

ケミカルプレストレストコンクリートはりの載荷試験

佐賀大学 正 石川達夫
正 山内直利
学 ○乾 龍二

1. まえがき

膨張材をコンクリートに、適量混和することにより、コンクリートの乾燥収縮が小さくなる。鉄筋などでの膨張を拘束するとセルフストレスによるケミカルプレストレスのために、力学的性質の改善が行われる事が知られている。今回の試験では、2種類の配合の異なったコンクリートに、石灰系膨張材を混和した鉄筋コンクリートはり、無混和のはりの2種類をつくり、両者の載荷試験結果の相違から、部材に働くケミカルプレストレス量を算出すると共に、はりの破壊強度やたわみなどについて調べた。

2. 試験方法

設計基準強度を $400\text{kg}/\text{cm}^2$ と $240\text{kg}/\text{cm}^2$ の2種類として、目標スランプ $10\pm 2\text{cm}$ で配合設計を行い、表-1のように、決定した。膨張材としては、石灰系膨張材（以下Aと略）を、各配合について $40\text{kg}/\text{m}^3$ の割合で、内割りで使用した。はりの配筋及び寸法は図-1に示した。また、載荷方法は図-2に示すように3等分点載荷とした。はりは、1回の打設に同種を3本打設した。供試体は、打設後72時間で脱型し、材令27日まで水中養生（ $20\pm 2^\circ\text{C}$ ）を行い、1日気中（ $20\pm 2^\circ\text{C}$ ）で放置し、材令28日で載荷試験を行った。

試験時における測定、観測は以下の点について行った。

(1) ひびわれの観測中のはりにおけるひびわれの発生をクラックマイクロスコプを用いての目視と、ワイヤーストレインゲージを用いてひずみの増加分とで観測した。ひびわれ発生までは、 0.1t きざみに荷重を増加させ、ひびわれを目視で確認後は、 0.5t 刻みに破壊まで載荷し、荷重の増加に伴うひびわれの成長過程を、はりの側面に記入した。

(2) 破壊荷重の測定は、はりが破壊するまで荷重を増加させ、破壊荷重を記録した。

(3) たわみの測定は、はりのスパン中央にダイヤルゲージを設置し、荷重増加に伴うたわみ増分を記録した。

(4) ひずみの測定は、はりの $1/3$ 点における底面に、ワイヤーストレインゲージを貼り付けて、荷重増分に伴うひずみの増加を記録した。

3. 試験結果

表-1 コンクリートの配合

設計強度	種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)						減水剤cc
				W	C	A	川砂	海砂	G	
240	BASE	54.0	45	162.4	302.4	0	807.5	202.5	1150	755
240	膨張	54.0	45	162.4	262.4	40	807.5	202.5	1150	755
400	BASE	38.0	41	174.6	462.4	0	504.5	168.2	1124	1156
400	膨張	38.0	41	174.6	422.4	40	504.5	168.2	1124	1156

