

技術紹介

# プレストレス導入の精度向上と緊張管理の効率化

## ～無線 LAN を用いた自動 PC 緊張管理システムの開発～

### Development of an Automatic Control System for PC Tension by Using the Wireless LAN

今井 平佳 \*1  
Hirayoshi IMAI

法貴 裕 \*2  
Yutaka HOKI

鹿嶋 圭介 \*3  
Keisuke KASHIMA

#### はじめに

プレストレスコンクリート橋(以下, PC 橋)において, PC 鋼材の緊張は構造物の耐荷性能や耐久性能などに大きく影響する極めて重要な施工プロセスの一つです。ポストテンション方式 PC 橋の現場施工において, PC 鋼材の緊張作業・管理の手法は確立されています。しかし, その過程には人為作業が多く, 管理精度や作業効率の観点から改善できる余地が大きいと考えられます。これに対して, 緊張管理における既往の取り組みとして, 油圧ポンプ圧力と PC 鋼材伸び量のセンサ測定によるデジタル化技術を実用化し, 施工実績を重ねています。

今回, PC 緊張におけるプレストレス導入のさらなる精度向上と緊張作業・管理の効率化を目的として, 無線 LAN を用いた自動 PC 緊張管理システムを開発しました。

#### 1. 自動 PC 緊張管理システムの概要

##### (1) システムの構成

本システムは, 緊張管理用制御装置(以下, 制御装置), タブレット型パソコン, 油圧ポンプ, 緊張ジャッキで構成されます(図-1)。

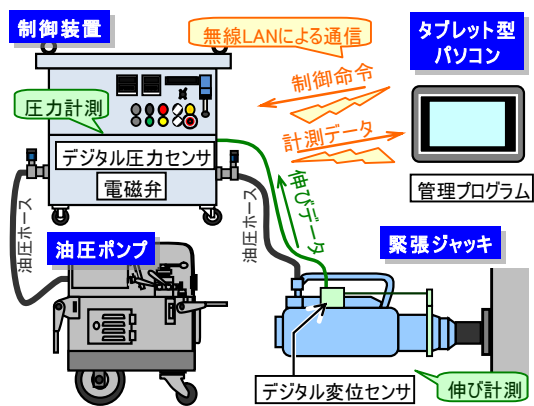


図-1 自動 PC 緊張管理システムの構成

制御装置には, 電磁弁およびデジタル圧力センサ, 無線 LAN ユニットなどが内蔵されており, 油圧ポンプと緊張ジャッキとは油圧ホースで, デジタル変位センサとは通信ケーブルで, それぞれ接続します。タブレット型パソコンには管理プログラムが組み込まれており, 制御装置と無線 LAN で繋がれます。油圧ポンプと緊張ジャッキ

は, 従来から緊張作業に用いている機器が使用できます。

##### (2) システムの動作概要

本システムは, 緊張ジャッキのセット・撤去を除き, タブレット型パソコンによって緊張作業・管理を行うことができます(図-2)。

管理プログラムによる緊張ジャッキの制御命令や, 圧力と伸びの計測データの取得は, 制御装置を介して無線 LAN による通信で行います。

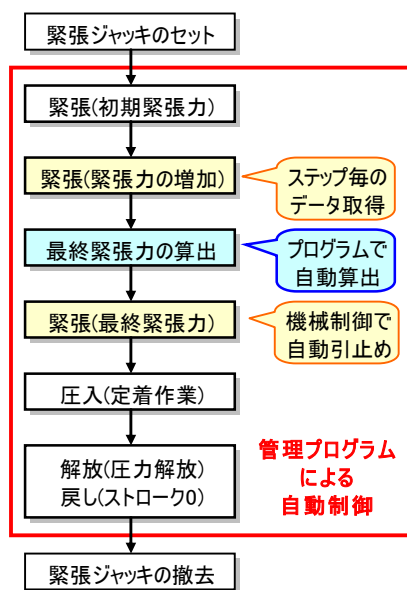


図-2 システムの自動制御範囲

緊張ジャッキの制御は, 制御装置の電磁弁とデジタル圧力センサによる油圧の調整で行い, PC 鋼材の伸び量は, 緊張ジャッキに取り付けたデジタル変位センサでシリンダのストロークを計測します。

