

報告 大型プレキャスト PC タンクの施工

村井 篤^{*1}・高井 明彦^{*2}・土田 幸治^{*3}

要旨: 水道用としては国内最大級となる有効容量 10,000m³ の円筒形プレキャスト PC タンクの施工について報告する。本配水池は施工規模が大きいために部材の運搬、建て込み、目地部の水密性の確保など多くの課題への対応が必要があった。これら課題対応のため施工改善策を実施し品質と施工性向上を図り、その効果を確認することができた。

キーワード: PC タンク, プレキャスト, 固定支持, 大容量, エアドーム工法

1. はじめに

円筒形プレキャスト PC タンクはコンクリート二次製品の側壁版を円周方向に並べ、目地コンクリートを打設した後、PC 鋼材にて円周方向に緊張一体化させて側壁を構築する水密性コンクリート構造物である。

現場打ちコンクリートとしては最大容量 5 万 m³ 以上の大型 PC タンクの施工実績もあるが、プレキャスト PC タンクとしてはプレキャスト部材の運搬や建て込み等の制限から 5,000m³ 以下の容量がほとんどである。

ここに、実際に施工された内径 36.0m, 有効水深 10.0m 有効容量 10,000m³ の水道用としては国内最大規模の円筒形プレキャスト PC タンクについて施工課題とその対応および結果について報告する。

2. 構造概要

本配水池は側壁と底版を鉄筋により一体化した固定支持を特長とする。

側壁円周方向には水圧荷重により発生する引張力を打ち消すために側壁円周方向 PC 鋼材 (1S28.6) がポストテンション方式により配置されている。また、側壁鉛直方向にはタンク空水時に発生する側壁鉛直方向曲げモーメントによる引張応力を打ち消すために側壁鉛直方向 PC 鋼材 (1S15.2B) がプレテンション方式により配

置されている。

断面図を図-1に、プレキャスト側壁部材割付図を図-2に、固定式プレキャスト PC タンクの構造概略図を図-3に示す。

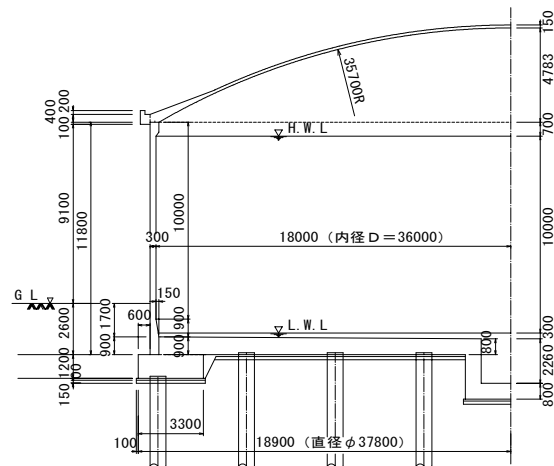


図-1 断面図

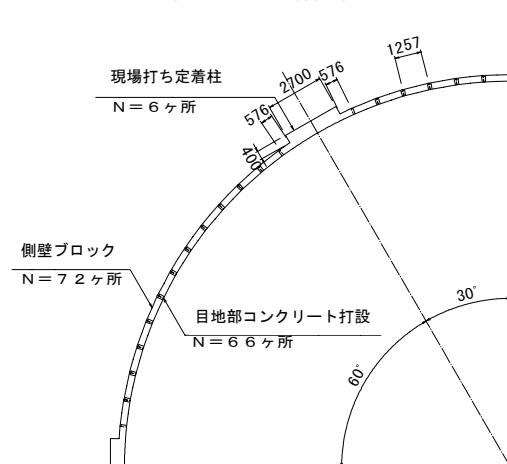


図-2 プレキャスト側壁割付図(4分の1平面図)

*1 (株) 安部工業所 技術開発部開発課長補佐 (正会員)

