

PC 用として適切なコンクリートの圧縮強度の範囲について

宮 崎 義 成*

1. ま え が き

PC部材は改めていうまでもなくコンクリートとPC鋼材の組合せ部材である。したがって、用いるPC鋼材の強度、材質、量に応じて適切なコンクリート圧縮強度の範囲が経済的にもまた力学的にもあるはずである。

PC鋼材のリラクセーション、コンクリートの乾燥収縮クリープの影響によってプレストレスは減少する。このうちコンクリートの乾燥収縮クリープは、コンクリートの水セメント比、単位セメント量、外気の湿度、部材の形状、プレストレスの導入時期等に左右される。ゆえにプレストレスを与えるとき、ある限度以下の圧縮強度を有するコンクリートを用いるのはプレストレスの減少量が大きくなり過ぎ明らかに不経済である。

一方、PC鋼材のひずみがある値に達する前に圧縮部のコンクリートが破壊するか、または圧縮部のコンクリートが破壊しなくてもPC鋼材のひずみが過大なある値になれば部材の変形は非常に大となり、使用目的に対して不適当な状態となる。この状態を“破壊”とみなせば、コンクリートがある限度以上の圧縮強度を有していても、両材料を有効適切に利用するという点からは意味のないものとなる。なお、このコンクリート圧縮強度の上限は当然用いられるPC鋼材の量、強度に左右されるものである。

本論文では、このような点を考慮して種々の条件のもとでのPC用として適切であると考えられるコンクリート圧縮強度の一応の範囲を求めたものである。PCを作るのに最も経済的なコンクリートの圧縮強度というものは現場での施工性、材料費、労務費等に左右されるので単純には論じられないが、本論文では、材料を力学的な面から有効に利用するためのコンクリートの圧縮強度上下限について論ずることとする。

2. コンクリートの乾燥収縮、クリープによるプレストレスの減少量とコンクリート圧縮強度との関係

(1) コンクリートの配合

設計基準強度 σ_{ck} が材令 28 日で 300, 400, 500 kg/cm² の 3 種類のコンクリートについて考える。

早強ポルトランドセメントを使用し、スランプは 5~8 cm と仮定し、水セメント比、単位セメント量を表 1 のように仮定する。

表-1 コンクリートの水セメント比、単位セメント量

設計基準強度 σ_{ck} (kg/cm ²)	水セメント比 W/C (%)	単位水量 W (%)	単位セメント量 C (kg)
300	50	170	340
400	40	170	425
500	35	170	485

組骨材最大寸法 25 mm

(2) 部材の外気湿度と断面仮想厚

コンクリートの乾燥収縮、クリープは部材をとりまく外気の湿度と部材の形状に左右される。

外気の相対湿度が小さいほど、コンクリートの乾燥収縮クリープは大きくなる。また、同一断面積の部材に対し部材の外気に接する表面積が大きいほどコンクリートの乾燥収縮、クリープは大きくなる。この部材の形状を表わすバロメーターとしては通常断面積と外気に接する周長の 1/2 との比をもって表わされる“断面仮想厚”と呼ばれるものが用いられる。

相対湿度の大小と断面仮想厚の大小との組合せによって、大別して次の 3 つの場合が考えられる。

- 1) 最悪状態：乾燥した外気中で部材の仮想厚が小さく、乾燥収縮、クリープが最も大きいときで、湿度を 50%、仮想厚を 10 cm と仮定する。
- 2) 普通状態：平均的な湿度および仮想厚で、乾燥収縮、クリープが普通るとき。湿度を 70%、仮想厚を 20 cm (普通の T ビーム) と仮定する。
- 3) 最良状態：湿度が高く仮想厚が大きく、すなわちマッシュで乾燥収縮、クリープが最も小さいとき。湿度

