

分割施工される連続桁の断面力

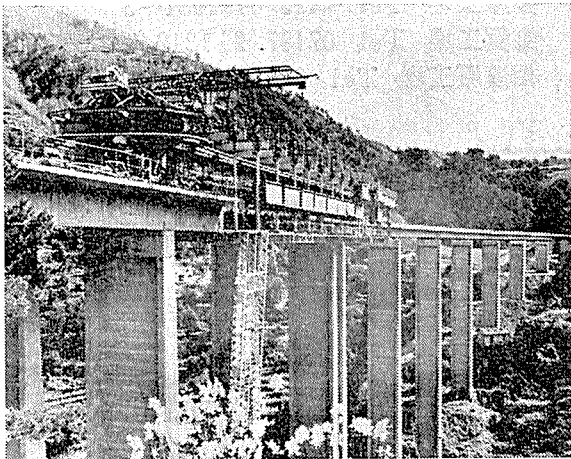
(時間差を考慮したクリープによる2次断面力)

荒 川 敏 雄*
 若 狭 忠 雄**
 野 村 貞 広***

1. ま え が き

支保工費節減などの理由により、連続桁を1径間ごとに順次支保工を転用しながら施工することがある。また近年ヨーロッパでは、移動式支保工により施工することが考えられ、多くの施工も行なわれてきている(写真-1参照)。

写真-1 マントン高架橋(フランス)
 施工中のサントルオートランスール



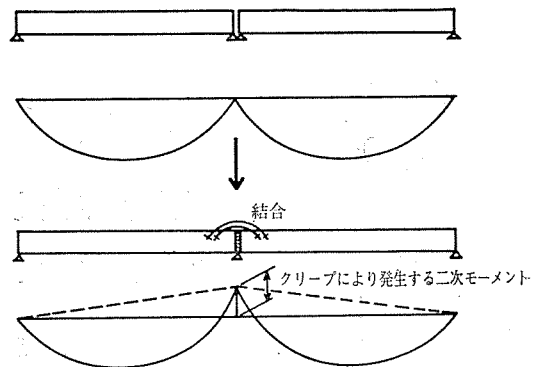
このような施工法により、プレストレストコンクリート連続桁を施工すると、各施工段階の橋体自重やプレストレストにより、弾性的な2次モーメントが発生するほかに、コンクリートの材令差により、時間とともにクリープによる2次モーメントが発生してくる(図-1参照)。

このように分割施工される連続桁のクリープによる2次モーメントは、文献1), 2), 3)に見られるように、連立微分方程式を解くことによって求められるが、径間数が増すにつれて方程式の元数が大きくなり、電子計算機を用いず求めることは、ほとんど不可能である。

この報告では、このように分割施工される連続桁を考えられる種々の条件のもとで電子計算機により解析し、

* ビー・エス・コンクリート(株) 技術部 電算室長
 ** " " 大阪支店
 *** " " 技術部

図-1 クリープにより発生する2次モーメント



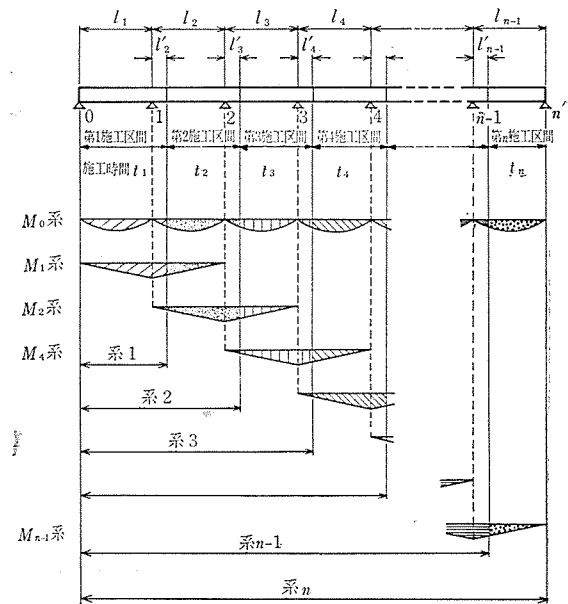
断面力の傾向を求めようと試みた。

2. クリープによる2次モーメント

(1) 構造系と施工順序

図-2 に示すように、片端より1径間ごとに張出し施

図-2 構造系



工(張出部=0でも可)を行なうものとする。

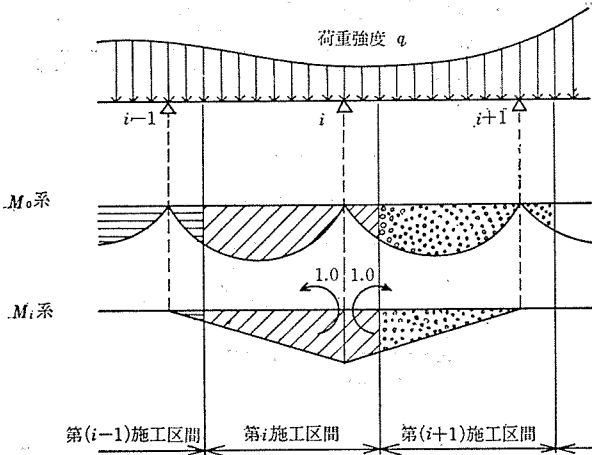
(2) 区分荷重項, 区分性状係数

区分荷重項, 区分性状係数とは、一般に用いられてい

る荷重項，性状係数を同一の施工区間ごとに分けて計算したものとする。

a) 区分荷重項 (図-3 参照) 各施工区間の区分荷重項を次式により計算する。

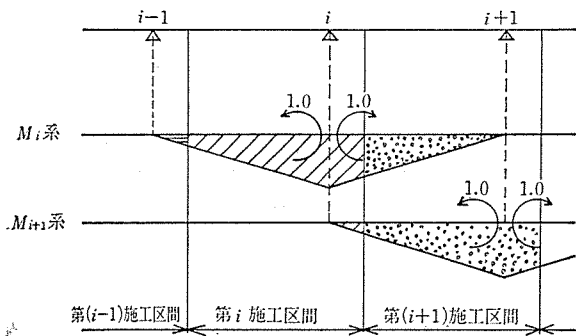
図-3 区分荷重項



$$\left. \begin{aligned} \delta_{i0}^{(g)}(i-1) &= \int^{(i-1)} \frac{M_0 M_i}{EI} ds \\ \delta_{i0}^{(g)}(i) &= \int^{(i)} \frac{M_0 M_i}{EI} ds \\ \delta_{i0}^{(g)}(i+1) &= \int^{(i+1)} \frac{M_0 M_i}{EI} ds \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

b) 区分性状係数 (図-4 参照) 各施工区間の区分性状係数は次式により計算できる。

図-4 区分性状係数



$$\left. \begin{aligned} \delta_{ii}(i-1) &= \int^{(i-1)} \frac{M_i^2}{EI} ds \\ \delta_{ii}(i) &= \int^{(i)} \frac{M_i^2}{EI} ds \\ \delta_{ii}(i+1) &= \int^{(i+1)} \frac{M_i^2}{EI} ds \\ \delta_{i,i+1}(i) &= \int^{(i)} \frac{M_i M_{i+1}}{EI} ds \\ \delta_{i,i+1}(i+1) &= \int^{(i+1)} \frac{M_i M_{i+1}}{EI} ds \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

であり，ほかの $\delta_{ij}=0$ である。

(3) 各施工区間のクリープ曲線およびコンクリート

材令差

a) クリープ曲線 クリープ曲線としては，どの区間も同一の形として

$$\varphi = \varphi_{\infty}(1 - e^{-xt}) \dots\dots\dots (3)$$

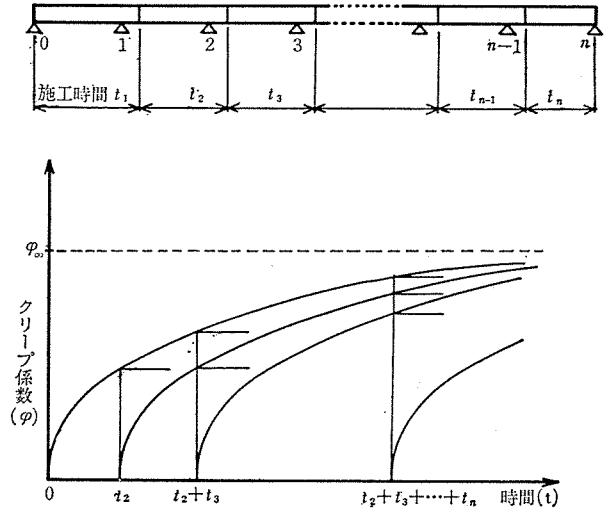
とする (図-5 参照)。

φ_{∞} : $t = \infty$ におけるクリープ係数

x : クリープ補正係数

t : 時間

図-5 クリープ曲線



① 第2施工区間支保工撤去時から，第3施工区間支保工撤去終了時間までのクリープ曲線

$$\left. \begin{aligned} \text{第1施工区間} \quad \varphi_1 &= \varphi_{\infty} \cdot e^{-xt_2} (1 - e^{-xt}) \\ \text{第2施工区間} \quad \varphi_2 &= \varphi_{\infty} (1 - e^{-xt}) \end{aligned} \right\} (4)$$

