

## マイクロコンピューターを使用したテンドンの緊張管理

岡 本 達 雄\*  
 和 田 雅 洋\*\*  
 高 橋 良 典†  
 菊 池 公 男††

### 1. はじめに

近年、建設業における技術革新には目覚ましいものがあり、新素材の建築材料への応用、新しい構法や工法の開発等枚挙に暇がないほどである。しかし、建設現場における施工管理作業は、元来技術者の責に帰すべきものであるだけに管理に従事する個人の能力に大きく左右され、それゆえにその管理水準にバラツキが生ずるといふ問題が存在している。建設現場における施工管理作業は、その内容が多岐にわたりかつ臨機応変の対応を求められるうえに作業現場が劣悪狭小であることが多く、測定機器・データ処理装置等の精密機械による標準化・省力化が極めて難しい状況である。このような中において機械化を進めていくには管理作業に従事する技術者の労力低減を図ったうえで標準化による一定品質の確保を指向することが重要であると思われる。今回紹介する筆者らが開発し実施工に適用しているマイクロコンピューターを使用したテンドンの緊張管理システム(PC自動緊張管理システム)も、この主旨にそったものであり、PC工事に従事する管理技術者にとって有能なアシスタントとなることを意図したものである。

### 2. PC自動緊張管理システムの概要

プレストレストコンクリート構造(以下PC構造と略す)の施工管理のうち、テンドンの緊張力が設計値どお

りに導入されているかどうかを確認し管理する緊張管理は、最も重要な管理項目の一つである。従来、PC工事における緊張管理は、テンドンの緊張力と伸びの関係を管理図上にプロットしつつ手作業で進められるのが一般的であった。このため緊張力と伸びの測定は目視によることになり誤差が生じやすく、測定毎に緊張作業を中断するため作業時間も長く、緊張管理後のデータ整理も煩雑であった。このような問題点を改善し、管理者の熟練度にかかわらず精度よく短時間で緊張管理を行い管理記録を迅速に作成するためにマイクロコンピューターを用いた施工管理用自動緊張管理システムを開発し実施工に適用している。

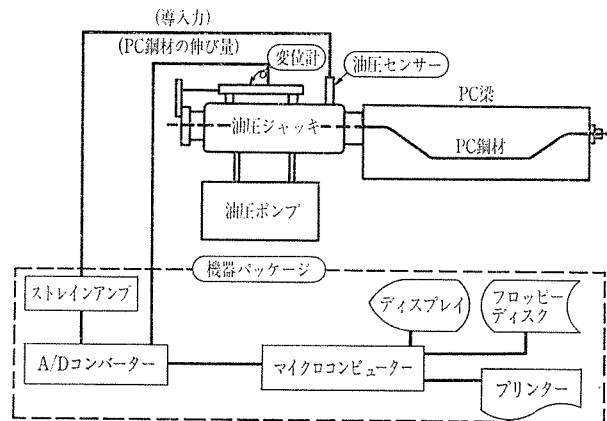


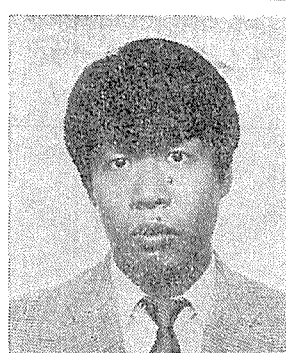
図-1 PC自動緊張管理システムの機器構成



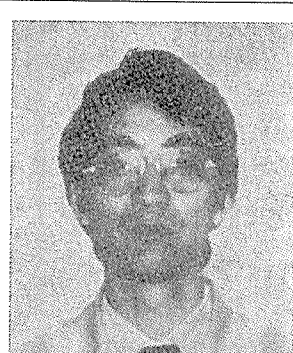
\* Tatsuo OKAMOTO  
 (株)竹中工務店大阪本店  
 設計部