*2 (株) 安部工業所 中部支店設計課長補佐

*3 (株) 安部工業所 中部支店工事課長補佐

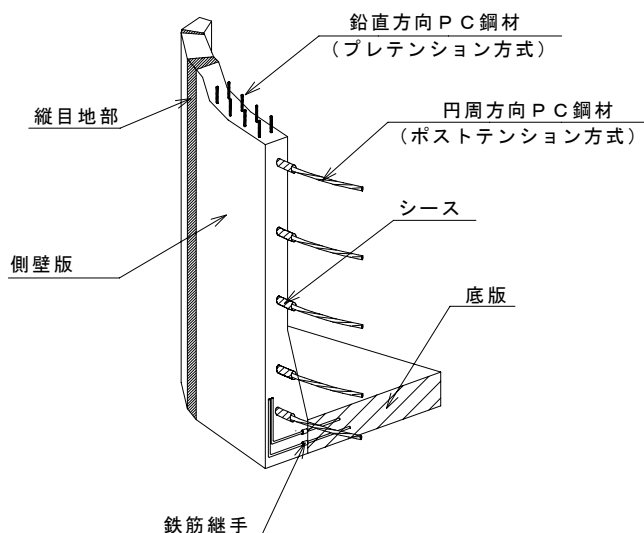


図-3 固定式プレキャストPCタンク構造概略図

3. プレストレスの導入

固定式プレキャストタンクは側壁下端が自由支持の状態（底版打設前）で円周方向PC鋼材を一度緊張する。これを一次緊張という。その後、底版打設後、側壁下端が底版に拘束された状態で残りの鋼材を緊張する。これを二次緊張という。図-4に一次緊張と二次緊張の概略図を示す。プレキャストタンクは側壁円周方向に鉄筋が連続していないため常時、温度作用時、L1地震時に側壁円周方向に引張力を発生させることはできない。

一次緊張を行う理由は、側壁下端が自由支持の時にプレストレスを導入することで側壁円周方向全高に効率よく圧縮力が導入できるためである。二次緊張を行う理由は、水圧は側壁下端固定支持の状態で作作用するため、同じ固定支持の状態プレストレスを導入した方が荷重のバランスが取りやすいためである。

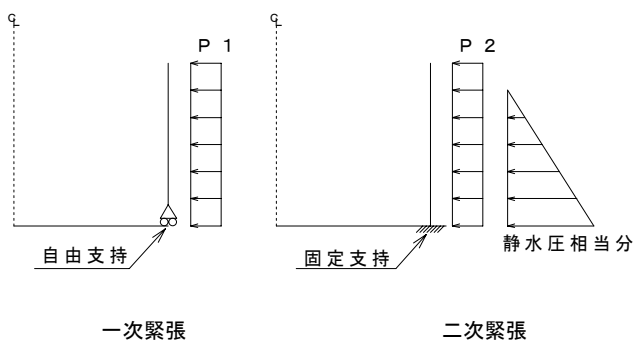


図-4 一次緊張と二次緊張

4. 施工順序

固定式プレキャストタンクの施工順序は底版打設前に一次緊張を行い、底版打設後に二次緊張を行うことを特長とする。施工フロー図を図-5に示す。

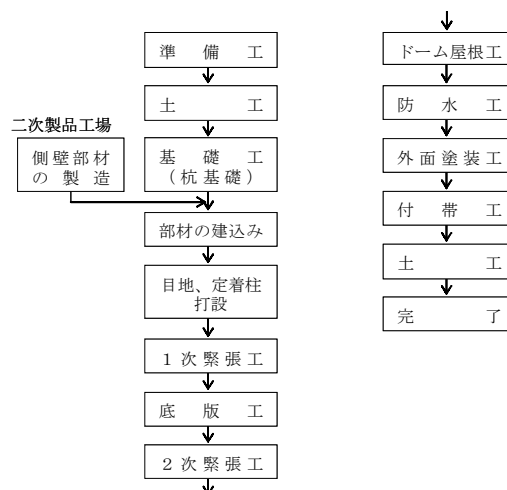


図-5 施工フロー図

5. 施工上の特長

5.1 部材の製造

(1) シースに一般構造用炭素鋼管を使用

従来、プレキャスト側壁部材の横締シースには鋼製で亜鉛メッキされたスパイラルシース（厚さ約0.25～0.5mm）を使用するのが一般的であった。しかし、スパイラルシースはプレキャスト部材製造時や運搬時に側壁部材から突出した横締シース連結部が潰ることが予想されたため、本配水池では剛性の高い一般構造用炭素鋼管（厚さ2.3mm）を用いることとした。曲げ加工が必要になることを含め一般構造用炭素鋼管が割高になる。しかし、施工性は優れておりそれに見合う優位性は確認できた。

(2) インサートの取り付け

インサートは目地型枠取り付け用、転倒防止用、吊り上げ用、底版鉄筋連結用、ブラケット足場用、ドーム屋根構築用など部材1枚あたり約120個程度のインサート等の取り付けが必要であった。