* 極東鋼弦コンクリート振興株式会社

を 90%, 仮想厚さを 30 cm と仮定する。

(3) プレストレス導入時のコンクリート材令

プレストレス導入時のコンクリート材令が 3 日の場合 7 日の場合, および 14 日の場合の 3 通りについて考慮する。

(4) コンクリートの乾燥収縮およびクリープ係数

FIP-CEB の PC 指針¹⁾によると, 乾燥収縮度 ϵ_s は次の式で与えられる。

$$\epsilon_s = \psi \cdot \alpha_s \cdot \beta_s \cdot f(t)$$

ここに ψ : 基本乾燥収縮係数 外気湿度の関数である。湿度が小さいほど ψ は大きな値になる。

α_s : 仮想厚の関数 仮想厚が大となるほど α_s は小さくなる。すなわち, 断面積が一定でも外気に接する周長が小さいほど α_s は小さくなる。

β_s : コンクリート配合の関数 W/C が一定のときは, 単位セメント量が大きいほど β_s は大きく, 単位セメント量が一定のときは W/C が大きいほど β_s は大きくなる。

$f(t)$: 乾燥収縮進行度 $t \rightarrow \infty$ のとき $f(t) = 1.0$ コンクリートの材令 t の時点からの乾燥収縮量は $\{1 - f(t)\}$ で表わされる。

クリープについても同様で, クリープ係数 ϕ は次式で与えられる。

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot k \cdot f(t)$$

ここに ϕ_0 : 基本クリープ係数 外気湿度のみの関数である。湿度が小さいほど ϕ_0 は大きな値になる。

α_c : 仮想厚の関数 仮想厚が大となるほど α_c は小さくなる。

β_c : コンクリート配合の関数 W/C が一定

のとき, 単位セメント量が大きいほど β_c は大きくなる。単位セメント量が一定のとき, W/C が大きいほど β_c は大きくなる。

k : 最初に載荷するときのコンクリート材令に関する係数。材令の若いときに載荷するほど k は大きい。

$f(t)$: クリープの進行度を表わす。

$t \rightarrow \infty$ のとき $f(t) = 1.0$ である。

前記の各種係数を FIP-CEB 指針のグラフから求め乾燥収縮度とクリープ係数を計算すると表-2 のようになる。

(5) コンクリートのヤング係数

コンクリートのヤング係数は CEB-FIP の規準に従い $E_c = 21\,000 \sqrt{\sigma_{ck}}$ で表わすものとする¹⁾。

材令 28 日における圧縮強度を 1.0 とするとき, 材令 3 日, 7 日, 14 日での圧縮強度をそれぞれ 0.74, 0.87, 0.96 とすれば各材令における σ_{ck}, E_c は表-3 のようになる。

表-3 σ_{ck}, E_c の値 (kg/cm²)

設計基準強度	σ_{ck}			$E_c \times 10^5$		
	3 日	7 日	14 日	3 日	7 日	14 日
300	222	261	288	3.13	3.40	3.57
400	296	348	384	3.11	3.92	4.12
500	370	435	480	4.04	4.38	4.60

ただし σ_{ck} はコンクリートの圧縮強度, E_c はコンクリートのヤング率

(6) PC 鋼材図心位置におけるコンクリートの乾燥収縮クリープによるひずみ

プレストレスを導入したとき, PC 鋼材図心位置におけるコンクリートの応力度 σ_{c0} が 100 kg/cm² になる場合と 150 kg/cm² になる場合とについて考える。おのおの場合について(5)で求めた E_c を用いコンクリート

表-2 係 数 値

状 態	ψ	α_s	ρ_0	α_c	設計基準強度	β_s	β_c	プレストレス導入時	k	$f(t)$	$1 - f(t)$
最悪状態	36×10^{-5}	0.85	3.0	0.87	300	1.0	0.95	材令 3 日	1.2	0.15	0.85
普通状態	27×10^{-5}	0.65	2.5	0.75	400	1.0	0.85	材令 7 日	1.0	0.22	0.78
最良状態	12×10^{-5}	0.53	1.7	0.67	500	1.0	0.80	材令 14 日	0.9	0.30	0.70

