

霞ヶ浦浄水場における オゾン促進酸化処理施設の整備

茨城県企業局

1. はじめに

茨城県企業局の「水道用水供給事業」は、県内を県南西・鹿行・県中央の3つの広域に分け、33市町村2企業団、計画給水人口約251万人にあて、一日平均約40万m³/日の水道水を給水しております。(図1)

そのうち、県南西広域(旧県南地区)の茨城県土浦市大岩田に位置する霞ヶ浦浄水場では霞ヶ浦を水源としており、昭和35年から受水団体(市町村等)へ給水を開始しました。施設能力(計画一日最大給水量)155,675m³/日の県企業局管理の浄水場で、県南地域の2市1町1企業団に水道水を供給しております。

水源である霞ヶ浦の原水には、高濃度かび臭原因物質が含まれており、霞ヶ浦浄水場ではこれに

対する浄水処理コストの増加が長年の課題となっていました。

今般、この課題を解決するため、「国内初の高度浄水処理技術」を取り入れた先進的施設となる「オゾン促進酸化処理施設」を整備したことから、施設導入の経緯や水処理の仕組みなどを紹介いたします。

2. オゾン促進酸化処理施設導入の経緯

(1) 原水水質と浄水処理の課題

水源である霞ヶ浦では、昭和40年代後半から富栄養化が進行し、夏期には藻類の繁殖に伴いアオコの大量発生が度々発生しております。(図2)

また、冬期～春期にかけては、高濃度かび臭原因物質(2-MIB、ジェオスミン)が含まれることもあり、原水中のかび臭原因物質の値が水質基準の約100倍にも達するなど、現在でも水質はあまり改善されておりません。



図1 水道用水供給事業区域図給水区域



図2 霞ヶ浦でのアオコ(藻類)発生状況

霞ヶ浦浄水場では浄水処理において、藻類の繁殖に起因した凝集効率の悪化や高濃度かび臭原因物質による異臭味障害などが課題となっておりました。また、水質基準を満足する浄水処理を実施するに当たり、従来の処理方式（生物処理→凝集沈殿処理→砂ろ過処理→粒状活性炭処理）では薬品注入及び砂ろ過洗浄頻度の増加などの対応が必要であり、その中でも粒状活性炭による吸着処理の負担が大きく、粒状活性炭の再生頻度が増え、浄水処理コストが増加傾向となっていました。

(2) 新たな浄水処理方法の検討

浄水処理における課題の解決に当たり、新たな浄水処理方法を検討する必要がありました。

一般的には、かび臭等への対策として有効とされている高度浄水処理方法に「生物処理（微生物による分解）」、「粒状活性炭処理（炭による吸着）」、「オゾン処理（オゾンによる酸化分解）」などがあり、霞ヶ浦浄水場では既に「生物処理」と「粒状活性炭処理」の2つの高度浄水処理方法を導入していました。（図3）

そこで、霞ヶ浦浄水場では導入していない「オゾン処理」を新たな浄水処理方法として検討しました。

しかし、もともと海であった霞ヶ浦の原水には、海水由来の高濃度の臭化物イオンが含まれており、浄水処理において臭化物イオンとオゾンが反応し、発がん性物質である「臭素酸」が発生してしまうため、オゾン処理の導入が困難となっていました。

かび臭原因物質の除去に加えて臭素酸の発生抑制が必要となりましたが、同様の水質での浄水処

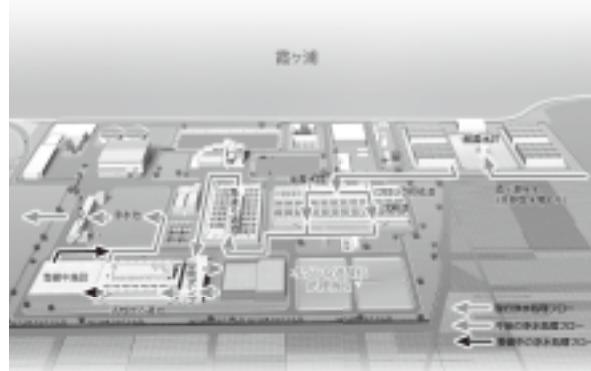


図4 霞ヶ浦浄水場平面図

理事例がなかったことから、平成21年から霞ヶ浦浄水場の敷地内で実証実験プラントを整備し、民間企業と共同研究を行い、新たな浄水処理方法を検討しました。

その結果、オゾン処理に加えて過酸化水素を併用することで、オゾン処理単独より強力にかび臭原因物質を分解しつつ臭素酸の発生を抑制できる「オゾン促進酸化処理」が効果的であることが確認されたため、平成24年に新たな浄水処理方法として導入することとしました。（図4）

