# 各種繊維補強コンクリートの表面応力状態

武蔵工業大学	学生会員	○松本	朋士
同上	非会員	北沢	篤
同上	正会員	栗原	哲彦
同上	正会員	吉川	弘道

# 1. はじめに

固体に圧縮や引張の力が急激に加わると、変形が断熱的に行われ、発熱や吸熱による温度変化が生じる. コンクリートの応力分布を可視できると、破壊位置の予測や破壊過程・破壊領域の明確化に対して有効であると考えられる. そこで、本研究は赤外線応力画像システムを用いることで、表面応力状態を把握し、応力集中位置による破壊位置の 推定を行った.

#### 2. 実験概要

### (1) 供試体

赤外線応力画像システムは繰返し荷重によって生じた熱を感知するものであり、破壊過程が脆性的である普通コン クリートの計測よりも、ひずみ硬化特性を有し、大きな曲げ耐力の計測が期待できる各種繊維補強コンクリートの方が 計測結果を明確に確認できると考えられる. そのため、ここでは鋼繊維補強コンクリート<sup>1)</sup>(以下 SFRC、繊維混入率 1.5%・2.0%)、高靭性セメント複合材料<sup>1)</sup>(以下 DFRCC、繊維混入率 1.5%)を対象とした. 使用繊維は、SFRC では、イ ンデント付ストレート繊維( $\phi$ 1.2×30mm)、DFRCC では、ポリエチレン繊維( $\phi$ 12 $\mu$ m×13mm)とした. なお、供試体 寸法は、いずれも 100×100×400mmと一定とした. コンクリートの示方配合を**表1**に示す.

シリーズ	空気量 スランプ		W/C	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				AE減水剤	AE助剤	高性能AE減	
(%)	(%)	(cm)	(%)	W	С	S	G	F	(cc)	(cc)	水剤(cc)
SFRC1.5%	5.25	2.5	50	154	320	912	936	118	3200	3200	—
SFRC2.0%	3.5	0.3	60	154	320	950	833	157	3200	3200	—
DFRCC	_	183 <sup>*1</sup>	31	342	1264	395 <sup>*2</sup>		14.6	—	_	3793

表1 各種コンクリートの示方配合

\*1:DFRCCは、フロー試験を行った.フロー値はmmで示す. \*2:7号珪砂

#### (2) 載荷方法

載荷方法は、サーボパルサー式試験機を用い、3等分点曲げ載荷による繰り返し疲労試験を行った.周波数は5Hz、 1荷重レベルにおける応力測定時間を1時間と一定とした<sup>2)</sup>.繰返し疲労試験時の上限荷重は、SFRC1.5%で静的曲 げ耐力の50%から、SFRC2.0%では55%から5%ずつ、DFRCCでは60%から10%ずつ破壊に至るまで増加させた.な

お,対象とする各コンクリートはひび割れ発生後も繊維によってひび割れを介して応力伝達が行われるため,最大荷重 点以降も著しい耐力低下が見られないまま変形が進行する. そのため,静的曲げ試験において,曲げ荷重の第1ピーク と第2ピークを測定し,第1ピークの方を最大曲げ耐力とした.**表2**に上限・下限荷重を示す.

表2	<b>繰</b> 返し	.載荷	試験の	上限-	下限荷重
11 -		푸스 [월]		<u>PX</u>	비즈미土

シリーズ		1回目	2回目	3回目	4回目		
SFRC1.5%	上限荷重(kN)	15.0	16.3	17.7	19.1		
	下限荷重(N)	588	588	588	588		
SFRC2.0%	上限荷重(kN)	19.9	21.7	23.5	25.3		
	下限荷重(N)	588	588	588	588		
DFRCC	上限荷重(kN)	23.8	27.7	31.8	35.7		
	下限荷重(N)	588	588	588	588		

## (3) 赤外線応力画像システムを用いた応力画像の求め方の原理

繰返し荷重を作用させたとき、繰返し載荷時の最大荷重(上限荷重)時と最小荷重(下限荷重)時の温度を測定し、

Key word:繊維補強コンクリート,繰返し荷重, 表面応力状態 連絡先 : 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 都市基盤工学科 構造材料工学研究室 TEL 03-3703-3111(内線: 3441)FAX: 03-5707-2125 その差を求めることで応力に相当する温度差の画像(温度応力画像) を求めることができる.温度差の測定は,荷重負荷に同期させて,1 周期ごとに走査線上で n回のライン積算を行い,これを順次繰り返し ながら,微妙な温度変化を信号として取り出して画像化する.圧縮応 力部はプラス,引張応力部はマイナスで表示される.図1に応力測定 方法を示す.

## 3. 実験結果

## (1) SFRC(混入率 1.5%)

図2(a) に,上限荷重19.1kN 時の応力分布を示す.これより,引 張領域において中央よりやや左側に,高い応力部分が確認できた. しかし,ひび割れ発生後,ひび割れ先端部において明確に応力集中 を捉えることができなかった.これは,鋼繊維補強コンクリートの特長 であるタフネスが十分に得られず,応力集中が確認できる前に破壊に 到ったと考えられる.

# (2) SFRC(混入率 2.0%)

図3(a)に、上限荷重35.7kN時の応力分布を示す。供試体は、測定 直後に破壊した。鋼繊維補強コンクリート(1.5%)に比べ、ひび割れ発生 後、ひび割れ先端部で若干の応力集中を捉えることができた。鋼繊維 の混入率の増加に伴い、タフネスが十分に得られたため、より明確に温 度変化を捉えることができたと考えられる。

### (3) DFRCC(混入率 1.5%)

図 4(a)に上限荷重 23.8kN 時の応力分布を示す. これより, 早期段階 において圧縮・引張領域が確認できた.

図 4(b)に上限荷重 35.7kN 時の応力分布を示す. モーメントスパン全域 で応力分散が確認できた. この領域の広がりは SFRC と異なり, DFRCC の マルチプルクラック特性によるものであり, 視覚的に捉えることができた. また, 最終的には, 高い応力個所で破断したことも確認できた.

#### 4. まとめ

いずれの供試体においても圧縮・引張領域が確認できた. DFRCC で はモーメントスパンの全体的に応力部分が見られ,破断後の供試体で は微細なひび割れが確認できた. このことより DFRCC の特性について も,目視することができた. また,他の応力領域部分に比べ応力集中部 分で破断していることが確認できた.

#### 【参考文献】

1) 北沢篤『繰返し荷重を受けた繊維補強コンクリートの表面応力状態』武蔵工 業大学平成15年度卒業論文

2)皆川和宏『赤外線応力画像システムを疲労試験による各種コンクリートの表面応力分布に関する基礎的研究』武蔵工業大学平成 14年度卒業論文







(c)ひひ割れれ流 図4 DFRCC(4回目)