

## 任意形コンクリート構造物のクリープ解析法に関する一提案

小 宮 正 久\*  
酒 井 一\*  
前 田 晴 人\*

### まえがき

任意形コンクリート構造物の乾燥収縮およびクリープによる応力解析（以下，単にクリープ解析という）をプログラム化するためには，任意の構造系を容易に解析でき，また施工中の構造系変化にも対応しやすい変形法に従った解析法を開発することが便利である。

変形法によるこの種の解析法は，これまでもいくつか提案されているが，コンクリートの乾燥収縮およびクリープ等によるひずみ変化を，鉄筋および PC 鋼材が拘束する作用をも同時に考慮した解析法は，まだ提案されていない。

そこで本論文では，コンクリートの乾燥収縮およびクリープ等によるひずみ変化を鉄筋および PC 鋼材が拘束する作用を考慮した，変形法によるクリープ解析法を提案することとする。

### 1. ひずみつり合い式

コンクリートの乾燥収縮およびクリープ（以下，コンクリートの塑性作用という）によってコンクリート断面図心に生ずるひずみおよび曲率変化を  $\varepsilon_{cg}$ ,  $\phi_{cg}$ ，また断面に作用している軸力および曲げモーメントを  $N$ ,  $M$  とすると，施工段階（以下，ステージという） $r-1$  から  $r$  の間に進行する塑性ひずみについてのつり合い式は次のようになる。

$$\begin{bmatrix} N(t_r) \\ M(t_r) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_1 & D_2 \\ D_2 & D_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{cg}(t_r) \\ \phi_{cg}(t_r) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_{1P} \\ F_{2P} \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに，

$$\begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ M_i \\ X_j \\ Y_j \\ M_j \end{bmatrix} = \frac{1}{l} \begin{bmatrix} D_1 & 0 & -D_2 & -D_1 & 0 & D_2 \\ 0 & \frac{12}{l^2} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & \frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & -D_2 & \frac{12}{l^2} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & -\frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) \\ -D_2 & \frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & 4D_3 - \frac{3D_2^2}{D_1} & 0 & -\frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & -\frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) \\ -D_1 & 0 & D_2 & D_1 & 0 & -D_2 \\ 0 & -\frac{12}{l^2} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & -\frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & 0 & \frac{12}{l^2} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & -\frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) \\ D_2 & \frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & 2D_3 - \frac{3D_2^2}{D_1} & -D_2 & -\frac{6}{l} \left( D_3 - \frac{D_2^2}{D_1} \right) & 4D_3 - \frac{3D_2^2}{D_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_i \\ v_i \\ \theta_i \\ u_j \\ v_j \\ \theta_j \end{bmatrix}$$

$N(t_r), M(t_r)$  :  $t_r \sim t_{r-1}$  における断面力の変化  
 $\varepsilon_{cg}(t_r), \phi_{cg}(t_r)$  :  $t_r \sim t_{r-1}$  におけるひずみおよび曲率の変化

$$D_1 = \phi_{r,r-1} E_c A_c + E_s A_s + E_p A_p$$

$$D_2 = E_s Q_s + E_p Q_p$$

$$D_3 = \phi_{r,r-1} E_c I_c + E_s I_s + E_p I_p$$

$$\phi_{r,r-1} = 1 / (1 + \phi_{r,r-1} / 2)$$

$\phi_{r,r-1}$  :  $r-1$  から  $r$  までに進行するクリープ係数

$E_c, E_s, E_p$  : コンクリート，鉄筋および PC 鋼材のヤング係数

$A_c, A_s, A_p$  : コンクリート，鉄筋および PC 鋼材の断面積

$Q_s, Q_p$  : 鉄筋および PC 鋼材断面の断面一次モーメント

$I_c, I_s, I_p$  : コンクリート，鉄筋および PC 鋼材の断面二次モーメント

$$F_1 = \phi_{r,r-1} \left\{ \sum_{i=1}^{r-1} (\phi_{r,i} - \phi_{r-1,i}) \right.$$

$$\left. N_c(t_i) + E_c \varepsilon_{cs}(r, r-1) A_c \right\}$$

$$F_2 = \phi_{r,r-1} \left\{ \sum_{i=1}^{r-1} (\phi_{r,i} - \phi_{r-1,i}) M_c(t_i) \right\}$$

$N_c(t_i), M_c(t_i)$  : ステージ  $i$  で作用する断面力

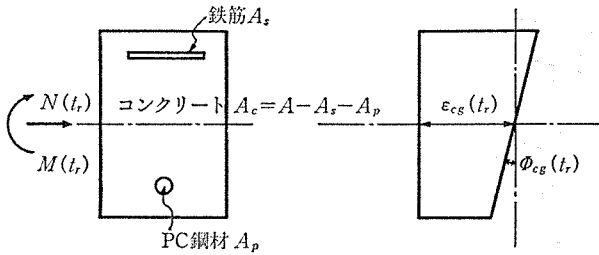
$\varepsilon_{cs}(r, r-1)$  :  $r-1$  から  $r$  までに進行するコンクリートの乾燥収縮度

$F_{1P}$  : プレストレス力

$F_{2P}$  : プレストレス力により断面に作用している曲げモーメント

式 (1) に基づく変形法の基本式は，式 (2) のようであり，また式 (3) のように表わすこともできる。

\* (株) 日本構造橋梁研究所



図一 コンクリート断面における作用力と変形

$$\begin{bmatrix} -(F_1 - F_{1P}) \\ 0 \\ (F_2 - F_{2P}) \\ (F_1 - F_{1P}) \\ 0 \\ -(F_2 - F_{2P}) \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2)$$

$$F = D \cdot U + P \dots\dots\dots (3)$$

式(3)のうち  $D$  は剛性マトリックスと呼ばれるものであるが、この式の中から鉄筋および PC 鋼材による拘束作用を除くと、 $D_1 = \phi_{r,r-1}EA$ 、 $D_2 = 0$ 、 $D_3 = \phi_{r,r-1}EI$  であるから、剛性マトリックス  $D$  は式(4)のようになり、現在一般に用いられている変形法によるクリープ解析の基本式と一致することになる。

$$D = \frac{\phi_{r,r-1}}{l} \begin{bmatrix} EA & 0 & 0 & -EA & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12}{l^2}EI & \frac{6}{l}EI & 0 & -\frac{12}{l^2}EI & \frac{6}{l}EI \\ 0 & \frac{6}{l}EI & 4EI & 0 & -\frac{6}{l}EI & 2EI \\ -EA & 0 & 0 & EA & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12}{l^2}EI & -\frac{6}{l}EI & 0 & \frac{12}{l^2}EI & -\frac{6}{l}EI \\ 0 & \frac{6}{l}EI & 2EI & 0 & -\frac{6}{l}EI & 4EI \end{bmatrix} \dots\dots\dots (4)$$