乾 燥 収 縮 度, ク リ ー プ の 値

コンクリート設計基準強度 (kg/cm ²)	最 悪 状 態			普 通 状 態			最 良 状 態			
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	
乾燥収縮度 $\psi \alpha_s \beta_s (1 - f(t))$	材令 3 日	26.0 × 10 ⁻⁵			14.9 × 10 ⁻⁵			5.4 × 10 ⁻⁵		
	材令 7 日	23.9 × 10 ⁻⁵			13.6 × 10 ⁻⁵			5.0 × 10 ⁻⁵		
	材令 14 日	21.4 × 10 ⁻⁵			12.2 × 10 ⁻⁵			4.5 × 10 ⁻⁵		
ク リ ー プ 係 数 $\rho_0 \alpha_c \beta_c k$	材令 3 日	2.98	2.66	2.51	2.15	1.92	1.80	1.30	1.16	1.09
	材令 7 日	2.48	2.22	2.09	1.79	1.60	1.50	1.08	0.97	0.91
	材令 14 日	2.23	2.00	1.88	1.61	1.44	1.35	0.97	0.87	0.82

表-4 コンクリートの弾性ひずみ

σ_{ck} (kg/cm ²)	σ_{co} (kg/cm ²)	コンクリートの弾性ひずみ×10 ⁻⁵		
		材令 3 日	材令 7 日	材令 14 日
300	100	31.9	29.4	28.0
	150	47.9	44.1	42.0
400	100	27.7	25.5	24.3
	150	41.6	38.3	36.4
500	100	24.7	22.8	21.7
	150	37.1	34.3	32.6

の弾性ひずみ σ_{co}/E_c を求めると表-4 のとおりである。
 PC 鋼材図心位置におけるコンクリートの乾燥収縮、ク
 リープによるひずみ ϵ_t は次の式で近似的に求められそ
 の計算結果は表-5 のとおりである。

$$\epsilon_t = (\text{乾燥収縮ひずみ}) + (\text{弾性ひずみ}) \times (\text{クリープ係数})$$

(7) PC 鋼材引張応力の減少率

(6) で PC 鋼材図心位置におけるコンクリートの乾
 燥収縮、ク リープ によるひずみが求まったので、これ
 に PC 鋼材のヤング率 $2 \times 10^4 \text{kg/mm}^2$ を乗じると PC
 鋼材の引張応力減少量 $\Delta\sigma_p$ が近似的に求まる。

現在用いられている PC 鋼材のうち強度レベルの高い
 引張強度 190 kg/mm² のもの (7 本より 12.7 mm 等)
 と、比較的低い引張強度 150 kg/mm² のもの (単線 8

図-1 コンクリートの乾燥収縮クリープによ
 る PC 鋼材引張応力の減少率
 (早強ポルトランドセメント使用の場合)

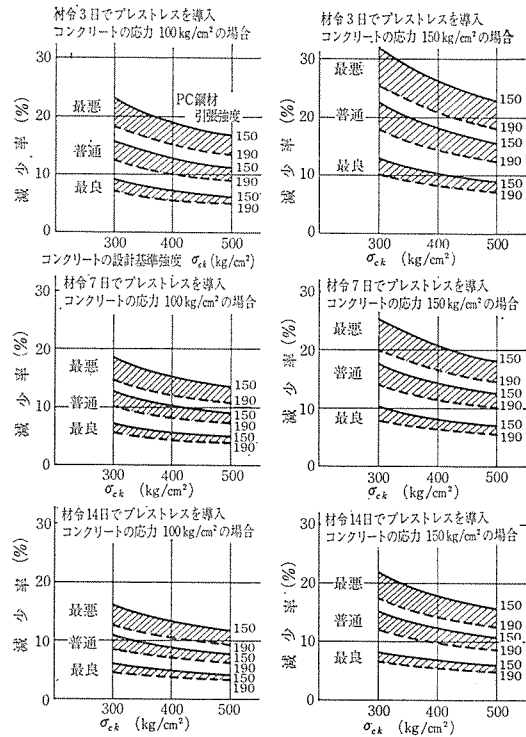


表-5 PC 鋼材図心位置コンクリートの乾燥収縮クリープによるひずみ

(10⁻⁵)