#### 2. 自動 PC 緊張管理システムの特徴

##### (1) プレストレス導入の精度向上

従来, PC 鋼材の緊張作業は, 目視によって油圧ポンプのマノメータで圧力示度を読みとり, 手動での油圧ポンプ操作によって緊張ジャッキの動作を停止してから, 同じく手動で PC 鋼材の伸び計測を実施しています(図-3)。

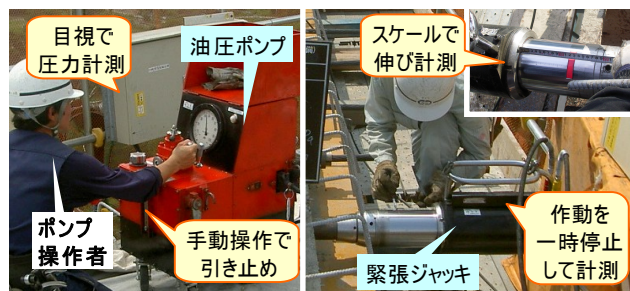


図-3 緊張作業時の誤差の発生要因

\*1 川田建設㈱東日本統括支店事業推進部 次長  
\*2 川田建設㈱東日本統括支店事業推進部工事課 係長  
\*3 川田建設㈱事業統括本部事業企画部（東日本統括支店） 係長

この過程で、圧力示度の読みとり誤差や手動操作による緊張停止のタイミングのずれで生じる圧力誤差、PC 鋼材の伸びの計測誤差、圧力と伸びの計測タイミングのずれによるばらつき誤差などが発生する可能性があります。

これらの緊張作業時における誤差の発生を低減し、PC 鋼材へのプレストレス導入の精度を向上するための、本システムの特徴を以下に挙げます。

- ① デジタル圧力センサおよびデジタル変位センサを用いて、緊張ジャッキの圧力および PC 鋼材の伸びを計測することで、読みとり誤差や個人差によるばらつきを回避できます(図-4)。

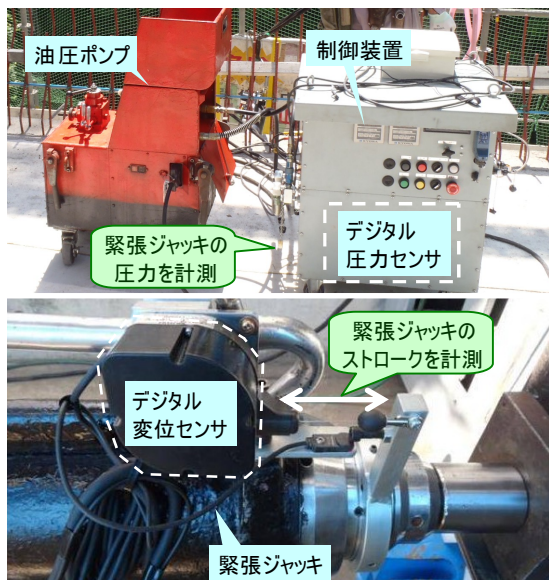


図-4 圧力と伸びの自動計測

- ② 圧力計測値をシステム動作基準とすることで、伸びと圧力を同時にタイムラグなく計測できます。
- ③ 最終緊張力は、圧力と伸びの計測値を基にプログラムで算出し、油圧電磁弁を機械的に制御することで、自動で引き止めることができます(図-5)。