式(1)で示したように、断面内に配置された鋼材を

考慮してつり合い式を作成すると、コンクリートの乾燥収縮およびクリープによる PC 鋼材引張応力度の変化量をも同時に計算することができるため、プレストレス力としては初期値のみを考慮すればよいことになる。

なお、PC 鋼材のリラクゼーションによる影響も同時に考慮したつり合い式の誘導も可能であるが、この影響は一般に小さいので、本提案においてはつり合い式には含めず別途考慮することとした。

2. 解析における仮定条件

本提案においては、クリープ係数、乾燥収縮度およびリラクゼーションの進行度として以下に示すものを考慮することとする。

2.1 クリープ係数

クリープ係数の基本式としては、遅れ弾性成分とフロー成分を考慮した式(5)を用いることとする<sup>2)</sup>。

$$\Delta\varphi_i = 0.4 k_v(t_i - t_{i-1}) + \varphi_{f0}(k_f(t_i') - k_f(t_{i-1}')) \dots\dots\dots (5)$$

ここに、

$\Delta\varphi_i$ :  $t_{i-1}$  から  $t_i$  までに進行するクリープ係数

$k_v(t_i - t_{i-1})$ : 図-2 に示す遅れ弾性変形の経時変化についての係数

$\varphi_{f0}$ : 表-2 に示す基本流動係数

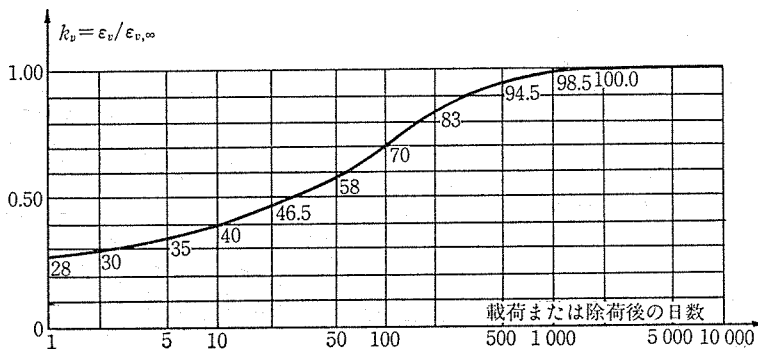
$k_f(t_i')$ : 図-3 に示すフロー成分の経時変化に関する係数

$t_i$ : コンクリートの材令

$t_i'$ : フロー成分を考慮する場合に用いるコンクリートの有効材令 ( $=k_z t_i$ )

$k_z$ : セメントの硬化速度を考慮するための係数

実際の解析における乾燥収縮およびクリープ係数は、表-1 および 表-3 に示す値を補間した値とする。



図二 遅れ弾性変形の経時変化に対する係数  $k_v$

表-1 係数  $k_v$

時間(日)	$k_v$ 値
1	0.280
2	0.300
5	0.350
10	0.400
20	0.465
30	0.580
100	0.700
200	0.830
500	0.945
1000	0.985
2000	1.000
5000	1.000
10000	1.000
20000	1.000
∞	1.000

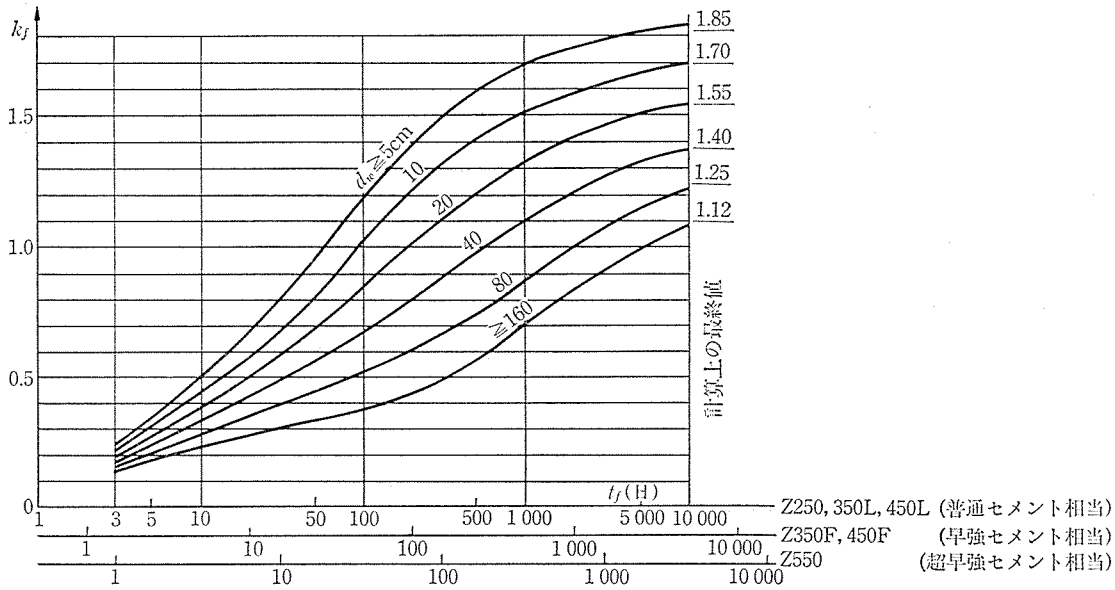


図-3 フロー成分の経時変化を考慮するための係数  $k_f$

表-2 乾燥収縮係数およびクリープの基本値

部材の状態	平均の大気の相対湿度 (%)	コンシステンシーの範囲 $k_2$ (振動締め)*		
		基本流動係 $\phi_{f0}$	基本乾燥収縮度 $\epsilon_{s0}$	有効厚に関する係数 $k_w$
水中	100	0.8	+10	30
	95	1.1	0	10
若しく湿潤な大気中, 例えば水面の直上など	90	1.3	-10	5
	80	1.7	-20	2.4
一般の屋外	70	2.0	-25	1.5
	60	2.4	-30	1.2
	50	2.7	-35	1.0
乾燥した大気中, 例えば乾燥した屋内	40	3.0	-40	1.0

