

V-44

鋼-PC複合構造における2次応力解析

秋田大学 正 員 川上 洵
同 学生員 〇 川口 昭裕
同 学生員 浅井 隆一

1. まえがき

任意形断面を有する鋼-PC複合桁橋を対象とし、コンクリートのクリープ・乾燥収縮及びPC鋼のレラクセーションを考慮したひずみと曲率及び応力の変化つまり2次応力を解析したものである。

2. 解析方法¹⁾

解析にあたり、ひずみ ε は、引張を正とし、また、曲げモーメント M は、下縁が引張のとき正であり、対応する曲率 ϕ もまた正とした。図-2のように基準点 O は鋼桁の重心とし、 y は基準点 O から任意の位置とし、基準点 O より下向きを正とする。

2.1 プレストレス導入直後のひずみと応力

自重とプレストレス力による軸力と曲げモーメントにより基準点 O でのひずみ及び曲率は、次の式(1)で得られる。ここで E_{ref} は基準となる断面の弾性係数、 A , B , I はそれぞれ換算断面積、1次及び2次モーメントである。

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_o \\ \phi \end{Bmatrix} = \frac{1}{E_{ref} \times (AI - B^2)} \begin{bmatrix} I & -B \\ -B & A \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} N \\ M \end{Bmatrix}_{eq.} \quad \dots (1)$$

2.2 クリープ・収縮及びレラクセーションによる応力

材令を考慮した弾性係数は、式(2)で表わされる。また、クリープ及び乾燥収縮による変形を拘束したときに生じる応力は、式(3)である。ここで、 ϕ はクリープ係数、 χ は材令係数、 ε_{os} は乾燥収縮係数である。

$$\bar{E}_i = \frac{E_i}{1 + \chi \times \phi} \quad \dots (2)$$

$$(\sigma_{restrained})_i = -\bar{E}_i [\phi \times \varepsilon_o + \varepsilon_{os}] \quad \dots (3)$$

クリープ・乾燥収縮及びレラクセーションによる変形を拘束したときの軸力及び曲げモーメントは、式(4)から(6)で与えられる。

$$\begin{Bmatrix} \Delta N \\ \Delta M \end{Bmatrix}_{creep} = -\sum \left\{ \bar{E}_o \phi \begin{bmatrix} A_o & B_o \\ B_o & I_o \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_o \\ \phi \end{Bmatrix} \right\}_i \quad \dots (4)$$

$$\begin{Bmatrix} \Delta N \\ \Delta M \end{Bmatrix}_{shr.} = -\sum \left\{ \bar{E}_o \varepsilon_{os} \begin{bmatrix} A_o \\ B_o \end{bmatrix} \right\}_i \quad \dots (5)$$

$$\begin{Bmatrix} \Delta N \\ \Delta M \end{Bmatrix}_{rel.} = \sum \left\{ \begin{bmatrix} A_{ps} \Delta \sigma_{pr} \\ A_{ps} y_{ps} \Delta \sigma_{pr} \end{bmatrix} \right\}_i \quad \dots (6)$$

式(4)から(6)を次の式(7)に適用することでひずみ及び

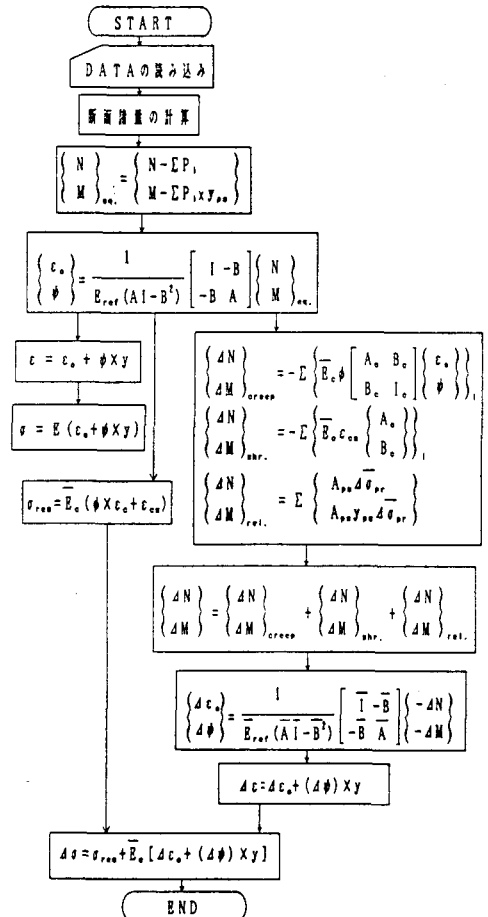


図-1 フローチャート

曲率の変化量が得られ、応力の変化量は、式(8)より得られる。なお、 $\bar{A}$ 、 $\bar{B}$ 、 $\bar{I}$ は材令を考慮した換算断面に関するものである。

