

和歌山工業高等専門学校 正会員 中本 純次
同上 同上 戸川 一夫

1. まえがき: 膨張コンクリートを利用して構造物の力学的特性の改善を計る場合, 導入されるケミカルプレストレスの量を予測することが重要である。本研究は, 膨張コンクリートを用いたR.C梁および鋼合成桁の膨張分布を推定しようとするものである。

2. 実験概要: セメントは, 普通ポルトランドセメント(340 kg/m^3), 膨張材は, デニカCSA #20(60 kg/m^3)を用いた。骨材は: 普通骨材(川砂および硬質砂岩碎石の組合せ)および人工軽量骨材の2種類を使用した。供試体は, 打込み直後から材令1日までめれ布養生を行ない, 材令1日で脱型して, 材令4日まで散水養生(20 $^{\circ}\text{C}$)し, 以後, 材令9日まで乾燥養生(20 $^{\circ}\text{C}$, R.H.50%)した。なお, 単位水量は180 kg/m^3 , 細骨材率は43%である。

3. 梁の膨張分布および応力分布の推定方法: 部材断面に導入されるケミカルプレストレスの推定についてはいくつか報告されているが, 同一断面に正負の応力が作用する場合, あるいは初期の弾性係数およびクリープ係数の把握等いろいろ問題が残されているようである。本方法は, 六車の提案した方法に準じて, ケミカルプレストレスを算定しようとするものである。六車の提案式は(1)式である。

$\delta_p(t) = \delta_o(t) / (1 + E_s/E_c \cdot P)$ —(1) ここに, $\delta_p(t)$: 鋼材比Pにおける拘束膨張量, $\delta_o(t)$: 有効自由膨張量, P: 鋼材比, E_s : クリープひずけを含めためかけの弾性係数, E_c : 鋼材の弾性係数。(1)式は, 最低2段階の鋼材比をもつ供試体の拘束膨張量を求めておけば, $\delta_o(t)$ と $E_s/E_c = n$ を算定することができる。今回の研究では, 5段階の鋼材比について拘束膨張量を実験的に求め, $\delta_o(t)$ と n を求めた。

図-1に示す拘束膨張量の結果より n 値を求めると図-2のようになる。(1)式でめかけの弾性係数 E_s が求まると, 梁のひずみ分布の算定はつぎのようにした。例えば, 図-3に示す梁については

$\delta_o(t) = T_1/(E_c \cdot A_{c1}) + T_2 \cdot e/(E_c \cdot I_{c1}) + T_3/(A_s \cdot E_s)$ —(2), $\sigma = (E_s - E_c) / A_s' = T_2 \cdot e / (E_c \cdot I_{c1})$ —(3) と書ける。また, $T_1 = E_s \cdot A_{s1}$, $T_2 = E_s \cdot A_{s2} = T_1 \cdot A_{s2}' / A_{s1}'$ —(4) ここに, I_{c1} : コンクリートの断面2次モーメント。計算手順として, まず e を仮定し, これを(2)式に代入して T を求め, さらにその T を(4)式に代入して E_s , E_c を求め, (3)式の第二式および第三式の値が等しくなる e を逐次計算により求めて膨張分布を推定した。梁の応力分布は, (2)式において求めた T , e を用いて, $\sigma = T/A_c + M/I_{c1}$ より求めた。ここに, $M = T \cdot e$, y : ケミカルプレストレス力の合力作用点からの距離(上方を正)。

4. 合成桁の膨張分布および応力分布の推定: 本研究では, (1)式により算出しためかけの弾性係数 E_s を用いて, 次式により合成桁のひずみ分布を求めてみた。 $\epsilon(x) = \int_0^x (A_c/A_v(t) + A_c \cdot e(t)/I_v(t)) \cdot y) (\delta_o(x)) \cdot dt$ —(5) ここに, $\epsilon(x)$: 合成断面中立軸からの距離 y (上

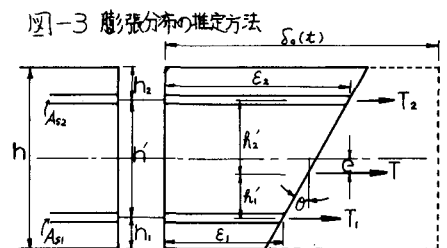
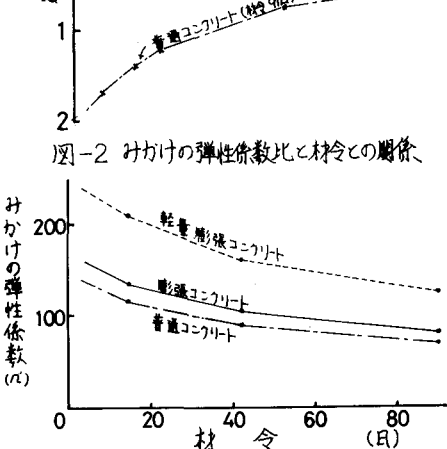
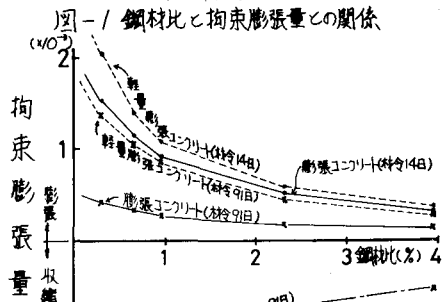