\*  $k_2$  はスラブが 2~8cm 程度のコンクリート

表-3 係数  $k_f$

時間 (日)	有効厚さ (cm) に対する $k_1$ の値					
	≤5	10	20	40	80	≥160
3	0.240	0.210	0.190	0.170	0.155	0.140
5	0.345	0.310	0.270	0.235	0.210	0.185
10	0.505	0.440	0.380	0.328	0.280	0.235
20	0.685	0.575	0.500	0.420	0.350	0.280
50	0.964	0.810	0.690	0.562	0.443	0.330
100	1.195	1.025	0.850	0.680	0.520	0.375
200	1.395	1.215	1.020	0.800	0.603	0.435
500	1.600	1.413	1.208	0.980	0.750	0.566
1000	1.698	1.514	1.320	1.107	0.884	0.703
2000	1.762	1.589	1.416	1.217	1.010	0.842
5000	1.820	1.660	1.510	1.330	1.148	1.000
10000	1.846	1.695	1.545	1.383	1.225	1.085
20000	1.850	1.700	1.550	1.400	1.250	1.120
∞	1.850	1.700	1.550	1.400	1.250	1.120

フローひずみは部材が作成された時点から、また、遅れ弾性ひずみは荷重が載荷されてから進行することを考慮し、時間  $i-1$  から  $i$  間で発生した不静定力  $\Delta X_{r-1}$

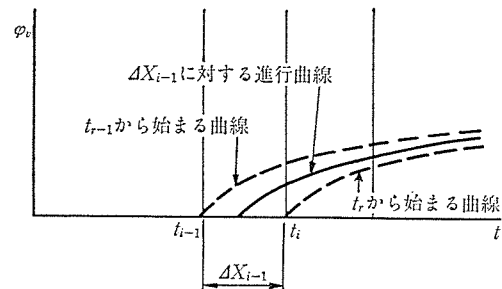


図-4  $\Delta X_{r-1}$  に対する遅れ弾性成分の進行曲線

による遅れ弾性ひずみの変化には、時間  $i-1$  および  $i$  で  $\Delta X_{r-1}$  が載荷されたと仮定した場合に得られる値の平均値を用いることとした (図-4 参照)。

## 2.2 乾燥収縮度

乾燥収縮の基本式としては、式 (6) を用いるものとする<sup>2)</sup>。

$$\Delta \epsilon_i = \epsilon_{s0} (k_s(t_i) - k_s(t_{i-1})) \dots \dots \dots (6)$$

ここに、

$\Delta \epsilon_i$ :  $t_{i-1}$  から  $t_i$  までに進行する乾燥収縮度

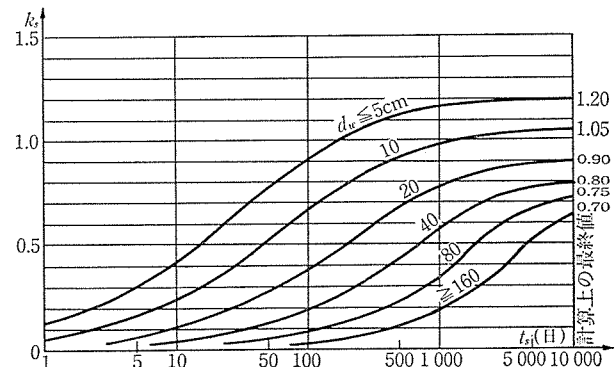


図-5 乾燥収縮度の経時変化

表-4 係数  $k_s$

時間 (日)	有効厚さ (cm) に対する $k_s$ の値					
	≤5	10	20	40	80	≥160
1	0.110	0.040	0.010	0.0	0.0	0.0
2	0.170	0.080	0.020	0.0	0.0	0.0
5	0.290	0.160	0.055	0.005	0.005	0.0
10	0.420	0.240	0.100	0.050	0.020	0.0
20	0.560	0.340	0.160	0.060	0.030	0.0
50	0.760	0.510	0.270	0.120	0.055	0.010
100	0.900	0.650	0.375	0.185	0.085	0.020
200	1.020	0.780	0.490	0.260	0.120	0.045
500	1.110	0.910	0.660	0.410	0.210	0.090
1000	1.160	0.980	0.770	0.550	0.340	0.175
2000	1.190	1.040	0.840	0.660	0.500	0.310
5000	1.200	1.050	0.885	0.750	0.660	0.510
10000	1.200	1.050	0.895	0.790	0.725	0.640
20000	1.200	1.050	0.900	0.800	0.750	0.700
∞	1.200	1.050	0.900	0.800	0.750	0.700

$\epsilon_{s0}$  : 表-2 に示す基本乾燥収縮度

$k_s(t_i)$  : 図-5 に示す乾燥収縮度の経時変化に関する係数

### 2.3 リラクゼーション

リラクゼーションの進行度についてはいくつかの提案式があるが、ここでは文献 3) に示されている猪股による提案式 (7) を用いることとする。

$$g(t) = \sqrt[3]{\frac{(2.21+m)m}{1+(3.6+m)m}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

ここに、

$g(t)$  : リラクゼーション進行度

$m : m = t/30$   $t$  は日数

式 (7) を用いると時間  $t_{i-1}$  から  $t_i$  の間に進行するリラクゼーションは式 (8) のようになる。

$$\Delta r_i = r_0(g(t_i) - g(t_{i-1})) \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここに、

