

ケミカルプレストレストコンクリートはりの疲労試験

佐賀大学 学生員 ○富岡 浩

正員 石川 達夫

正員 山内 直利

1. まえがき

膨張材を混入したコンクリートが各種構造物、製品に用いられているが、膨張材の使用目的はコンクリートの乾燥収縮ひびわれの防止と、ケミカルプレストレスの導入とに大別することができる。本研究は後者の目的でケミカルプレストレストコンクリートはり（以下「CPはり」とする）を作製し、繰返し荷重の作用による曲げ疲労性状を同一条件で作製した普通コンクリートはり（以下「RCはり」とする）と比較検討したものである。

2. 実験概要

コンクリートの示方配合を表1に示す。セメントは三菱普通ポルトランドセメント（比重3.16）、粗骨材は佐賀県武雄市東川産の砕石（最大寸法20mm、比重2.63）、細骨材は佐賀県唐津周辺産の砂（比重2.57）を使用した。膨張材は石灰系の小野田エクスパンを40 kg/m³混入した。なお、普通コンクリートの配合は表1で膨張材をセメントに置き換えたものである。

静的曲げ試験および疲労試験に用いたはりの形状寸法、載荷方法を図1に示す。CPはり、RCはりをそれぞれ6本ずつ作製した。

コンクリートの拘束膨張量は図2に示すように、載荷試験に使用するはりのコンクリート中に、打設直後、丸鋼を埋込み、ダイヤルゲージで測定した。膨張の拘束はコンクリートと鉄筋との付着で行われるものと考え、型枠は打設後1日ではずした。コンクリートの自由膨張量の測定は、載荷試験用はりと同じ寸法の断面をもつ無筋コンクリートはりをCP、RCそれぞれ3本ずつ作製し、拘束膨張量の測定と同じ方法で行った。

表1 示方配合

スパン (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	EX	S	G	Ag
8	42	40	163	348	40	714	1094	3.88

※EX: 膨張材、Ag: 減水剤

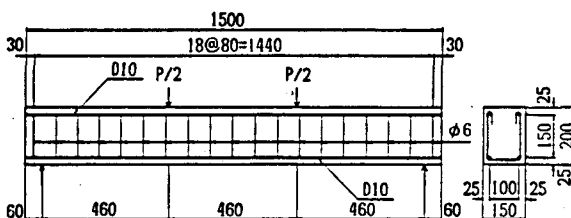


図1 はりの形状寸法および載荷位置

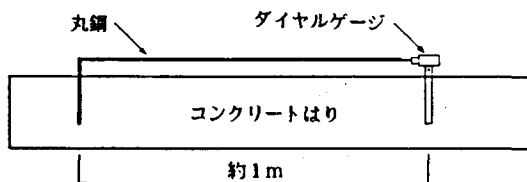


図2 コンクリートの膨張量の測定方法

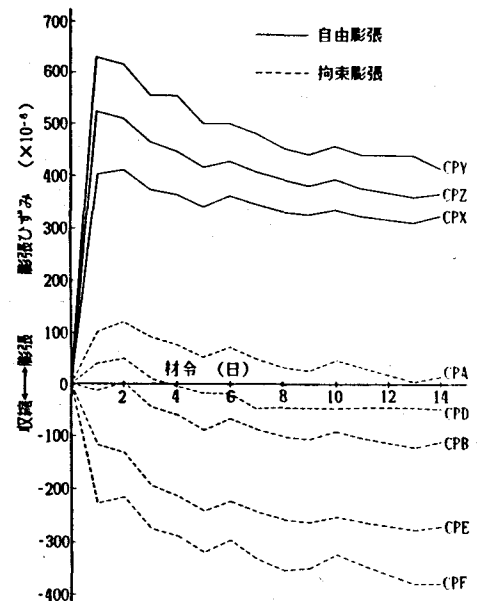


図3 CPはりの自由膨張量と拘束膨張量

養生は蒸気養生後、空中養生とし、蒸気養生は前置き2時間、昇温20℃/h、65℃で2時間保持したのちに自然冷却した。

静的曲げ試験は疲労試験の前後に行い、破壊荷重の平均値から疲労試験の上限荷重を決定した。疲労試験は上限荷重までの静的試験を行ったのち開始した。下限荷重をひびわれ発生荷重の1/2とし、周波数5Hzの正弦波形の荷重を加えた。繰返し回数200万回まで破壊しなかった場合は、そこで疲労試験を停止し、静的試験により破壊した。

