

PC卵形消化タンクの施工報告

(株)安部日鋼工業 正会員 ○ 宮島 朗
 (株)安部日鋼工業 熊本 誠一
 (株)安部日鋼工業 嶋 賢三
 (株)安部日鋼工業 坂口 拓太

1. はじめに

1983年に横浜市において国内初の卵形消化タンクが採用されて以来、全国60ヶ所以上の処理場で120基以上のPC卵形消化タンクが稼働している。

卵形消化タンクは、汚泥処理方式の中で重要な位置を占めている嫌気性消化方式の1工程処理施設であり、汚泥の減量化はもちろんのこと、汚泥の安定化および安全化さらにはその汚泥からのエネルギーを回収して汚泥の加温やガス発電に利用するなど省力化・エネルギー創造型に転換することを可能とした消化槽である。

長野県においても近年の下水道普及率の伸びに伴い、下水処理施設への汚水流入量の増加により発生する下水汚泥量の減少などを目的とし、PC卵形消化タンクが2槽建設された。本稿はこのPC卵形消化タンクの施工について報告するものである。

2. 工事概要

本工事の概要を表-1に、卵形消化タンクの断面図を図-1に示す。

表-1 工事概要

工事名	平成21年度 国補 千曲川流域下水道事業 処理場施設工事
発注者	長野県千曲川流域下水道建設事務所
施工管理	日本下水道事業団 関東・北陸総合事務所 長野事務所
工事場所	長野県 長野市 真島町川合1060-1 アクアパル千曲内
工期	平成22年 3月12日 ~ 平成24年 3月 9日
工事内容	PC卵形消化タンク × 2槽 (1槽当たりの数量を記す。)
	容量:4,500m ³ , 全高:32.165m, 最大内径:19.8m
	コンクリート:1,285m ³ , PC鋼材:30.6t, 鉄筋:120.8t
	防食工:1,531m ² (液相部)・200m ² (気相部)
	保温工:1,235m ² , 外装版工:915m ²
	地下水位低下工 ティーフール工法(22kw×21台)
	土工事 掘削:23,890m ³ , 埋戻:12,560m ³ , 残土処理:9,250m ³
	底部止水工 止水矢板・薬液注入工
付帯基礎工	

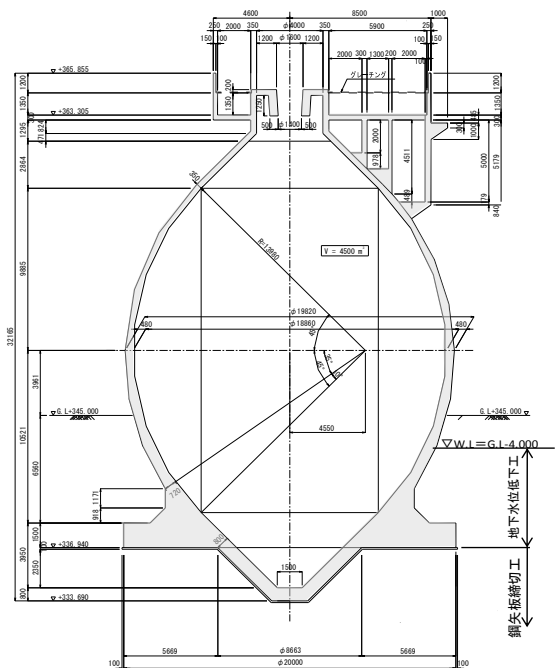


図-1 卵形消化タンク断面図

3. 本工事の特徴

3.1 地下水位低下工法

本下水処理場は、北アルプス南部を水源とする犀川と、甲武信岳を水源とする千曲川の合流地点付近(写真-1)に位置する。扇状地性地域であることを考慮すると、建設地点は、地下水位が高いことは明確であり、過去のボーリング資料からは、土中に明確な不透水層を確認できないことから、地下水量は豊富であることは容易に想定できた。



写真-1 周辺状況

また周辺は、果実を主体とした耕作地、民家と地方卸売市場に囲まれた立地条件でもある。全ての耕作地、一部の民家と市場内施設は、この豊富な地下水を利用（散水・飲用水として）していることも特徴の一つであり、渇水期のみ地下水水位低下工稼働可能という工程制限も有した。

卵形消化タンク下端と地下水水位天端からは約8.0mの高低差であり、かつ施工平面積 3,500m²の広範囲であることを考慮して、設計に示されたデープウェル工法により地下水を低下させ施工を行う計画とした。

不透水層の不明確さを考慮しつつ揚水ポンプ数(22kW×21基)を検討した結果、基礎リング下端(図-2)までは本地下水水位低下工法でのドライワークは確認できたが、下部円錐部でのドライワークは期待できないと判断できた。

そのため周辺環境への影響(井戸涸れ、地盤沈下など)、ならびに費用対効果(揚水設備費)およびドライワーク必要範囲は消化タンク2槽の下部円錐部のみの狭小範囲であることを考慮した結果、下部円錐部は止水鋼矢板ならびに底部薬液注入を行い施工を行った。