材 令	σ_{co}	3 日			7 日			14 日											
		最悪	普通	最良	最悪	普通	最良	最悪	普通	最良									
300	乾燥収縮ひずみ	26.0	14.9	5.4	26.0	14.9	5.4	23.9	13.6	5.0	23.9	13.6	5.0	21.4	12.2	4.5	21.4	12.2	4.5
	クリープひずみ	95.0	68.5	41.5	143.0	103.0	62.2	73.0	52.6	31.8	109.0	79.0	47.6	62.5	45.1	27.2	93.7	67.6	38.6
	全ひずみ	121.0	83.4	46.9	169.0	118.0	67.6	96.9	66.2	36.8	133.0	92.6	52.6	83.9	57.3	31.7	115.1	79.8	43.1
400	乾燥収縮ひずみ	26.0	14.9	5.4	26.0	14.9	5.4	23.9	13.6	5.0	23.9	13.6	5.0	21.4	12.2	4.5	21.4	12.2	4.5
	クリープひずみ	73.7	53.2	32.2	111.0	79.9	48.2	56.6	40.8	24.7	85.0	61.3	37.2	48.6	35.0	21.2	72.8	52.4	31.7
	全ひずみ	99.7	68.1	37.6	137.0	94.8	53.6	80.5	54.4	29.7	109.0	74.9	42.2	70.0	47.2	25.7	94.2	64.6	36.2
500	乾燥収縮ひずみ	26.0	14.9	5.4	26.0	14.9	5.4	23.9	13.6	5.0	23.9	13.6	5.0	21.4	12.2	4.5	21.4	12.2	4.5
	クリープひずみ	62.0	44.5	26.9	93.2	66.8	40.4	47.7	34.2	20.8	71.6	51.4	31.2	40.8	29.3	17.8	61.4	44.0	26.7
	全ひずみ	88.0	59.4	32.3	119.0	81.7	45.8	71.6	47.8	25.8	95.5	65.0	36.2	62.2	41.5	22.3	82.8	56.2	31.2

表-6 PC 鋼材引張応力の減少率

材 令	σ_{co}	3 日			7 日			14 日											
		最悪	普通	最良	最悪	普通	最良	最悪	普通	最良									
300	$\Delta\sigma_p$ (kg/mm ²)	24.2	16.7	9.4	33.8	23.6	13.5	19.4	13.2	7.4	26.6	18.5	10.5	16.8	11.5	6.3	23.0	15.9	8.6
	$\Delta\sigma_p/105$ (%)	23.1	15.9	8.9	32.2	22.4	12.8	18.5	12.6	7.1	25.3	17.6	10.0	16.0	11.0	6.0	21.9	15.1	8.2
	$\Delta\sigma_p/133$ (%)	18.2	12.5	7.1	25.4	17.7	10.1	14.6	9.9	5.6	20.0	13.9	7.9	12.6	8.6	4.7	17.3	12.0	6.5
400	$\Delta\sigma_p$ (kg/mm ²)	19.9	13.6	7.5	27.4	19.0	10.7	16.1	10.9	5.9	21.8	15.0	8.4	14.0	9.4	5.1	18.8	12.9	7.2
	$\Delta\sigma_p/105$ (%)	19.0	12.9	7.2	26.1	18.1	10.2	15.3	10.4	5.6	20.8	14.3	8.0	13.3	8.9	4.9	17.9	12.3	6.8
	$\Delta\sigma_p/133$ (%)	15.0	10.2	5.6	20.6	14.3	8.0	12.1	8.2	4.4	16.4	11.3	6.3	10.5	7.1	3.8	14.1	9.7	5.4
500	$\Delta\sigma_p$ (kg/mm ²)	17.6	11.9	6.5	23.8	16.3	9.2	14.3	9.6	5.2	19.1	13.0	7.2	12.4	8.3	4.5	16.5	11.2	6.2
	$\Delta\sigma_p/105$ (%)	16.7	11.3	6.2	22.7	15.5	8.7	13.6	9.1	4.9	18.2	12.4	6.9	11.8	7.9	4.3	15.7	10.7	5.9
	$\Delta\sigma_p/133$ (%)	13.2	8.9	4.9	17.9	12.3	6.9	10.7	7.2	3.9	14.4	9.8	5.4	9.3	6.2	3.4	12.4	8.4	4.7

mm 等) について考える。

緊張直後の引張応力は引張強度の 7 割として
 $190 \times 0.7 = 133 \text{ kg/mm}^2$
 $150 \times 0.7 = 105 \text{ kg/mm}^2$ となる。