② 第3施工区間支保工撤去時から，第4施工区間支保工撤去終了までのクリープ曲線

$$\left. \begin{aligned} \text{第1施工区間} \quad \varphi_1 &= \varphi_{\infty} \cdot e^{-x(t_2+t_3)} (1 - e^{-xt}) \\ \text{第2施工区間} \quad \varphi_2 &= \varphi_{\infty} \cdot e^{-xt_3} (1 - e^{-xt}) \\ \text{第3施工区間} \quad \varphi_3 &= \varphi_{\infty} (1 - e^{-xt}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

③ 第(i)施工区間支保工撤去時から，第(i+1)施工区間支保工撤去終了時までのクリープ曲線

$$\left. \begin{aligned} \text{第1施工区間} \quad \varphi_1 &= \varphi_{\infty} \cdot e^{-x(t_2+t_3+\dots+t_i)} (1 - e^{-xt}) \\ \text{第2施工区間} \quad \varphi_2 &= \varphi_{\infty} \cdot e^{-x(t_3+t_4+\dots+t_i)} (1 - e^{-xt}) \\ \vdots & \\ \text{第}(i-2)\text{施工区間} \quad \varphi_{(i-2)} &= \varphi_{\infty} \cdot e^{-x(t_{i-1}+t_i)} (1 - e^{-xt}) \\ \text{第}(i-1)\text{施工区間} \quad \varphi_{(i-1)} &= \varphi_{\infty} \cdot e^{-xt_i} (1 - e^{-xt}) \\ \text{第}(i)\text{施工区間} \quad \varphi_{(i)} &= \varphi_{\infty} (1 - e^{-xt}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

④ 第(n)施工区間支保工撤去時から， $t = \infty$ までのクリープ曲線

$$\left. \begin{aligned}
 & \text{第1施工区間} \\
 & \vdots \\
 & \varphi_1 = \varphi_\infty \cdot e^{-x(t_2+t_3+\dots+t_i+\dots+t_n)} (1-e^{-xt}) \\
 & \text{第2施工区間} \\
 & \vdots \\
 & \varphi_2 = \varphi_\infty \cdot e^{-x(t_3+t_4+\dots+t_i+\dots+t_n)} (1-e^{-xt}) \\
 & \text{第}(i)\text{施工区間} \\
 & \vdots \\
 & \varphi_{(i)} = \varphi_\infty \cdot e^{-x(t_{i+1}+\dots+t_n)} (1-e^{-xt}) \\
 & \text{第}(n-1)\text{施工区間} \\
 & \vdots \\
 & \varphi_{(n-1)} = \varphi_\infty \cdot e^{-xt_n} (1-e^{-xt}) \\
 & \text{第}(n)\text{施工区間} \\
 & \vdots \\
 & \varphi_{(n)} = \varphi_\infty (1-e^{-xt})
 \end{aligned} \right\} (7)$$

b) 材令差の計算

① 第3施工区間支保工撤去時まで
 第1施工区間 $T(1) = t_2 \dots\dots\dots (8)$

② 第4施工区間支保工撤去時まで
 第1施工区間 $T(1) = t_2 + t_3$
 第2施工区間 $T(2) = t_3$ } (9)

③ 第(i)施工区間支保工撤去時まで
 第1施工区間 $T(1) = t_2 + t_3 + \dots + t_{i-1}$
 第2施工区間 $T(2) = t_3 + t_4 + \dots + t_{i-1}$
 第(i-3)施工区間 (10)
 第(i-2)施工区間 $T(i-2) = t_{i-1}$

④ 第(n)施工区間支保工撤去時まで
 第1施工区間 $T(1) = t_2 + t_3 + \dots + t_{n-1}$
 第2施工区間 (11)
 第(n-2)施工区間 $T(n-2) = t_{n-1}$

⑤ 第(n)施工区間支保工撤去後
 第1施工区間 $T(1) = t_2 + t_3 + \dots + t_n$
 第2施工区間 (12)
 第(n-1)施工区間 $T(n-1) = t_n$

(4) 2次モーメントの計算方法

施工区間(i)を施工中、すなわち、施工区間(i-1)の支保工撤去時から、施工区間(i)の支保工撤去時まで、すでに施工された区間には、コンクリートのクリープにより2次モーメントが発生する。

この場合、各施工区間のクリープの進行度は異なっている。このクリープの進行度も考慮して、クリープによ

図-6 t_i 時間のクリープにより発生する2次モーメント

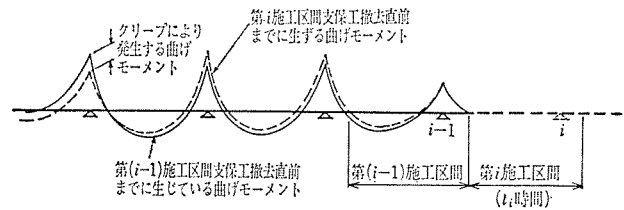
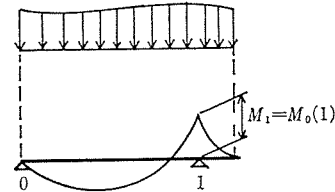


図-7 施工段階 1

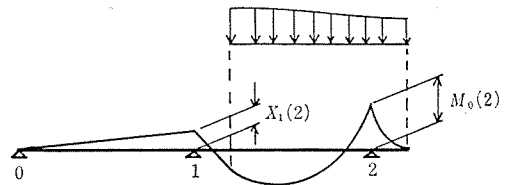


り発生する2次モーメントを求めることにする(図-6参照)。

a) 施工段階 1 支保工撤去後、支点1には、 $m_{0(1)}$ が生じる。そして、第2施工区間支保工撤去までモーメントに変化はない。すなわち、クリープによる2次モーメントは生じない(図-7参照)。

b) 施工段階 2 第2施工区間支保工撤去時、弾性2次モーメントが発生し、これを $X_{1(2)}$ とする(図-8参照)。

図-8 施工段階 2, 弾性2次モーメント



施工段階 1 の曲げモーメントと加算すると、

$$\left. \begin{aligned}
 & \text{支点1} \quad M_1 = m_{0(1)} + X_{1(2)} \\
 & \text{支点2} \quad M_2 = M_{0(2)}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (13)$$

となる。

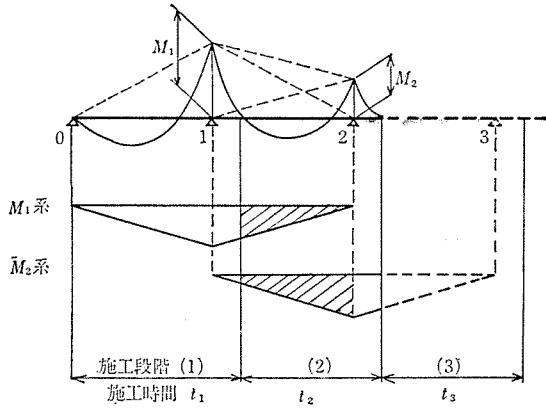
第2施工区間支保工撤去後、第3施工区間支保工を撤去するまでに、すなわち、 t_3 時間の間に、コンクリートのクリープにより支点1に2次モーメントが発生する(図-9参照)。

持続荷重による施工段階ごとの荷重項は、

$$\left. \begin{aligned}
 & \delta_{10(1)} = \delta_{10(1)}^{(0)} + M_1 \delta_{11(1)} + M_2 \delta_{12(1)} \\
 & \delta_{10(2)} = \delta_{10(2)}^{(0)} + M_1 \delta_{11(2)} + M_2 \delta_{12(2)}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (14)$$