$\Delta r_i$  :  $t_{i-1}$  から  $t_i$  の間に進行する PC 鋼材の見かけのリラクゼーション率

$r_0$  : PC 鋼材の見かけのリラクゼーション率

### 3. クリープ解析のフロー

コンクリート構造物のクリープ解析のフローは 図-7

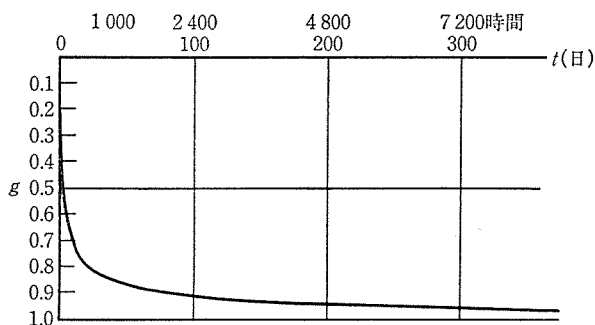


図-6 リラクゼーション進行度曲線

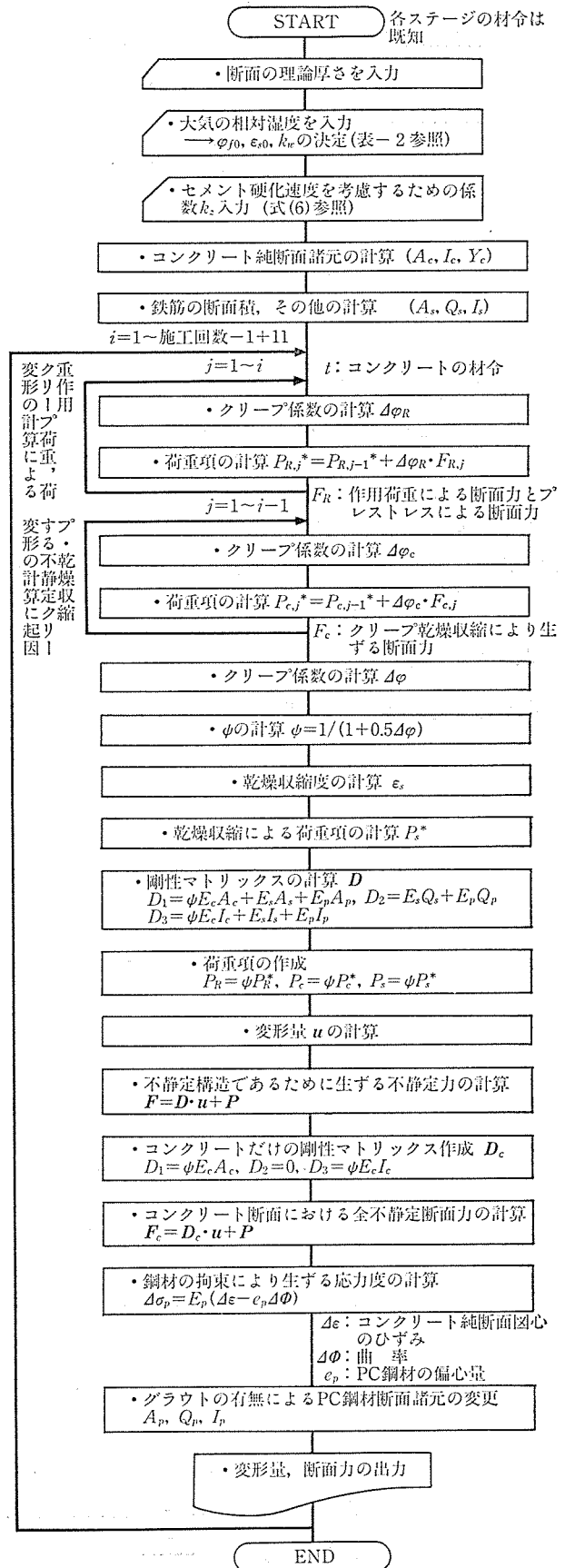


図-7 コンクリートのクリープ・乾燥収縮による不静定力計算フローチャート

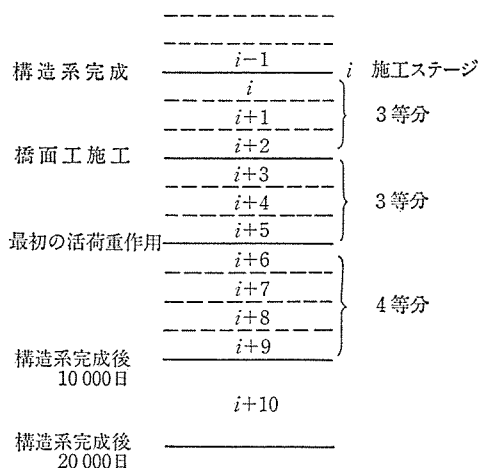


図-8 数値積分における時間区分の例

に示すとおりである。

このフローに従った実際の計算における数値積分は、たとえば構造系完成から塑性ひずみの終了までを 図-8 のように分割して行えばよい。

#### 4. 計算例

##### 4.1 遅れ弾性成分の取扱い

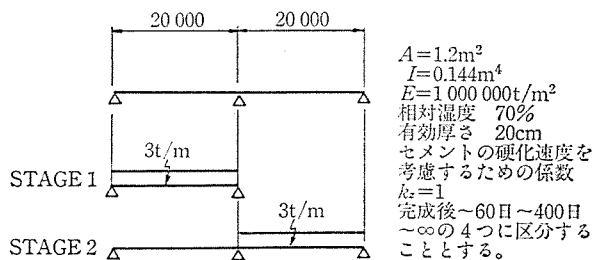


図-9 分割施工される2径間連続桁

断面に配置された PC 鋼材および鉄筋が、コンクリートのクリープ・乾燥収縮に及ぼす影響を考察する前に、断面内の PC 鋼材および鉄筋を無視した（現在行われている一般的な解法に添った）場合の遅れ弾性成分の取扱い方法による相違について検討してみることにする。

例題としては文献 2) “コンクリート構造物のクリープと乾燥収縮/H. リュッシュ, D. ユングビルト, 百島訳” の 12.1 を用いる。

2径間連続桁を 図-9 に示すように支間毎に施工する場合を考えるものとする。最初の支間は 15 日後に、また、2番目の支間は 30 日後に支保工をはずすものとする、支保工をはずした時の各支間のコンクリート材は各々 15 日であるから、部材定数その他は、図-9

表-5 クリープ係数

		$X_0^1(15)$	I (45)	II (105)	III (445)
左 支 間	$k_f(45)$	$k_v(90) - k_v(30)$ $\varphi=0.470$	$k_v(60) - k_v(0)$ $\varphi=0.642$ ( $\psi=0.757$ )	$k_v(340) - k_v(0)$ $\varphi=0.984$	$k_v(\infty) - k_v(0)$ $\varphi=1.153$
	$k_f(105)$	$k_v(430) - k_v(90)$ $\varphi=0.727$	$k_v(400) - k_v(60)$ $\varphi=0.751$	$k_v(340) - k_v(0)$ $\varphi=0.984$	$k_v(\infty) - k_v(0)$ $\varphi=1.153$
	$k_f(445)$	$k_v(\infty) - k_v(430)$ $\varphi=0.786$	$k_v(\infty) - k_v(400)$ $\varphi=0.790$	$k_v(\infty) - k_v(340)$ $\varphi=0.800$	$k_v(\infty) - k_v(0)$ $\varphi=1.153$
	$k_f(\infty)$	$\varphi=2.0 \times (k_f(\infty) - k_f(445)) + 0.4 \times (k_v(\infty) - k_v(430))$	$\varphi^*=0.795$	$\varphi^*=0.976$	$\varphi^*=0.634$