\*\* Masahiro WADA  
 (株)竹中工務店大阪本店  
 設計部

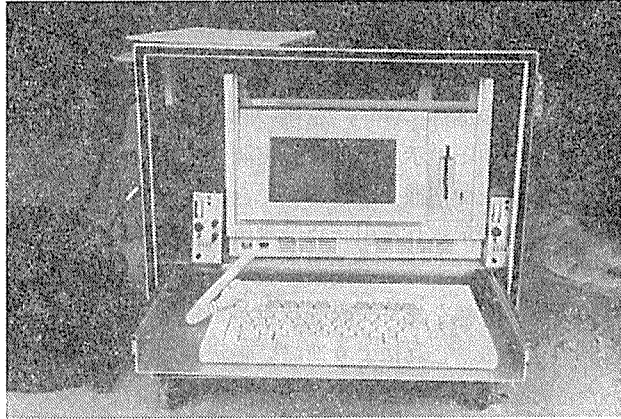


† Yoshinori TAKAHASHI  
 (株)竹中工務店技術研  
 究所

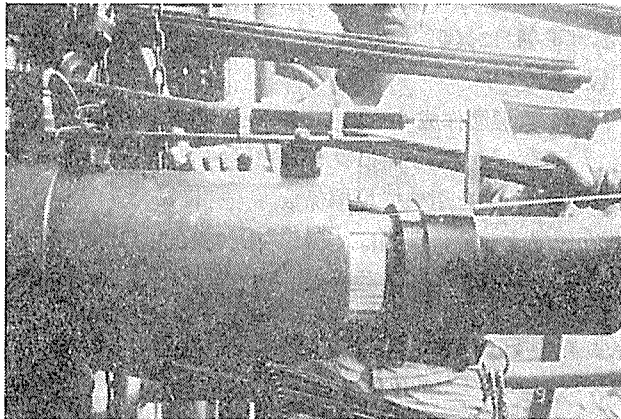


†† Kimio KIKUCHI  
 (株)竹中工務店技術研  
 究所

PC 自動緊張管理 システムの 機器構成を 図—1 に示す。本システムは、ジャッキに取り付ける油圧センサー・変位計と マイクロコンピューター・A/D コンバーター等からなる機器パッケージの2つの部分からなっている。写真—1 に機器パッケージの全景を示す。この装置は、建築現場において運搬・操作が容易なように重量 35 kg, 最大寸法 60 cm としている。写真—2 にジャッキ



写真—1 機器パッケージ全景



写真—2 ジャッキに取り付けた変位計

キに取り付けた変位計を示す。ジャッキの移動に際し、着脱が容易なように取付け部にマグネットを使用している。

図—2 に本システムの基本的な作業の流れを示す。このシステムは、テンドンの種類、本数、配置形状および設計導入力等の設計条件が与えられており、それ以後の作業に対し適用するものである。図—2 において破線部で囲んだ部分がマイクロコンピューターを用いて電算化した部分である。以下、フローチャートにそって各プログラム並びに機器の特長を紹介する。

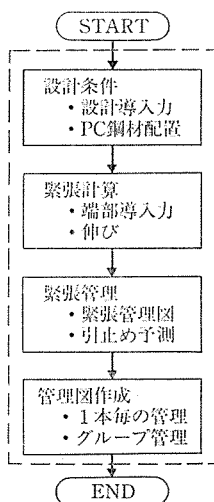
### 2.1 緊張計算

テンドンの所定の箇所で必要な設計緊張力が得られるような緊張端の導入力および伸びを摩擦係数  $\mu$ ,  $\lambda$  をパラメータとして算定する。この値を用いて緊張管理における引止め線を作成する。

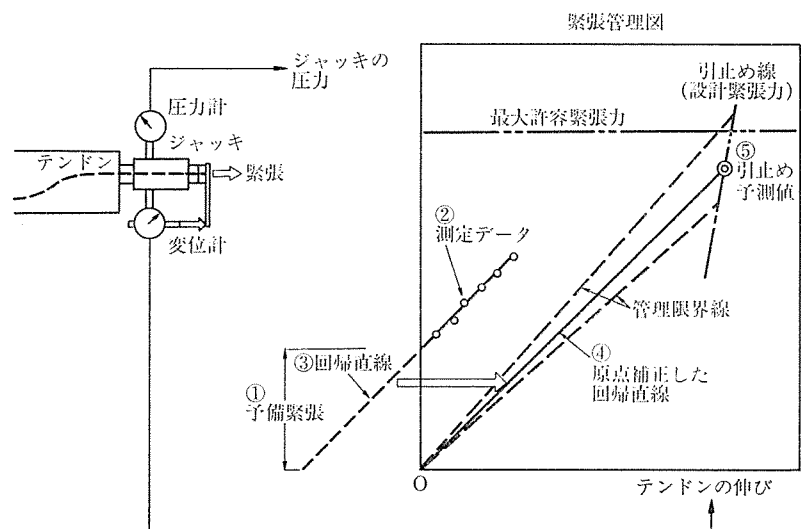
### 2.2 緊張管理

テンドンの摩擦係数および見かけのヤング係数から、所定の緊張力が確実に導入されていることを管理する。管理の方法として本システムでは、テンドンの所定の位置の設計緊張力を確保するよう摩擦係数に対して緊張端の緊張力をきめる摩擦係数管理 ( $\mu$  管理) および設計緊張力と設計伸びに対してある定められた誤差範囲におさまるように管理する  $\delta$  管理の両者を選択可能としている。図—3 に  $\mu$  管理に際し、緊張作業時にマイクロコンピューターの画面に表示される緊張管理図各部の説明を示す。本システムにおける管理の手順は、次のようになる。

