

(41) プレストレストコンクリートタンク横締め緊張作業の自動化

(株)安部工業所 技術本部開発部 正会員 横山 博司
 同上 機材部 野田 健
 同上 名古屋支店工務部 ○中村 文孝

1. はじめに

プレストレストコンクリートタンク (以下PCタンクと記す, 図-1参照) は、上水道、下水道、農業用水、低温液化ガス貯槽など多様な貯槽構造物に採用されている。PCタンクの特長は、図-2に示すように側壁に作用する貯槽液圧とバランスする円周方向プレストレスを作用させていることにより側壁を液密性の高い構造としていることである¹⁾。この円周方向プレストレスは、桶の“たが”のように各段に2~3本のPC鋼材を円周方向に巻き付けて、側壁に設けた定着部 (定着柱) で緊張定着して、側壁に導入する。ただし、図-3に示すように、摩擦による緊張力の変化を考え、定着部を上下の段でPC鋼材長の半分だけずらすために、PC鋼材本数の倍数の定着柱を設けている。

このPCタンク円周方向PC鋼材の緊張作業 (以下、横締め緊張作業と記す) において、パソコンを用いた自動緊張システムを導入し実用化したので、その概要について報告する。

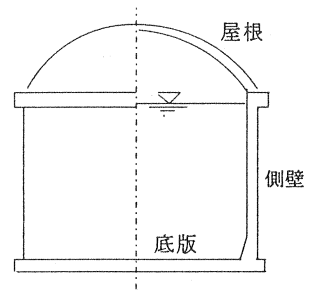
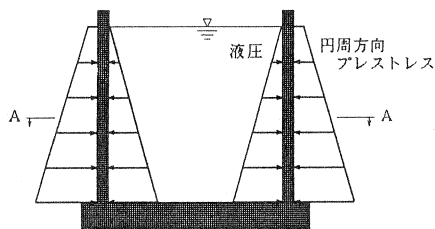


図-1 PCタンク概要図



A-A断面

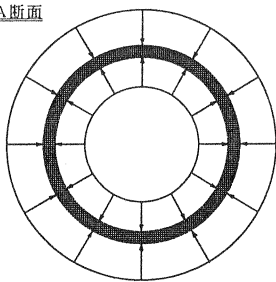
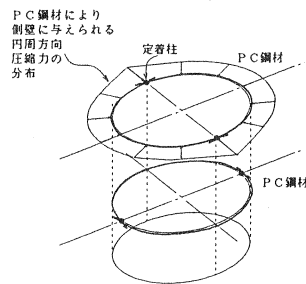
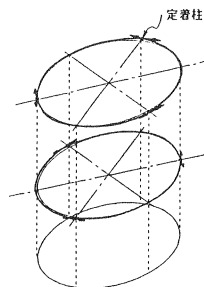


図-2 円周方向プレストレスの概念



2本のPC鋼材で
円周方向プレストレスを
与える場合

定着柱を4ヶ所設け
側壁に均一な
プレストレスを
与えるために交互に
PC鋼材を配置し緊張する。



3本のPC鋼材で
円周方向プレストレスを
与える場合

定着柱を6ヶ所設け
側壁に均一な
プレストレスを
与えるために交互に
PC鋼材を配置し緊張する。

図-3 円周方向PC鋼材の配置

2. 従来の緊張作業の概要

2.1 作業内容

PCタンクの横締め緊張作業は、各定着柱に2台のジャッキとそのジャッキを手動で作動させる1台のポンプを配置し、タンク円周を2本のPC鋼材で構成し緊張する場合の4本定着柱ではポンプ2台で4台のジャッキを、タンク円周を3本のPC鋼材で構成し緊張する場合の6本定着柱ではポンプ3台で6台のジャッキを一度に作動させて実施する。6本定着柱の作業概要を図-4に示す。本作業に於いては、各機材に作業員を1人配置する必要があるが、各定着柱には、ポンプ操作員1名とジャッキ操作員2名の合計3名の作業員を配置して実施する。