この初期引張応力に対して引張応力の減少率を求めると表-6 のようになり、これを図示すると図-1 のとおりである。

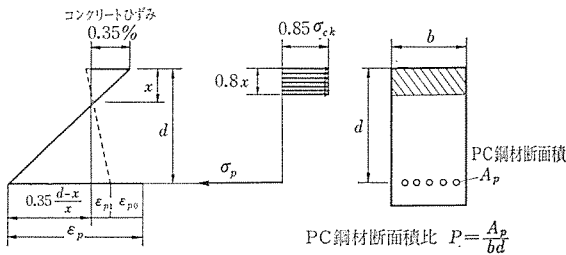
この図から明らかなことは、当然ながら、プレストレスを与える材令の古いほど、コンクリート圧縮強度の大きいほど、コンクリート応力度の小さいほど、また PC 鋼材引張強度の大きいほど、プレストレス減少率は小さいものとなる。また、コンクリートの圧縮強度が 500 kg/cm^2 以上では減少率の低下の割合は非常に小さくなっている。

3. 破壊時の PC 鋼材ひずみ制限によるコンクリートの圧縮強度について

(1) PC 鋼材のひずみとコンクリート圧縮強度

破壊時のひずみ分布と応力度分布を FIP-CEB の規準に基づき図-2 のように仮定する。

図-2 破壊時ひずみ分布と応力度分布の仮定



ここに ϵ_{p0} : 有効引張応力度に対する PC 鋼材のひずみ

ϵ_{p1} : コンクリート応力度が 0 となるまでの付加 PC 鋼材ひずみを表す。

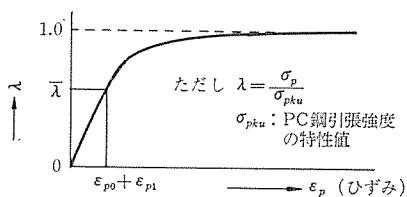
a) ひずみ分布より

$$\frac{0.35}{\epsilon_p - (\epsilon_{p1} + \epsilon_{p0})} = \frac{x}{d-x}$$

$$\therefore \frac{x}{d} = \frac{0.35}{0.35 + \epsilon_p - (\epsilon_{p1} + \epsilon_{p0})}$$

PC 鋼材の応力 $\sigma_p \sim$ ひずみ ϵ_p 曲線を $\epsilon_p = F(\lambda)$ で表す。ただし $\lambda = \sigma_p / \sigma_{pku}$ で σ_{pku} は PC 鋼材引張強度の特性値である。 $(\epsilon_{p1} + \epsilon_{p0})$ に対する λ を $\bar{\lambda}$ とすれ

図-3 PC 鋼材応力-ひずみ曲線



ば (図-3),

$$\frac{x}{d} = \frac{0.35}{F(\lambda) - \{F(\bar{\lambda}) - 0.35\}} \dots\dots\dots(1)$$

となる。

b) 応力のつり合いより

$$(0.8x)b(0.85\sigma_{ck}) = A_p \cdot \sigma_p$$

$$\therefore \frac{x}{d} = \frac{1}{0.68} \frac{A_p}{bd} \frac{\sigma_p}{\sigma_{ck}} = 1.47 \frac{A_p}{bd} \frac{\sigma_{pku}}{\sigma_{ck}} \lambda$$

$$W_p = \frac{A_p \cdot \sigma_{pku}}{bd \sigma_{ck}} = p \frac{\sigma_{pku}}{\sigma_{ck}} \text{ とおいて}$$