図-4 梁の膨張ひずみ分布

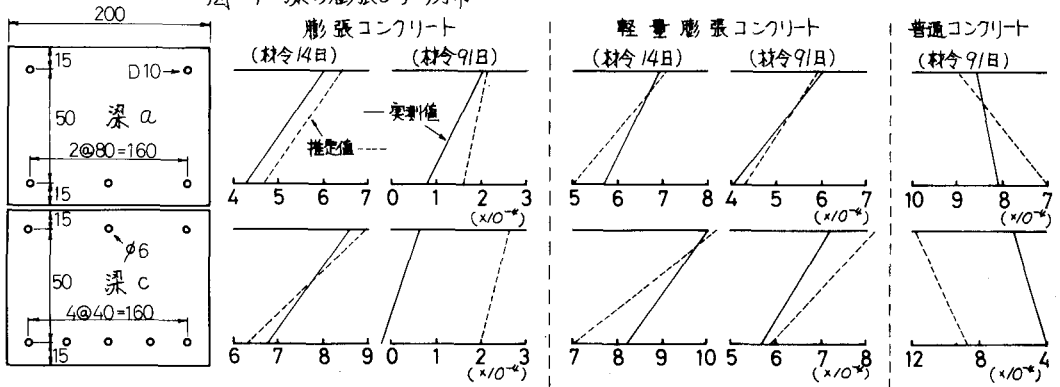


表-2 鋼合成桁の推定応力分布 (kg/cm²)

供試体種類	材令 (日)	コンクリート 上縁	コンクリート 下縁	鋼桁 上縁	鋼桁 下縁
膨張コンクリート	14	-30	-33	169	-52
	91	-12	-13	80	-24
軽量膨張コンクリート	14	-33	-33	131	-39
	91	-30	-31	159	-47
普通コンクリート	91	52	55	-379	112

—は圧縮応力を示す。

表-1 梁の膨張分布および応力分布

供試体種類	梁種類	材令 (日)	ひずみの実測値 (x/10 ⁻⁴)		ひずみの推定値 (x/10 ⁻⁴)		応力の推定値 (kg/cm ²)	
			ϵ_1	ϵ_2	ϵ_1	ϵ_2	σ_1	σ_2
膨張コンクリート	a	14	432	600	470	640	-25.9	-23.2
		91	80	200	159	208	-8.8	-7.5
	c	14	680	860	638	899	-23.2	-19.0
		91	30	60	207	275	-7.5	-5.7
軽量膨張コンクリート	a	14	570	690	500	701	-27.5	-25.4
		91	400	600	433	590	-23.9	-21.4
	c	14	820	1000	702	1034	-25.5	-22.1
		91	570	720	588	825	-21.4	-17.5
普通コンクリート	a	91	-810	-870	-699	-902	-38.5	-32.3
	c	91	-400	-600	-894	-1171	-32.5	-24.3

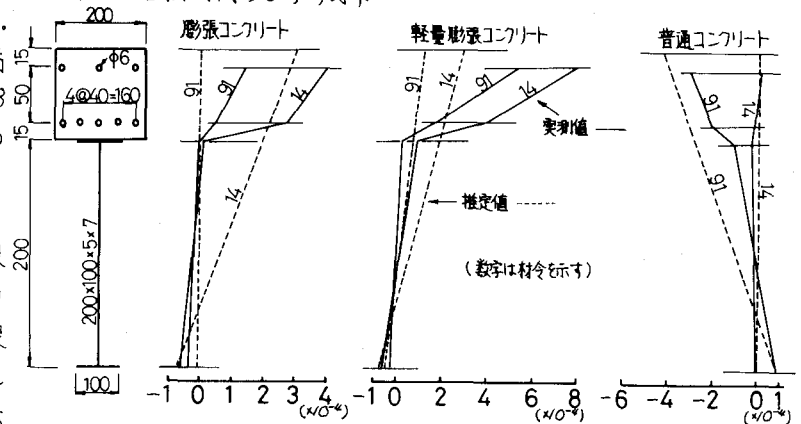
添字 1は下側鉄筋位置, 2は上側鉄筋位置を示す。—は圧縮応力を示す。

方を正)における膨張ひずみ, $A_v(t)$: 合成断面の換算断面面積, $e(x)$: 合成断面中立軸とコンクリート圆心との距離, $\delta_s(t)$: 有効自由膨張量, $I_v(x)$: 合成断面2次モーメント。各材令におけるひずみ分布は, (5)式を計算機により数値積分して求めた。合成桁の応力分布は, 道路橋示方書(日本道路協会, S.48年2月)の合成桁の応力度の求め方に従った。

5. 実験結果とその考察:

本方法により推定したR.C梁の膨張ひずみ分布および応力分布を表-1に示す。R.C梁の膨張ひずみ分布の実測値と推定値との比較は図-4に示

図-5 鋼合成桁のひずみ分布



している。R.C梁の膨張ひずみ分布について, 本方法によって膨張コンクリート, 軽量膨張コンクリートともに各材令におけるひずみ分布をほぼ予測しうられるが, より精度を高める必要もあると考えている。合成桁のひずみ分布に関しては, 図-5に実測値と理論値を示しているが, コンクリートのひずみ分布が理論値より大さくなる傾向がある。この点に関しても今後検討する必要がある。

なお, 本研究を行なうに際し種々ご指導いただきました。京都大学, 小林助教授に深謝いたします。

参考文献: 1) 六車, 他: CSAコンクリートの有効自由膨張ひずみに関する研究, 第1報, 5月, 1971。