これらのインサートの取り付けのためインサート取り付け架台を製作し、この架台により多

数のインサートを容易にかつ精度良く取り付けることが可能となった。

(3) 型枠

本配水池は定着柱を現場打ちで施工する計画であったため、標準部材の型枠のみを3基製作した。写真－1に標準部材の型枠を示す。



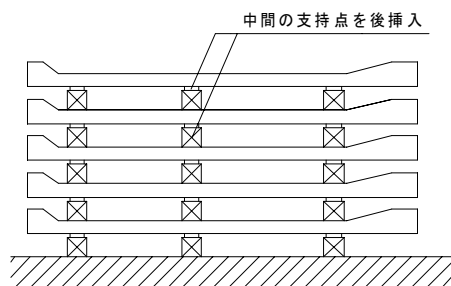
写真－1 標準部材型枠

5.2 部材の仮置き

一般的なプレキャスト部材は2点支持で仮置きしている。本配水池においては部材の長さが1枚当り11.8mと長尺であるため、仮置き時の部材の支持は3点支持とした。

しかし、3点支持の場合、3点の高さが均一でないと部材に有害なクリープ変形が生じる恐れがあった。したがって、部材の支持は先に2点支持で仮置きし、後挿入で中間点に支持部材を挿入して3点支持とした。概要図を図－6に示す。

仮置きした部材の反り量を計測した結果、部材に有害なクリープ変形が発生することはなかった。



図－6 部材の仮置き

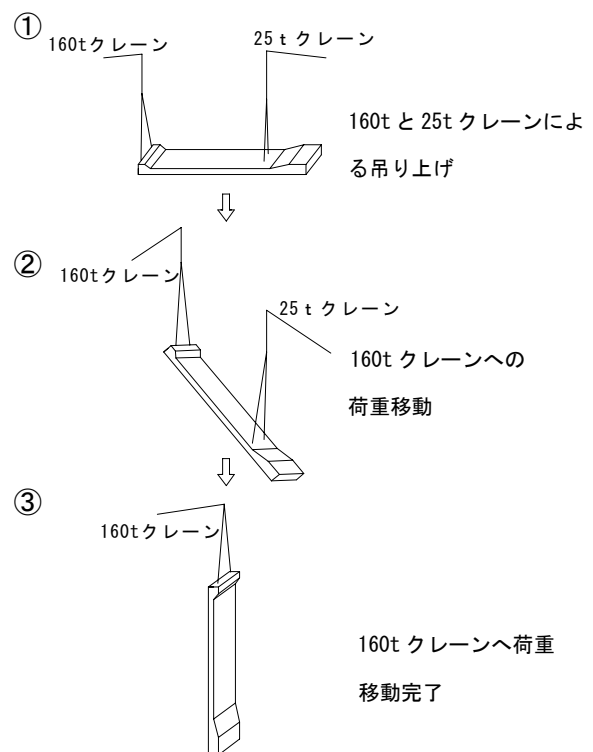
5.3 部材の建て込み

(1) 2台のクレーンでの合い吊り

部材が長尺であったため、部材建て起こし時の部材断面力を計算した結果、部材上部の1点吊りでは部材に発生する曲げ応力度が許容値を超えることが確認された。

したがって、2台のクレーンを使用し、部材の上部と部材下端から約2m付近の2点で合い吊りにより建て起こし、部材に発生する断面力を押さえる建て起こし計画とした。2点で合い釣りした場合は、1点吊りによる場合より部材に発生する最大曲げモーメントが35%低減できた。2点での合い吊り方法の施工手順を図－7に、実際の施工状況を写真－2に示す。

使用したクレーンは部材上部を吊り上げるクレーンには160tクレーンを使用し、部材下端部を吊り上げるクレーンには25tクレーンを使用した。部材吊り上げ前には内足場用のブラケットおよび転倒防止用サポートを事前に取り付けた状態で建て起こしを行った。



図－7 2台のクレーンを使用した建て起こし



写真-2 部材の建て起こし

(2) 1日の建て込み枚数

一般的なプレキャストタンクでは1日に建て込むことができる部材枚数は15～20枚程度である。本配水池では、部材長が大きく一般的な場合に比べて50%程度を予想した。しかし、2台のクレーンを使用する対策により施工の手間などもあったが1日に約12枚程度建て込むことができた。