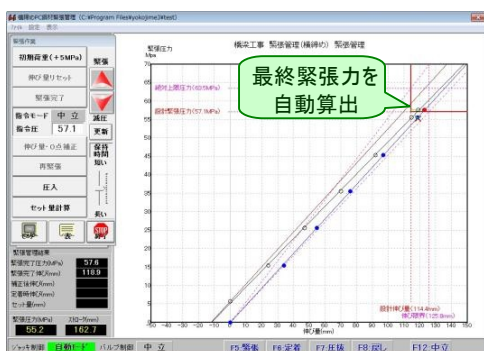


図-5 管理プログラム

- ④ PC 鋼材 1 本ごとの緊張管理に加えて、PC 鋼材のグループごとの緊張管理も行うことができます。

## (2) 緊張作業および緊張管理の効率化

現在、PC 鋼材の緊張作業には、作業指揮者や管理グラフ作成者、油圧ポンプ操作者、PC 鋼材の伸び計測者など、

最低 4~5 人の人員を要します(図-6)。また、緊張時の圧力・伸び挙動の傾向を確認するため、最終緊張力に至るまでの間に、圧力 5MPa 毎に緊張を一時停止し、伸びを計測し、管理グラフを作成する必要があることから、緊張作業が断続的となり時間を要します。さらに、作業指揮者は管理グラフを確認しながら作業指揮をとるため、緊張ジャッキや油圧ポンプの作動状態および挙動を確認する際には、緊張を一時停止する必要があります。



図-6 多人数での緊張作業

これらの現状に対して、緊張作業および緊張管理における人的や時間的な効率を向上させるための、本システムの特徴を以下に挙げます。

- ① 緊張ジャッキを自動制御し、PC 鋼材の伸びを自動計測するため、油圧ポンプ操作者や伸び計測者が不要となります。さらに、管理グラフを自動作成することで、管理グラフ作成の専任者が不要となり、作業指揮者が負担無く直接実施できます。これらにより、緊張作業を 2 人の人員で実施できます(図-7)。

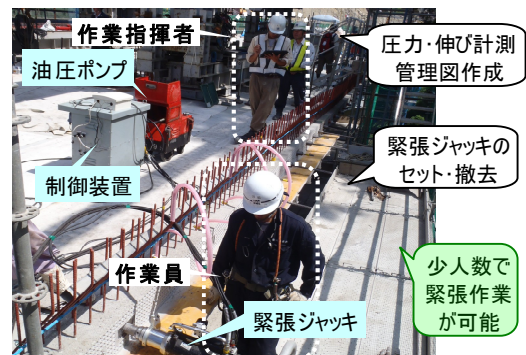


図-7 少人数での緊張作業

- ② 圧力や伸びなどの計測データが集約される制御装置と、管理プログラムが内蔵されたタブレット型パソコンは、有線ではなく、無線で通信するため、作業指揮者が自由に移動することができます(図-8)。

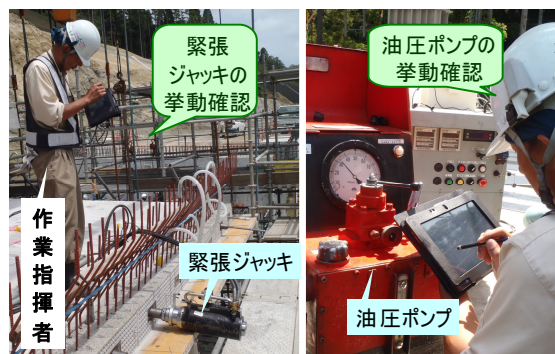


図-8 作業指揮者による機器の挙動確認

③ 緊張管理データは、逐次、タブレット型パソコンに蓄積されるため、緊張作業終了とともに、緊張管理図の自動作成が完了します(図-9)。

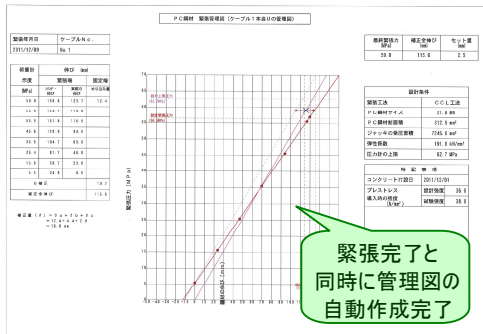


図-9 自動作成した緊張管理図

④ PC 鋼材の長さや配置形状がほぼ同様で多数配置されている床版横締め鋼材などの場合、最初の数本で圧力・伸び挙動の傾向を確認した後は、最終緊張力の直前まで連続的な動作が可能です。

