

V-388

シリカフュームを用いた超高強度コンクリートPCはりの圧縮疲労性状

日本コンクリート工業 正会員 小寺 満

日本コンクリート工業 正会員 土田伸治

日本コンクリート工業 正会員 丸山武彦

1. はじめに

現在、シリカフュームに関する研究の成果として、圧縮強度が 1000kgf/cm^2 を越えるコンクリートを比較的容易に製造できるようになり、土木・建築の両方面における利用が検討されている。

筆者らは、前回までにシリカフュームを用いた超高強度コンクリートはりの静的曲げ試験を行い、引張破壊型および圧縮破壊型の静的曲げ性状についてのデータを得てきた。本実験では、圧縮強度1200および1350 kgf/cm^2 のコンクリートを用いた2本の圧縮破壊型プレテンションPCはりを作製して、片振りの曲げ疲労試験を行い、超高強度コンクリートPCはりの圧縮疲労性状について検討を行った。

2. 実験概要

表-1 試験体の種類

2.1 試験体の種類：使用したシリカフュームコンクリートは、目標強度を 1400kgf/cm^2 とし、シリカフューム(比重2.20、 SiO_2 含有率94%

(比表面積 $20\text{m}^2/\text{g}$)の混入率は

内割りで20%とした。緊張材

にはSWPR 1×7B $\phi 15.2\text{mm}$ を

用い、スターラップ筋には普通鉄線 $\phi 6\text{mm}$ を用いた。試験体は表-1のように有効プレストレスを約200,300 kgf/cm^2 の2種類とし、断面 $b \times h = 20 \times 20\text{cm}$ 、緊張材重心位置 $d_p = 13\text{cm}$ 、全長 $L = 320\text{cm}$ とし、全長にスターラップを4cmピッチで配置した圧縮破壊を生ずる設計である。なお、プレストレスによる

圧縮縁応力度はほぼ0 kgf/cm^2 、鋼材の有効緊張力は47%で引張疲労破壊をしないようにした。

2.2 荷重方法：ハイドロパルス疲労試験機を用いて表-2に示す100万回単位の荷重ステップで、疲労破壊を起こすまで繰返し荷重を継続した。上限モーメントはstep2では、はり下縁のコンクリートに -100kgf/cm^2 の応力度が発生するモーメント、step4では、はり上縁のコンクリートひずみが 2000μ (一軸圧縮供試体の応力が約700 kgf/cm^2)となるモーメントとした。なお、下限モーメントは、はり下縁にそれぞれの試験体の圧縮強度に基づく設計引張応力度が発生するモーメントとし、各ステップを通じて一定とした。

表-3 試験結果一覧

試験体 記号	圧縮強度 f_c' [kgf/cm^2]	Mcrd [tf·m]	Mud [tf·m]	step4の荷重条件		疲労破壊 時ひずみ ϵ_c' [μ]	累 積 繰返し回数 N[回]	step4 繰返し回数 N'[回]
				Mupper [tf·m]	Mlower [tf·m]			
PC14P04F	1210	2.58	9.70	7.07	1.62	3594	3621431	621431
PC14P06F	1363	4.04	13.79	9.33	2.45	3019	2057720	1057720

3. 実験結果および考察

疲労試験結果を表-3に示す。両試験体とも、はり圧縮縁の初期ひずみが 2000μ となる上限荷重による繰返しステップ（step4）を載荷中に、コンクリートの圧縮域の疲労破壊によってPCはりの破壊が生じた。step4での繰返し回数 N' はPC14P04Fで約621000回（累計362万回）、PC14P06Fで約105700回（累計206万回）であった。

3.1 曲げ剛性について：図-1にモーメントと中央点たわみの履歴曲線を、図-2に圧縮縁ひずみと繰返し回数の関係を示す。ひび割れ発生以前のstep1およびstep2の残留たわみは1mmで弾性体として扱える。step3ではひび割れ発生とともにはりの曲げ剛性はやや低下するが、累計300万回での繰返しによる影響は非常に少ない。step4初期のたわみはそれぞれ15mm、10mmであるが、繰返しとともに曲げ剛性が低下し、破壊近傍で40mm、30mmと急増した。両試験体ともPC鋼材の有効応力は $0.47\sigma_{pu}$ であるが、PC鋼材とシリカフュームコンクリートとの付着に対する繰返し載荷の影響は全く見られなかった。緊張材が多く、プレストレス量が多いPC14P06F試験体は、ひび割れモーメントが大きく、また、曲げ剛性が大きいのでたわみ量が少なく、繰返し曲げにも問題がないことから、超高強度コンクリートに高いプレストレスを導入することが有効である。