		$X_0^2, I(15)$	II (75)	III (415)
右 支 間	$k_f(15)$	$k_v(60)$ $\varphi=0.902$ ( $\psi=0.689$ )	$k_v(340)$ $\varphi=1.123$	$k_v(\infty)$ $\varphi=1.191$
	$k_f(75)$	$k_v(400) - k_v(60)$ $\varphi=0.891$	$k_v(340)$ $\varphi=1.123$	$k_v(\infty)$ $\varphi=1.191$
	$k_f(415)$	$k_v(\infty) - k_v(400)$ $\varphi=0.828$	$k_v(\infty) - k_v(340)$ $\varphi=0.837$	$k_v(\infty)$ $\varphi=1.191$
	$k_f(\infty)$	$\varphi^*=0.833$	$\varphi^*=1.014$	$\varphi^*=0.627$

注 1) I, II, III はステージを表わし、( )内の数値はコンクリートの材令を表わす。

注 2) [ ]内は  $\psi = \frac{1}{1 + \frac{\varphi}{2}}$

注 3)  $\varphi_i^* = \frac{\varphi_i + \varphi_{i+1}}{2}$

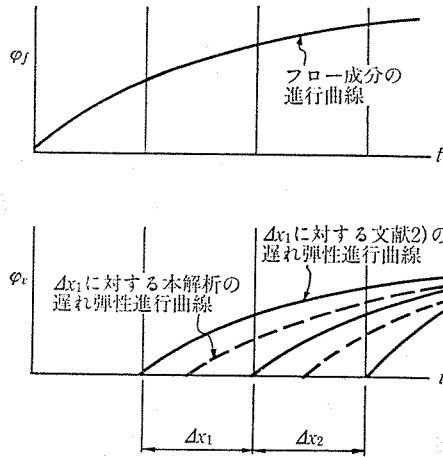


図-10 文献 2) と本解析のクリープ曲線の比較

表-6 中間支点での不静定曲げモーメント比較

	文献 2)	本論文
ステージ 1	-32 (-32)	-31
” 2	-22 (-19)	-19
” 3	-10 (-10)	-9
合計	-64 (-61)	-59

注) ( ) 内は本論文と同一のクリープ進行曲線を用いた場合



に示すとおりとなる。

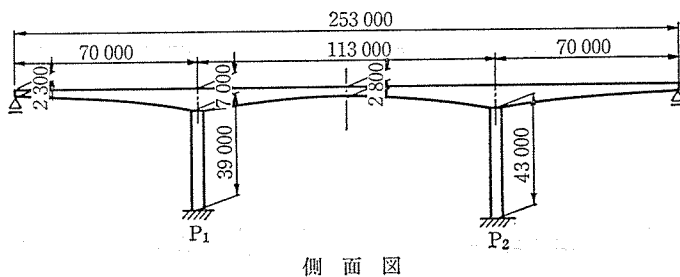
文献 2) と本解析における、クリープの遅れ弾性成分進行曲線は、図-10 に示すとおりである。

本解析におけるクリープ進行曲線に従うと、クリープ係数は表-5 に示したようになる。

解析結果は表-6 に示すとおりであり、両解析結果の間には 10% 程度の差のあることがわかる。

1 例のみの解析では、両解析結果の差を断定できないが、文献 2) の方法は、クリープの影響を若干大きく見込むことになるものと推定される。

#### 4.2 断面に PC 鋼材および鉄筋を含んだ場合の簡単な例



側面図

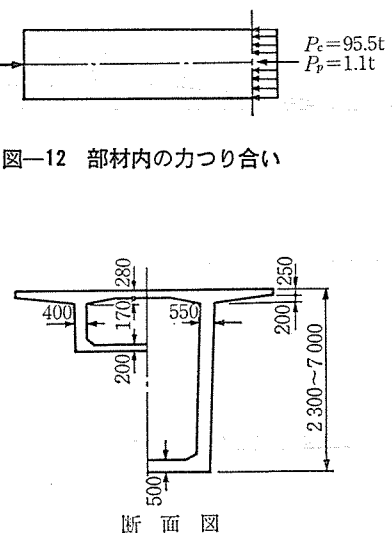


図-12 部材内の力つり合い

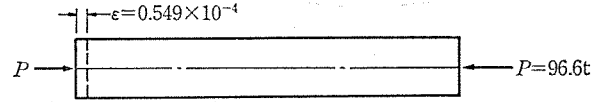


図-11 プレストレスの減少量計算例

PC 鋼材および鉄筋を考慮すると、ひずみおよび曲率が増えるので、クリープおよび乾燥収縮による不静定力も変化する。これは (2) および (5) 式を比較すれば明らかである。

(2) 式を用いた変形法の利点として、構造系が不静定構造である場合に生ずるコンクリートのクリープおよび乾燥収縮による不静定力のほか、鋼材応力度の変化量(リラクゼーションによる変化は除く)も同時に計算できることがあげられる。

例えば 図-11 のようなコンクリート部材の図心にプレストレス力が作用している簡単な場合を考えるものとする。

つり合い式は次式で与えられる。

$$(\phi E_c A_c + E_p A_p) \epsilon = P \dots \dots \dots (9)$$

ここに、

$\phi E_c A_c$ : クリープを考慮した見かけのコンクリート剛性 (1740 000 t)

$E_p A_p$ : PC 鋼材の剛性 (20 000 t)