### 3. 実施工への適用事例

現在、施工中の圏央道 上太田橋において、本システムを用いた床版横締め(1S21.8,CCL シングルストランド工法)の施工を実施しています(図-10)。



圏央道 上太田橋(施工中)  
 □橋種 プレストレストコンクリート道路橋  
 □形式 PRC2径間連続ラーメン箱桁橋  
 □橋長 123.0m (支間 60.3m + 60.3m)  
 □全幅員 11.15m (有効幅員 10.5m)  
 □床版横締めPC鋼材 SWPR19 1S21.8

図-10 圏央道 上太田橋(施工中)

本システム(図-11)を用いることで、緊張作業を作業指揮者と作業員 1 人のみで実施でき(図-12)、加えて、作業指揮者が自由に移動しながら緊張ジャッキの挙動確認でき(図-13)、緊張作業・管理の効率化が確認されました。

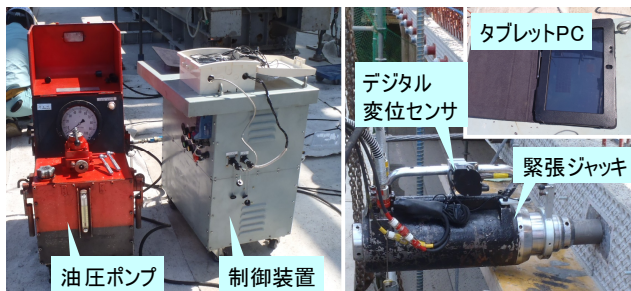


図-11 使用機材

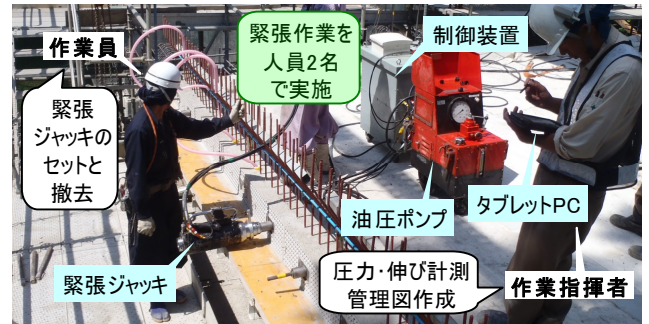


図-12 緊張作業状況

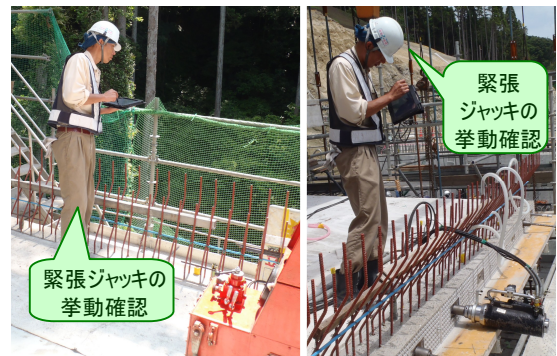


図-13 緊張ジャッキの挙動確認

また、緊張作業終了と同時に作成される緊張管理図(グループ管理)が示すように、最終圧力は設計値に対する実測値のバラツキが小さく(図-14)、正確な最終緊張力の安定的な導入が確認されました。



図-14 緊張管理図(グループ管理)

### おわりに

今後、現場施工における検証により、利便性のさらなる向上を目指し、管理プログラムや制御装置などの改良を実施していく予定です。

最後に、本システムの開発に関してご協力をいただいた関係各位に、また現場施工への導入にご協力いただいた方々に感謝の意を表します。

### 参考文献

1) 今井, 鹿嶋:無線LANを用いた自動PC緊張管理システムの開発, 土木学会第67回年次学術講演会講演概要集,VI-360, 2012.9.