

浮力を用いた長円形PCタンクの移動

(株)安部日鋼工業 正会員 ○上村 剛史
 (株)安部日鋼工業 非会員 林 一豊
 (株)安部日鋼工業 正会員 下川 浩
 (株)安部日鋼工業 非会員 仲宗根勇次

1. はじめに

本 PC タンクは、沖縄県の本島南部に位置し、雨水、表流水および伏流水を貯留し、農業用水への利用を目的とした埋設型の長円形PCタンクである。平成19年12月21日15時から23時の集中豪雨は、近隣の川を氾濫させ、行き場を失った地表水が激流となって現場に流れ込み、施工中のPCタンクを浮力により5m程度回転移動させた。現場状況は、PCタンク本体コンクリート工を全て終了し、埋戻し作業を行っている状況である。

今回は、回転移動したPCタンクを元の位置まで移動させた工事の施工報告を行う。

2. 構造物概要

本PCタンクの構造物概要を以下に記し、構造一般図を図-1に示す。

構造種別 : 農業用プレストレストコンクリート製
 円筒形タンク(完全埋設型)

構造形式

側 壁 : 壁下端固定円筒形シェル(円弧部)
 壁下端固定片持ちスラブ(直線部)

底 版 : 底版一層スラブ
 基礎形式 : 直接基礎

基本寸法

形 状 : 35.142m×20.400m

有効水深 : He=4.59m

全水深 : He=4.75m

側壁厚 : t=0.30m(一般部)
 t=0.60m(下端部)

底版厚 : t=0.60m(端部)
 t=0.25m(中央部)

有効容量 : Ve=2,983m³

※P1~P6はピラスターを示す。

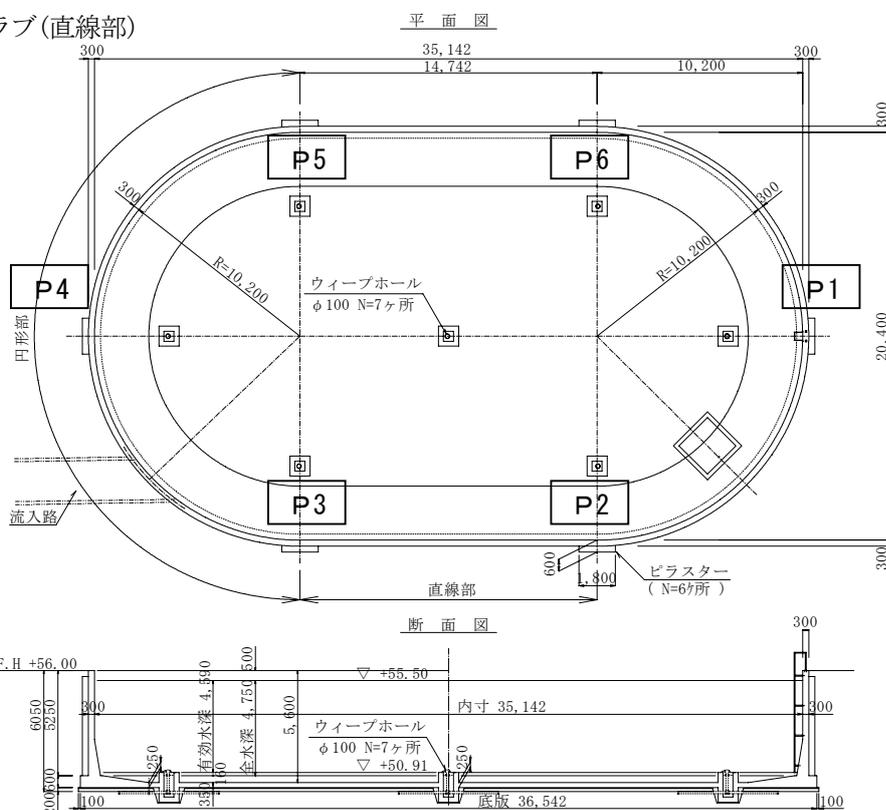


図-1 構造一般図

3. 災害状況および調査

埋設型PCタンク施工時において、想定外の降雨によりPCタンク位置が移動した。降水量、災害状況ならびに調査結果を以下に述べる。

3-1 降水量

平成19年12月21日の降水量は、表-1に示すように日降水量226mm/日、日最大1時間降水量110mm/hといずれも1976年からの統計以来、最大級であった。この記録的豪雨は、近くの川を氾濫させ死傷者も出している。

表-1 降水量

(沖縄県)		1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位	統計期間
日降水量 (mm)	293] (2007/8/11)	226 (2007/12/21)	226 (2007/9/9)	217 (1998/10/5)	214 (1985/8/13)	206 (1982/5/2)	198 (1984/8/19)	198 (1983/3/12)	189 (1996/8/13)	188 (1997/8/7)	188 (1997/8/7)	1976/1 2007/12
日最大1時間降水量 (mm)	110 (2007/12/21)	93 (2007/9/9)	79 (1987/6/6)	75 (1986/9/24)	71 (2003/10/7)	71 (1977/8/21)	66] (2007/8/11)	64 (1996/12/16)	61 (2007/6/7)	61 (1998/4/21)	61 (1998/4/21)	1976/1 2007/12