となり、クリープにより発生する2次モーメントを X_{1t} とすると、第二施工区間支保工撤去後の時刻 t において dt 時間における連続条件は、

図-9 施工段階 2 クリープによる 2 次モーメント



$$\left\{ \delta_{10(1)} \cdot e^{-xt_2} + \delta_{10(2)} \right\} \frac{d\varphi}{dt} + \{ \delta_{11(1)} \cdot e^{-xt_2} + \delta_{11(2)} \} \cdot X_{t_1} \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \delta_{11} \frac{dX_{t_1}}{dt} = 0 \dots\dots\dots (15)$$

で示される。

上式で、 $\delta_{11(1)} \cdot e^{-xt_2} + \delta_{11(2)}$, $\delta_{10(1)} \cdot e^{-xt_2} + \delta_{10(2)}$ は、材令差を考慮した性状係数、荷重項であり、これを、

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11}^* &= \delta_{11(1)} \cdot e^{-xt_2} + \delta_{11(2)} \\ \delta_{10}^* &= \delta_{10(1)} \cdot e^{-xt_2} + \delta_{10(2)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

とおき、式 (15) をまとめると、

$$\delta_{11} \frac{dX_{t_1}}{d\varphi} + d_{11}^* X_{t_1} + \delta_{10}^* = 0 \dots\dots\dots (17)$$

となる。

式 (17) を、境界条件 $\varphi=0$ のとき、 $X_{t_1}=0$ となる条件で、 $\varphi=\varphi_2$ ($t=t_3$ の場合の φ の値) の場合の X_{t_1} を求める。

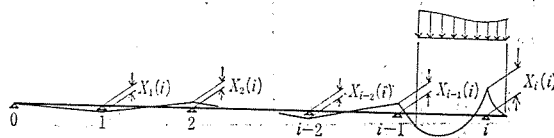
第 3 施工区間支保工撤去直前までは、2 次モーメントとして、

$$\left. \begin{aligned} \text{支点 1 には } M_1 &= m_{0(1)} + X_{1(2)} + X_{t_1(2)} \\ \text{支点 2 には } M_2 &= m_{0(2)} \end{aligned} \right\} (18)$$

が生じている。

c) 施工段階 i 第 (i) 施工区間支保工撤去時、弾性 2 次モーメントが発生し、これを、 $X_{1(i)}$, $X_{2(i)}$, ..., $X_{i-1(i)}$ とする (図-10 参照)。

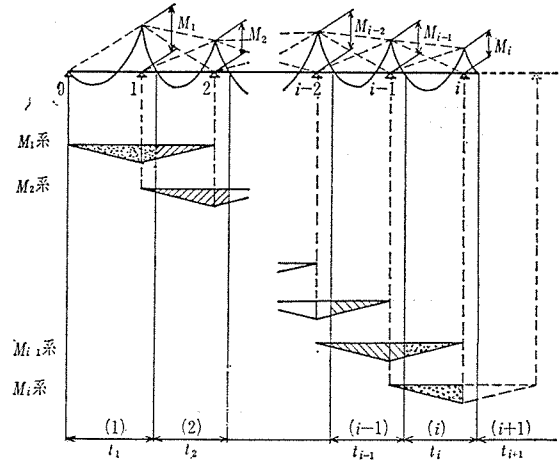
図-10 施工段階 i , 弾性 2 次モーメント



これを施工段階 $(i-1)$ の曲げモーメントと加算すると

$$\left. \begin{aligned} \text{支点 1 } M_1 &= m_{0(1)} + X_{1(2)} + X_{t_1(2)} \\ &\quad + \dots + X_{t_1(i-1)} + X_{1(i)} \\ \text{支点 2 } M_2 &= m_{0(2)} + X_{2(3)} + X_{t_2(3)} \\ &\quad + \dots + X_{t_2(i+1)} + X_{2(i)} \\ \text{支点 } (i-1) M_{i-1} &= m_{0(i-1)} + X_{i-1(i)} \\ \text{支点 } i M_i &= m_{0(i)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (19)$$

図-11 施工段階 i , クリープによる 2 次モーメント



第 (i) 施工区間支保工撤去後、第 $(i+1)$ 施工区間の支保工を撤去するまでに、コンクリートにより、支点、1, 2, ..., $(i-1)$ に 2 次モーメントが発生する (図-11 参照)。

荷重項は、

$$\left. \begin{aligned} \delta_{10(1)} &= \delta_{10(1)}^{(0)} + M_1 \delta_{11(1)} + M_2 \delta_{12(1)} \\ \delta_{10(2)} &= \delta_{10(2)}^{(0)} + M_1 \delta_{11(2)} + M_2 \delta_{12(2)} \\ \delta_{20(1)} &= \delta_{20(1)}^{(0)} + M_1 \delta_{12(1)} + M_2 \delta_{22(1)} \\ \delta_{20(2)} &= \delta_{20(2)}^{(0)} + M_1 \delta_{12(2)} + M_2 \delta_{22(2)} + M_3 \delta_{23(2)} \\ \delta_{20(3)} &= \delta_{20(3)}^{(0)} + M_2 \delta_{22(3)} + M_3 \delta_{23(3)} \\ &\vdots \\ \delta_{i-1,0(i-2)} &= \delta_{i-1,0(i-2)}^{(0)} + M_{i-2} \delta_{i-2,i-1(i-2)} \\ &\quad + M_{i-1} \delta_{i-1,i-1(i-2)} \\ \delta_{i-1,0(i-1)} &= \delta_{i-1,0(i-1)}^{(0)} + M_{i-2} \delta_{i-2,i-1(i-1)} \\ &\quad + M_{i-1} \delta_{i-1,i-1(i-1)} + M_i \delta_{i-1,i(i-1)} \\ \delta_{i-1,0(i)} &= \delta_{i-1,0(i)}^{(0)} + M_{i-1} \delta_{i-1,i-1(i)} + M_i \delta_{i-1,i(i)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (20)$$

となる。

また、材令差を考慮した性状係数、荷重項を、

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11}^* &= \delta_{11(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{11(2)} e^{-xT(2)} \\ \delta_{12}^* &= \delta_{12(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{12(2)} e^{-xT(2)} \\ \delta_{22}^* &= \delta_{22(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{22(2)} e^{-xT(2)} \\ &\quad + \delta_{22(3)} e^{-xT(3)} \\ \delta_{23}^* &= \delta_{23(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{23(3)} e^{-xT(3)} \\ \delta_{33}^* &= \delta_{33(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{33(3)} e^{-xT(3)} \\ &\quad + \delta_{33(4)} e^{-xT(4)} \\ \delta_{i-2,i-1}^* &= \delta_{i-2,i-1(i-2)} e^{-xT(i-2)} \\ &\quad + \delta_{i-2,i-1(i-1)} e^{-xT(i-1)} \\ \delta_{i-1,i-1}^* &= \delta_{i-1,i-1(i-2)} e^{-xT(i-2)} \\ &\quad + \delta_{i-1,i-1(i-1)} e^{-xT(i-1)} + \delta_{i-1,i-1(i)} \\ \delta_{10}^* &= \delta_{10(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{10(2)} e^{-xT(2)} \end{aligned} \right\} (21)$$

$$\begin{aligned} \delta_{20}^* &= \delta_{20(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{20(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{20(3)} e^{-xT(3)} \\ \delta_{30}^* &= \delta_{30(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{30(3)} e^{-xT(3)} + \delta_{30(4)} e^{-xT(4)} \\ &\vdots \\ \delta_{i-1,0} &= \delta_{i-1,0(i-2)} e^{-xT(i-2)} + \delta_{i-1,0(i-1)} e^{-xT(i-1)} + \delta_{i-1,0(i)} \end{aligned}$$

