

スペックル干渉計測によるRCはりの曲げ・斜めひび割れ発生 の可視化

長崎大学大学院 学生会員 ○鶴田 聡
長崎大学大学院 学生会員 中島 朋史

長崎大学 正会員 松田 浩
長崎大学大学院 非会員 浜岡 広

1. はじめに

RCはり部材において、せん断スパン比 a/d の違いにより、破壊形態は斜め引張破壊、せん断引張破壊、せん断圧縮破壊と変化することが知られている。せん断破壊は曲げ破壊と異なり、斜めひび割れ発生と、急激に耐力を失うのが特徴である。そのため、破壊状況やひび割れの発生や進展状況を把握するための研究が鋭意進められている。

本研究では、斜めひび割れ発生、進展、破壊に至るまでの連続的な荷重段階でのひずみ分布を観察することを目的として、せん断スパン比 a/d の異なるRCはり試験体を用いて、二点荷重による荷重試験を行った。

試験中は、全視野計測が可能な電子スペックルパターン干渉法(ESPI)を用いて、試験体全体のひずみ分布の計測を行なった。

2. 計測装置

本試験において、試験体のひずみ分布をESPIを用いて計測した。ESPI計測は、非接触で計測対象物全体のひずみ分布の計測が可能であるため、部材の終局時までにおける挙動を、荷重段階に沿って計測することが可能である。

図1に示す光学系において、対象物が変化すると位相差が生じ、干渉強度の変化によりスペックルは明暗を変える。ここで、変形前図2(a)と変形後図2(b)のスペックルパターンの差画像を表示させると、図2(c)に示すような干渉縞が得られる。ESPIでは、この縞をもとに変位が得られ、変位分布からひずみ分布や応力分布を計算することができる。

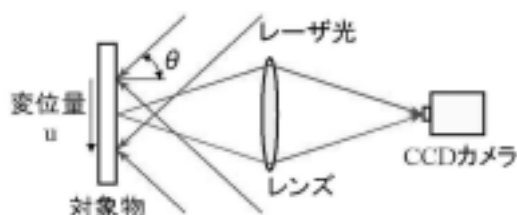


図1. ESPIの光学系



(a)変形前 (b)変形後 (c)干渉縞

図2. 干渉縞の形成

3. 試験概要

本試験は、RCはり試験体を用い、せん断スパン比を変化させ、二点荷重による曲げ試験を行った。試験に用いた試験体寸法および、荷重方法を図3に示す。今回の試験には、せん断スパン比 $a/d=1\sim4$ の計4タイプを採用した。また、試験体詳細を表1に示す。今回、試験に用いた試験体の引張側に鉄筋(D6,SD295)を二本用いた。試験に使用した材料の圧縮、引張の強度を表2に示す。試験中は試験体中央の垂直変位を計測した。

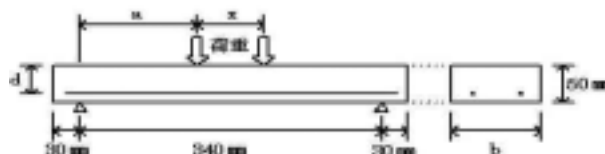


図3. 荷重方法

表1 試験体詳細

試験体	a/d	試験体寸法			主鉄筋		圧縮強度 f'ck (MPa)
		有効高さ	せん断スパン	部材幅	本数	径	
		d(mm)	a(mm)	b(mm)	(本)		
-2	1	37	37	100	2	D6	53.4
-3							
-1	2		74				
-2							
-3							
-1	3		111				
-2							
-3							
-1	4		148				
-2							
-3							

表2 材料強

圧縮強度	53.4(MPa)
引張強度	4.9(MPa)

キーワード: スペックル干渉法 曲げひび割れ 斜めひび割れ RCはり せん断破壊

〒852-8521 長崎県長崎市文教町1番14号 TEL:095-843-7204 FAX:095-843-7204

4. 試験結果

それぞれのせん断スパン比における荷重 - 変位曲線，ESPIにより計測した各荷重段階におけるひずみ分布および，破壊形態を図4に示す．また，各せん断スパン比の比較として，4タイプ全てをまとめた荷重 - ひずみ曲線を 図5に示す．なお，変位は試験体中央の垂直変位とする．

