

# プレストレストコンクリート工事における緊張管理システムの開発

竹 本 靖  
汐 川 孝

## Development of Computer-Aided Stressing Control System for Prestressed Concrete

Yasushi Takemoto  
Takashi Shiokawa

### Abstract

This paper describes an outline of “a computer-aided stressing control system” developed to tend information for stressing control of prestressed concrete. This system gives such outputs as sheath disposition diagrams, lists of stressing forces and elongations, stressing control diagrams, etc., provided that particular design information of the prestressed concrete structure are input. Manpower at the construction planning stage is reduced on a large scale using this system.

### 概 要

本報告は、主として建築工事のプレストレストコンクリート工事を対象にして、その緊張管理などに必要な情報を提供するために開発した電算機利用システムの紹介を行なったものである。

このシステムでは、プレストレストコンクリート部材の設計情報（部材の形状、緊張導入力、PC 鋼材の形状等）を入力することにより、①施工図面（シース配置図）、②緊張力ー伸び量および③緊張管理図等、施工計画に必要な情報が出力される。この結果、計画段階での大きな省力化が得られている。

## 1. はじめに

近年、建築生産における省資源・省力化・コスト低減などの合理化の要請はかつてない程に厳しいものがあり、こうした建築生産の合理化の追求に伴って、施工計画・管理の重要性が改めて認識されてきている。当社は、以前からこうした施工計画・管理の合理化について、科学的な管理の視点に立った研究・開発を積極的に進めてきている。本報告で紹介するものは、そうしたものの一つである。

今日、建築分野におけるプレストレストコンクリート構造について、大スパンの採用による建築機能上の自由度の確保、SRC 構造と比較した経済的な有利さ、プレキャスト部材の組立て施工への応用、省資源化の可能性といった諸点から見直しが行なわれつつあり、さらにアンボンド鋼材の実用化および PRC 構造の概念の導入などによって、積極的な適用が期待されつつある。こうした背景にもとづいて、プレストレストコンクリート工事の

施工計画・管理の合理化を目差した表記システムの開発を行なった。本報告は、その概要と適用例について紹介したものである。

## 2. 緊張管理における要点

緊張管理では、設計されたプレストレスが正しく部材に与えられるように緊張端部でのジャッキ荷重を決めたり、緊張力が正しく入っているかなどを確認したりすることが主要な管理項目である。ジャッキにより導入された緊張力には、初期の段階において、ジャッキ内部の摩擦、定着部での摩擦、PC 鋼材とシースの接触による摩擦、コンクリートの弾性短縮、セットロス（定着時における鋼材の戻り）などの損失がある。この損失量を正確に予測して、緊張端部のジャッキ荷重を決定するのが緊張管理の要点である。しかし、こうした損失量の計算や緊張管理図（計算結果より、管理用のためにグラフ化したもの）を作成したりするのに、比較的多くの労力を要している。

### 3. 緊張管理システムの概要

#### 3.1. 緊張管理システムの基本構成

緊張管理システムの基本的な流れについて、図一1に示す。図に示したように、設計段階では、設計導入力、PC鋼材の種類、本数および配置形状等については、確定されており、それ以後の処理に対して、この緊張管理システムを適用するものである。図中、太線で囲まれた部分は、電算化したところである。緊張管理システムの中心は、現場で使用できる緊張管理図を作成することであるが、緊張管理以外のシー配置のための施工図面を提供するなど幾つかの有効な機能を持っている。

以下、このシステムの基本的な項目について、簡単に紹介する。

(1) 各PC鋼材への導入力の配分 一般に、プレストレストコンクリート部材の緊張導入力、各設計断面における設計導入力のみが示されることが多く、複数のPC鋼材が配置された場合には、各PC鋼材への導入力の配分を行なう必要が出てくる。この場合、シングルストランド工法やアンボンド工法のように、単一のPC鋼材を比較的多数、散在させて配置するような工法では、設計導入力を等分するだけでは、各PC鋼材の端部緊張力は不ぞろいとなり、不経済なことが多い。このシステムでは、端部緊張力が等しくなるように設計導入力を、各PC鋼材に配分する方法を採用している。