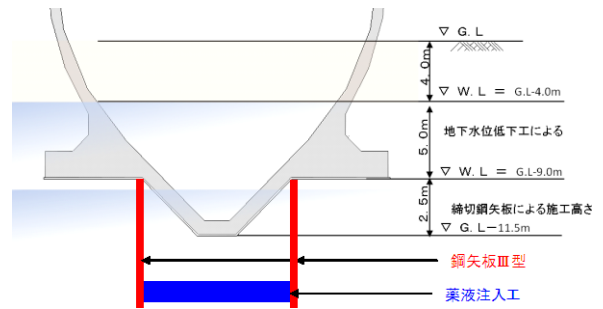


図-2 鋼矢板締切および底部薬液注入工

3.2 大型型枠工法

大型型枠工法は、あらかじめ工場で加工された鉛直部材のI型鋼製ガーダー、鋼管などの水平材、ならびに木製パネルから構成されている工法である(図-3)。

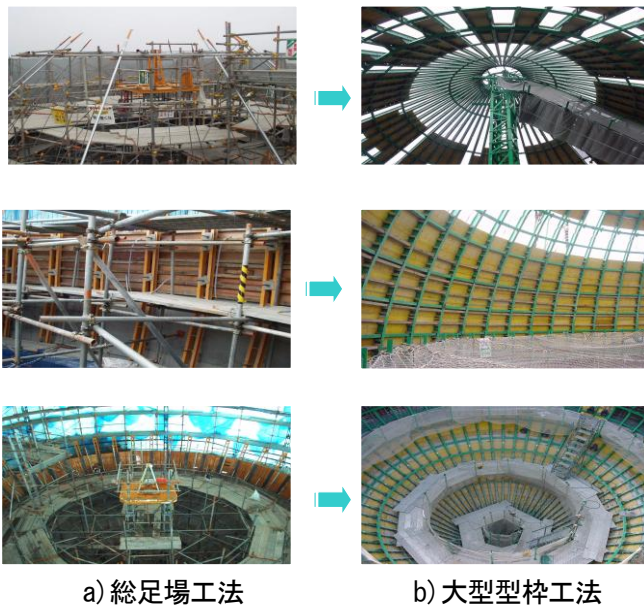


写真-2 総足場工法と大型型枠工法との比較

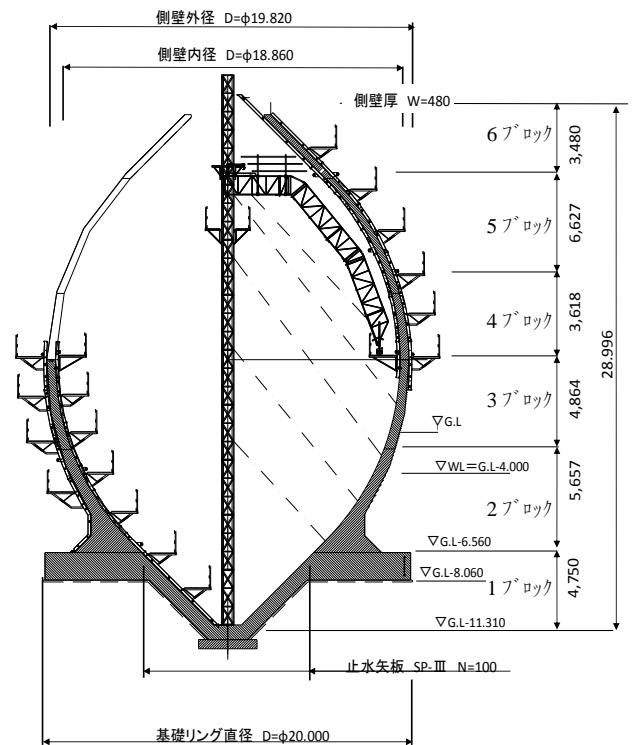


図-3 大型型枠概要図

従来の工法では、1ブロック当たりの打設高さが約1.5m程度であるが、大型型枠工法の採用により本卵形消化タンクでは最大約6.5mの施工が可能となった。これによりコンクリートの打設回数が設計図書に示された24回から6回に低減することが可能となり、水平打継数が低減し、容器構造物にとって重要な水密性が向上した。

また大型型枠工法は総足場工法と異なり、型枠の鋼製ガーダーにブラケット足場が一体となっているため、曲面を有する足場・支保工組立作業を行う必要が無く、効率的かつ熟練工を必要とすることなく構築することが可能となる。(写真-2)

4. 施工手順

4.1 下部円錐部ならびに基礎リング

下部円錐部は止水鋼鉄板を施工した結果ドライワークを確保できたが、地下水位の異常上昇に伴う地下水流入、および円錐部土質（砂礫層）の凍結融解に伴う法面の崩壊が懸念された。