(3) 部材の高さ、水平度の調整方法

部材の高さと水平度の調整はタンク中央に据え付けたトランシットと下げ振り、水準器を使用し、側壁部材下端に鋼製の薄板を挿入することで高さや水平度の調整を行った。

(4) 転倒防止サポート

本配水池における側壁部材転倒防止方法は以下の通りである。

- 1)側壁部材全てに転倒防止サポートを取り付けた。転倒防止サポートは通常圧縮のみを受け持つように設置するのが一般的であるが本配水池では転倒防止サポートが圧縮ばかりでなく引張も受け持つことができる取り付け金具を特注製作して取り付けた。
- 2)側壁の上端と底版をワイヤーロープで連結した。
- 3)側壁部材下端に部材の滑動防止金物を取り付けた。
- 4)隣り合う側壁部材同士を壁つなぎ金物で連結した。

部材転倒防止の概略図を図-8に、実際の施工状況を写真-3に示す。

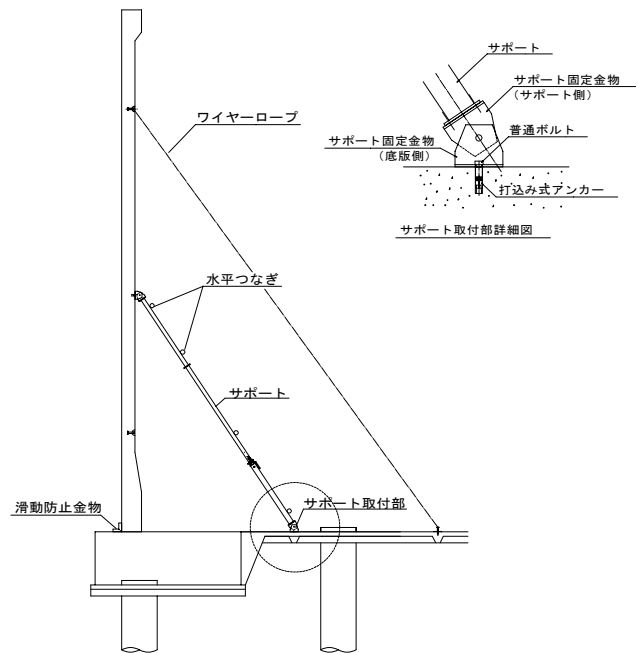


図-8 部材の転倒防止



写真-3 側壁部材の建て込み状況

5.4 内足場（ブラケット足場）

本配水池では、側壁下端固定支持構造であったため、側壁部材建て込み後に底版コンクリートを打設して側壁と底版を一体構造とする必要があった。このため、底版打設時には内足場が邪魔になるため一時的に内足場を撤去する必要があり、通常の枠組み足場を使用した場合には、タンク内足場の撤去と再設置が作業手間となった。

解決方法として工場にて側壁部材に埋め込

れたインサートにブラケット足場を取り付けタンク内足場とした。昇降足場については枠組み足場とした。ブラケット足場とすることで底版打設時に内足場を撤去する必要がなくなり、作業性が向上した。

5.5 シースの連結

従来の目地部でのシースの連結方法は、部材製作の際に部材横締シース内に挿入してあった連結シースを目地左右の部材から引き出し、お互いを付き合わせた後、半割シースを被せ止水処理を行う方法が標準であった。

本配水池では側壁部材から 2～3cm 突出している横締シース（一般構造用炭素鋼管）にフレキシブルホースを取り付け連結した。施工状況を写真－4 に示す。従来の方法ではシースの連結に一ヶ所当り 5 分程度時間が掛かっていたが、フレキシブルホースを使用した場合 1 分程度で施工できた。フレキシブルホースが横締シースに確実に接続することの確認やシース内へのノロ漏れの有無については施工前に確認実験を行ってから実施工を行った。

5.6 目地コンクリート

(1) 目地コンクリートの充填性

目地材は、一般的なプレキャストタンクでは無収縮モルタルが使用されている。

本配水池は、一般的なプレキャストタンクより目地断面積が大きく（図－9）、同程度の断面積と打設高さの打ち継ぎ部にコンクリートを打設した実績があったこととコスト削減のため目地部に膨張材入りコンクリートを使用した。