- ① ジャッキのたるみをなくするための予備緊張を行う。
- ② 本緊張が開始されジャッキの圧力とテンドンの伸びの値が測定データとして画面に表示される。

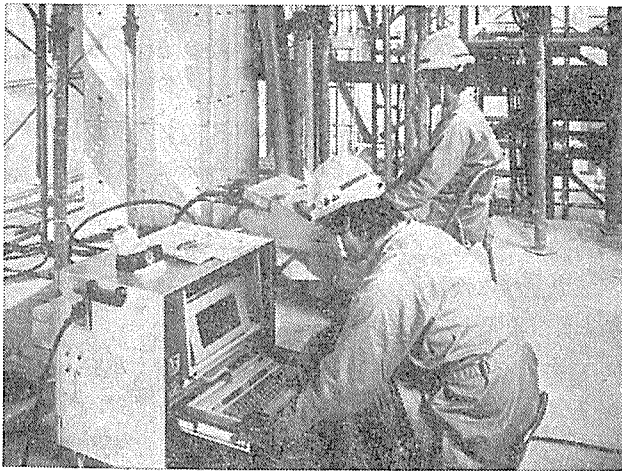


図—2 緊張管理システムのフロー

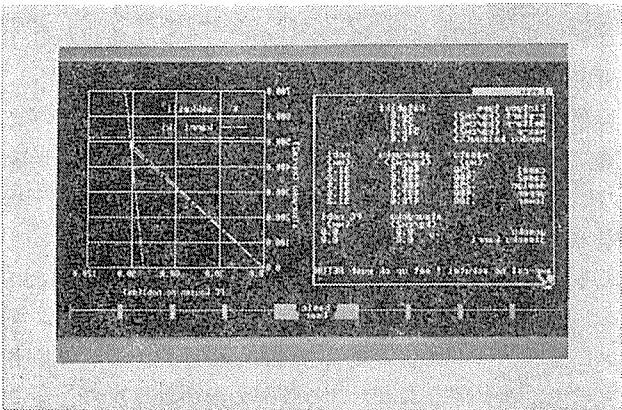


図—3 PC自動緊張管理システムによる緊張管理

- ③ 測定データによって圧力と伸びの関係を表わす回帰直線を引く。



写真—3 現場におけるシステム操作状況



写真—4 緊張管理図初期画面

- ④ ③の回帰直線を原点を通る位置に平行移動する。  
 ⑤ ④の回帰直線が管理限界内に入っているかどうかを確認し、予め引かれた引止め線との交点を求めて引止め予測値とする。  
 ⑥ 引止め予測値に示された圧力まで緊張を行って緊張を終了する。

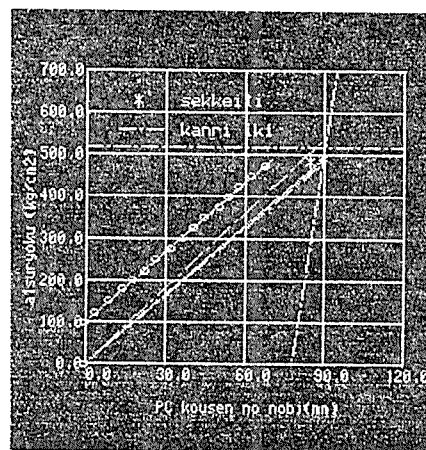
写真—3 に現場における本システムの操作状況を示す。写真—4 は、本システムの画面に表示された緊張管理図の初期画面である。画面の向かって左側に緊張管理用のデータを、右側に緊張管理図を表示する。管理技術者は、緊張の進行に伴い、左側の画面下部に表示されるジャッキの油圧の示度と伸びの実測値を見てジャッキの状況を画面上で把握することができ、かつその直上にデジタル値で表示される引止め予測値を初期段階から知ることができる。また、右画面に表示される実測値の表示および回帰直線を見て、緊張状態が正常であるかどうかを判断できる。これにより連続緊張状態での管理が可能となった。さらに緊張完了時点で測定データはすべてフロッピーディスクに保存されかつプリンターに出力されるため管理記録の作成が省力化され、保存が容易となった。図—4 に緊張完了時のプリンターによる管理記録の出力例を示す。