なお、各PC鋼材毎に、設計導入力を与えられた場合については、それに従って計算を行なう。

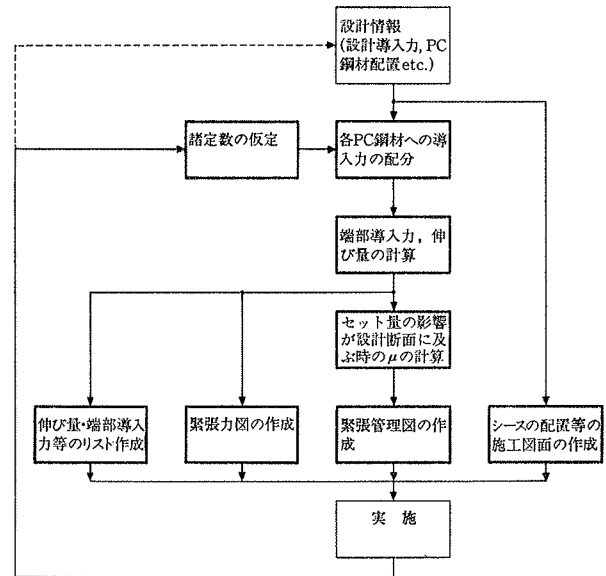
(2) 端部導入力・伸び量の計算 各PC鋼材の設計導入力、前述の方法で求められた後、摩擦損失等による損失量を推測し、端部導入力および伸び量を算出するが、摩擦損失の計算については、日本建築学会「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」56条による算出式

$$P_x = P_0 \cdot e^{-(\mu\alpha + \lambda l)} \dots\dots(1)$$

ここに、

- $P_0$ : 緊張端におけるPC鋼材緊張力
- $P_x$ : 緊張端からxの位置におけるPC鋼材緊張力
- $\mu$ : PC鋼材の角変化に対する摩擦係数
- $\lambda$ : PC鋼材の単位長さあたりの摩擦係数
- $\alpha$ : 緊張端からxの位置までのPC鋼材の角変化
- $l$ : 緊張端からxの位置までのPC鋼材の材長

を用いている。PC鋼材の $\mu$ については、緊張作業時に予想される最小値から最大値までをある一定間隔で変えて計算している。また、端部導入力および伸び量の計算では、PC鋼材を任意の区分に分割して、分割された部分について逐次、導入力および伸び量を求めて行く方法



図一1 緊張管理システムの構成

を採用している。

#### (3) セット量の影響が設計断面に及ぶ時の $\mu$ の計算

定着部でのPC鋼材の滑り（その大きさをセット量と言う）によって、導入力に損失がある場合がある。これによって、導入力に設計導入力よりも危険側になることもあるので、その影響を把握する必要がある。ここでは、①セット量によって、各点の導入力はどう変化するか、②セット量の影響が設計断面に及ぶ時の $\mu$ の値は何かについて、それぞれ計算している。この結果より、セット量による導入力の補正を容易に行なうことができる。

#### 3.2. 入力項目

このシステムの入力項目については、表一1に示すように、大きく三つの内容から構成されている。

(1) コントロール これは、諸定数の変更とか、このシステムの処理機能のコントロール用の入力項目である。諸定数については、一般的な値が初期値として与えられているが、現場等における実際的な値が得られた場合、それをフィードバックすることができるようになっている。

(2) 設計情報 これは、プレストレストコンクリート部材の形状、PC鋼材の配置形状および設計導入力など設計上の情報であり、常に必要な入力項目である。

(3) その他 施工図作成に関する入力項目など必要に応じて入力するものである。

入力項目については、必要最小限度のものを選択し、できる限り簡単になるように設計している。

#### 3.3. 出力項目

項目	内容
コントロール	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 諸定数の値の変更 etc. } (必要に応じて)</li> <li>● 処理機能のコントロール }</li> </ul>
部材形状	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 部材断面の形状データ</li> <li>● 部材長手方向の形状データ</li> </ul>
PC鋼材	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PC鋼材の断面積・降伏荷重等</li> <li>● PC鋼材 (or シース) の配置形状データ</li> </ul>
設計導入力	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各設計断面での設計導入力</li> <li>● 各PC鋼材への設計導入力 (必要に応じて)</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 施工図を作成するのに必要なデータ } (必要に応じて)</li> <li>● その他 }</li> </ul>