$\epsilon$ : ひずみ

$P$ : プレストレス力

構造系全体のつり合いより、ひずみ  $\epsilon = 0.549 \times 10^{-4}$  と計算された場合、プレストレス力がコンクリート断面および PC 鋼材断面に及ぼす影響は、それぞれ

$$\phi E_c A_c \epsilon = 1740 000 \times 0.549 \times 10^{-4} = 95.5 \text{ t}$$

$$E_p A_p \epsilon = 20 000 \times 0.549 \times 10^{-4} = 1.1 \text{ t}$$

となり、PC 鋼材の受け持つ 1.1 t がすなわちプレスト

図-13 3 径間連続ラーメン橋

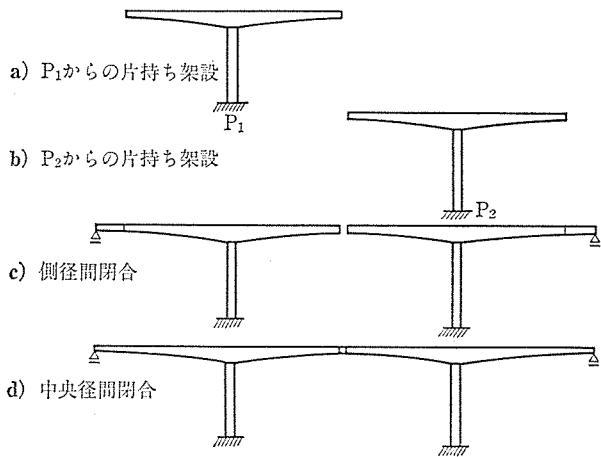


図-14 施工順序図

レスの変化量となる。最終的にコンクリート断面に作用するプレストレス力は、 $96.6 - 1.1 = 95.5 \text{ t}$ である。

乾燥収縮によるプレストレスの減少量は、(9)式において  $\epsilon \rightarrow \epsilon_s$ ,  $P=0$  とすれば同様にして求めることができる。

また鉄筋を考慮する場合は、(9)式の左辺( )内に  $E_s A_s$  を加えれば良い。

#### 4.3 実際の橋梁設計例 (A. ラーメン橋)

断面剛性に PC 鋼材を考慮しない場合と、考慮した場合のコンクリート部材に作用する断面力の比較を、図-13 に示す 3 径間連続 PC ラーメン橋について行う。

計算に仮定した施工順序は 図-14 に、またクリープおよび乾燥収縮による不静定力は、図-15 および 図-

16 に示すとおりである。

これらの図より不静定力による断面力は、鋼材を考慮する場合と考慮しない場合で相当異なることが明らかである。

応力度について比較しても、支点付近のクリープによる不静定応力度は表-7 のとおりであり、上縁で  $7 \text{ kg/cm}^2$ 、また下縁で  $3 \text{ kg/cm}^2$  の差が生じている。また鋼材を考慮した場合は、上下縁ともに引張応力度が生じている。

さらに、この応力度分布より、断面曲率(変形)も相当異なるものになることが推定される。

#### 4.4 実際の橋梁設計例 (B. アーチ橋)

図-17 に示す鉄筋コンクリートアーチ橋のアーチリングについて考察してみることにする。アーチリングの断面は 図-17 に示すようなほぼ対称な 3 室断面であり、鉄筋も上下フランジにほぼ対称に配置されている。

架設工法は、水平引張材と斜吊材を利用してトラスを形成しつつカンチレバー架設するトラス式カンチレバー架設工法を考えるものとし、中央部はメラン材を用いて

表-7 クリープによる不静定応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

	鋼材考慮		鋼材無視	
	上縁	下縁	上縁	下縁
自重+橋面 (クリープ)	25	-20	14	-17
プレストレス (クリープ)	-30	17	-12	11
計 (クリープ)	-5	-3	2	-6

