AE 法による部材厚が異なる鉄筋コンクリート梁の曲げ破壊性状の考察

首都大学東京	正会員	し 〇大野	健太郎	ß, ÷	学生会員	中嶋	彩乃
首都大学	学東京	正会員	宇治	公隆	, 正会員	上里	予 敦
コンクリート製品 JIS 協議会	フェロー	·会員	國府勝朗	β,	正会員	清水	和久

1. はじめに

-243

部材高さに対する粗骨材最大寸法の比が比較的大きく,鉄筋が部材高さ中央付近に配置されている薄肉鉄筋コンクリ ート(RC)部材の曲げ破壊は、一般的な部材厚(200mm以上)を有する RC 部材の曲げ破壊とは異なり、鉄筋が力学 的に機能せず破壊に至ることが実験的に明らかにされている¹⁾.しかし、これらの実験は、ひずみゲージを用いた部材 表面のみのパラメータを使用しており、部材内部の詳細な破壊機構は未だ明らかとされていない、本研究では、薄肉 RC 部材の曲げ破壊性状を部材内部も含めて考察するために、アコースティック・エミッション(以下, AE とする) 法を曲げ試験に適用し、考察を行った.

2. 実験概要

既往の研究により,薄肉 RC 部材の曲げひび割れ挙動は,部材厚 80mm 以上では通常の曲げ破壊を呈し,部材厚 70mm 以下では曲げひび割れ発生と同時に破壊に至る結果を得ている¹⁾.本研究では,図-1,表-1に示すように,部材厚を40, 70mm とした薄肉 RC 部材と,通常の曲げ破壊を呈する部材厚 100mm の RC 部材との比較を行った.表-2,3 にコンク リートの示方配合、および材齢 56 日におけるコンクリートの力学的特性を示す.供試体は、材齢 28 日まで湿布養生を 行い, その後 28 日間は, 部材厚 40, 70mm の供試体のみ封かん養生と気中保管に分け, 部材厚 100mm の供試体は気 中保管を行った.曲げ試験は,載荷点間距離を 50mm とし,0.1kN 毎に荷重およびひずみの測定を行い,1kN 毎にひび 割れの観察を目視にて行った. AE 計測は、図-1 に示すように共振周波数 150kHz の AE センサを 6 個貼付し、μSAMOS

(PAC 社製)にて信号の記録を行った. 設定しきい値は 40dB とし,検出波形をサンプリング周波数 1MHz で A/D 変 換し、1 波形を 1024 個の振幅値データとして記録した.また、支点と供試体の間にテフロンシートを挿入し、摩擦に よる AE 信号の発生を抑制した.

3.実験結果および考察

Ν

4

40

70

曲げ試験の結果,部材厚 70mm 以下の全ての供試体では鉄筋が力学的に機能せず,中立軸位置の変化も小さく,曲げ ひび割れの発生と同時に供試体は破壊した.なお、ここでは気中保管を行った供試体について主に議論を進めるが、封 かん養生を行った供試体においても、気中保管を行った供試体と同様の傾向を示している. 図-2 に 70-D および 100-D の荷重とAEヒット数の時間的変化を示す. 部材厚 70mm 以下の他の供試体では図-2(a)と同様の傾向を示し, 載荷初期 から破壊に至る直前までAEヒット数が少なく、供試体破壊時直前にAEヒット数の急激な増加が確認されるが、部材 厚 100mm の供試体では、約 5kN 付近から AE 信号が断続的に検出されていることがわかる. 部材厚 70mm 以下の供試 体では、無筋コンクリートの曲げ試験結果²⁾と非常に類似した傾向を示しており、鉄筋が引張応力を負担した 100-D 供

> I 50

ひずみゲー 図-1 供試体概要 表-3 コンクリートの力学的特性

(MPa)

481

45.3

1CH

5CH

3CH

養生条件

気中保管

封かん養生

2CH GCH

4CH

圧縮強度 引張強度 弾性係数

(MPa)