$$\frac{x}{d} = 1.47 W_p \cdot \lambda \dots\dots\dots(2)$$

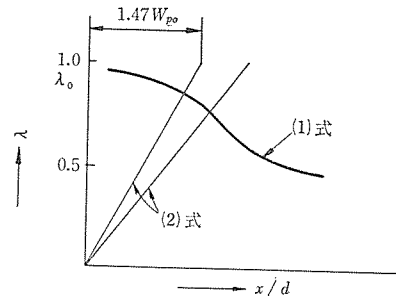
が得られる。

与えられた W_p に対して x/d を求めるには次の図解法を用いると容易である (図-4 参照)。

PC 鋼材の応力-ひずみ曲線 ($\lambda - \epsilon_p$ 曲線) (図-3) を用い式 (1) を $\lambda - d/x$ 座標で表す。この場合一般の設計では $\bar{\lambda} = 0.55 \sim 0.65$ である。式 (2) は $\lambda - d/x$ 座標において原点を通る直線で表わされ、式 (1) の曲線との交点が求める $\lambda, x/d$ を与える (図-4)。λ が求めれば PC 鋼材の応力-ひずみ曲線 ($\lambda - \epsilon_p$ 曲線) よりひずみ ϵ_p が求められる。

このひずみ ϵ_p をある値に制限すると、すなわち部材が完全に破壊することではなく非常に大きい変形が生ずることをもって、その部材の破壊と仮定すれば (たとえば、単純桁などでは変形が急激に増加するときの荷重と破壊荷重とはほとんど一致する) λ の限界値が求められる。λ がある限界値 λ_0 を越えてはならないとすれば式 (1) の勾配は $1/1.47 W_{p0}$ より小さくなければならない (図-4 参照)。すなわち、与えられた断面、PC 鋼材断面、引張強度の特性値に対してコンクリート圧縮強度

図-4 λ-d/x 座標



σ_{ck} の限界がある。この限界値を σ_{ck0} とすれば、

$$\frac{1}{1.47 W_{p0}} = \frac{bd \sigma_{ck0}}{1.47 A_p \sigma_{pku}} \geq \frac{1}{1.47 W_p} = \frac{bd \sigma_{ck}}{1.47 A_p \sigma_{pku}}$$

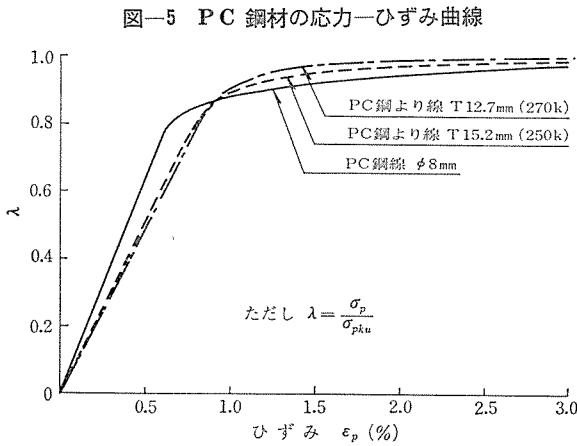
$$\therefore \sigma_{ck0} \geq \sigma_{ck} \text{ となる。}$$

部材“破壊”ときの PC 鋼材ひずみ ϵ_p は $1.5 \sim 2.0\%$ に制限するのが妥当である。すなわち、PC 鋼材ひずみ

増加を 1.0~1.5% とする。これは、ごく単純に考えれば PC 部材 1 m 区間に 3~5 mm の幅のひびわれが 3 本でことに相当する。

(2) コンクリート設計基準強度 σ_{ck} の限界値 σ_{ck0} の算出

図-5 に示す 3 種の PC 鋼材の $\lambda \sim \epsilon_p$ 曲線を用い、式(1)から $\lambda \sim x/d$ 図をえがく。以下簡単のため $\bar{\lambda} = 0.6$ と仮定する。各種 PC 鋼材について次のようになる。