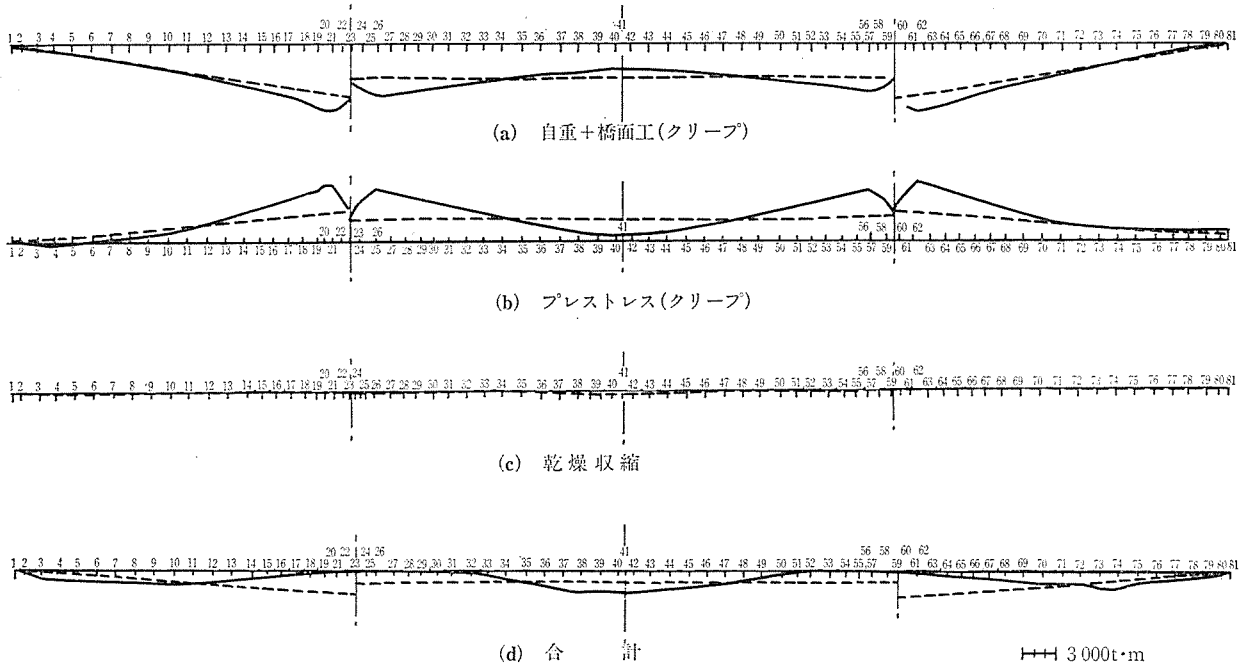


図-15 クリープおよび乾燥収縮による不静定曲げモーメント

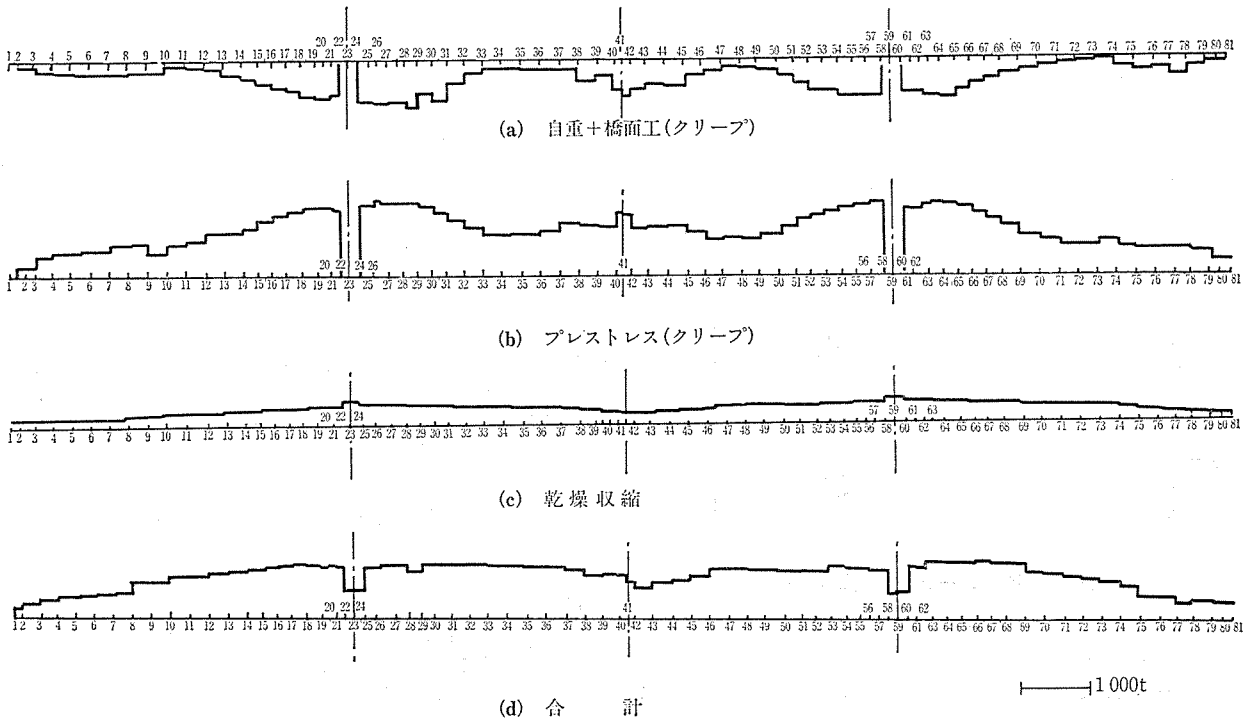


図-16 クリープおよび乾燥収縮による軸力

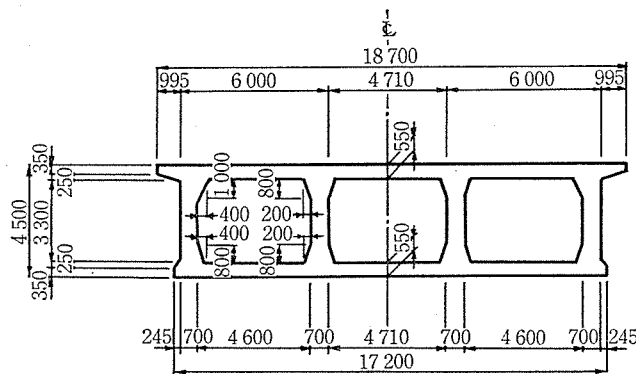
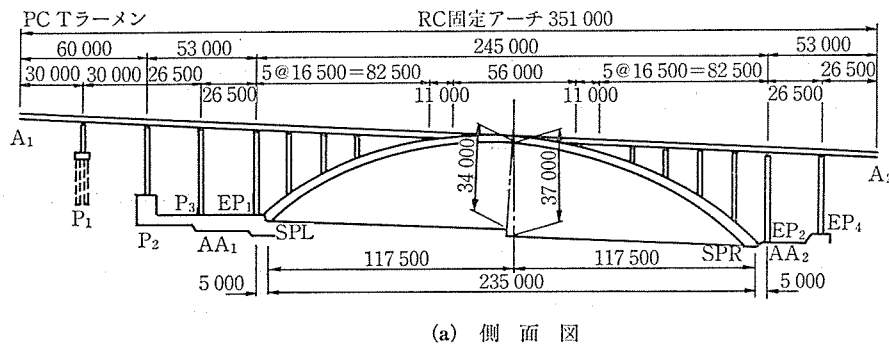


図-17 鉄筋コンクリートアーチ橋



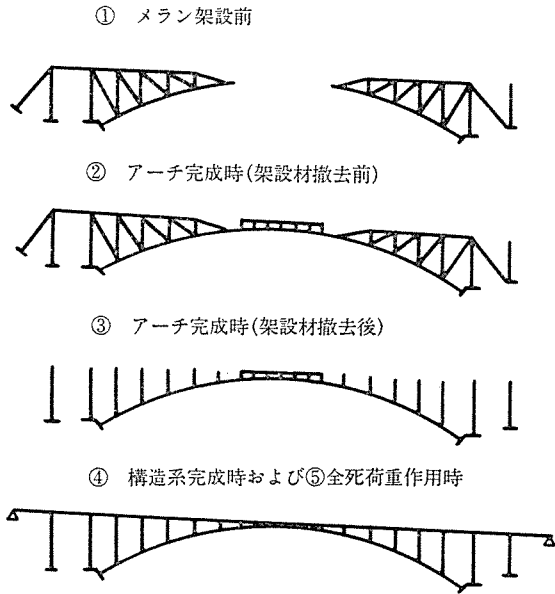


図-18 RCアーチ橋の施工順序

架設するものとする(図-18参照)。

クリープによる曲げモーメントは、図-18に示した各施工段階に従い、図-19のように変化している。図-19の実線は鉄筋の拘束を考慮した場合であり、また破線は従来どおり鉄筋の拘束を無視した場合である。

また図-20は、全死荷重作用(クリープ終了)時の、全持続荷重による曲げモーメント図である。

図-19に示すクリープのみの曲げモーメント図においては、鉄筋の有無による差は明らかであるが、死荷重による曲げモーメントを加えると、図-20に示したように、鉄筋を考慮した場合と無視した場合とではほぼ同一の値となる。