2.94

2.98

AEセンサ

(GPa)

27.5

31.0

lo.	養生条件	部材厚 h	幅 b	主鉄筋	かぶり c	有効高さ d	スパン L	長さ Ľ	鉄筋量 As	鉄筋比 p	せん断スパ ン有効高さ
		(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm^2)		a/d
)-D	気中保管	40		2422		20	100	200	16.09	0.00225	
-M	封かん	40	240	2φ 3.2		20	190	290	10.08	0.00555	
)-D	気中保管	70	240	2450	20	50	400	500	20.27	0.00227	3.5
-M	封かん	70		$2\phi 3.0$		50	400	500	39.27	0.00327	
0-D	気中保管	100	150	2D6	I	80	610	770	63.34	0.00528	

表-1 供試体寸法および養生条件

表-2 コンクリートの示方配合										
粗骨材の	スランプ	水セメント比	空気量	細骨材率	単位量(kg/m ³)					
最大寸法		W/C	工べ玉	s/a	水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	
(mm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	W	С	S	G	Ad*	
20	8.0	55	4.5	42.0	170	309	758	1052	1.08	
*スルホン酸系AE減水剤を使用										

キーワード 薄肉鉄筋コンクリート部材、曲げ破壊挙動、AE法、SiGMA 解析、ひび割れ発生機構 連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL: 042-677-2775



試体では、コンクリートのひび割れ進展に伴い発生した AE 信号を検出してい る.

図-3に SiGMA 解析結果を示す.部材厚 70mm 以下の全ての供試体の SiGMA 解析結果より、最大荷重の約90%において、供試体底面から上面へ微小ひび割 れが瞬時に進行することが確認されている³⁾. 一方, 100-D 供試体では, 荷重 の増加に伴って微小ひび割れが進展している.次に、SiGMA 解析より求めら れた微小ひび割れの種類とその発生時刻の関係を載荷荷重と合わせて図-4に 示す.図より,部材厚40mmの供試体ではせん断型の微小ひび割れが先行して 発生し、主破壊に至るのに対し、部材厚 70、100mm の供試体では引張型の微 小ひび割れが卓越していることがわかる.このことから、薄肉 RC 部材の曲げ 試験によるひび割れ形成は、断面高さが低い 40mm の供試体では、ひずみ勾配 が大きいことから、断面内における一つの粗骨材が受ける応力が、上面側では 圧縮力、下縁側では引張力の作用を受け、せん断型が卓越した可能性が推察さ れる.

以上のことから、薄肉 RC 部材の曲げ破壊は、最大粗骨材寸法 20mm を用い た場合,コンクリートのひび割れ形成の観点から,部材厚 40mm と 70mm の間 に破壊機構の境界点があると考えられる.

4. まとめ

薄肉 RC 部材の曲げ試験に AE 法を適用した結果, 部材厚 70mm 以下の供試 体では無筋コンクリートの曲げ破壊と同様な AE 発生頻度を示し,鉄筋が力学



0 0 0 0

0.145

Δ 0.250

 \triangle

0.385

0.000

0.000

(c) 100-D 供試体 図-4 AE 発生源の時間的推移

的に機能していないことを AE 法により評価できる可能性が示唆された.また, SiGMA 解析の結果より,部材厚 40mm の供試体と70,100mmの供試体では、ひび割れ進展機構が異なることが明らかとなった.

参考文献

- 田所雄治他:薄肉鉄筋コンクリート製品の終局曲げ耐力,土木学会第63回年次学術講演概要集,pp.1183-1184,2008.9 1)
- 大野健太郎他:コンクリート材料の曲げ破壊過程の AE 法による考察,土木学会第 64 回年次学術講演概要集, 2) pp.357-358, 2009.9
- 大野健太郎他: AE 法による薄肉鉄筋コンクリート部材の破壊進行過程の考察, コンクリート工学年次論文集, 2010 3) (投稿中)