とおくと、連続条件式は、 $(i-1)$ 次の連立微分方程式となり、

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11} \frac{dX_{t1}}{d\varphi} + \delta_{12} \frac{dX_{t2}}{d\varphi} + \delta_{11}^* X_{t1} + \delta_{12} X_{t2} + \delta_{10}^* &= 0 \\ \delta_{12} \frac{dX_{t1}}{d\varphi} + \delta_{22} \frac{dX_{t2}}{d\varphi} + \delta_{23} \frac{dX_{t3}}{d\varphi} + \delta_{12}^* X_{t1} + \delta_{22}^* X_{t2} + \delta_{23}^* X_{t3} + \delta_{20}^* &= 0 \\ \vdots \\ \delta_{i-3,i-2} \frac{dX_{t(i-3)}}{d\varphi} + \delta_{i-2,i-2} \frac{dX_{t(i-2)}}{d\varphi} + \delta_{i-2,i-1} \frac{dX_{t(i-1)}}{d\varphi} \\ + \delta_{i-3,i-2}^* X_{t(i-3)} + \delta_{i-2,i-2}^* X_{t(i-2)} + \delta_{i-2,i-1}^* X_{t(i-1)} + \delta_{i-2,0}^* &= 0 \\ \delta_{i-2,i-1} \frac{dX_{t(i-2)}}{d\varphi} + \delta_{i-1,i-1} \frac{dX_{t(i-1)}}{d\varphi} \\ + \delta_{i-2,i-1}^* X_{t(i-2)} + \delta_{i-1,i-1}^* X_{t(i-1)} + \delta_{i-1,0}^* &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(22)$$

で示される。

式(22)を、境界条件 $\varphi=0$ のとき、 $X_{t1}=X_{t2}=\dots=X_{t(i-1)}=0$ なる条件で、 $\varphi=\varphi_i$ ($t=t_{i+1}$ の場合の φ の値) の場合の、 $X_{t1}, X_{t2}, \dots, X_{t(i-1)}$ を求める。

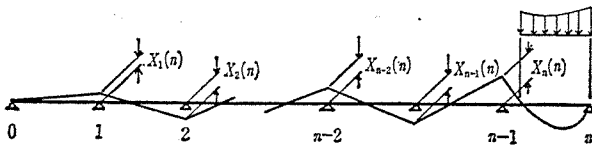
したがって、第 $(i+1)$ 施工区間支保工撤去直前までは、

$$\left. \begin{aligned} \text{支点 1} \quad M_1 &= m_{0(1)} + X_{1(2)} + X_{t1(2)} + \dots + X_{t1(i-1)} + X_{1(i)} + X_{t1(i)} \\ \text{支点 2} \quad M_2 &= m_{0(2)} + X_{2(3)} + X_{t2(3)} + \dots + X_{t2(i-1)} + X_{2(i)} + X_{t2(i)} \\ \vdots \\ \text{支点}(i-1) \quad M_{i-1} &= m_{0(i-1)} + X_{i-1(i)} + X_{t(i-1), (i)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(23)$$

が生じている。

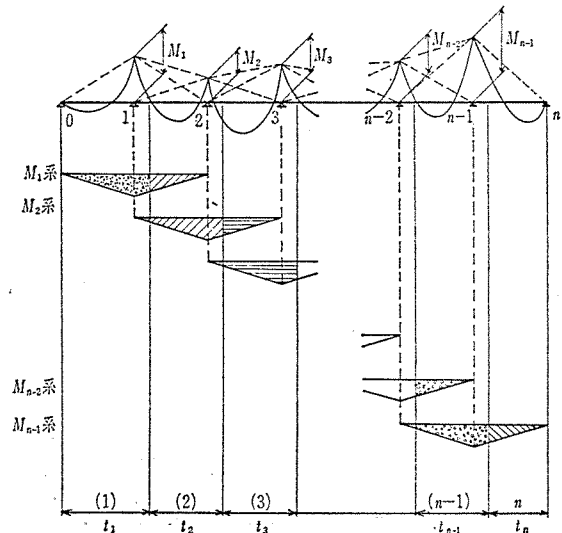
d) 施工段階 (n) [最終施工段階] 第 (n) 施工区間支保工撤去時、弾性2次モーメントが発生し、これを、 $X_{1(n)}, X_{2(n)}, \dots, X_{i(n)}, \dots, X_{n-1(n)}$ とする (図-12 参照)。

図-12 施工段階 n , 弾性2次モーメント



$$\left. \begin{aligned} \text{支 点 1} \quad M_1 &= m_{0(1)} + X_{1(2)} + X_{t1(2)} + \dots \\ &\quad + X_{t1(n-1)} + X_{1(n)} \\ \text{支 点 2} \quad M_2 &= m_{0(2)} + X_{2(3)} + X_{t2(3)} + \dots \\ &\quad + X_{t2(n-1)} + X_{2(n)} \\ \vdots \\ \text{支 点}(n-2) \quad M_{n-2} &= m_{0(n-2)} + X_{n-2(n-1)} + \\ &\quad X_{t(n-2), (n-1)} + X_{n-2(n)} \\ \text{支 点}(n-1) \quad M_{n-1} &= m_{0(n-1)} + X_{n-1(n)} \\ \text{支 点 } n \quad M_n &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(24)$$

図-13 施工段階 n , クリブによる2次モーメント



第 (n) 施工区間支保工撤去後、 $t=\infty$, すなわち、 $\varphi=\varphi_\infty$ までに、クリブにより、支点 1, 2, ..., $(n-1)$ に2次モーメントが発生する (図-13 参照)。

荷重項は

$$\begin{aligned}
 \delta_{10(1)} &= \delta_{10(1)}^{(0)} + M_1 \delta_{11(1)} + M_2 \delta_{12(1)} \\
 \delta_{10(2)} &= \delta_{10(2)}^{(0)} + M_1 \delta_{11(2)} + M_2 \delta_{12(2)} \\
 \delta_{20(1)} &= \delta_{20(1)}^{(0)} + M_1 \delta_{12(1)} + M_2 \delta_{22(1)} \\
 \delta_{20(2)} &= \delta_{20(2)}^{(0)} + M_1 \delta_{12(2)} + M_2 \delta_{22(2)} + M_3 \delta_{23(2)} \\
 \delta_{20(3)} &= \delta_{20(3)}^{(0)} + M_2 \delta_{22(3)} + M_3 \delta_{23(3)} \\
 &\vdots \\
 \delta_{i-1,0(i-2)} &= \delta_{i-1,0(i-2)}^{(0)} + M_{i-1} \delta_{i-2,i-1(i-2)} + M_{i-1} \delta_{i-1,i-1(i-2)} \\
 \delta_{i-1,0(i-1)} &= \delta_{i-1,0(i-1)}^{(0)} + M_{i-2} \delta_{i-2,i-1(i-1)} + M_{i-1} \delta_{i-1,i-1(i-1)} + M_i \delta_{i-1,i(i-1)} \\
 \delta_{i-1,0(i)} &= \delta_{i-1,0(i)}^{(0)} + M_{i-1} \delta_{i-1,i-1(i)} + M_i \delta_{i-1,i(i)} \\
 &\vdots \\
 \delta_{n-1,0(n-2)} &= \delta_{n-1,0(n-2)}^{(0)} + M_{n-2} \delta_{n-2,n-1(n-2)} + M_{n-1} \delta_{n-1,n-1(n-2)} \\
 \delta_{n-1,0(n-1)} &= \delta_{n-1,0(n-1)}^{(0)} + M_{n-2} \delta_{n-1,n-1(n-1)} + M_{n-1} \delta_{n-1,n-1(n-1)} \\
 \delta_{n-1,0(n)} &= \delta_{n-1,0(n)}^{(0)} + M_{n-1} \delta_{n-1,n-1(n)}
 \end{aligned} \tag{25}$$

となる。

また、材令差を考慮した性状係数、荷重項を、

$$\begin{aligned}
 \delta_{11}^* &= \delta_{11(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{11(2)} e^{-xT(2)} \\
 \delta_{12}^* &= \delta_{12(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{12(2)} e^{-xT(2)} \\
 \delta_{22}^* &= \delta_{22(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{22(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{23(3)} e^{-xT(3)} \\
 \delta_{23}^* &= \delta_{23(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{23(3)} e^{-xT(3)} \\
 \delta_{33}^* &= \delta_{33(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{33(3)} e^{-xT(3)} + \delta_{33(4)} e^{-xT(4)} \\
 &\vdots \\
 \delta_{n-2,n-1}^* &= \delta_{n-2,n-1(n-2)} e^{-xT(n-2)} + \delta_{n-2,n-1(n-1)} e^{-xT(n-1)} \\
 \delta_{n-1,n-1}^* &= \delta_{n-1,n-1(n-2)} e^{-xT(n-2)} + \delta_{n-1,n-1(n-1)} e^{-xT(n-1)} + \delta_{n-1,n-1(n)} e^{-xT(n)} \\
 \delta_{10}^* &= \delta_{10(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{10(2)} e^{-xT(2)} \\
 \delta_{20}^* &= \delta_{20(1)} e^{-xT(1)} + \delta_{20(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{20(3)} e^{-xT(3)} \\
 \delta_{30}^* &= \delta_{30(2)} e^{-xT(2)} + \delta_{30(3)} e^{-xT(3)} + \delta_{30(4)} e^{-xT(4)} \\
 &\vdots \\
 \delta_{n-1,0}^* &= \delta_{n-1,0(n-2)} e^{-xT(n-2)} + \delta_{n-1,0(n-1)} e^{-xT(n-1)} + \delta_{n-1,0(n)} e^{-xT(n)}
 \end{aligned} \tag{26}$$