3-2 災害状況

PCタンクの状況は、図-2、写真-1のように反時計回りに回転し、移動後、表-2のように最大で519mm（P3）基準高より高くなっていた。これは、降雨による地表水が現場に流れ込み水位を上昇させ、PCタンクを浮かせ水圧により側壁を押し、作業中の埋戻し部に一部乗り上げ傾斜したと推測できる。また、傾斜した状況で側壁のひび割れは確認されなかった。

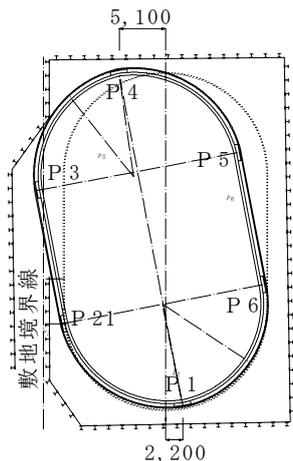


図-2 平面図

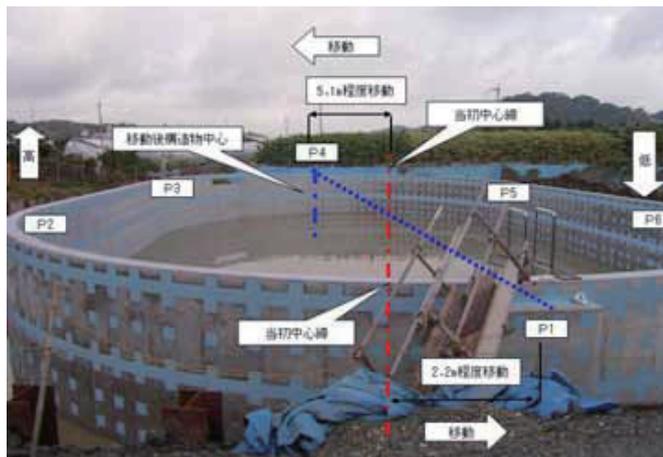


写真-1 全景

表-2 災害時 基準高

P1	P2	P3	P4	P5	P6
+158mm	+427mm	+519mm	+327mm	+64mm	+17mm

3-3 調査結果

PCタンク内外の調査は、潜水士により実施した。

内側は、底版内面の割れおよびウィーブホール(逆流防止弁)の破損を調査した。調査結果は、底版内面に悪影響を及ぼす変状・割れはなく、各ウィーブホールも破損していなかった。

外側は、底版外側の割れおよび傾斜している構造物の下面と地盤の状況を調査した。調査結果は、底版外側に悪影響を及ぼすと思われる変状・割れもなく、底版下面は、均しコンの付着が確認できた。タンク底版外周付近の地盤は、図-3に示すように崩れて傾斜した状態であった。また、底版下面は、空間が確認でき、若干の土砂が滞砂していた。



図-3 断面図

4. PC タンクの移動

復旧に伴う PC タンクの移動は、ウィープホールの機能、PC タンクを浮上させる水位差、浮上時の底版応力を確認して行った。

4-1 ウィープホールの機能確認

底版に設置したウィープホール(逆流防止弁)は、伏流水を水槽内に入れ、水槽内の水を外に出さない構造である。

機能確認方法は、図-4 のように外側の水を内側に注水し内側の水位が低下しなければウィープホールからの逆流はないと判断できる。

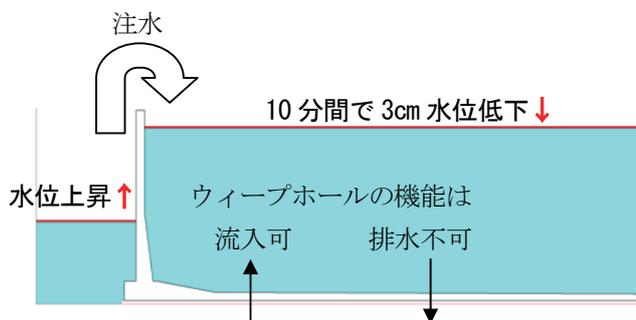


図-4 ウィープホール機能確認

結果は、10 分間で 3cm(113m³/h)水位が低下し、最終的に内外の水位が等しくなった。従って、ウィープホールは外観上破損していないが逆流弁としての機能は保持していないと判断し、移動後に補修を行うこととした。

4-2 PC タンクを浮かせる水位差

PC タンク各部位の重量および体積・浮力は、表-3 のとおりである。

均しコン重量-81.013t に対し浮力が+35.223t 働き、底版重量-615.665t に対し+416.777t 働く、また、側壁重量-475.621t に対し側壁の浮力は1mで+659.271t 働く。従って、PC タンクは、内外水位差が 1.743m あれば浮き上がる。

表-3 PC タンクの重量および体積・浮力 下向(-)