「オゾン促進酸化処理」の導入決定後は、霞ヶ浦の水質に合わせた、より適切な浄水処理を検討するため実証実験を重ね、令和2年8月から施設整備に着手しました。

3. オゾン促進酸化処理の仕組みと効果

(1) オゾン促進酸化処理の仕組み

霞ヶ浦浄水場で導入した「オゾン促進酸化処理」では、原水にオゾンと同時に過酸化水素を注入することで、オゾン単独の数百倍の酸化分解力を持

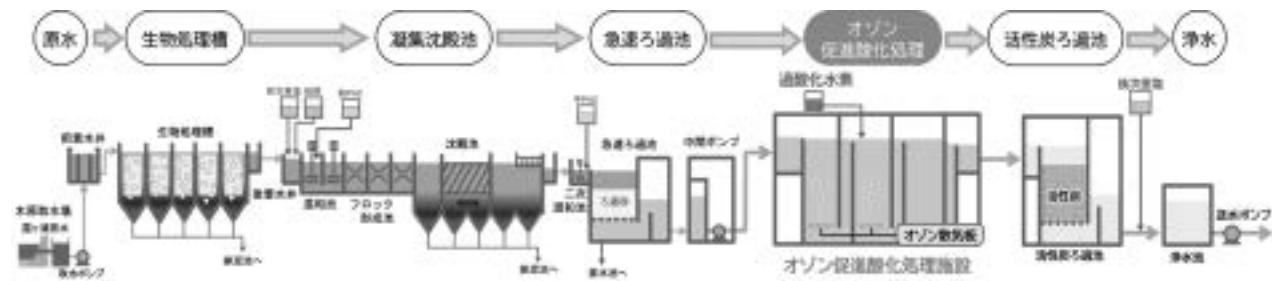


図3 霞ヶ浦浄水場の浄水フロー

つヒドロキシルラジカルを生成させます。

強力な酸化分解力によってかび臭原因物質を完全に除去することが可能となるとともに、過酸化水素が分解して生成される水素イオンの還元作用により、「臭素酸」の発生も抑制することができる、高度浄水処理技術となります。(図5)

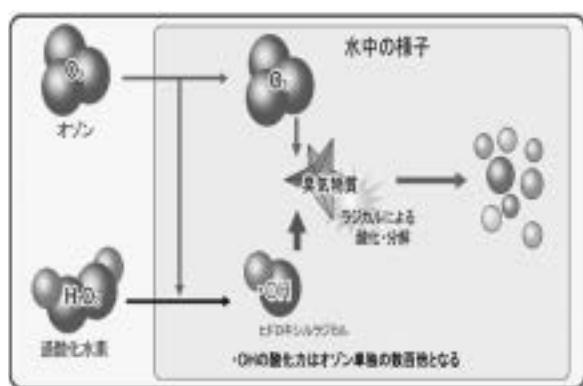


図5 オゾン促進酸化処理の仕組み

(2) オゾン促進酸化処理による効果

「オゾン促進酸化処理」の効果としては、次の2つを見込んでおります。

1つ目は、前述した浄水処理の仕組みによりかび臭原因物質を完全に除去可能となるため、原水のかび臭原因物質等が高濃度になった場合でも、安定した浄水処理が可能となります。

これにより、水質の安定性を確保できると見込んでおります。

2つ目は、本施設でかび臭原因物質等を分解・除去することで、後段の粒状活性炭処理施設での処理負担を軽減することができます。

これにより、活性炭を長期使用することが可能となり、活性炭の再生回数が減り、年間約1億円超の浄水処理コストの削減につながると見込んでおります。

4. 施設整備費及び施設構造等

(1) 施設整備費

本施設では、池部分を内包する躯体部分及び機械室等の建屋部分を合わせた「建築工事」、換気

扇や室内電灯などを含む「建築付帯設備工事」、浄水処理機器等の製作及び据付を行う「機械設備工事」と「電気設備工事」の計4件の工事を実施いたしました。

整備費：約52億円

関連工事：4件(表1)