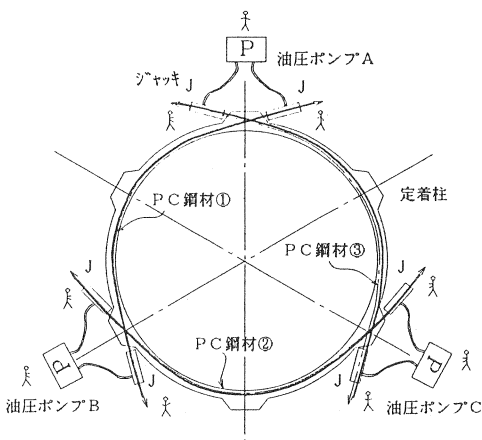


図-4 従来の緊張作業概要

2.2 管理作業

本緊張作業は、PCタンクの主荷重である液圧とバランスするプレストレスをタンク側壁に導入する重要な作業であり、設計で定められたプレストレスを精度良く導入する必要がある。このために、作業時の緊張荷重とPC鋼材伸び量のデータを収集し、このデータの図-5に示す相関関係に基づいてデータを解析して緊張管理を実施する。

緊張作業においては、各機材操作員が、目視によりポンプ圧力の管理計測、ジャッキの伸び計測を行い、これらのデータを緊張管理者にトランシーバーなどにより連絡して、緊張管理を実施する。すなわち、伝達されたデータを緊張管理者がパソコンに入力して解析し最終緊張力を求めて(図-5参照)、その値での緊張定着を各ポンプ操作員に指示する。この指示に従いポンプ操作員が緊張定着作業を行い緊張作業を完了することになる。

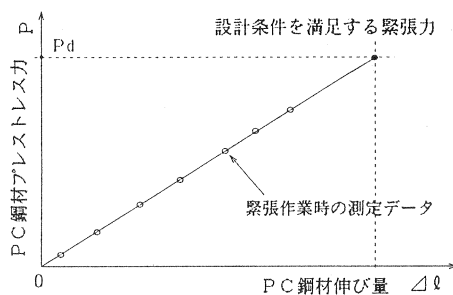


図-5 PC鋼材の緊張力と伸び量の関係

3. 自動緊張システム概要

3.1 自動化の必要性

本緊張作業は、PCタンクにとって最も重要なプレストレスを側壁に与える作業である。しかし、上記の目測による計測及び言葉によるデータ伝達の作業と、図-4に示すように、円形構造であり、ポンプ操作員などは相互の作業状況が確認できないこと、各ポンプ操作員は、異なるPC鋼材を緊張する2台のジャッキを操作していることなどを考慮すると、本緊張作業は複雑であると共に大変に神経を使う作業である。

PCタンクの横締め緊張作業は上記のように大変にデリケートな作業であり、ジャッキの荷重制御を含む全ての緊張作業、緊張力とPC鋼材伸び量の計測および、緊張管理作業など全てをパソコンにより管理制御する”自動化された緊張システム”が必要と考えられる。

3. 2 機能

本システム機材器具の配置を図-6に示すが、このシステムの機能は以下に示すとおりである。

- 1) パソコンにより、本システム専用緊張ポンプ、緊張ジャッキをコントロールし、緊張作業（緊張、定着、圧力解放）を実施する。
- 2) PC鋼材伸び量、ジャッキ緊張力を自動計測する。PC鋼材伸び量は、ジャッキに装着した変位計測器により計測し、ジャッキ緊張力は、ジャッキに取り付けた圧力変換器により計測する。
- 3) 上記自動計測データをパソコンに自動入力し、パソコンにより緊張管理を自動的に行う。
- 4) 本システム専用ポンプは、手動操作機能を有しており、パソコンによる制御システムに支障が生じた場合などには、手動により緊張作業を継続することができる。

