

1. まえがき

レジンコンクリートに使用される熱硬化性樹脂の内、比較的に安価で使用性の良い不飽和ポリエステルを用いたレジンコンクリートのPC部材への適性を検討するため、実際にはりを作製して、硬化収縮ひずみ、フレストレス導入時の変形、クリープによるフレストレス損失などを測定するとともに、曲げ試験も行ないその性状を調べた。

2. 実験概要

表-2に示すPC鋼線2本あるいは3本を表-4に示す力で緊張した後、表-1に表わす配合でレジンコンクリートを打設した。供試体の断面寸法は図-1に示す通りであり使用鋼線には図-2のようにワイヤーストレインゲージを貼付し、打設後の硬化収縮による緊張力の減少を測定している。表-3に示す弾性係数が得られる材令3日で図-1に示す供試体側面にストレインゲージを貼付し、フレストレスの導入を行なった。その後12日間クリープによるフレストレスの減少を測定した後、曲げ試験を実施した。このとき、弾性係数および諸強度の測定には $\phi 7.5 \times 15$ cm円柱を使用した。

3. 実験結果および考察

初期緊張力は3 ton, 4 ton を目標にしたがPCベンチの摩擦抵抗などのため表-4に示す値となった。硬化収縮ひずみによる緊張力の減少は表-5のように907~1267 kg の値が測定された。

硬化収縮ひずみがほぼ安定する材令3日でフレストレスの導入を行ない、導入時の弾性ひずみやその後のクリープひずみを測定した。それらの値を表-6に示す。

以上の結果から、材令15日での有効引張力を算出すると表-7

のように100%の初期緊張力に対して62.9%にしかならないが、硬化収縮ひずみによって29%もの緊張力が失われたことが大きな緊張力低下

を生じた原因であらうと考えられる。因みに、硬化収縮後の緊張力を100%とすれば有効引張力は88%となり、普通コンクリートを用いたPC部材のそれと大差ないことが判る。このように、大きな硬化収縮ひずみを生じるレジンコンクリート部材では、硬化収縮ひずみによる鋼線との付着性状に何らかの影響が生じる可能性が考えられるため、表-8の断面諸元を用いて導入フレストレスの計算を行ない、実測値と理論値を比較したところ、表-9に示すように両者は良く合致し、フレストレス導入時の部材は弾性的に挙動することが判った。また、フレ

表-1 レジンコンクリートの配合

レジン kg	CaCO ₃ kg	細骨材 kg	粗骨材 kg		細骨材率 Vol %
			I	II	
234	279	637	786	393	36%

ポリエステル	スチレン	コパルト	パーメック
100	6	0.5	0.7

(重量比で示す)

表-2 PC鋼線

使用鋼線の性質	
呼称:	2本より2.9 mm
公称断面積:	13.2 mm ²
周長:	8.2 mm
引張強度:	1712 MPa
弾性係数:	2.17×10^5

表-3 材令3日の弾性係数

はりNo	初期弾性係数	割線弾性係数
1	2.20 $\times 10^5$ %	2.04 $\times 10^5$ %
2	2.75	2.34
平均	2.48	2.19
2	2.76	2.37
3	2.46	2.19
平均	2.61	2.28
3	2.94	2.52
4	2.97	2.59
平均	2.96	2.56

表-4 初期緊張力の測定値

No	鋼線	緊張ひずみ $\times 10^{-6}$	平均 $\times 10^{-6}$	緊張応力 Kg/cm ²	緊張力 Kg
1	1	5483	4883	10596	2797
	2	4283			
	3	4225			
2	1	4985	4539	9850	3900
	2	4408			
	3	4225			
3	1	4543	4424	9600	3800
	2	4465			
	3	4245			

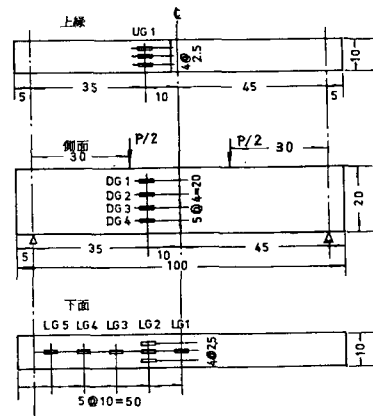


図-1 供試体の形状・寸法

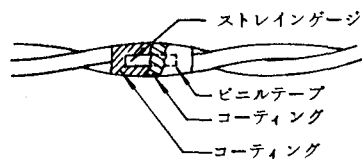


図-2 PC鋼線のゲージ取付

ストレス導入後のクリープによる鋼線応力減少値から(式-1)を用いてはりのクリープ係数を算出すると、表-10のように平均1.87が得られ、レジンコンクリートの圧縮クリープ試験による値と一致する結果を得た。

$$\varphi_n = \frac{\sigma_{p\varphi}}{n(\sigma_{cd} + \sigma_{cpt}) + \frac{n\sigma_{p\varphi}\sigma_{cpt}}{2\sigma_{pt}}} \quad \text{---(式-1)}$$

φ_n : 最終クリープ係数, σ_{pt} : プレストレス導入直後の鋼線引張応力

σ_{cpt} : プレストレスによる鋼線位置コンクリートの応力

σ_{cd} : 自重および荷重による鋼線位置コンクリートの応力

E_p : PC 鋼線の弾性係数, n : 弾性係数比

表-7 有効引張力の算出

No	緊張力 Kg	硬化後緊張力 Kg	導入引張力 Kg	有効引張力 Kg
1	2797 (100%)	1891 (67.6%)	1772 (63.4%)	1697 (60.7%)
2	3900 (100%)	2915 (74.4%)	2730 (70.0%)	2549 (65.4%)
3	3800 (100%)	2727 (71.8%)	2557 (67.3%)	2384 (62.7%)
	100	71.4 (100%)	66.9 (93.7%)	62.9 (88.1%)