表-1 入力項目

項目	内容
入力データ表	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コントロール条件表</li> <li>● 入力データ一覧表</li> </ul>
棚筋加工表	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各点における断面寸法とシースの位置データ</li> </ul>
緊張力・伸び量計算表	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各μにおける緊張力・伸び量の値</li> <li>● セット量の影響が設計断面に及ぶ時のμの値</li> <li>● 設計値と計算値の比較表</li> </ul>
各種管理用図面	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 施工図 (シース配置図面)</li> <li>● 緊張力図</li> <li>● 緊張管理図</li> </ul>

表-2 出力項目

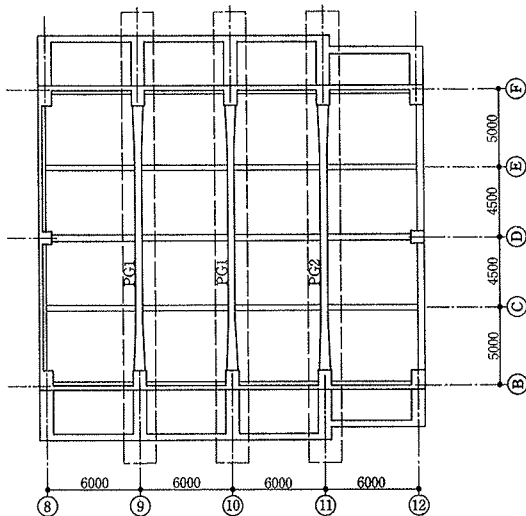


図-2 適用モデル

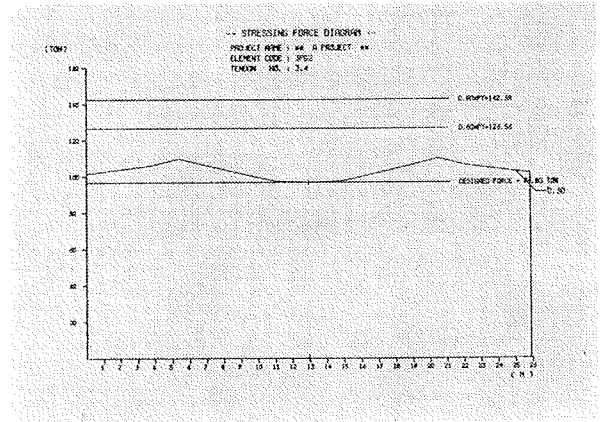


図-3 緊張力図

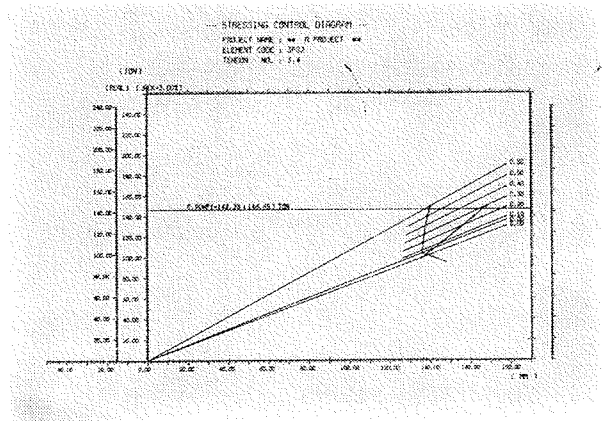


図-4 緊張管理図

このシステムからの出力項目については、表-2に示すように、表 (文字など) による出力と図形による出力に分けることができる。

(1) 表による出力 端部緊張力と伸び量の計算表が、中心になっており、その内容は表-2に示すように三つの部分から成っている。棚筋加工表とは、シースの配置を正しく行なうために設ける支え (通称、棚筋) の加工に必要な寸法を示したものである。