φ 8 PC 鋼線

$$F(\bar{\lambda}) = 0.47 \quad x/d = 0.35 / \{F(\bar{\lambda}) - 0.12\}$$

T 15.2 PC 鋼より線

$$F(\bar{\lambda}) = 0.59 \quad x/d = 0.35 / \{F(\bar{\lambda}) - 0.24\}$$

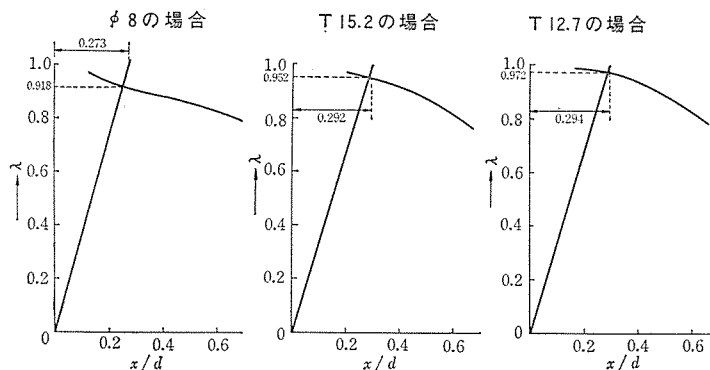
T 12.7 PC 鋼より線

$$F(\bar{\lambda}) = 0.61 \quad x/d = 0.35 / \{F(\bar{\lambda}) - 0.26\}$$

以上の式を用いて $\lambda \sim x/d$ 曲線をえがくと 図-6 のようになる。

PC 鋼材ひずみ増加量を 1.0% とすると破壊時 PC 鋼材ひずみは PC 鋼材の種類によって異なる (1.45~1.6%) が、これを 1.5% に制限するものとすれば、すなわち、完全な破壊ではないが非常に大きいひびわれを生じ変形が急増することを考え、使用目的からして破壊と考えることができるので、このひずみ制限は適当と考えられる。

図-6 $\lambda \sim x/d$ 曲線



$F(\bar{\lambda}) = 1.5$ のとき、 λ_0 を定めこれから W_{p0} を求めると各 PC 鋼材について次のようになる (図-6 参照)。

φ 8 PC 鋼線

$$\lambda_0 = 0.918 \quad 1.47 W_{p0} = 0.273 \quad \sigma_{pku} = 150 \text{ kg/mm}^2$$

$$\therefore \sigma_{ck0} = 15000 p / 0.1856 = 80800 p$$

T 15.2 PC 鋼より線

$$\lambda_0 = 0.952 \quad 1.47 W_{p0} = 0.292 \quad \sigma_{pku} = 165 \text{ kg/mm}^2$$

$$\therefore \sigma_{ck0} = 16500 p / 0.198 = 83300 p$$

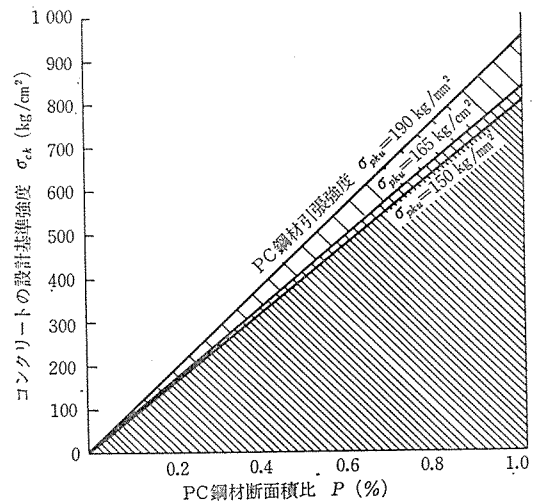
T 12.7 PC 鋼より線

$$\lambda_0 = 0.972 \quad 1.47 W_{p0} = 0.294 \quad \sigma_{pku} = 190 \text{ kg/mm}^2$$

$$\therefore \sigma_{ck0} = 19000 p / 0.200 = 95000 p$$

以上をまとめて図示すると 図-7 のようになる。

図-7 コンクリート設計基準強度の範囲



コンクリート圧縮強度の上限を図示する 図-7 によると、PC 鋼材断面積比 p が大となるほど圧縮強度の大きいコンクリートを用いることの意義が認められ、また PC 鋼材引張強度が大きいほど、同一 PC 鋼材断面積比 p の部材に対して大きい圧縮強度のコンクリートを用いる意味がある。PC 鋼材引張強度が特別に大きくならない限り、PC 鋼材断面積比 p が大きい場合を除いて、あまり大きい圧縮強度のコンクリートを用いても意味がない。