### 2.3 管理図作成

テンドン緊張完了時にフロッピーディスクに格納された測定データを用いて摩擦係数  $\mu$  を計算し  $\bar{X}-R$  管理図を作成する。管理図は、テンドン1本ごと並びにグループごとの両者の作成が選択可能である。図—5 は、テ

```
*****
Print out data
*****
```

kouji meishou	pearl		
file meishou	G8A42		
kintyou type	myu-kanri	katabiki	
p-start (kg/cm2)	100.0		
delta-p (kg/cm2)	25.0		
max-p (kg/cm2)	516.3		
hendou keisuu(%)	5.0		
	masatu	atsuryoku	nobi
	( $\mu$ )	(kg/cm2)	(mm)
case1	.250	486.5	85.6
case2	.400	516.7	86.3
design	.250	486.5	85.6
upper	.400	516.7	86.3
lower	.100	456.3	84.9
		atsuryoku	PC nobi
		(kg/cm2)	(mm)
yosoku		490.7	89.4
jissoku kanri		492.4	89.7



図—4 緊張管理施工記録出力例

```

**** X_bar-R kanriti *****
Kouji meisyou           Pearl 6F
GUN nai data kosuu [saidaiti] 5
X_bar   AVE.            .257
        U.C.L.          .358
        L.C.L.          .156
R       AVE.            .176
        U.C.L.          .371
        ..
Dump Graphics  ! Y or N
    
```

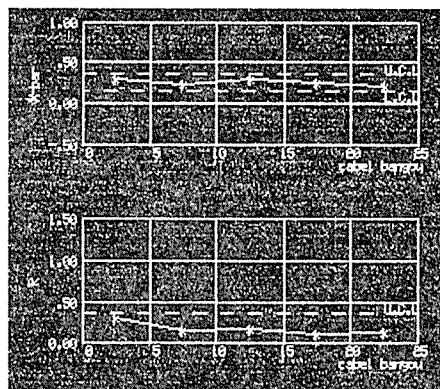


図-5 摩擦係数  $\mu$  の  $\bar{X}$ -R 管理図出力例

tendon 5本を1群として平均摩擦係数  $\mu$  の  $\bar{X}$ -R 管理図を作成した例である。ここで管理限界は、 $\pm 3\sigma$  ( $\sigma$ : 標準偏差) としている。この管理図は、現場において測定データを格納したフロッピーディスクを用いて即座に作成可能であるため tendon の緊張状況をよりの確に把握することができる。

### 3. おわりに

コンピューター機器の高性能化・小型化により建築現場における施工管理にマイクロコンピューター等の電子機器が使用される例は、今後ますます増加してくると思われる。しかし、建築現場等の環境条件・作業条件が厳しい中で、これらの電子機器を使ったシステムが汎用器として使用されていくためには、現場の技術者の作業内容がよくシステムに反映され、使って便利なものとなっていなければならない。この点はシステム作成者が特に留意しなければならないことである。

本システムの作成にあたっては、竹中工務店大阪本店設計部の久徳敏治氏・江渕征昭氏・木林長仁氏、竹中工務店技術研究所の岡田克也氏・岡本晴彦氏、竹中工務店機材センターの松永純二氏、および黒沢建設の尾高英雄氏に多大の御指導・御協力をいただきました。ここに深く感謝します。

### 参 考 文 献

- 1) 岡本, 他: 「PC 構造の設計および施工管理システムの開発」建築技術, 1986年10月, No. 442, pp. 113-122
- 2) 岡本, 他: 「PC 構造の設計および施工システムについて」日本建築学会大会(北海道)梗概集, No. 2657, 1986年8月
- 3) 日本建築センター: 「プレストレストコンクリート造設計施工指針 1983年版」
- 4) 日本建築学会: 「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説 1987年版」
- 5) 菅原 操, 野口 功: 「PC 工事の施工管理」山海堂

【昭和 62 年 9 月 8 日受付】

## 協会誌「プレストレストコンクリート」用ファイル発売のご案内

このファイルは2年分(12冊)綴込み用で、紺の布クロス表紙に金文字で「プレストレストコンクリート」と刻印したものです。散逸を防ぎ、取外しも自在ですので、重宝されると思います。

価格は、会員用に大変低廉になっておりますが、送料は割高になりますので、できる限りまとめて注文なさるか、協会事務局に立ち寄りお持ち帰ることをお勧めいたします。

体 裁: B5判(背幅60ミリ), 12冊綴込み用, 布クロス張り(紺)

価 格: 400円

送 料: 1冊の場合 300円

2冊以上10冊まで @200円×冊数

11冊以上 実費請求