とおくと、連続条件式は、 $(n-1)$ 次の連立微分方程式となり、

$$\begin{aligned}
 \delta_{11} \frac{dX_{t1}}{d\varphi} + \delta_{12} \frac{dX_{t2}}{d\varphi} + \delta_{11}^* X_{t1} + \delta_{12}^* X_{t2} + \delta_{10}^* &= 0 \\
 \delta_{12} \frac{dX_{t1}}{d\varphi} + \delta_{22} \frac{dX_{t2}}{d\varphi} + \delta_{23} \frac{dX_{t3}}{d\varphi} + \delta_{12}^* X_{t1} + \delta_{22}^* X_{t2} + \delta_{23}^* X_{t3} + \delta_{20}^* &= 0 \\
 &\vdots \\
 \delta_{n-3,n-2} \frac{dX_{t(n-3)}}{d\varphi} + \delta_{n-2,n-2} \frac{dX_{t(n-2)}}{d\varphi} + \delta_{n-2,n-1} \frac{dX_{t(n-1)}}{d\varphi} \\
 + \delta_{n-3,n-2}^* X_{t(n-3)} + \delta_{n-2,n-2}^* X_{t(n-2)} + \delta_{n-2,n-1}^* X_{t(n-1)} + \delta_{n-2,0}^* &= 0 \\
 \delta_{n-2,n-1} \frac{dX_{t(n-2)}}{d\varphi} + \delta_{n-1,n-1} \frac{dX_{t(n-1)}}{d\varphi} \\
 + \delta_{n-2,n-1}^* X_{t(n-1)} + \delta_{n-1,n-1}^* X_{t(n-1)} + \delta_{n-1,0}^* &= 0
 \end{aligned} \tag{27}$$

式(27)を、境界条件、 $\varphi=0$ のとき、 $X_{t1}=X_{t2}=\dots=X_{t(n-1)}=0$ なる条件で、 $\varphi=\varphi_\infty$ ($t=\infty$ の場合のクリープ係数) の場合の、 $X_{t1}, X_{t2}, \dots, X_{t(n-1)}$ を求める。

したがって、最終曲げモーメントは、

$$\begin{aligned}
 M_1 &= m_{0(1)} + X_{1(2)} + X_{t1(2)} + \dots + X_{t1(n-1)} + X_{1(n)} + X_{t1(n)} \\
 M_2 &= m_{0(2)} + X_{2(3)} + X_{t2(3)} + \dots + X_{t2(n-1)} + X_{2(n)} + X_{t2(n)} \\
 &\vdots \\
 M_i &= m_{0(i)} + X_{i(i+1)} + X_{ti(i,i+1)} + \dots + X_{ti(i)(n-1)} + X_{i(n)} + X_{ti(i)(n)} \\
 &\vdots \\
 M_{n-1} &= m_{0(n-1)} + X_{n-1(n)} + X_{t(n-1)(n)} \\
 M_n &= 0
 \end{aligned} \tag{28}$$

となる。

3. 計算の実行

前節の計算方法にしたがって電算用プログラムを作成し、図-2のように片端より1径間ごとに張出し施工を

報 告

行なうとして計算を行なった。

(1) パラメーターとして入力するデータ

入力するデータは以下のとおりである。

- 径間数
 - 各径間の径間長
 - 各径間の張出し長
 - 断面2次モーメント
 - 単位体積重量
 - 主桁各点の断面積
 - 支点および中央横桁重量
 - 各施工区間の施工時間
 - クリープ係数
 - クリープ補正係数
- } または各施工段階のプレストレスによる曲げモーメント

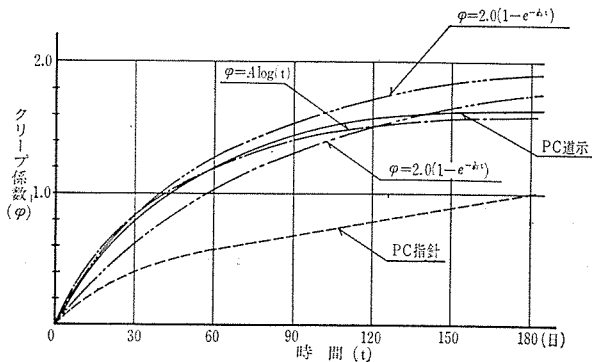
クリープの進行度について、日本道路協会プレストレストコンクリート道路橋示方書(以下PC道示)、土木学会プレストレストコンクリート設計施工指針(以下PC指針)では、表-1のように定められている(図-14参照)。

表-1 クリープ進行度

時間 t (日)	30		60		90		120		180	
	φ	φ/φ_{∞}	φ	φ/φ_{∞}	φ	φ/φ_{∞}	φ	φ/φ_{∞}	φ	φ/φ_{∞}
PC道示	0.80	40	1.10	55	1.20	60	1.50	75	1.60	80
PC指針	0.40	20			0.67	33			1.00	50
$2.0(1-e^{-1/60t})$	0.79	40	1.26	63	1.55	78	1.73	87	1.90	95
$2.0(1-e^{-1/80t})$	0.63	32	1.05	53	1.35	68	1.40	70	1.79	90
$A \log t$	1.01	52	1.21	61	1.33	67	1.41	71	1.51	76

注: $\varphi_{\infty}=2.0$ として φ/φ_{∞} を百分率で表した

図-14 クリープ進行度



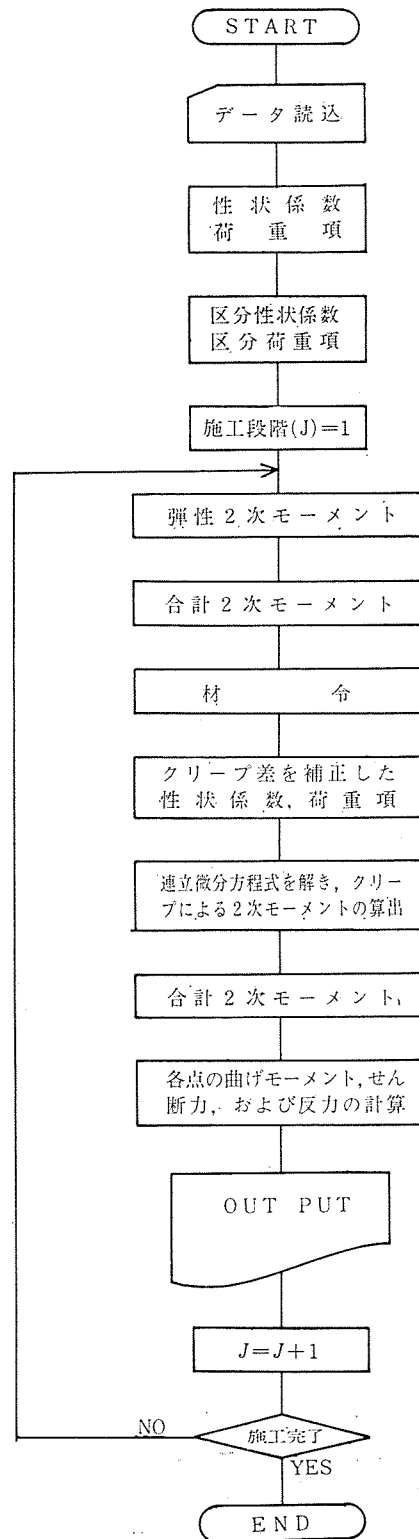
ここでは、クリープ曲線として式(3)を用い、クリープ補正係数 $x=1/60, 1/80$ 、クリープ係数 $\varphi_{\infty}=2.0$ として計算し表-1に加えた。