$$\begin{Bmatrix} \Delta \varepsilon_o \\ \Delta \phi \end{Bmatrix} = \frac{1}{E_{ref} \times (\bar{A} \bar{I} - \bar{B}^2)} \begin{bmatrix} \bar{I} & -\bar{B} \\ -\bar{B} & \bar{A} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} -\Delta N \\ -\Delta M \end{Bmatrix} \quad \dots\dots(7)$$

$$\Delta \sigma = (\sigma_{restrained})_i + \bar{E}_i [\Delta \varepsilon_o + (\Delta \phi) \times y] \quad \dots\dots(8)$$

3. 数値計算例

対象とした断面は、図-2に示した主桁断面を持つ鋼-PC複合橋である。計算は、図-2に示す断面諸元及び力学的性質を用いた。プレストレス導入後から材令 ∞ までに変化するひずみ及び応力を図-3に示す。

自重による曲げモーメント	M =	1350 kgf-cm
自重による軸力	N =	0 kgf
コンクリートの弾性係数	E =	3.0×10 ⁵ kgf/cm ²
鋼材の弾性係数	E _s =	2.1×10 ⁶ kgf/cm ²
プレストレス力	P =	400 tf
PC鋼の弾性係数	E _{ps} =	2.0×10 ⁶ kgf/cm ²
レラクセーションの減少	Δσ _{or} =	-400 kgf/cm ²
PC鋼の断面積	A _{ps} =	50 cm ²
コンクリートのクリープ係数	φ =	1.2
コンクリートの材令係数	χ =	0.75
床版の乾燥収縮係数	ε _{cs} =	300.0×10 ⁻⁶

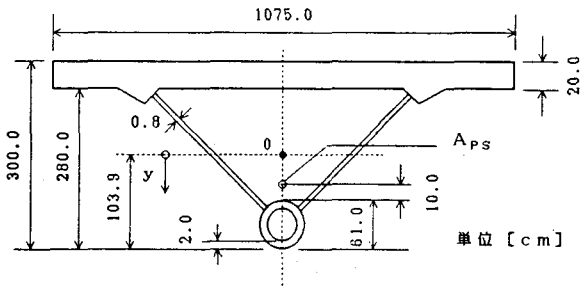


図-2 合成断面

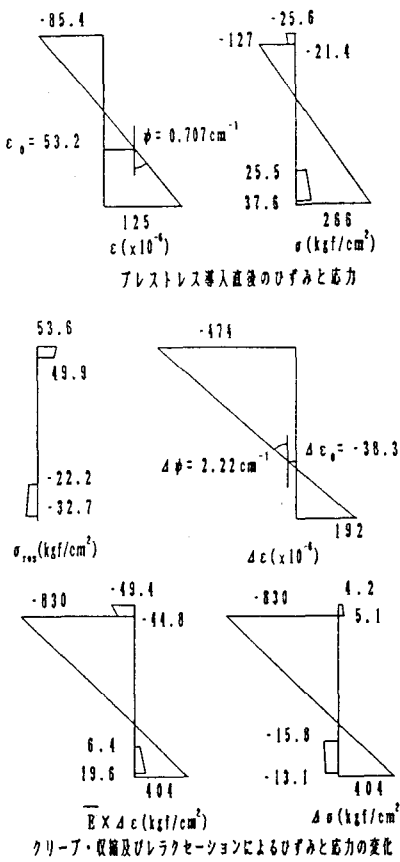


図-3 合成断面での応力とひずみの分布

4. むすび

本研究では、上記の解析理論を用いて、電算プログラムを開発した。これによって、任意形断面を有する鋼-PC複合構造の2次応力によるひずみ及び応力の変化量を計算することが可能となった。

5. 参考文献

1) Amin.Ghali and Renaud.Favre: " Stresses and Deformations" Concrete Structures, Canpaman and Hall, London and New York, 1986.