

# 霞ヶ浦浄水場におけるオゾン促進酸化処理施設の整備について

萩谷 諒平<sup>1</sup>・舟生 光志

<sup>1</sup>茨城県企業局施設課 (〒310-8555 茨城県水戸市笠原町978-6)

霞ヶ浦浄水場は、土浦市大岩田に位置する施設能力（計画一日最大給水量）155,675m<sup>3</sup>/日の県企業局管理の浄水場であり、県南地域の2市1町1企業団に水道水を供給している。

水源である霞ヶ浦の原水には、高濃度のかび臭原因物質が含まれており、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た。

今般、この課題を解決するため、国内の先進的施設となる「オゾン促進酸化処理施設」を整備したことから、施設導入の経緯や事業効果、施工時の取り組みなどについて報告する。

キーワード オゾン促進酸化処理、作業効率の向上、水密性の確保

## 1. はじめに

### (1) オゾン促進酸化処理施設の導入経緯

霞ヶ浦浄水場（図-1）では、水源である霞ヶ浦のかび臭障害と夏季のトリハロメタン対策が課題であったため、「生物処理」+「粒状活性炭処理」での浄水処理を行っていた。

しかし、2008年から、水源としている霞ヶ浦の原水中に含まれるかび臭原因物質（2-MIB、ジェオスミン）の値が、水質基準の約200倍にも達する高濃度になるなど、水質基準以下への浄水処理に苦慮していた。また、粒状活性炭による吸着処理の負担が大きく、活性炭の再生頻度が増え、再生コストが増加傾向であった。

そのため、課題の解決にあたり、浄水処理方法を検討する必要があった。

一般的には、かび臭等への対策として有効とされている処理方法に「粒状活性炭処理（炭による吸着）」、「生物処理（微生物による分解）」、「オゾン処理（オゾンによる酸化分解）」などがある。

そこで、霞ヶ浦浄水場では導入していない「オゾン処理」を検討した。

しかし、霞ヶ浦はもともと海であったことによる、特有の高濃度の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」が発生するため、オゾン処理の導入が困難となった。

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ったが、同様の水質での浄水処理事例がなかったことから、2009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、2012年に安定的なかび臭対策の処理方法として導入することとした。



図-1 霞ヶ浦浄水場位置図

### (2) 事業概要

事業期間：2020年8月から2024年9月

事業費：約5.2億円

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
オゾン接触池築造工事	約1.5億円	約5.2億円
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2.7億円	
オゾン接触池電気設備工事	約8億円	

### (3) 施設諸元

施設名称：オゾン促進酸化処理施設

計画処理水量：180,600m<sup>3</sup>/日

施設外寸：W41.6m×L32.7m×H22.6m (図-2)

オゾン接触形式：気液向流接触式（上下迂流式）

池寸法：W7.0m×L2.4m×H7.5m/槽×3槽/池 (図-3)

池数：4池

接触時間・有効水深：4分/槽（12分/池）、8m

オゾン注入率：0.5～2.5mg/L

過酸化水素注入率：2.6～4.4mg/L

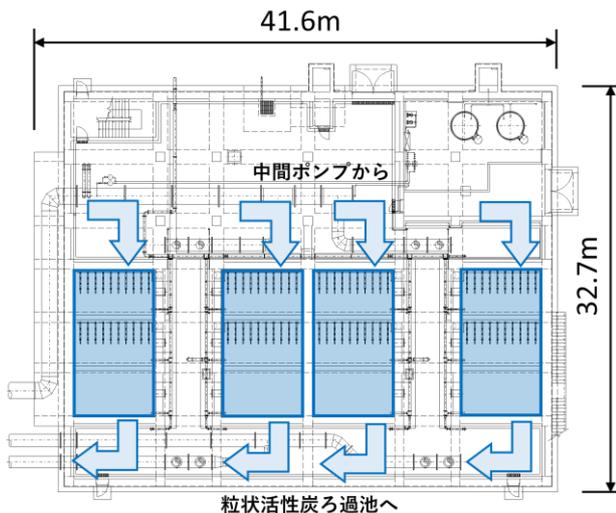


図-2 平面図

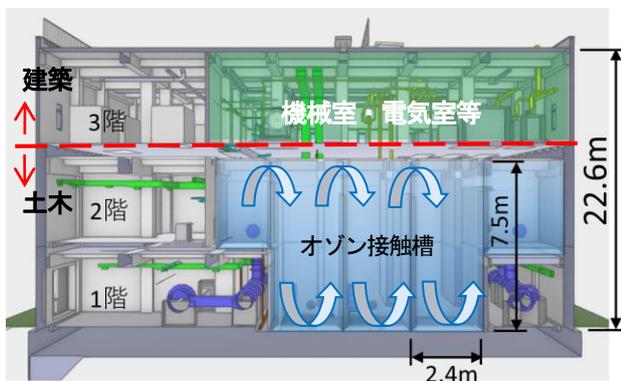


図-3 断面図

### (4) オゾン促進酸化処理施設導入による効果

#### a) 水質の安定性向上

オゾンと過酸化水素を併用することにより、オゾン単独と比べ数百倍の酸化分解力をもつヒドロキシルラジカルを生成し、強力な酸化分解により、かび臭原因物質を完全に除去しつつ臭素酸の発生を抑制することが可能となる。

#### b) 運転経費の削減

本施設でかび臭原因物質を除去することにより、粒状

活性炭の吸着処理の負担を軽減することができる。これにより、従来よりも活性炭の再生回数が減り、浄水処理における運転経費の削減が見込める。

## 2. 築造工事における課題

### (1) 作業効率の向上

本施設は池状構造物の躯体部分の上に機械室などの建屋部分を建築する水槽付建築物（複合構造物）となる。

(図-3)