クリープ補正係数 $x=1/60\sim 1/80$ がPC道示に近い値となる。

(2) 計算の流れ図

計算の流れ図を 図-15 に示す。

図-15 流れ 図



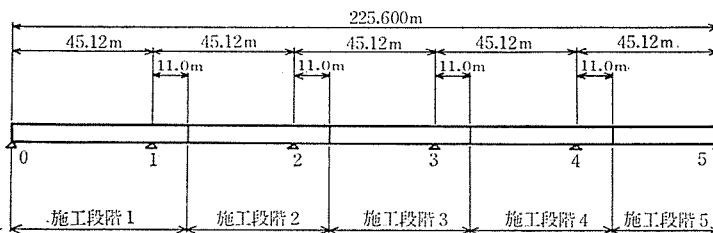
なお計算は電電公社科学技術計算サービス(DEMOS)を利用した。連立微分方程式は同公社サブルーチンプログラムを用い、Milne法で解いた。

4. 計算例と考察

図-16のような5径間連続桁(スパン45.12m, 張出

し長 11.0 m, 主桁断面積 7.17 m² の等径間, 等断面) を考える。式(3)に示したクリープ曲線で, クリープ係数 $\phi_{\infty}=2.0$, クリープ補正係数 $x=1/60$ とし, 1 施工区間を 60 日で施工した場合を基準として, パラメーターのうち, 張出し長, クリープ補正係数, 施工時間を変えて, その影響を考察した。

図-16 計 算 例



(1) 計 算 例

表-2 に上記基準条件による計算例を示した。

各パラメーターを変化させて計算した結果を表-3 に示す。

(2) 考 察

a) 2 次モーメント 2 次モーメントに影響を与える因子としては,

- 1) クリープ係数
- 2) クリープ進行度 (クリープ補正係数)
- 3) 施工時間

4) 張出し長

が考えられる。

ここでは, クリープ係数は $\phi_{\infty}=2.0$ で一定とし, 他の3つの因子について検討を行なった。

① クリープ補正係数と一施工区間の施工時間: クリープ補正係数と施工時間は, クリープ曲線の仮定から (クリープ補正係数) × (考えている径間の支保工撤去からの時間)

で作用し, 両者の積によりある径間施工時までの各径間のクリープ進行の割合が決定される。したがって, この

表-2

a) **** BUNKATU SEKŌ-SARERU RENZŌKUGETA NO CONCRETE NO CREEP NI YŌRU MŌMENT ***

NO	径間長 SPAN (M)	張出し長 HARIDASHI (M)	施工時間 (日) SEKŌ-JIKAN (DAY)
1	45.120	0.000	60.
2	45.120	11.000	60.
3	45.120	11.000	60.
4	45.120	11.000	60.
5	45.120	11.000	60.

単位重量 (w)
TAN-I JU-RYO- W= 2.500 (T/M3)
クリープ補正係数 (x)
CREEP HŌSEI KEISU- ALF= 0.01667
クリープ係数 (ϕ_{∞})
CREEP KEISU- PHI= 2.000

断面二次モーメント
DAMMEN NIJI MŌMENT (M4)

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
3	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
4	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

断面積
DAMMEN-SEKI (M2)

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700
2	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700
3	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700
4	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700
5	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700	7.1700

横 桁
YŌKŌ GETA
支 点
SHITEN 中央
CHU-Ō (T)

NO	支 点 SHITEN	中 央 CHU-Ō (T)
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00

b) **** SEKŌ- DANKAI NO MŌMENT ****
支 点モーメント

表-2

c) 1 KEIKAN SEKŌ-GŌ NO DANMEN RYŌKU

UPPER - SENDAN RYŌKU (T) せん断力
LOWER - MAGE MOMENT (TM) 曲げモーメント

SPAN 1

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	380.35	299.48	218.60	137.72	56.84	-24.04	-104.91	-185.79	-266.67	-347.55	-428.42
M	0.00	1533.69	2702.47	3506.32	3945.25	4019.27	3728.36	3072.53	2051.79	666.12	-1084.46

SPAN 2

NO.	1	2	3
S	197.17	116.30	35.42
M	-1084.46	-377.27	-34.99

*** SEKŌ-DANKAI (2) ***

d)

弾性二次モーメント DANSEI MOMENT (T.M) 合計二次モーメント TOTAL MOMENT (T.M)

SHITEN HANRYŌKU 支点反力

NO.	1	2
R	380.35	625.60

NO	1	2
	-1576.5	-2661.0
	-1084.5	-1084.5

材令 ZAIREI (DAY) CREEP NO TEIGEN KEISU-^{e-x}

NO	1
	60.
	0.368

$\phi_{\infty}(1-e^{-x})$
CREEP KEISU- PHAI=1.264

クリープによる二次モーメント CREEP NI YŌRU MOMENT (T.M) 合計モーメント TOTAL MOMENT (T.M)

NO	1	2
	-1064.6	-3725.6
		-1084.5

d) 2 KEIKAN SEKŌ-GŌ NO DANMEN RYŌKU

UPPER - SENDAN RYŌKU (T)
LOWER - MAGE MOMENT (TM)

SPAN 1

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	321.82	240.94	160.06	79.18	-1.69	-82.57	-163.45	-244.33	-325.20	-406.08	-486.96
M	0.00	1269.58	2174.24	2713.98	2888.80	2698.71	2143.69	1223.75	-61.11	-1710.88	-3725.58

SPAN 2

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	462.92	382.05	301.17	220.29	139.41	58.54	-22.34	-103.22	-184.10	-264.98	-345.85
M	-3725.58	-1819.33	-278.00	898.41	1709.90	2156.48	2238.13	1954.86	1306.67	293.56	-1084.46

SPAN 3

NO.	1	2	3
S	197.17	116.30	35.42
M	-1084.46	-377.27	-34.99

SHITEN HANRYŌKU

NO.	1	2	3
R	321.82	949.88	543.03

表-2

e) *** SEKŌ-DANKAI (5) ***

NO	DANSEI MOMENT (T.M)	TOTAL MOMENT (T.M)
1	33.6	-3451.3
2	-136.5	-3078.4
3	519.9	-3036.6
4	-1972.4	-3056.8
5	0.0	0.0

NO	ZAIREI (DAY)	CREEP NO TEIGEN KEISU-
1	240.	0.018
2	180.	0.050
3	120.	0.135
4	60.	0.368

CREEP KEISU- PHAI=2.000

NO	CREEP NI YORU MOMENT (T.M)	TOTAL MOMENT (T.M)
1	-2.4	-3453.8
2	-104.2	-3182.6
3	219.1	-2817.5
4	-1195.5	-4252.3
5		0.0

f)

5 KEIKAN SEKŌ-GŌ NO DANMEN RYŌKU

UPPER - SENDAN RYŌKU (T)
LOWER - MAGE MOMENT (TM)

		SPAN 1										
NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S		327.84	246.96	166.09	85.21	4.33	-76.55	-157.42	-238.30	-319.18	-400.06	-480.93
M		0.00	1296.76	2228.60	2795.53	2997.53	2834.61	2306.78	1414.02	156.34	-1466.25	-3453.77

		SPAN 2										
NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S		410.40	329.52	248.64	167.77	86.89	6.01	-74.87	-155.74	-236.62	-317.50	-398.38
M		-3453.77	-1784.51	-480.17	459.25	1033.74	1243.32	1087.98	567.72	-317.46	-1567.56	-3182.58

		SPAN 3										
NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S		412.48	331.60	250.72	169.85	88.97	8.09	-72.79	-153.66	-234.54	-315.42	-396.30
M		-3182.58	-1503.94	-190.21	758.59	1342.48	1561.44	1415.49	904.61	28.82	-1211.89	-2817.53

		SPAN 4										
NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S		372.59	291.71	210.83	129.96	49.08	-31.80	-112.68	-193.55	-274.43	-355.31	-436.19
M		-2817.53	-1318.86	-185.12	583.70	987.61	1026.59	700.66	9.80	-1045.97	-2466.67	-4252.28

		SPAN 5										
NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S		498.63	417.75	336.88	256.00	175.12	94.24	13.37	-67.51	-148.39	-229.27	-310.14
M		-4252.28	-2184.91	-482.47	855.06	1827.67	2435.36	2678.12	2555.97	2068.90	1216.91	0.00

