

初期ひび割れの有無が RC はりの変形およびせん断耐力に及ぼす影響

群馬大学工学部 学生会員 ○江原 正樹
群馬大学大学院 学生会員 森戸 重光
群馬大学大学院 正会員 半井 健一郎

1. はじめに

コンクリート構造物には、自己収縮や乾燥収縮などに起因した初期応力が発生することがあるが、初期応力によって、せん断耐力が低下することが報告されている¹⁾。近年、骨材事情の変化などによる、コンクリートの乾燥収縮ひずみの増大や、耐震性の向上のために鉄筋量が増加する傾向がある。過大な乾燥収縮および鉄筋による拘束力の増加は、乾燥収縮ひび割れの発生をもたらす、構造物の力学性能を低下させる恐れがある。一方、既往の研究²⁾で初期ひび割れによるせん断耐力の向上が報告されている。

本研究では、乾燥収縮ひび割れがはりの変形およびせん断耐力に及ぼす影響を把握することを目的とし、筆者らの行った、乾燥収縮により初期ひび割れを導入した RC はり載荷実験³⁾の結果に関して詳細な検討を行った。また、比較検討のため、乾燥収縮を低減させた供試体についても同様に実験を行った。

2. 実験概要

2. 1 コンクリートの配合

本実験で用いるコンクリートの配合を表-1 に示す。本実験ではひび割れを発生させるため乾燥収縮を促進させた配合と乾燥収縮を低減した配合で実験を行った。全ての配合において単位水量およびセメント量を増やした。また、単位水量の増大に伴うブリーディングの発生を、石灰石微粉末および分離低減剤の混入により抑制した。また、配合 A, B では 2 種類の収縮量の大きい粗骨材を使用し、乾燥収縮をさらに促進させた³⁾。配合 C では、膨張材と収縮低減剤を混入し、乾燥収縮を低減した。圧縮強度 30N/mm² は共通として設計した。

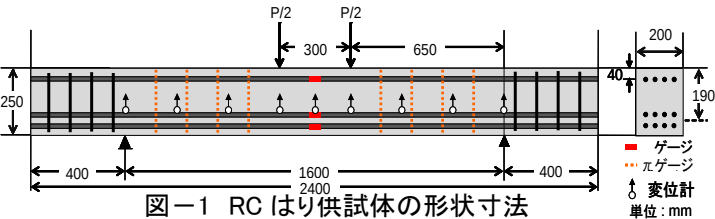


図-1 RC はり供試体の形状寸法
表-2 RC はり供試体緒元

鉄筋の諸性状			設計荷重		
鉄筋降伏強度 fy (N/mm ²)	ヤング係数 Es (kN/mm ²)	引張鉄筋比 pw (%)	曲げひび割れ発生荷重 Pcr (kN)	斜めひび割れ発生荷重 Pv (kN)	曲げ破壊荷重 Pu (kN)
1039	175	4.18	28.5	133.6	339.8

2. 2 供試体概要

本実験で用いる RC はり供試体の形状寸法を図-1 に、RC はり供試体の緒元を表-2 に示す。本実験では鉄筋量を増やし、乾燥収縮に対する拘束を大きくした。主鉄筋には高強度鉄筋である KSS785D16 を用いることにより、せん断破壊先行型として設計した。コンクリートの自由収縮ひずみ測定用供試体は、10×10×40cm の無拘束供試体を各配合 3 体ずつ作製した。

2. 3 養生方法および載荷試験方法

供試体は打込み後 24 時間で脱型し、気乾養生を行ない、RC はり供試体中の鉄筋に生じたひずみおよびコンクリートの自由収縮ひずみを測定した。鉄筋のひずみの測定は貼付したワイヤストレインゲージにより、コンクリートの自由収縮ひずみは、コンタクトゲージ法 (JIS A 1129-2) により測定した。なお、配合 A, B では乾燥収縮ひび割れが発生した³⁾が、配合 C では養生中のひび割れは生じなかった。

載荷試験は図-1 に示すように 2 点載荷で行った。載荷試験中は荷重、たわみを測定し、ひび割れ進展状況についても目視で観察した。なお、斜めひび割れ発生荷重の判断は、鉛直方向の変位により判断した。

表-1 コンクリートの配合

配合	W/C	単位量(kg/m ³)										
		水	セメント	石灰石 微粉末	膨張材	収縮 低減剤	細骨材	粗骨材	粗骨材	粗骨材	分離 低減剤	AE剤
	(%)	W	C	L	Ex	SRA	S	G1	G2	G3	V	
A	60	315	525	200	—	—	350	682	—	—	2	0.16
B												
C		294	505			20		16		—		