(2) 図形による出力 図形による出力には、施工図、緊張力図および緊張管理の三種類がある。

施工図は、部材とシースの配置を平面、側面、断面について示したものである。緊張力図は、各 PC 鋼材の任意の位置での緊張力がどうなっているかを示したもので、設計導入力との比較等ができるようにしたものである。緊張管理図は、実際の緊張作業の管理用として使用するもので、緊張力の確認等に使うものである。

#### 4. 適用例

図-2に示すようなプレストレストコンクリート建築物を対象にして、当システムを適用した結果の一部につ

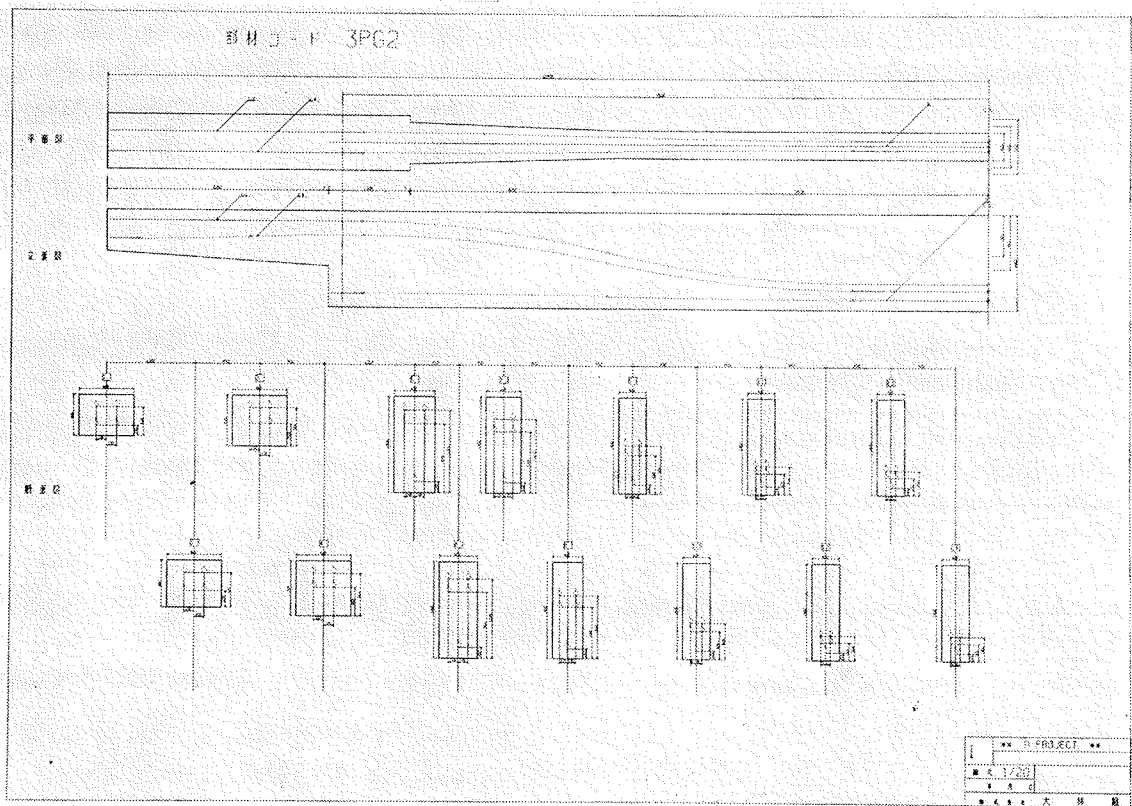


図-5 施工図 (シーす配置図)

いて、図-3～図-5に示す。

このシステムを適用することによって、従来、人手によって行っていたものに比較して、大幅に労力を削減することができたほか、特に、専門的知識がなくてもだれにでもできるようになったことなど十分な成果を得ることができた。

### 5. むすび

このシステムの開発により、プレストレストコンクリ

ート工事における主要な作業である

- (1) シース配置
- (2) 緊張管理

にとって必要な情報が容易に得られるようになった。従来、これに要していた労力を、さらに高度な計画・管理に振り向けることが可能になり、より大きな効果が期待されるであろう。