SHITEN HANRYŌKU

NO.	1	2	3	4	5	6
R	327.84	891.33	810.86	768.89	934.82	310.14

報 告

表-3 計算結果 $\phi=2.0 \quad x=1/60$

タイプ	パラメーター					施工段階	2次モーメント						
	張出長し(m)	各施工段階の施工時間(日)					支 点 番 号						
		1	2	3	4		5	1	2	3	4		
A	11	60	60	60	60	60	1	-1085					
							2	-3726	-1085				
							3	-3290	-3511	-1085			
							4	-3485	-2942	-3557	-1085		
							5	-3454	-3183	-2818	-4252		
B	11	0	0	0	0	0	1	-1085					
							2	-2659	-1085				
							3	-2243	-2761	-1085			
							4	-2350	-2316	-2768	-1085		
							5	-3592	-2801	-2774	-3692		
C	11	10	10	10	10	10	1	-1085					
							2	-3054	-1085				
							3	-2848	-2934	-1085			
							4	-3119	-2538	-2988	-1085		
							5	-3561	-2873	-2754	-3800		
D	11	30	30	30	30	30	1	-1085					
							2	-3450	-1085				
							3	-3187	-3202	-1085			
							4	-3424	-2743	-3269	-1085		
							5	-3504	-3006	-2746	-4001		
E	11	90	90	90	90	90	1	-1085					
							2	-3873	-1085				
							3	-3313	-3746	-1085			
							4	-3494	-3095	-3772	-1085		
							5	-3441	-3333	-2932	-4441		
F	11	∞	∞	∞	∞	∞	1	-1085					
							2	-4105	-1085				
							3	-3327	-4244	-1085			
							4	-3532	-3412	-4254	-1085		
							5	-3468	-3671	-3268	-4824		
G	11	60	90	60	60	60	1	-1085					
							2	-3699	-1085				
							3	-3261	-3514	-1085			
							4	-3457	-2947	-3556	-1085		
							5	-3427	-3188	-2817	-4252		
H	11	60	60	90	60	60	1	-1085					
							2	-3888	-1085				
							3	-3348	-3604	-1085			
							4	-3510	-3060	-3545	-1085		
							5	-3462	-3317	-2800	-4255		
I	11	60	60	60	90	60	1	-1085					
							2	-3726	-1085				
							3	-3261	-3624	-1085			
							4	-3479	-2988	-3638	-1085		
							5	-3444	-3198	-2922	-4241		
J	11	60	60	60	60	90	1	-1085					
							2	-3726	-1085				
							3	-3291	-3511	-1085			
							4	-3502	-2922	-3676	-1085		
							5	-3457	-3173	-2824	-4142		
K	8	60	60	60	60	60	1	-574					
							2	-3735	-574				
							3	-3188	-3545	-574			
							4	-3418	-2859	-3590	-574		
							5	-3383	-3126	-2789	-4142		

L	15	60	60	60	60	60	1	-2017					
							2	-3719	-2017				
							3	-3468	-3458	-2017			
							4	-3596	-3086	-3504	-2017		
							5	-3569	-3272	-2866	-4419		

下線部は基準条件から変化させた値を示す

図-17 施工時間の相違による2次モーメントの変化

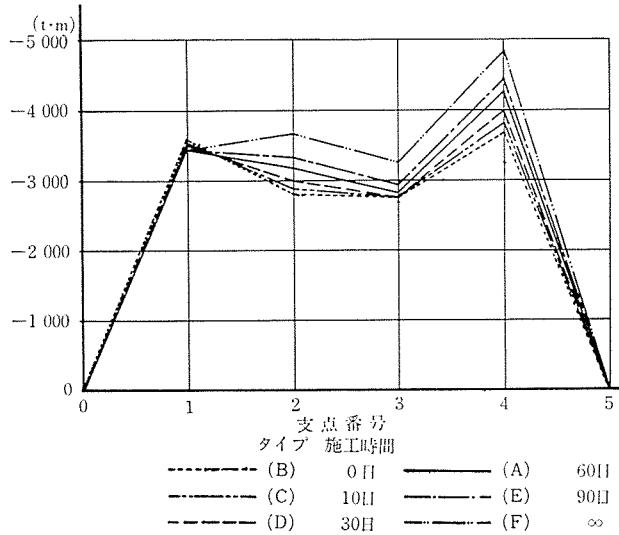


表-4

タイプ	張出長 l_1	l_1/l
A	8 m	0.177
K	11	0.244
L	15	0.332

$l=45.12 \text{ m}$

場合の計算2次モーメントはクリープ曲線の初期の形、施工速度の取り方によって大きく異なると思われるので、クリープ補正係数 x の値の選定については十分検討する必要がある。

本計算例では、各径間が0日、10日、30日、60日、90日、1000日で施工された場合について計算したが、施工時間30~90日で、その間に生ずるクリープ差が15~20%程度ならば、施工時間差による2次モーメントの差異はほとんど生じなかった(図-17参照)。

また突発的な事故等により、ある施工区間のみ施工時間が異なるとしても、各径間の施工時間に幅をもたせ検討すればよいと考えられる(表-3参照)。

グリュストワーゲンやサントルオートランスールと呼ばれる架設車(写真-1参照)を用いて急速施工する場合、すなわち、クリープの進行に比し施工速度がきわめて速い場合は、分割施工したものを同時に連結し、連結後にクリープが発生する状態に近づくと考えられるが、本計算例では各径間施工時間10日以内でDischingerの近似式((29)後述)に近い値を示している(図-17, 表-3参照)。

図-18 張出し長の相違による2次モーメントの変化

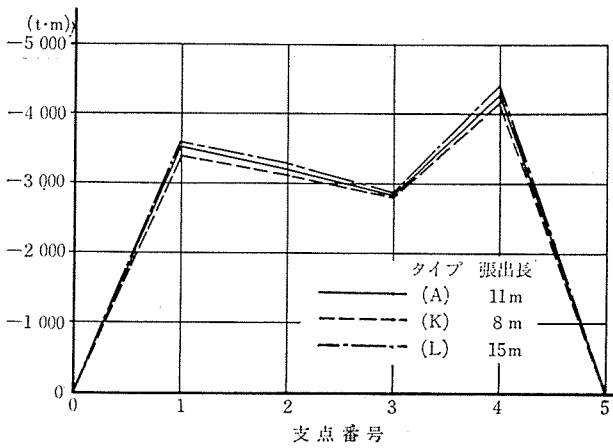


図-21 2次モーメントの時間的变化 (支点番号3)

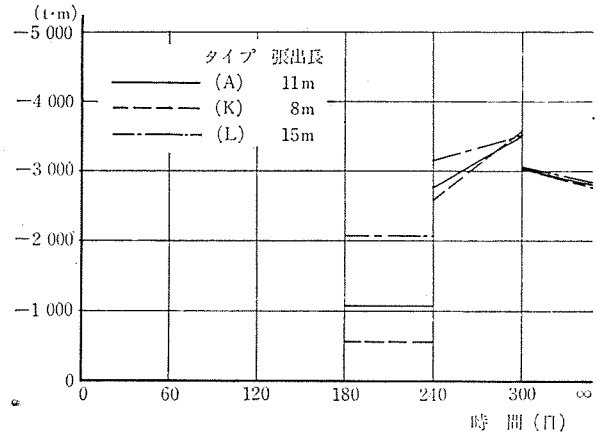


図-19 2次モーメントの時間的变化 (支点番号1)

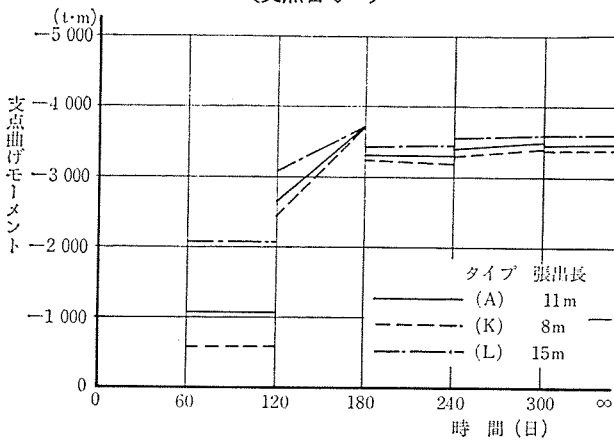


図-22 支点曲げモーメントの時間的变化 (支点番号4)