表-12 曲げ試験結果

No	ひび割れ荷重 Kg	曲げ強度 Kg/cm ²
PC 1	6900	125
2	7500	124
3	7500	127
RC 1	4500	119
2	4360	114
3	4460	127

表-10 クリープ係数の算定

No	σ_{cpt} Kg/cm ²	$\sigma_{p\varphi}$ Kg/cm ²	φ_n
1	21.2	282	1.81
2	32.4	458	1.88
3	30.4	438	1.93

表-5 硬化収縮による鋼線緊張力の減少

No	鋼線	緊張ひずみ $\times 10^{-6}$	硬化後 $\times 10^{-6}$	減少量 $\times 10^{-6}$	平均 $\times 10^{-6}$	収縮力 Kg
1	1	5483	4083	1400	1583	907
	2	4283	2518	1765		
	3	4985	3940	1045		
2	1	4408	3570	838	1147	986
	2	4225	2668	1557		
	3	4543	3570	973		
3	1	4465	3160	1305	1244	1068
	2	4245	2790	1455		
	3	0	-1343	1343		
RC	1	0	-1758	1758	1475	1267
	2	0	-1325	1325		
	3	0				

表-6 導入時の弾性ひずみおよびクリープによるひずみ減少

はり No	導入前	導入後	弾性ひずみ	導入3日後	クリープ減少
1	3301 $\times 10^{-6}$	3093 $\times 10^{-6}$	208 $\times 10^{-6}$	2963 $\times 10^{-6}$	130 $\times 10^{-6}$
2	3392	3177	215	2966	211
3	3173	2976	197	2774	202

表-8 はりの断面諸元

No	A_p cm ²	X cm	I_e cm ⁴	E_p cm	A_e cm ²	σ_{pa} Kg/cm ²
1	0.264	9.89	6707	6.89	202.6	10596
2	0.396	9.87	6877	6.87	203.8	9850
3	0.396	9.88	6877	6.88	203.9	9600

表-9 導入プレストレスの計算

No	σ_{pt} Kg/cm ²	σ_{cp} Kg/cm ²	ϵ_{cp} $\times 10^{-6}$	σ_{hs} Kg/cm ²	ϵ_{hs} $\times 10^{-6}$	ϵ_e $\times 10^{-6}$	実測 ϵ_e $\times 10^{-6}$	実/理
1	6945	27.4	125	13.6	62	187	160	0.86
2	7049	41.3	181	14.6	64	245	270	1.10
3	6623	38.9	152	15.9	62	214	300	1.40

表-11 曲げ試験時(材令15日)の諸性質

はり No	弾性係数 $\times 10^5$ Kg/cm ²	圧縮強度 Kg/cm ²	曲げ強度 Kg/cm ²	最大ひずみ $\times 10^{-6}$	せり度係数	引張強度 Kg/cm ²
1	2.86	842	207	-----	11.9	71
	2.53	821	163	-----	10.9	75
	3.10	846	131	-----	16.0	53
	平均 2.83	846	147		12.9	66
2	2.79	837	145	5140	11.5	73
	2.91	805	140	3870	9.9	81
	3	821	152	4400	9.2	89
	平均 2.80	821	146	4470	10.2	81
3	2.66	844	132	5630	9.8	86
	2.88	828	140	5500	10.2	81
	3	830	139	-----	12.8	65
	平均 2.84	834	137	5565	10.9	77

材令15日で曲げ試験を行なった。同材令での諸性質を表-11に示している。試験より得られたひび割れ荷重から、はり下縁の曲げ引張強度を求めてみると表-12のように125 Kg/cm²となり、表-11に示す曲げ強度143 Kg/cm²より小さい値となった。またRC供試体はPC供試体に比較して約7%も引張強度の低下が生じているが、これはRC供試体コンクリートが硬化収縮を妨けられたままの状態に養生されたことも一因であると考えられる。このとき、はりの曲げひずみ分布は図-3に例示されるように、ほぼ直線分布を示し、曲げ中心も断面図心に一致していることが判る。

4. まとめ

以上、レジンコンクリートを用いたプレテンション方式PCはりの諸性質について調べてきたが、レジンコンクリートを使用した場合の問題点は硬化収縮ひずみによって緊張力が大きく低下する点にあり、導入プレストレスやクリープによるプレストレスの減少および曲げ応力などの算定については普通コンクリート部材の計算手法と同様に取り扱えらるものと考えている。

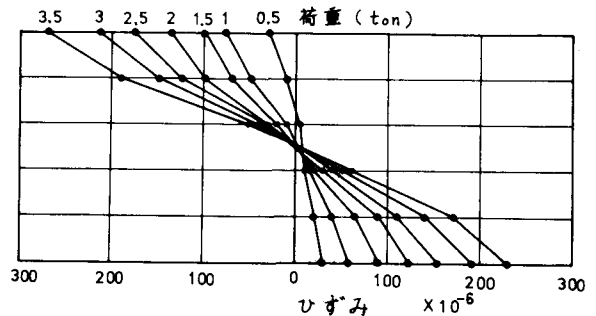


図-3 はりの曲げひずみ分布測定値