表2 載荷試験結果概要

3. 実験結果および考察

CPはりの自由および拘束膨張量の時間変化を図3に示す。自由膨張は蒸気養生中に終了し、材令2日以降、収縮が続いていることがわかる。この自由膨張量からケミカルプレストレスを計算すると8.5Kgf/cm²となる。

CPはりおよびRCはりの載荷試験結果を表2に示す。CPはりとRCはりのひびわれ発生荷重

供試体	試験の種類	静的試験の結果		疲労試験の結果		破壊様式	破壊位置
		ひびわれ発生荷重 Pc (tf)	破壊荷重 Pu (tf)	上限荷重比 S (%)	破壊回数 N (×10 ⁴)		
C P は り	CPA 静的試験	1.4	10.0			コンクリート圧潰	曲げスパン
	CPF "	1.7	11.5			"	"
	CPB 疲労試験	1.6		56	200.00	破壊せず	
	CPE "	1.4		60	35.16	コンクリート圧潰	曲げスパン
	CPD "	1.5		65	55.20	"	"
	CPC "	1.6		74	34.91	"	"
R C は り	RCA 静的試験	1.3	8.7			"	"
	RCF "	1.3	11.7			"	"
	RCD 疲労試験	1.2		47	200.00	破壊せず	
	RCB "	1.1		51	168.58	コンクリート圧潰	曲げスパン
	RCC "	1.2		60	125.23	"	"
	RCE "	1.2		68	26.12	"	"

を平均すると、CPのほうが0.3 tf上回っているが、前述のケミカルプレストレスをもとにひびわれ発生荷重を求めるとケミカルプレストレスにより0.7tf 増大することになり、プレストレスはその4割が有効に働いていることがわかる。

静的曲げ破壊荷重をみると2本の破壊荷重の差がRCはりで3.0 tf(29%)、CPはりで1.5 tf(14%)あり、コンクリートはりでは破壊強度のバラツキが大きいことがわかる。

図4にCPはりおよびRCはりの上限荷重比(S)と破壊回数(N)との関係を示す。今回の実験では、繰返し荷重に対してCPはりのほうがRCはりよりも強いことがわかった。繰返し回数200万回で破壊しなかったものを考慮に入れると直線回帰式は次のようになる。

$$\text{CPはり } S(\%) = 148.7 - 14.69 \log N$$

$$\text{RCはり } S(\%) = 184.6 - 21.32 \log N$$

また、200万回で破壊しなかったものが仮に400万回で破壊したとすると直線回帰式は次のようになる。(図中に破線で示したもの。)

$$\text{CPはり } S(\%) = 124.9 - 10.44 \log N$$

$$\text{RCはり } S(\%) = 167.0 - 18.16 \log N$$

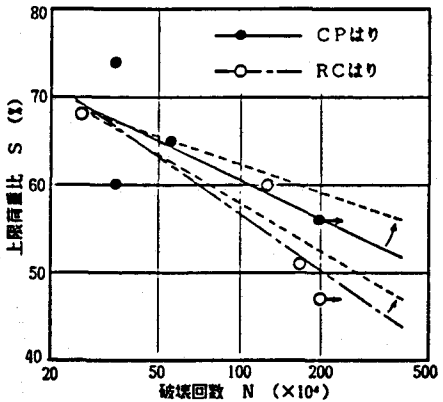


図4 S-N線図

4. あとがき

膨張コンクリートの膨張には水分の補給が不可欠であり、蒸気養生後、水中養生とすれば、ケミカルプレストレスの増加が期待できる。また、ひびわれ発生に着目した疲労試験を行う必要がある。