工場近隣住宅地臭氣的客訴頻繁。臭氣主要以硫化氫臭(H₂S)為主，曝氣槽周邊約為 5 ppm, 回送污泥計量槽近邊約達 30 ppm。因無廢水處理設備增設空間之故，嘗試進行「High-O₂」添加試驗。將油罐車中「High-O₂」送入儲存儲槽(10m³)中，設置添加泵，並對流入的原水連續添加「High-O₂」50 mg/L。注入當日開始即顯著顯示硫化氫的發生量的降低，翌日即可達到在曝氣槽周邊硫化氫相濃度的無檢出的狀態，對水質也呈改善的結果，由「High-O₂」添加前處理水的 COD = 40 ~ 50 mg/L，在添加後 COD 值被改善為 30 mg/L 以下，透視度也由 20 cm 左右提升到 50 cm 以上，發泡性浮渣(Scum)的發生也被抑制。

此外，曝氣槽的 pH=6.4 ~ 6.8 呈偏低，但在「High-O₂」添加後上昇到 pH=7，活性污泥的色調也約在 10 日內自灰白色變化到濃褐色，被確認出在添加後數日後絲狀性細菌 Thiothrix-021N 菌呈降低，而增加等固着型原生動物 Borutisera 菌所取代，活性污泥的沈降性明顯的得到改善，自 SVI=400 左右的沈降不良狀態，也改善到 SVI= 150 左右。

(二). 在製漿造紙工場內「High-O₂」的應用例

廢水量 70000 m³/d 的紙漿、造紙工場廢水處理設備(如圖 2)中「High-O₂」的使用例添加位置在原木進入曝氣槽。該工場經常的在廢水處理設備的各位置顯示有硫化氫

的發生，以往的對策為將曝氣槽及沈澱槽中含有硫化氫的空氣抽送到脫臭塔進行脫臭處理。在脫臭塔必須添加多量苛性鹼，而產生高額的操作成本，因而另尋對策。因此依據小工場試驗結果，檢討在廢水處理設備的曝氣槽流入部添加「High-O₂」試驗。

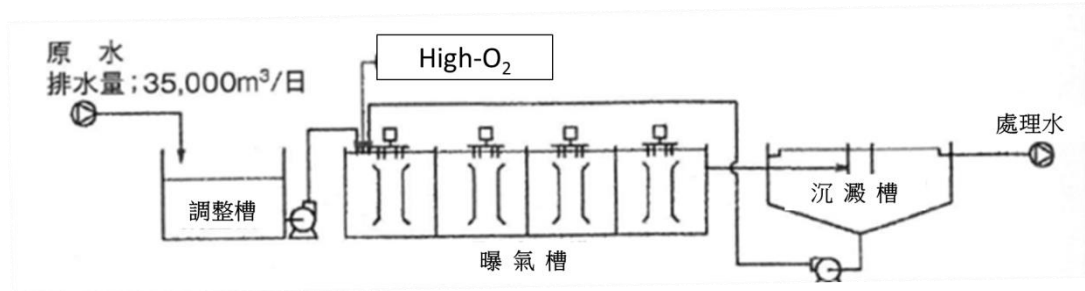


圖 2. 製漿造紙工業廢水處理設備的「High-O₂」處理流程(山本一郎&弘中祐樹，2009) 添加場所、添加量及添加效果

添加藥劑：「High-O₂」；添加量：流入水量 50mg/L

主要的臭氣發生的位置如下述。(1). 曝氣槽，沈澱槽周邊的硫化氫及其他惡臭。(2). 汙泥脫水機周邊及脫水汙泥餅硫化氫發生。(3). 放流水中硫化氫及氣其他惡臭の發生。

「High-O₂」的添加結果如表 2 所顯示，在廢水處理設備的各部位置、水溶液中均呈無硫化物檢出，且曝氣槽上

部的氣相部硫化氫也呈無檢出。且在曝氣槽的氣相部硫化氫也呈無檢出。處理的水質也呈改善的趨勢，來自木質素的難分解性的 COD 也降低 50 mg/ L 左右。操作成本較使用脫臭塔脫臭的方法比較，約可降低 70%，達到大幅降低超操作成本。

表 2. 「High-O₂」的添加效果(山本一郎&弘中祐樹，2009)