図-1 はりの配筋と寸法

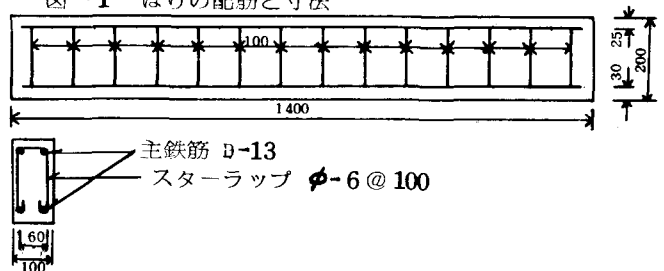


図-2 載荷方法

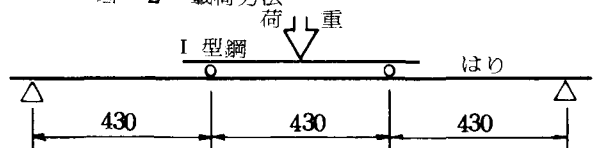


図-3

400膨張1	1.03
400膨張2	1.09
240膨張1	0.981
240膨張2	0.891
0.9 1.0 1.1	圧縮強度比

表-2 試験結果

	400BASE	膨張1	膨張2	240BASE	膨張1	膨張2
ひびわれ発生荷重 (t) 目視	1.60	2.24	2.14	1.54	1.84	1.90
ひびわれ発生荷重 (t) ゲージ	1.50	2.10	2.10	1.40	1.70	1.80
発生荷重差 (t)	—	0.64	0.54	—	0.30	0.36
破壊荷重 (t)	6.41	6.64	6.21	5.67	5.87	6.47
たわみ (荷重P=1t 単位 mm)	0.216	0.216	0.240	0.198	0.199	0.184
たわみ比 (BASEを1)	1.00	1.00	0.944	1.00	1.001	0.929
ひびわれ発生荷重比	1.00	1.40	1.34	1.00	1.19	1.23
破壊荷重比	1.00	1.04	0.97	1.00	1.04	1.14

試験結果を表-2に示す。図-3は、はり打設時に作製したテストピース (φ10×20cm) による圧縮強度試験結果から、Baseコンクリートに対する膨張コンクリートの強度比を各配合について計算したものである。

4. まとめ

(1) 膨張材を混合して打設した鉄筋コンクリートはりの、曲げ載荷試験におけるたわみは、無混和のもの、ほとんど変わらない。

(2) 膨張材を混合した無拘束供試体による圧縮強度は、強度低下を招くという報告があるが、今回の試験においては、ほとんど強度低下は無いといえる。

(3) 膨張材の混合により鉄筋コンクリートはりのひびわれ発生荷重が増加する事が確認された。このひびわれ発生荷重を用いて、下式より、ひびわれ発生時のコンクリートの引張応力を計算し、BaseコンクリートとA添加コンクリートの引張強度差により、はりに導入されたケミカルプレストレス 量及び、膨張ひずみを求めた。

尚、ひびわれ発生時における、はりの応力分布

は、図-4のように仮定した。

$$M = p l^2 / 6, \quad \sigma_{tu} = M(\mu h - x) / I$$

ここに、M: クラック発生モーメント

l: スパン長さ h: はりの高さ

x: 圧縮縁から中立軸までの距離

$\mu: 0.7$

I: 全断面有効としたときの中立

軸に関する断面2次モーメント

以上よりケミカルプレストレス σ_{cp} は、

$$\sigma_{cp} = (\sigma_{tucp} - \sigma_{tug})$$

また、はりの膨張ひずみは、鉄筋の

ひずみに等しいので

$$\varepsilon = \sigma_{cp} \cdot A_c / A_s \cdot E_s$$

$$= \sigma_{cp} / p \cdot E_s$$

以上の計算より求めたA添加部材におけるケミカルプレストレス 量及び、膨張ひずみを、表-4に示す。

(4) 膨張材を混和することにより、RCはりの初ひびわれ荷重が増大することが認められた。

膨張コンクリートのBaseコンクリートに対するはり底面における引張応力比は、設計基準強度240kg/cm²で約20%増加し、400kg/cm²では約35%の増加であった。

図-4 応力分布

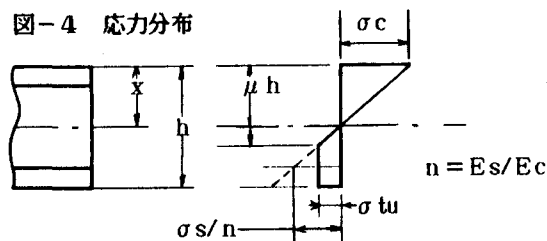


表-4 ケミカルプレストレス 及び膨張ひずみ

部 材	400 BASE	400 膨張1	400 膨張2	240 BASE	240 膨張1	240 膨張2
引張強度 (kg/cm ²)	20.80	27.10	28.78	19.06	22.56	23.74
ケミカルプレストレス	—	6.30	7.98	—	3.50	4.68
膨張ひずみ (×10 ⁻⁶)	—	1154	1447	—	641	861