表1 関連工事一覧表

工事名	工事費	工事費計
オゾン接触池建築工事	約15億円	約52億円
オゾン接触池建築付帯設備工事	約2億円	
オゾン接触池機械設備工事	約27億円	
オゾン接触池電気設備工事	約8億円	

(2) 施設構造

池部分はオゾン及び過酸化水素を注入する接触槽と反応を促進させる滞留槽を内包する「水槽付建築物」となり、池部分を含めた躯体部分が地上2階建て、機械室や電気室を含めた建屋部分が1階建ての計3階建ての建築物となっております。

(図6、図7)

施設外寸：W41.6m×L32.7m×H22.6m

オゾン接触形式：気液向流接触式（上下逆流式）

池数：4池

接触時間：4分/槽（12分/池）

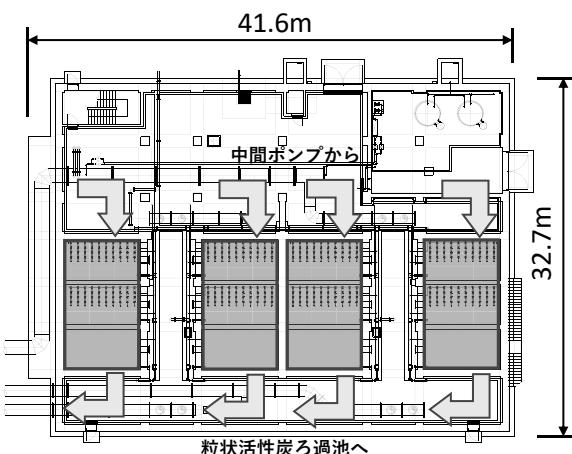


図6 施設平面図

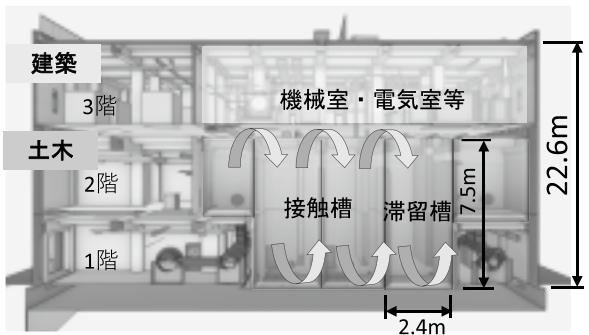


図7 施設断面図

(3) 施設諸元

日々変動する原水水質に対応するため、オゾンと過酸化水素の注入率は可変式となっており、過去の実証実験に基づき、下限値と上限値を設定しております。

計画処理水量：180,600m³/日

オゾン発生器：3台（図8、図9）

オゾン原料：空気原料

オゾン注入率：0.5～2.5mg/L（図10）

過酸化水素濃度：35%

過酸化水素注入率：2.6～4.4mg/L



図8 オゾン発生器

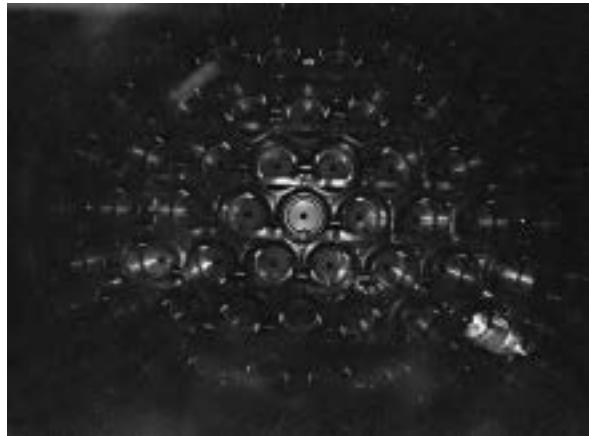


図9 オゾン発生状況



図10 オゾン注入状況

5. 終わりに

令和2年8月から施設整備を始め、令和6年9月に「オゾン促進酸化処理施設」（図11）が完成し、通水・水質試験等を行い、11月1日より供用開始しました。

今後もコスト縮減に努めつつ、水質の変動を注視しながら慎重に運転していき、運用における知見を蓄積しながら、水道水の安定供給を維持してまいります。



図11 オゾン促進酸化処理施設