

PC連続桁設計計算システム

Design System for Prestressed Concrete Continuous Girders

深尾 忠弘*
Tadahiro FUKAO

大沢 浩二**
Koji OSAWA

山口 良***
Ryo YAMAGUCHI

永井 浩***
Hiroshi NAGAI

久保田 裕士***
Yuji KUBOTA

1. はじめに

従来、当社においてはPC連続桁タイプの設計計算は、大型計算機のPCCBOXに委ねられていたが、操作性、レスポンス等の問題において、まだ改良の余地が残されていた。そこで、より手軽に利用できるシステムを構築するとともに、PC関連の中核をなすプログラムとしても利用できるように計算内容を充実させ、新たに平面骨組構造解析プログラムとの連動を図り、一連の設計計算が可能となることを主目的としたシステムの開発を行った。

2. システムの概要

本システムは、PC連続桁橋の主桁設計プログラムであり、設計断面寸法・設計断面力・ケーブル配置等を入力することにより、せん断応力度までの主桁単独計算を行うものである。以下に本プログラムの概要を述べる。

(1) 制限事項

- ① 最大支間数 ≤ 10
- ② 最大設計断面数 ≤ 100
- ③ 総ケーブル本数 ≤ 500
- ④ ケーブル1本当たりの要素数 ≤ 80
- ⑤ 外形節点数 ≤ 20
- ⑥ 種類の異なる中空断面数 ≤ 5
- ⑦ 中空断面の節点数 ≤ 20

(2) 適用断面形状

- ① 箱桁断面
- ② ホーラスラブ
- ③ 任意形断面

(3) 扱える設計断面力

- ① 主桁自重
- ② 橋面荷重

- ③ 直後の2次プレストレス
- ④ 自重クリープ
- ⑤ 乾燥収縮
- ⑥ プレストレスによるクリープ
- ⑦ 活荷重
- ⑧ 温度
- ⑨ 温度差
- ⑩ 地震
- ⑪ 雪荷重
- ⑫ 支点沈下

(4) 計算範囲

- ① 設計断面位置での断面諸量
- ② 設計断面位置でのケーブル高さ
- ③ ケーブル応力度減少量の計算
- ④ 有効プレストレスの計算
- ⑤ プレストレスによる不静定モーメントの計算
- ⑥ 設計断面位置での曲げ応力度の計算
- ⑦ 引張鉄筋量の計算
- ⑧ 曲げ破壊安全度の計算
- ⑨ せん断応力度の計算
- ⑩ せん断鋼棒の計算
- ⑪ 斜引張鉄筋量の計算
- ⑫ 軸方向鉄筋量の計算

(5) 特徴

- ① 設計断面ごとにクリープ係数・乾燥収縮度を入力できる。
- ② 終局荷重時の断面力集計の際、拘束力を任意に考慮できる。
- ③ 平面形状変化に対するPC鋼材引張力の減少量を入力できる。
- ④ 軸力に対する有効断面積を入力できる。
- ⑤ プレストレスの減少量を計算をする時、PC鋼材図心位置のコンクリート応力度に軸力を考慮する。

(6) 機能

このプログラムは次のように分割して使用することが

*川田テクノシステム開発部次長 **川田建設㈱工事本部開発部技術開発課係長 ***川田テクノシステム開発部開発一課

できる。

- ① 設計断面位置でのケーブル高さ
- ② ①と設計断面の断面諸定数の計算
- ③ ②と設計断面位置での滑りによる減少量の計算
- ④ ケーブル高さから有効プレストレスおよび曲げ応力度の合成
- ⑤ ④と曲げ破壊安全度とせん断応力度および引張鉄筋の計算

(7) コンクリートの弾性変形およびクリープの考え方

- a) 弾性変形によるケーブル応力度の減少量

$$\Delta\sigma_{pt} = \frac{1}{2} n' (\sigma_{ct'g} + \sigma_{d0g} + \sigma_{c2g}) \cdot \frac{N-I}{N} \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここに、

n' : ヤング係数比 ($n' = E_p / E_{ci}$)