そこで、下部円錐部の掘削に先立ち法面上端にリングコンクリートを打設し、掘削と平行して吹付モルタル仮吹きを行うことで円錐部法面を防護した。

最深部に大型型枠付き止めコンクリートを打設したのち、吹付モルタルおよび均しコンクリートの施工を行った（写真-3）。

鉄筋、子午線方向ならびに基礎リング外円部PC鋼材を配置した後に大型型枠を架設しコンクリート打設を行った。

長野市は12月～3月に掛けて日平均気温が4℃を下回るため、この時期に施工するコンクリートは寒中コンクリートとして扱う必要がある。下部円錐部と側壁地下部のコンクリート打設がこの時期にあたり、寒中コンクリート養生を行った。

寒中コンクリート養生として構造物全体を防風シートで覆い直接風にさらされるのを防ぐと共に、熱交換式温風機で養生温度を確保した（図-4）。

コンクリート打設後、外気温が氷点下を下回ることがあったが、養生温度は5℃以上を4日間保持し、初期凍害を防止した。なお、該当部材は比較的断面が厚い箇所があることから、内部の水和熱上昇を助長しないよう温度の上げ過ぎに注意した。また、その後の急激な温度低下によるひび割れが発生しないよう、温度計測を継続し、コンクリート表面温度と外気温との差が20℃以内であることを確認後、型枠を取り外した。

4.2 側壁工およびPC工（2ブロック～3ブロック）

大型型枠工法の打継ぎ位置は、子午線方向PC鋼材緊張端によって決定するが、本卵形消化タンクの側壁最大直径部（以下赤道と称す。）以下には子午線方向PC鋼材の緊張端がないため、赤道以下の打継ぎは地下水位以上となるように計画した。これは、外部地下水の槽内への漏水を防ぐとともに、あらかじめ定められていた地下水位低下工稼働期間を厳守するために、地中部の付属構造物（管廊）を卵形消化タンクと同時に進行させる必要があったためである（写真-5・6）。

地下水位下での大型型枠解体は、赤道下端の側壁工（図-3の3ブロック）、地下水位下の水平方向PC鋼材緊張、管廊構築その後埋戻しを同時に施工することが可能となり、30日程度の工期を短縮することが可能となった。



写真-3 下部円錐部施工状況

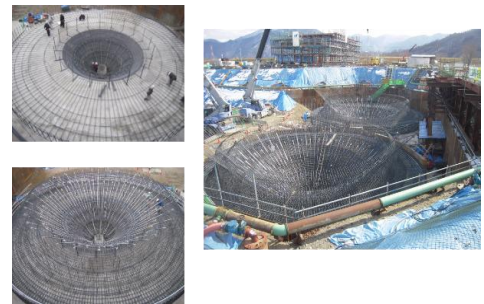


写真-4 基礎リング施工状況

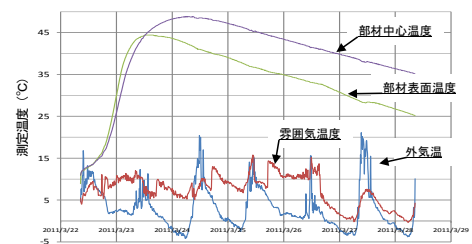


図-4 温度管理グラフ



写真-5 赤道以下施工状況



写真-6 槽内施工状況

4.3 赤道上側壁 (4ブロック～6ブロック)

赤道以下の大型型枠を解体したのち、赤道上側壁および防食施工足場を消化タンク内に架設する(写真-6)。この足場は回転足場と称され、消化タンク内部を円周方向に回転する足場である。

卵形消化タンクは、赤道を軸として上下対称となっているため、赤道下端で使用した大型型枠を転用し、内側型枠を側壁最上部(6ブロック)まで架設を行った(写真-9)。

先に述べたように、赤道上部の打継ぎは子午線方向緊張端により決定するため、3分割し施工した。赤道上部の円周方向緊張工は、赤道上部の大型型枠を解体した後に、予め側壁コンクリートに設置したインサートを用いて、ブラケット足場を設置して緊張およびグラウト作業を実施した。



写真-7 赤道以下施工状況



写真-8 回転足場架設



写真-9 型枠組立完了

4.4 頂部工, 防食保温工

側壁およびPC工を完了した後、日本下水道事業団の指針に従い水張り試験を実施した。試験に合格し規定の品質を満足したPC構造物であることを確認した後、内面防食工を施工した。

同時に槽外では、パイプスペースなどの維持管理に使用する頂部のRC構造物を構築したのち、外部保温工を実施した。保温工とは、消化効率を上げるために常に槽内を約35℃程度に保つ必要があるため、発泡ウレタンの吹付け、ならびにその保護材としてカラーステンレス製の外装板を取り付ける作業である。



写真-10 頂部施工状況

5. おわりに

本卵形消化タンク工事は、平成24年3月に無事完了し(写真-11)、現在、平成24年11月の消化タンク稼働に向けて攪拌機、配管据付け、脱硫装置など機械電気工事が行われている。

シンプルな形状ではあるが、このなめらかな曲線を有した卵形消化タンクが下水処理場のシンボルトワーとなることを期待する。

最後に本工事を進めるにあたり、ご指導、ご鞭撻をいただいた関係各位に深く感謝します。



写真-11 完成