型枠脱型後目視により、充填性に問題がないことを確認した。

(2) 目地コンクリートの収縮ひび割れ防止

本構造の目地部にコンクリートを打設した場合、目地打設後から一次緊張までの期間（約 7 日間）に、目地コンクリートが収縮することによるひび割れの発生が考えられた。

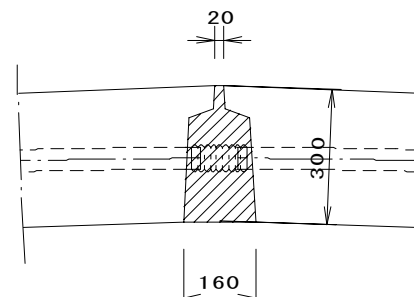
この目地部のひび割れ対策として、収縮補償を目的とした膨張コンクリートを採用することとした。これは、膨張材の膨張ひずみによって

初期の収縮量を改善することを目的としたものである。

一次緊張後は、側壁下端自由支持の状態で目地の全高さに圧縮力が導入されるため目地コンクリートの収縮は問題とならない。

目地コンクリートの収縮によるひび割れがないことを目視により確認した。

また、水張り試験により水密性が確保されていることを確認した。



図－9 目地断面寸法



写真－4 フレキシブルホース接続状況

5.7 現場打ちコンクリートによる定着柱の施工

本配水池の定着柱は現場打ちコンクリートで施工した。一般的なプレキャストタンクは定着柱もプレキャスト部材としているが本配水池の場合、以下のような問題があった。

1) 定着柱をプレキャスト部材とすると重量等の制限より部材幅が限定されるため、定着柱内のシースを曲げ上げ配置する必要があった。定着柱内のシースを曲げ上げ配置すると PC 鋼材の摩擦ロスが大きくなり、不合理な設計となる。

2)定着柱部材の重量は、一般部材の約 1.5～2.0 倍程度あるため使用するクレーンの能力が定着柱の重量で決定された。

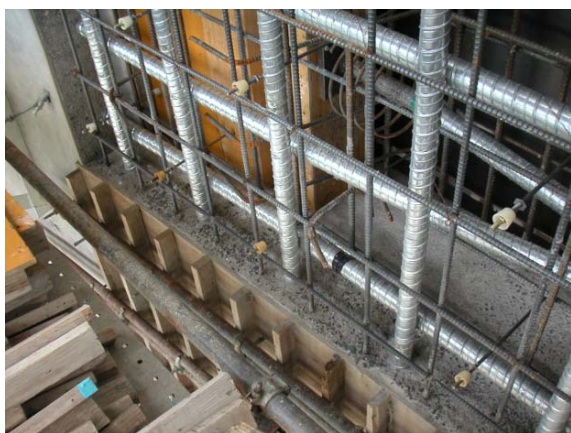
3)定着柱の製造枚数は 6 枚であったため、少ない製造枚数のために新たな型枠が必要となった。

以上の理由により本配水池の定着柱は現場打ちコンクリートとして計画された。実際の施工状況を写真－5 に示す。

定着柱の縦筋は $\Phi 32$ の PC 鋼棒を定着柱一箇所当り 10 本配置して鉛直プレストレスを導入した。

定着柱には目地コンクリートと同じく、定着柱のコンクリートの収縮によるひびわれ防止のため膨張材入りコンクリートを使用した。

結果、目視と水張り試験により定着柱コンクリートにひび割れがないことと水密性が確保されていることを確認した。



写真－5 現場打ち定着柱の打ち継ぎ目

5.8 エアドーム工法によるドーム屋根の施工

本配水池の屋根はエアークントロールシステムを用いて空気で膨らませた膜材を支保工、型枠および内面防水の代わりとしてドーム屋根を構築するエアドーム工法を採用した。写真－6 に施工状況を示す。

エアドーム膜材の取り付けは側壁部材上端に埋め込まれた膜材固定用インサートを用いた。



写真－6 エアドーム工法膜材の取付け

6. まとめ

本配水池は施工規模が大きいことで、従来の施工方法から多数の点で施工上の改善を行った。主な改善点を以下に示す。

- (1)部材の建て起こしを 2 台のクレーンで合い吊りした。
- (2)タンク内足場を枠組み足場からブラケット足場に変更した。
- (3)横締シースの連結にフレキシブルホースを使用した。
- (4)目地部の充填材を無収縮モルタルから膨張材入りコンクリートに変更した。
- (5)定着柱をプレキャスト製品から場所打ちコンクリートに変更した。

上記いずれの施工方法も大型プレキャスト PC タンクの施工性と品質の向上に効果があることが確認できた。

今回の経験は、今後の現場作業の省力化を目指すプレキャスト PC タンクの施工に応用できると考える。