E_{ci} : プレストレス導入時のコンクリートのヤング係数

E_p : PC鋼材のヤング係数

$\sigma_{ct'g}$: 摩擦およびセットを考慮したPC鋼材応力度によるPC鋼材図心位置でのコンクリート応力度

N : PC鋼材の本数

σ_{d0g} : 主桁自重によるPC鋼材図心位置でのコンクリート応力度

σ_{c2g} : 2次プレストレスによるPC鋼材図心位置でのコンクリート応力度

- b) クリープ, 乾燥収縮による減少量

$$\Delta\sigma_{p\phi_1} = \frac{n \cdot \phi_1 \cdot \sigma_{cg1} + E_p \cdot \epsilon_s}{1 + n \frac{\sigma_{ctg}}{\sigma_{pt}} \left(1 + \frac{\phi_1}{2} \right)} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\Delta\sigma_{p\phi_2} = \frac{n \cdot \phi_2 \cdot \sigma_{cg2}}{1 + n \frac{\sigma_{ctg}}{\sigma_{pt}} \left(1 + \frac{\phi_2}{2} \right)} \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここに、

n : ヤング係数比 ($n = E_p / E_c$)

E_c : 設計荷重時でのコンクリートのヤング係数

σ_{ctg} : プレストレス導入直後のPC鋼材応力度によるPC鋼材図心位置でのコンクリート応力度

σ_{pt} : プレストレス導入直後のPC鋼材応力度

ϕ_1 : プレストレス導入直後のクリープ係数

ϵ_s : プレストレス導入直後の乾燥収縮度

ϕ_2 : 進行度 (R_{01}) だけクリープが進行した時点以降のクリープ係数, $\phi_2 = (1 - R_{01}) \cdot \phi_1$

σ_{cg1} : プレストレス導入時点で作用している持続荷重によるPC鋼材図心位置でのコンクリート応力度

σ_{cg2} : 進行度 (R_{01}) だけクリープが進行した時点で追加される持続荷重によるPC鋼材図心位置でのコンクリート応力度

3. システムの全体構成

本システムの主要計算部は基本的に3つのプログラムから成り立っており、断面寸法データ、ケーブル配置データ、断面力等を入力することにより設計計算を行うものであるが、以下の図-1に示すように平面骨組解析により断面力を自動作成し、一連の主桁設計計算を行うことが可能である。

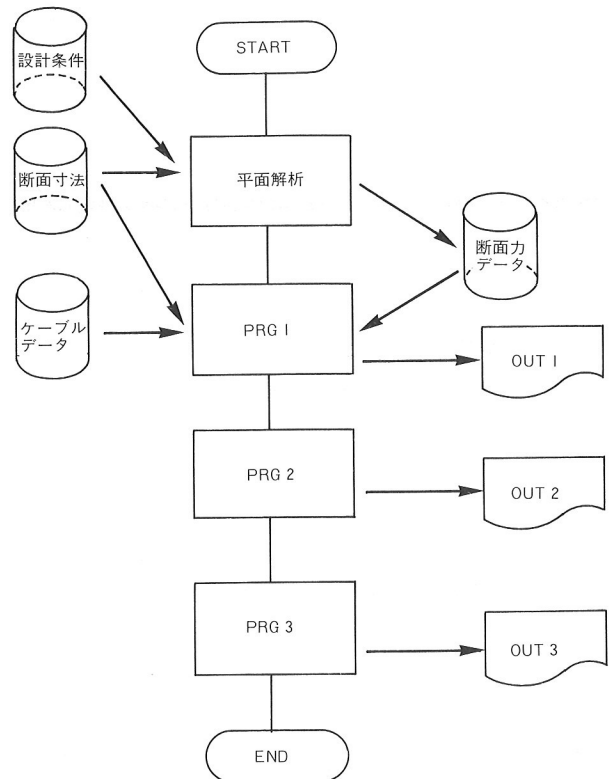


図-1 全体流れ図

図中、

- ① OUT 1: 断面諸定数, ケーブル配置, ケーブル応力度の減少量, 有効プレストレス, 合成応力度の出力,

- ② OUT 2: 引張鉄筋量, 曲げ破壊安全度の出力,

- ③ OUT 3: 平均せん断応力度, 斜引張鉄筋量, 軸方向鉄筋量, せん断応力度, せん断鋼棒の出力, である。

4. あとがき

以上システムの概要を説明したが、今後は、分割施工等の架設工法を考慮した設計計算を行えるようにし、かつ形状トライアル (部材, ケーブル) も行えるようなシステムとして発展させていきたい。また、本プログラムを中心とし、他の橋梁形式でも自由に設計できる処理系統を確立させる予定である。