3.2 疲労強度について：本実験による100万回の疲労寿命は、step1～3までの累積損傷を考慮して、step4の上限荷重であるとした場合、その圧縮疲労限界は実強度を用いたPCはりの破壊曲げモーメントの計算値の73%および68%となる。本実験の結果は、西林・井上のRCはり（ $f_c' = 501 \sim 594 \text{ kgf/cm}^2$ ）の圧縮疲労強度と疲労寿命との関係^{1) 2)}と同様の傾向がみられる。シリカフュームを用いた超高強度コンクリートPCはりの曲げ圧縮による疲労性状は、普通強度レベルの曲げ部材とはほぼ同様な疲労寿命を有していると考えられる。しかし、曲げ圧縮疲労に関するデータ数は少なく、また一軸圧縮を受ける超高強度コンクリートの疲労に関する資料も少ないことも合わせて、これらのデータの蓄積が必要である。

4. まとめ

本実験の範囲内で次のことがいえる。

- ①疲労破壊近傍では、剛性低下が大きくなり、PCはりの圧縮破壊は急激に生ずる。
- ②圧縮縁ひずみ 2000μ を上限荷重とする圧縮破壊型PCはりの曲げ疲労試験を行った結果、 $f_c' = 1200 \text{ kgf/cm}^2$ のはりは約60万回、 $f_c' = 1350 \text{ kgf/cm}^2$ のはりは約106万回の繰返しで圧縮疲労破壊した。
- ③1200, 1350 kgf/cm^2 の超高強度シリカフュームコンクリートを用いたPCはりの100万回の繰返し載荷による曲げ圧縮疲労強度は、実強度を用いたPCはりの破壊曲げモーメントの計算値の70%程度であると考えられる。

参考文献

- 1) 岸谷孝一・西澤紀昭：疲労、技報堂出版、pp. 67-70、1987. 9
- 2) 井上正一・西林新蔵：RCはりの曲げ疲労特性について、土木学会第36回年次学術講演概要集、1974

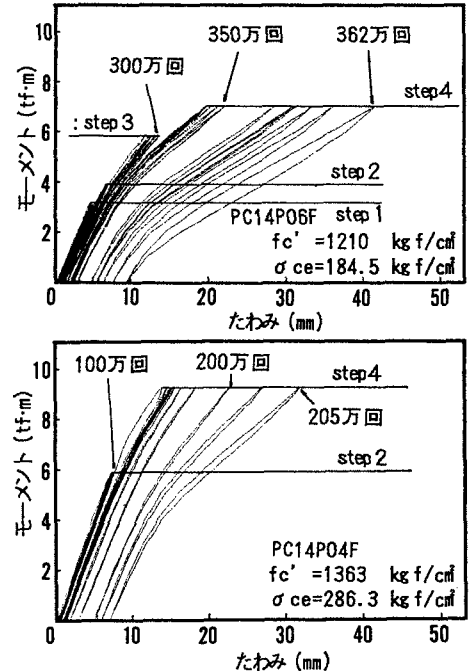


図-1 モーメントとたわみの履歴曲線

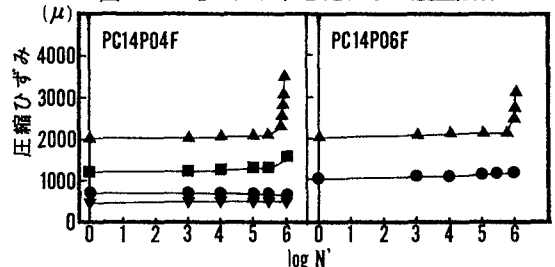


図-2 ひずみと繰返し回数の関係