表-3 実験結果一覧

供試体名	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	載荷直前のひずみの値 (×10 ⁻⁶)				斜めひび割れ発生荷重 (kN)		最大荷重 (kN)
			無拘束供試体 自由収縮ひずみ	RCはり供試体 鉄筋ひずみ			計算値	実測値	
				圧縮鉄筋	引張鉄筋				
					上段	中段			
A1	30.2	2.58	-1160	-199	-128	-101	134	112	151
A2	30.8	2.60	-1150	-183	-132	-131	135	96	167
B	29.7	2.59	-1100	-203	-130	-118	133	97	134
C	26.8	2.41	17	9	21	27	129	124	218

3. 実験結果

3. 1 はりの変形

各供試体における斜めひび割れ発生前 (90kN) と斜めひび割れ発生後 (130kN) におけるはりの変形を図-2に示す。斜めひび割れ発生前のたわみは、初期ひび割れを有する供試体 A1, A2, B では、供試体 C よりも大きく、また、左右非対称になっており、変形がひび割れ部分に集中していた。一方、斜めひび割れ発生後はいずれの供試体においても左右非対称の挙動を示したが、供試体 C の変形量が小さかった。

3. 2 載荷試験結果

実験結果を表-3に、各供試体における荷重とたわみの関係を図-3示す。ここで、斜めひび割れ発生荷重の計算値には二羽式を用いた。

破壊時までのひび割れ進展状況からは、供試体 A1, B, C の斜めひび割れは分散する傾向が見られた。ここで、供試体 A1, B が分散した要因は、初期ひび割れによるものであった³⁾のに対し、供試体 C では、後述するように、最大荷重が大幅に上昇した結果、分散したものと考えられる。

斜めひび割れ発生荷重は、供試体 A1, A2, B では計算値より 15~30%程度低下した。これは、収縮応力と初期ひび割れにより低下したものと考えられ、ばらつきは初期ひび割れの進展状況によるものであった³⁾。一方、供試体 C では、斜めひび割れ発生荷重は計算値と同等の結果となった。

最大荷重は、供試体 A1, A2, C では計算値より大きな値となった。供試体 A1, A2 では、初期ひび割れにより斜めひび割れの進行が阻害されること³⁾や、既往の研究²⁾と同様に初期ひび割れ部に变形が集中したことで斜めひび割れの進展が遅くなり、最大荷重が上昇したと考えられる。一方、供試体 C では、斜めひび割れが載荷点の下にもぐりこむことでタイドアーチ機構を形成し、最大荷重が大幅に上昇した。最大荷重に関しては破壊形態が異なるため、ひび割れの有無による単純な評価はできないが、この結果より、初期ひび割れによ

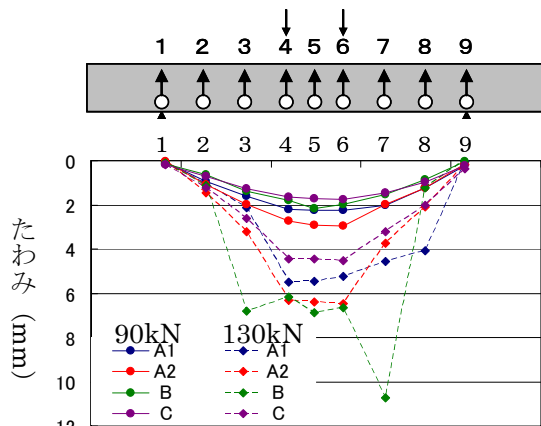


図-2 はりの変形

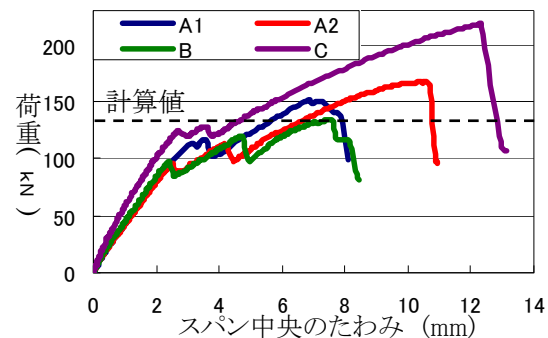


図-3 荷重とたわみの関係

るせん断耐力の向上効果はタイドアーチによるものと比較すると効果が小さいことがわかった。

4. まとめ

本実験の範囲より、1)初期ひび割れを有する供試体では、変形がひび割れ部に集中すること、2)初期ひび割れによって斜めひび割れ発生後のせん断耐力は向上するものの、タイドアーチによる明確な耐荷機構の変化と比較すると向上効果が小さいこと、が明らかになった。

参考文献

- 1) 伊藤 友司ほか：高強度コンクリートを用いた RC はりせん断挙動に及ぼす収縮の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.23, No.3, pp.763-768, 2001.7
- 2) 二羽 淳一郎ほか：せん断補強筋を用いない RC はりのせん断強度算定式の再評価，土木学会論文集，No372/V-5, pp. 167-176, 1986.8
- 3) 江原 正樹ほか：乾燥収縮ひび割れを有する RC はりのせん断耐力，第 36 回土木学会関東支部技術発表会講演概要集，V-64, 2009