このように上下フランジにほぼ対称に鉄筋が配置されていて軸力が支配的な部材においては、鉄筋による影響はあまり大きくないといえる。

おわりに

施工法と構造形式が任意であるコンクリート構造物のクリープおよび乾燥収縮による不静定力を、仮定のクリープ理論のもとにおいて比較的厳密に解析する方法を開発することは、一般に行われている実用解析法の精度を

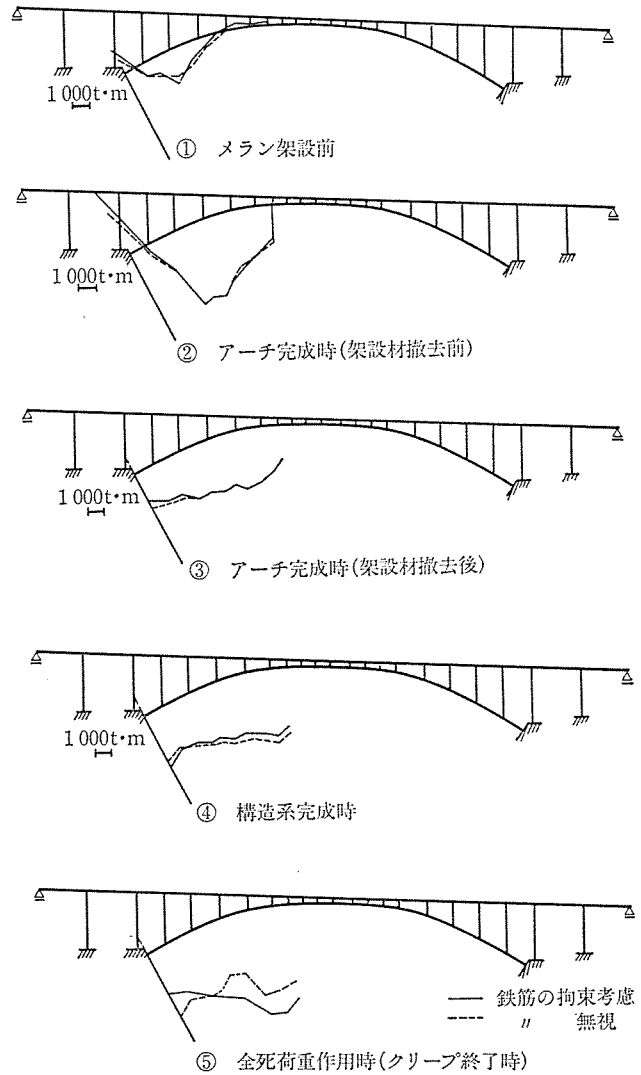


図-19 クリープによる曲げモーメント

知るうえで、またコンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響が大きいと判断される新しい施工法や構造形式の採用の可否を判断するうえで重要であるといえる。

筆者らの提案した方法が、このような場合に有効に利用されれば幸いである。ここに提案した方法の実用解析手法には、当然数値積分が利用されることになるが、数値積分は、任意のクリープ理論にも対応できるので、非常に便利である。

本解析手法を開発し得たのは、(株)日本構造橋梁研

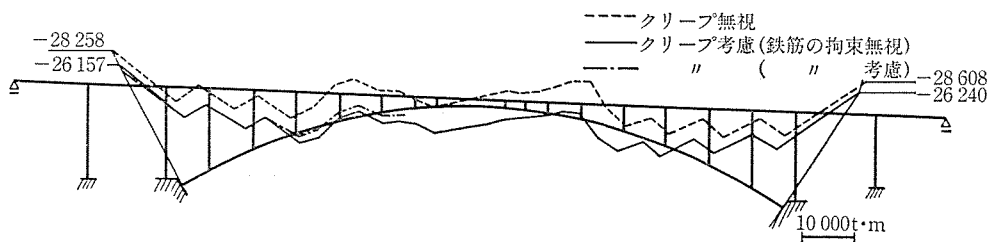


図-20 全死荷重による曲げモーメント

究所の会長である猪股博士の指導によるところが大であり、この場を借りて、深謝の意を表わしたい。また本解析手法の開発は、昭和 59, 60 年度の斎藤記念プレストレストコンクリート技術研究奨励基金の援助を受けている。かさねて謝意を表わしたい。

なお、(株)日本構造橋梁研究所は、本理論を応用した任意形コンクリート構造物の設計用プログラムを保有しているので必要な場合には、ぜひ御利用願いたい。

## 参 考 文 献

- 1) 猪股俊司：パーシャルプレストレストコンクリート部材断面の設計法，土木学会論文集（1984年8月）
- 2) H. リュッシュ，D. ユングビルト著，百島訳：コンクリート構造物のクリープと乾燥収縮，鹿島出版会
- 3) 猪股俊司：プレストレストコンクリート部材中での PC 鋼材のレラクセーション，プレストレストコンクリート，Vol. 14, No. 3, June 1973

【昭和 61 年 8 月 14 日受付】

## ◀刊行物案内▶

## プレストレストコンクリート構造物の設計・施工と最近の話題

(第 13 回 PC 技術講習会テキスト)

体 裁：A 4 判 160 頁  
 定 価：3,500 円 送 料：450 円  
 内 容：(A) 緊張材引張力と伸びとの関係——FIP Commission on Practical Construction WG 報告から——引張力～伸び関係についての基本，設計上の観点，FIP Commission の方法による  $\mu$ ,  $k$  推定法，例題。(B) PC 板埋設型枠の利用による構造の実例，PC 板埋設型枠合成床版に関する実験的研究，同設計例，設計施工上の問題点と適用の実例。(C) 海洋構造物への PC の応用，海洋 PC 構造物の現状，本四連絡橋工専用 PC バージ，横浜港横断橋の PC バージ。(D) プレストレストコンクリート橋の施工について，まえがき，型枠支保工，コンクリート工，鉄筋工，プレストレッシング工，PC グラウト工，架設工。(E) 維持管理面よりみたプレストレストコンクリート構造物の細部設計，まえがき，損傷事例の調査，改善法の提案，あとがき。(F) 新幹線大宮～上野間のプレストレストコンクリート橋とその技術，まえがき，T 形桁の標準設計，主な PC 橋りょう，技術上の問題点。