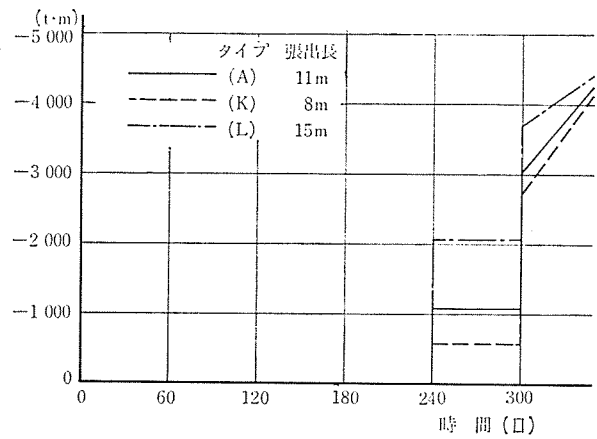


図-20 支点曲げモーメントの時間的变化 (支点番号2)

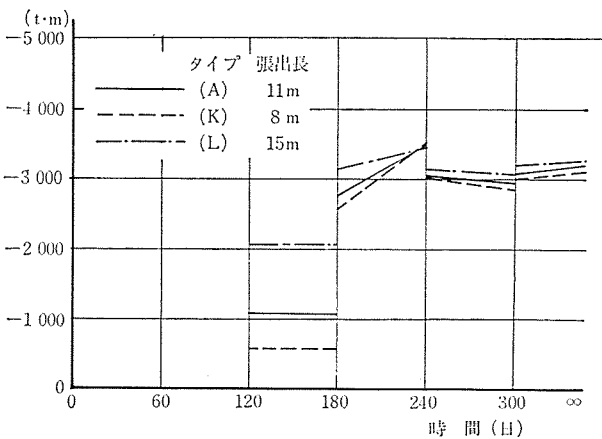
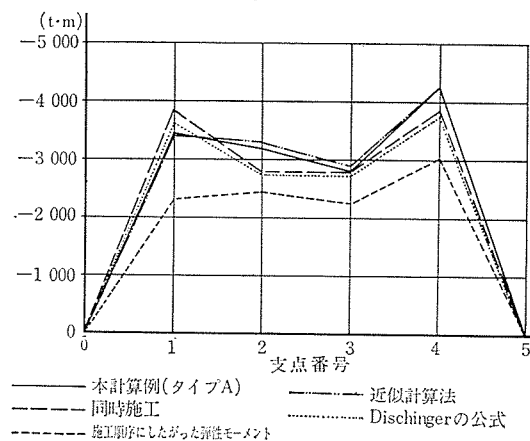


図-23 各種計算法による2次モーメントの比較



② 張出し長：クリープ補正係数 $\alpha=1/60$ ，1 施工区間の施工時間を 60 日（一定）としたとき，張出し長を表-4 の3種について検討した。

張出し長が異なる場合，施工直後の片持ばり状態での支点モーメントには，かなりの差があるにもかかわらず最終値には大きな相違は見られなかった。

また，各施工段階ごとに2次モーメントの変化を追跡

してみると，クリープによる2次モーメントは，次の次の施工区間が完了するまでにほぼ終了し，弾性モーメントの減少とあいまって急速に最終値に近づく傾向が見られた（図-18～22 参照）。

(2) 近似式との比較

一般に使用されている Dischinger の近似計算法

$$X_{t=\infty} = X_B + (X_L - X_B)(1 - e^{-\varphi}) \dots\dots\dots(29)$$

X_L : 同時施工した場合の不静定力

X_B : 施工順序にしたがった弾性的な不静定力

で分割施工したものを同時に連続するものとして計算した結果では、施工速度の速い場合（計算例では 10 日以内）をのぞいては、かなりの差が見られた（表—5、図—23 参照）。

また、式 (29) から $X_{t=\infty}$ は X_B と X_L との間に入るが、この計算結果からは両者の間に必ずしも入らなかった（図—23 参照）。

猪股俊司博士の近似計算(注) とは、かなりよく一致した（図—23 参照）。

5. あとがき

分割して施工される連続桁のクリープの影響について例題を用い、種々の条件を与え、その傾向を調べようと試みた。しかし今回は、等径間、等断面の自重についての計算のみにとどめたので、全般的な結論を出すには至らなかった。

しかし、径間数、異径間、変断面などの影響を考慮するのは、さらに困難であろう。実際の構造物の設計、施

注：“分割施工される連続桁のコンクリートクリープによるモーメント変化計算法”
株式会社 日本構造橋梁研究所 資料

表—5 各種計算法による 2 次モーメント (t·m)

	支 点 番 号			
	1	2	3	4
同 時 施 工	-3 841	-2 811	-2 811	-3 841
クリープを考慮しない 場合	-2 324	-2 458	-2 251	-3 057
近 似 計 算 法*	-3 415	-3 306	-2 920	-4 249
Dischinger の 公 式	-3 634	-2 782	-2 736	-3 735

注：クリープ係数は $\varphi = A \log t$ と仮定し、1 施工間の施工時間を 60 日と仮定

工については、そのつど施工条件の変化による断面力の上下限、傾向を検討しなければならないと思う。

また、実際の設計、施工ではプレストレスによる影響も考慮して総合的に判断しなければならないであろう。

なお、クリープによるモーメント変化の計算方法について、日本構造橋梁研究所 猪股俊司博士のご指導を賜った。ここに厚く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 猪股俊司：不静定構造物においてクリープにより発生する不静定力の計算方法，セメントコンクリート No. 197, 1963.7
- 2) Herbert Wippel : Kriechbedingte Zwängungen bei Betonkonstruktionen” Die Bautechnik 2/1969
- 3) 西山・徳良・中村・山本：PC 3 径間連続桁分割施工におけるクリープにより発生する 2 次不静定力について，プレストレス コンクリート Vol. 6, No. 1 Feb. 1964
1972. 4. 10・受付

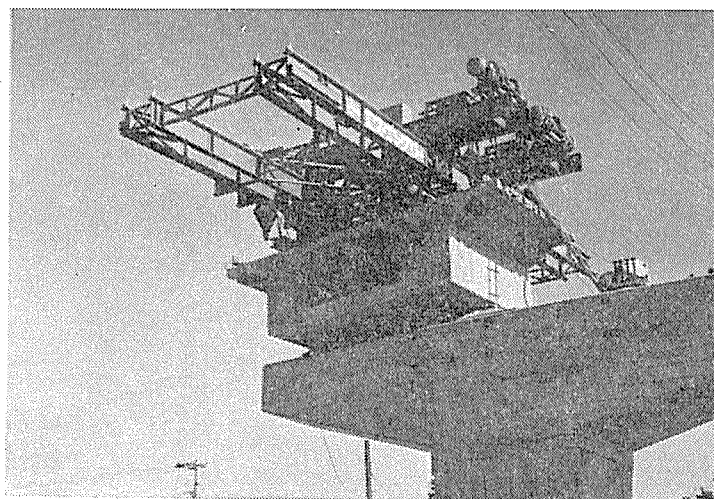
転勤（または転居）ご通知のお願い

勤務箇所（会誌発送，その他通信宛先）の変更のご通知をお願いいたします。

会誌発送その他の場合，連絡先が変更になっていて，お知らせがないため郵便物の差しもどしをうけることがたびたびあります。不着の場合お互いに迷惑になるばかりでなく，当協会としましては二重の手数と郵送料とを要することになりますので，変更の場合はハガキで結構ですからただちに ご一報下さるようお願いいたします。

ご転勤前後勤務先に送ったものがそのまま転送されなくてご入手になれない場合等は，当方として責任を負いかねますからご了承願います。

PC架設機 の 設計・製作



プレキャストブロック架設機
(首都高速3号線)

三信工業株式会社

東京都千代田区神田錦町1-4 (滝本ビル5階)

TEL (294) 5131・5132

PAT No. 467194
532878

LPPセンターホール
ジャッキ

PC同時緊張機
PAT No. 569584

PC・各工法用ジャッキ・ポンプ・油圧機器・試験機

OX山本扛重機株式会社

東京都中央区新富1-6-3
TEL 東京(551)局2115~9