4. 結 論

(1) コンクリート設計基準強度の最小値について

図-1 より次のような結論が得られる。

PC 鋼材図心位置のコンクリート圧縮応力度が持続荷重作用状態で (プレストレス+死荷重) 100 kg/cm² 程度の PC 部材に、プレストレスを材令 3~7 日の間で導入するものとし、かつコンクリートの乾燥収縮、クリープを普通の状態として、プレストレスの減少を 15% 以内に押えらた

プレストレス コンクリート

めには、材令 28 日設計基準強度は 300 kg/cm^2 以上なければならない。したがって、現行の土木学会の PC 指針のコンクリート設計基準強度の最小値に対する規定は妥当である。

また上記と同一条件の部材を早期に、すなわち、材令 2~3 日程度でプレストレスを導入しようとするときには、コンクリートの設計基準強度は $350 \sim 400 \text{ kg/cm}^2$ 以上あることが望ましい。

また PC 鋼材中心位置のコンクリート圧縮応力度が 150 kg/cm^2 近くになる PC 部材に対しては、材令 7 日以後にプレストレスを導入することが望ましい。

以上の結論は早強ポルトランドセメントを使用した場合であり、普通ポルトランドセメントを使用した場合には、早強の材令 3 日が概略材令 14 日に相当し、早強の材令 7 日が概略材令 28 日に相当することを考えて、プレストレスを導入する時期その他を定めるのがよい。

(2) コンクリート設計基準強度の最大値について

PC 鋼材断面積比 p とコンクリート圧縮強度の最大値を示す図-7 から次のように結論できる。

PC 鋼材の引張強度が $150 \sim 190 \text{ kg/mm}^2$ の範囲のも

のについて、用いられるコンクリート設計基準強度の最大値と PC 鋼材断面積比 p との間に次の関係が成立する。

$$p=0.4 \sim 0.5 \% \text{ のとき } \sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$$

$$p=0.5 \sim 0.6 \% \text{ のとき } \sigma_{ck}=500 \text{ kg/cm}^2$$

$$p=0.6 \sim 0.7 \% \text{ のとき } \sigma_{ck}=600 \text{ kg/cm}^2$$

現在一般に市販されている PC 鋼材を用い、かつ現行の各種規定をもととして設計された PC 構造物では、PC 鋼材断面積比 p は通常 0.6% 以内となるので、コンクリート設計基準強度の最大値は 500 kg/cm^2 程度である。

これ以上の圧縮強度のコンクリートを用いて有効となるのは、PC 鋼材引張強度が特に大きくなったときか、または PC 鋼材断面積比 p を特に大きく設計した場合（たとえば桁高をきわめて低くした場合）のいずれかのときである。

注：1) FIP-CEB JOINT COMMITTEE

Practical recommendation for the design and construction of prestressed concrete structures 1966.

1969.12.15・受付

Freyssinet

METHODS

Freyssinet Prestressing

■ 営業種目 ■

- プレストレストコンクリートの計画・調査・設計・施工指導管理
- プレストレストコンクリート用機材の製造・販売・貸与・ゴム支承（フレッシュパッド・フレッシュパッド50・フレッシュパッド70・フレッシュパッドネオ・テフロンパッド・F.K.パッド）フラットジャッキ・伸縮継手の販売
- フロンテ・ジャッキング工法の計画・設計・実施

F.K.K.

極東鋼弦コンクリート振興株式会社

工学博士 取締役社長 藤田 亀太郎

東京都中央区銀座 6-2-10(合同ビル) 電話 (571) 8651~4