	曝氣槽液相部	回送汙泥液相部	處理水液相部	曝氣槽上部氣相
	溶存硫化物 S ²⁻	溶存硫化物 S ²⁻	溶存硫化物 S ²⁻	溶存硫化物 S ²⁻
無添加	0.2mg/L	6mg/L	0.8mg/L	25ppm
添加	無檢出	無檢出	無檢出	無檢出

(三)汙泥脫水機室的臭氣抑制

為了防止排放汙泥的脫水室中臭氣發生添加「High-O₂」的應用例。

添加場所及添加量

添加場所：回收汙泥槽，添加量：對汙泥「High-O₂」400mg/L

「High-O₂」添加前後汙泥脫水機室內的硫化氫濃度的變化顯示如圖 3。「High-O₂」使用前的硫化氫濃度的最大值为 15 ppm，超過作業環境基準的 10 ppm，「High-O₂」添加後則硫化氫濃度最大值可抑制到 0.5 ppm 左右。

此外，表 3 顯示汙泥脫水餅的搬運作業時的臭氣濃度的變化。「High-O₂」添加前硫化氫及甲硫醇兩者的濃度均為 5 ppm 左右，在 400 mg/L 的「High-O₂」添加後兩者均顯示為無檢出。

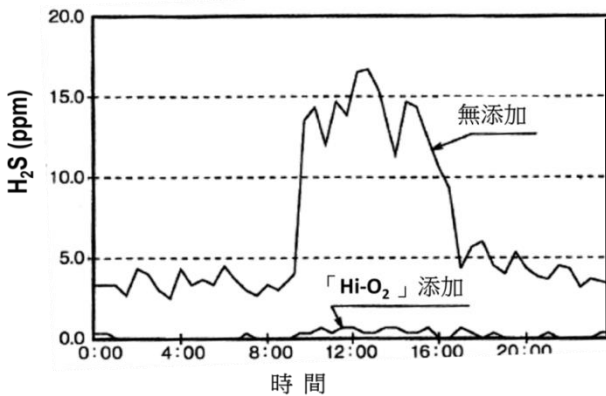


圖 3.「High-O₂」添加前後污泥脫水機室內的硫化氫濃度變化(山本一郎&弘中祐樹, 2009)

表 3. 脫水污泥餅搬出¹⁾時的所發生的臭氣 (山本一郎&弘中祐樹, 2009)

添加量(mg/L)	硫化氫(ppm)	甲硫醇(ppm)
0	5	5
400	N.D. ²⁾	N.D. ²⁾

註: 臭氣成分使用檢知管測定

1 : 在脫水污泥餅取料斗下測定, 污泥餅滯留時間 2-3 天

2 : N.D.為檢出範圍外(無檢出)

五、結論

「High-O₂」是一種快速效性藥品, 具容易於操作和安全的氧氣供給劑。適用在廣泛的領域, 包括製漿造紙工業、食品和飲料工業、化學和製藥工業、下水道污水處理場等。本藥劑是屬容易處理的液態產品, 使用時不需使用特殊設備只要有儲槽和輸液泵就可進行處理。所衍生的每單位氧氣價格低廉, 並且具即效性, 只在出現問題時添加即可, 是一種 CP 值極優的氧化藥品。

此外, 由於「High-O₂」的主要成分的含氧酸鹽, 在水中解離性高, 因而其擴散滲透性較溶氧高, 可迅速的擴散到活性污泥凝集體的深部, 再加上在曝氣槽底部等攪拌力較弱的部分也具有良好擴散性之故, 可以將整個曝氣池變成好氧的環境, 具有消除死角、改善曝氣池的容積效率的效果。

六、參考文獻

1. 山本一郎・弘中祐樹 2009 氧氣補給藥劑ハイオーツーによる廢水處理機能の改善と臭氣發生防止。紙パルプ技術タイムス(6): 41-43。
2. 日鉄住金環境株式会社 2018 生物處理用酸素補給劑・硫化氫發生防止劑(ハイオーツー)。http://www.eco-tech.nssmc.com/business/solution/medicines/hiotwo.html

*蘇裕昌 國立中興大學森林系教授

*Dr. Yu -Chang Su, Professor, Dept. of Forestry, National Chung-hsing University.