躯体は、池部分や機器据付箇所・配管壁貫通箇所など複雑な構造をしているため、作業効率の低下が懸念され、築造工事の遅れが後続する機械設備工事や電気設備工事などに直接影響するため、作業効率の向上が課題であった。

### (2) 躯体品質の確保

本施設は水槽付建築物であり、一般的な土木構造物に比べ、コンクリートクラックの抑制と水密性の向上を図る必要がある、躯体品質を確保することが課題であった。

## 3. 課題への対応

### (1) 同時打設・代替工法による作業効率化

構造物を底版3ブロック、躯体部分は鉛直方向6ブロックの計9ブロックに分割し、1ブロックに対し複数台のコンクリートポンプ車により同時打設を行うことで、作業効率の向上を図った。(図-4)



図-4 コンクリートポンプ車の複数台使用状況

また、池部分の鉛直打継箇所については、型枠に「鉛直打継処理シート」を貼り付け、均一な凹凸状の打継面

を生成させた。

それにより、コンクリート付着面積を増加させ、強度・水密性の低下を防ぎつつ、チッピング等の目荒し作業を代替えることで、作業効率の向上を図った。(図5、図6)

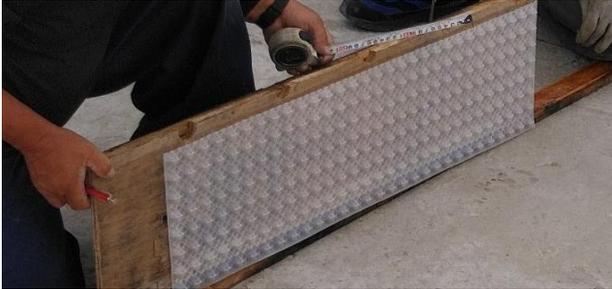


図5 鉛直打継処理シート貼付け状況

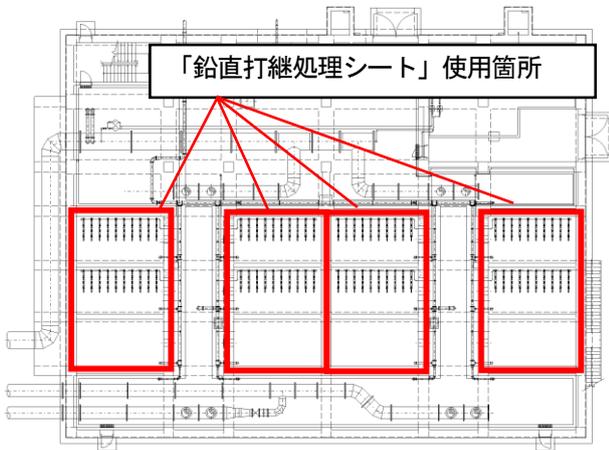


図6 平面図2

## (2) 水密性の確保

### a) コンクリートクラックの抑制

コンクリート打設前に、デジタル技術を活用した施設の3Dモデルを作成し打設後の温度変化によるクラック発生率の解析(図7)を実施した。

その結果、構造物の角端部、壁・柱が連続するスパン長が長い箇所、開口部の四隅においてクラック発生率が高くなると解析された。

その解析結果を踏まえ、クラック発生率の高い箇所に「ひび割れ低減用ネット」を設置したこと、外壁部については型枠解体後のコンクリート表面の急激な乾燥によるクラックや表面部の水分逸散による水密性の低下を防止するため、「塗布型高性能収縮低減剤」を塗布することで、クラックの抑制を図った。

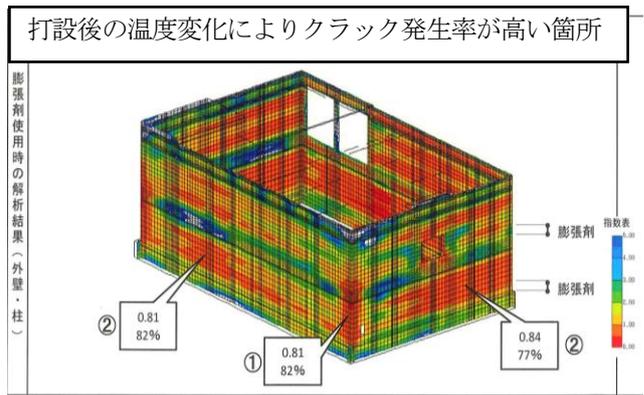


図7 温度変化によるクラック発生率解析状況

### b) 水密性の向上

オゾン接触槽はH=7.5mあり、水圧による水平打継箇所からの漏水が懸念されたため、より確実な止水対策が求められた。

これを解決するため、水平打継箇所に特殊な処理を行ったブチル再生ゴム素材の「反応接着型止水版」を設置し、水密性の向上を図った。

反応接着型止水版はセメント内の金属酸化イオンとゴム基材のカルボキシル基がイオン反応により科学的に結合(接着)し、コンクリートとゴムが一体化することで、止水する資材である。

## 4. 終わりに

2020年8月から施設整備を始め、施工方法の工夫や使用資材の選定、デジタル技術の活用により、効率的な現場作業の実施ができ、2024年9月にオゾン促進酸化処理施設が完成し、通水試験・水質試験等を行い、11月1日より供用開始した。

今回整備した「オゾン促進酸化処理施設」(図8)により安定的な浄水処理と運転経費の削減を見込んでいるが、実際の処理実績を重ね知見を増やし、引き続き安全・安心な水の安定供給に取り組んでいく。



図8 オゾン促進酸化処理施設