	重量 (t)	体積 (m ³)	高さ (m)	浮力 (t)
均しコン	-81.013	35.223	(0.05)	+35.223
底版	-615.665	416.777	(0.60)	+416.777
側壁	-475.621	注1)659.271	1.093	注2)+720.583
合計	-1172.299		1.743	+1172.583

注1) 1mあたりの体積を示す。
注2) 高さ1.093mの側壁浮力を示す。

4-3 底版応力

底版の解析は、側壁と底版を一体型とし、中央底版の引張鉄筋応力を確認した。

浮力作用時の荷重は、図-5 とし浮力および自重が作用している。

中央底版の配筋は、図-6 のように SD295A D19-200 ピッチで配置している。

中央底版の引張鉄筋応力は、災害時に追従した均しコンの剛性等を考慮すると底版にひび割れが発生する可能性はあるが、鉄筋の降伏点強度である 295N/mm² 以下となり、鉄筋の破断まで至らないと判断した。

PC タンクの復旧は、潜水士調査および底版応力の確認結果より移動後、ウィープホールと中央底版の補修を行えば PC タンクの機能は保持できると判断し浮力を働かせ元の位置に移動させる方法とした。



図-5 荷重図

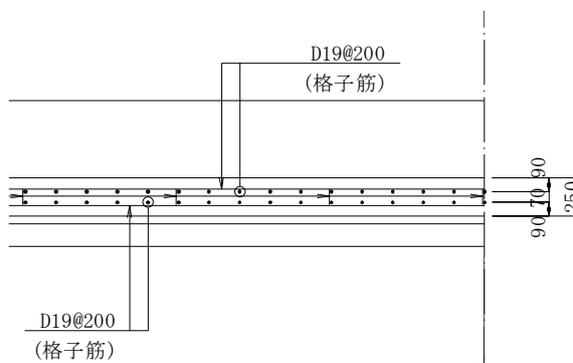


図-6 中央底版配筋図

4-4 移動

PCタンクの移動は、図-8のように各ピラスターに油圧ショベルを配置し、槽内排出ポンプ(4.0m³/min×2台)により排水しPCタンクを浮上させた後、図-7のように剛性の高い底版を油圧ショベルにて移動させた。槽内排水→浮上→移動→据付まで側壁の割れや水位の異常もなく当初の位置に据付けた。

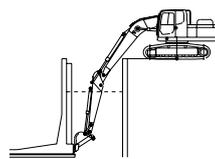


図-7 油圧ショベル配置断面

写真-2の上は移動前、下は移動後を示す。

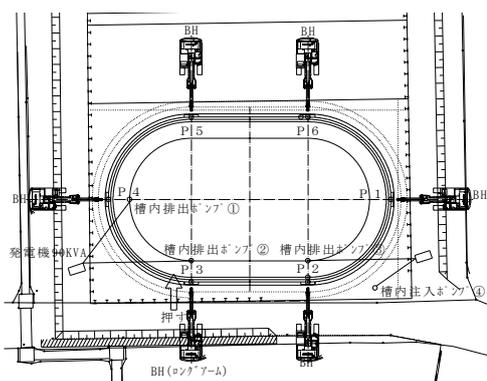


図-8 油圧ショベル配置図



写真-2 移動状況

4-5 据付

表-4は、PCタンクの移動前→移動後→埋戻土撤去までの基準高を示す。移動後平均基準高が174mmであるのは、移動時のくずれた埋戻し土に乗っている。このため、PCタンク内に注水し荷重を増やし、周辺の埋戻土を撤去しPCタンクを自沈させ平均基準高を125mmまで下げた。この時点で流入口の高さが+150mmとなり流入可能と判断しPCタンク据付完了とした。

表-4 基準高

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	平均高
2007/12/24(災害時)	+158mm	+427mm	+519mm	+327mm	+64mm	+17mm	+252mm
2007/12/28(移動後)	+120mm	+145mm	+170mm	+223mm	+224mm	+162mm	+174mm
2007/12/29(槽内注水)	+101mm	+129mm	+138mm	+157mm	+158mm	+118mm	+134mm
2008/ 1/ 7(埋戻土撤去)	+92mm	+124mm	+127mm	+148mm	+151mm	+107mm	+125mm

4-6 補修

PCタンク移動後の調査結果では、側壁にひび割れはなく、中央底版の中心付近にひび割れが長辺・短辺合わせて10本程度、ひび割れ幅が0.02mmから0.45mmあった。中央底版のひび割れは、注入等の補修で止水性を十分確保できるが、PCタンクの機能を確保するため、底版下の隙間をなくし地盤に定着させる必要があり中央底版部の再構築を行った。

5. おわりに

今回、PCタンクの復旧に伴うPCタンクの移動は、限られた時間の中で施工する必要があり急速施工で実施したが、問題なく当初の位置に据付けることができた。

最後に、本工事の施工にあたり、多大なるご尽力・ご指導を頂きました関係者各位に、心からの感謝の意を表します。