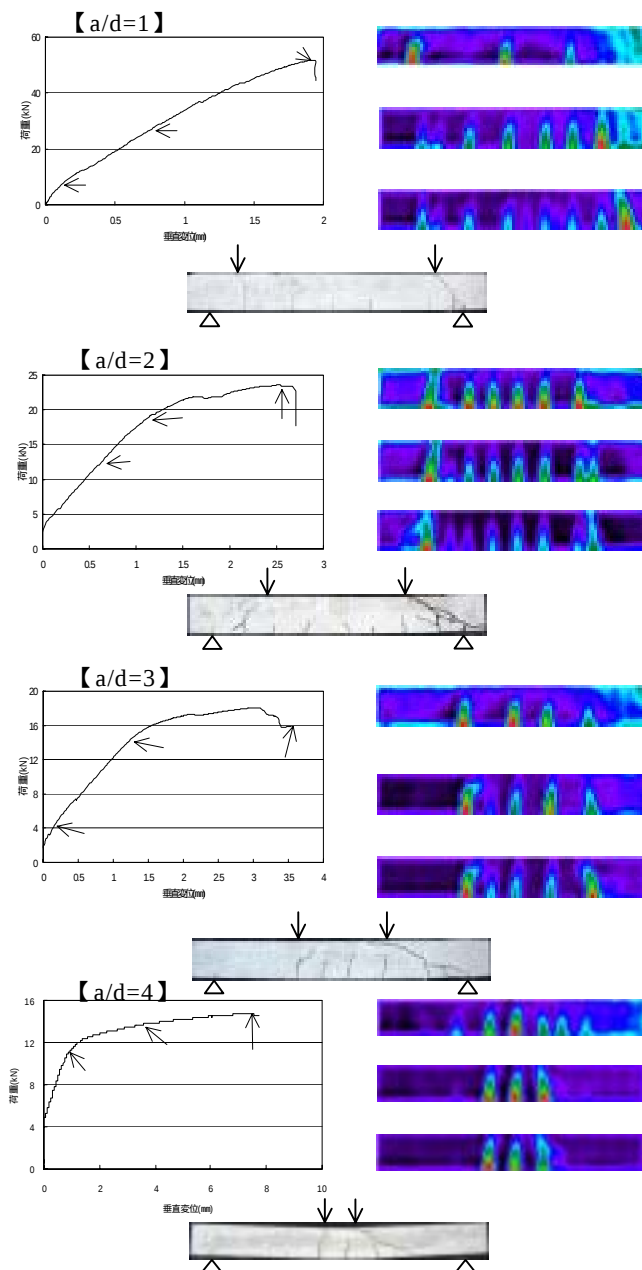


図4 試験結果

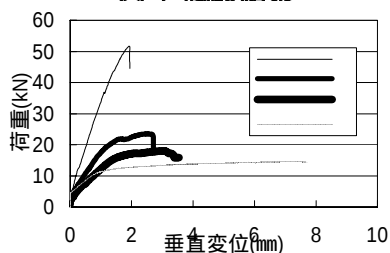


図5 荷重 - 変位曲線

5. せん断耐力算定式

せん断補強筋を用いないRCはりのせん断耐力算定式として次式が提案されている．試験により得られた値と，既往のせん断耐力算定式より得られた値と比較，検討した．

$$V_{cal} = \frac{0.24 f_c^{7/3} (1 + \sqrt{100 p_t}) (1 + 3.33 r / d)}{1 + (a / d)^2}$$

ここに V_{cal} :せん断補強筋のないRCはりのせん断耐力(N)， f_c :圧縮強度(MPa)， p_t :引張り鉄筋比， d :有効高さ (mm)， b_w :部材幅 (mm)， r :載荷板の部材軸方向長さ(mm)， a :せん断スパン(mm)である．

試験によって得られたせん断耐力 (V_{max}) および，上式により算定したせん断耐力 (V_{cal}) の結果を図6に示す．

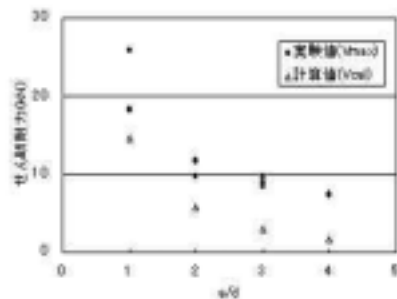


図6 試験値と計算値の比較

6. まとめ

$a/d=1$ では，支点部でのせん断破壊， $a/d=2, 3$ では，曲げひび割れ発生後，斜めひび割れによるせん断引張破壊およびせん断圧縮破壊， $a/d=4$ では，曲げひび割れ発生後に，曲げひび割れが発生してない箇所からのせん断ひび割れによる，斜め引張破壊であった．試験時のESPIのひずみ分布より，試験体全体のひずみ分布を荷重段階に沿って計測することができ，ひび割れの発生，進展を確認できた．

本試験結果は，せん断耐力算定式と比較すると，少し大きめの結果となった．

参考文献

1. 大塚浩司・庄谷征美・外門正直・原忠勝：[第3版] 鉄筋コンクリート工学，技報堂出版
2. 二羽淳一郎：a/dの小さい鉄筋コンクリート梁のせん断耐荷機構，土木学会第37回年次学術講演会講演概要集，第5部，pp. 01-102，1982