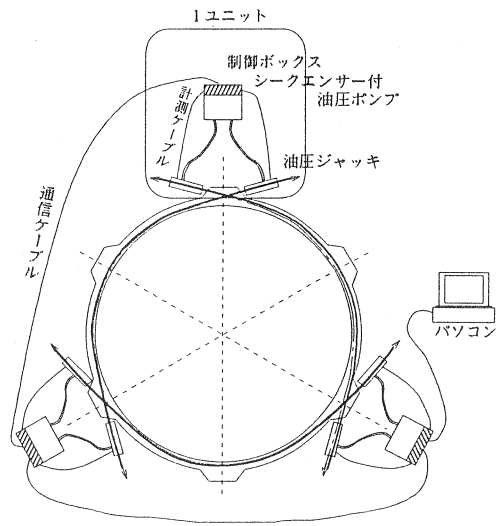


図-6 自動緊張システム概要

3. 3 機材器具

本システムは、表-1に示す機材器具により構成される。

表-1 自動緊張システム機材器具

機材器具	内 容
自動緊張システム専用緊張ポンプ	シークエンサー、電磁弁を有しておりパソコンの指示により自動的に緊張作業を実施 重量 = 280 kgf
自動緊張システム専用緊張ジャッキ	揚量 = 50 tf, 揚程 = 200 mm, 重量 = 69 kgf 伸びと荷重の自動計測センサー装備
制御ボックス	自動計測データの収集及び、パソコンへの伝達 パソコンからの緊張作業指示をシークエンサーに伝達 緊張ポンプ内に設置
専用ノート型パソコン	自動緊張システム用制御プログラム装備
油圧ホース	ナイロンホース、30m/本、各ジャッキ2本使用
通信ケーブル	RS-422 (50m, 100m) パソコンと制御ボックス間のデータと緊張作業指示の伝達送信
計測ケーブル	各センサーに1本、50m/本 各センサーと制御ボックス間のデータの伝達

3. 4 緊張作業要領

本システムによる緊張作業は以下の通りである。

- 1) 準備、システム正常作動確認
- 2) ポンプ、ジャッキのセット
- 3) 緊張管理条件の設定（パソコンに条件入力）

- 4) パソコン制御により、緊張作業開始(ポンプ、ジャッキを自動運転)
- 5) PC鋼材の伸び量、緊張荷重を自動計測、計測データをパソコンに自動入力
- 6) 自動計測データに基づいてパソコンにより自動的に緊張管理実施、最終緊張力を決定
- 7) パソコン制御により、最終緊張作業実施
- 8) パソコン画面緊張管理グラフで、伸び量、緊張荷重が目標緊張管理領域を満足することを確認
- 9) パソコン制御により、定着、圧力解放、ラム戻し作業を実施
- 10) 緊張管理記録の出力
- 11) ジャッキをセット替えし、上記作業を実施

上記作業要領で分かるように、本システムを採用の場合、ジャッキをセットすれば、全て自動的に作業が進み、従来の煩雑なポンプ操作、目視によるデータ計測及び伝達などの作業が不必要となる。

3. 5 現場実施

昨年の8月から現在(平成8年7月)までに、試運転を含め9現場(4本定着柱タンク6現場;6本定着柱3現場)で本システムを使用した緊張作業を実施している。

現場実施に於いて、従来の緊張作業に比較して、本システムの作業性が良いことが確認されている。1段当たりの作業時間は、5~10分であり、従来作業の半分程度の所要時間である。

4. まとめ

PCタンクに於いて最も重要な横締め緊張作業は、大変に煩雑な作業である。本作業を自動化することにより、緊張管理をより正確にすると共に、作業の省力化と迅速化を図ることができた。

本システムは、ほぼ完成しており十分現場実施にも対応しているが、改良すべき事項の発生も考えられるので、適宜対処していく必要があると考える。また、自動化することにより緊張機材が特殊になり、従来と異なる運用が必要であると考えている。

本自動緊張システムは、図-6に示すように1台のポンプと2台のジャッキ(n台のジャッキとしても良い)を1のユニットし、パソコンと、このNユニットを通信(ケーブル)で接続するシステムとしいるところを特長としており、汎用性があり、PCタンク以外の構造物の緊張作業の自動化にも適用できるものと考えている。

PC構造物の建設現場を取り巻く環境を観るに、現場に於ける機械化、自動化はより一層必要になると考えられる。本自動緊張システムが、今後の糧となるものと確信していると共に、現場作業の省力化を目的とする自動化を今後も積極的に実施して行く必要があると考えている。

参考文献

- 1) 社団法人日本水道協会:水道用プレストレストコンクリートタンク標準仕様書, ページpp.8~12, 昭和55年3月