

乾燥収縮ひび割れを有する RC はりのせん断耐力

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は、初期材齢から温度変化や湿度変化などによる、収縮に起因した初期応力が発生することがある。その初期応力により、せん断耐力の低下が報告されている。近年、骨材事情の変化などから、コンクリートの乾燥収縮ひずみが、従来の値と比較して大きな値を示す傾向が報告されている¹⁾。また、耐震補強の観点から、鉄筋量の多い構造物が増えている。過大な乾燥収縮および鉄筋による拘束力の増加は、ひび割れの発生をもたらす、性能を低下させる。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。これは、はりの変形が初期ひび割れ部分に集中したことにより、斜めひび割れが発生せずに破壊に至ったことが理由である。

本研究では乾燥収縮により初期ひび割れを導入し、乾燥収縮ひび割れがせん断耐力に及ぼす影響を把握することを目的とし、実験を行った。すなわち、コンクリートの乾燥収縮を使用材料や配合により促進させ、乾燥収縮による初期ひび割れを RC はり供試体に導入し、載荷試験を行うこととする。

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る。W/C を 60% とし、単位水量およびセメント量を増やした。単位水量の増大に伴うブリーディングの発生を、石灰石微粉末を 200kg/m³ 細骨材に置換し、分離低減剤を 2kg/m³ 混入することにより抑制した。また、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。圧縮強度 30N/mm² は共通として設計した。

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

表-1 コンクリートの配合

配合	W/C (%)	単位量(kg/m ³)							AE剤
		水 W	セメント C	石灰石微粉末 L	細骨材 S	粗骨材 G1	粗骨材 G2	分離低減剤 V	
A	60	315	525	200	350	682	—	2	0.16
B						—	692		

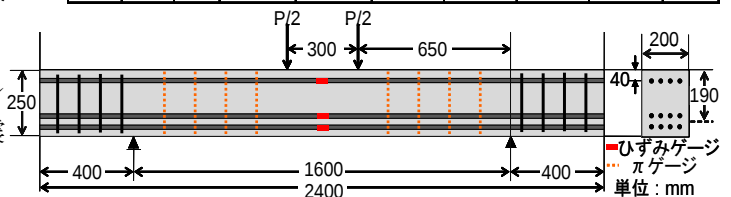


図-1 RC はり供試体の形状寸法

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

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、養生中は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 RC はり供試体で行ない、打込み直後から行った。コンクリートの自由収縮ひずみは、それぞれを脱型直後からコンタクトゲージ法(JIS A 1129-2)により測定した。

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、 π ゲージ(測定長 200mm)にて測定した鉛直方向の変位により判断した。これは、斜めひび割れの発生に伴う鉛直方向への開口変位の増加を測定するものである。測定は図-1 に示す位置において測定した。

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	下段			
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

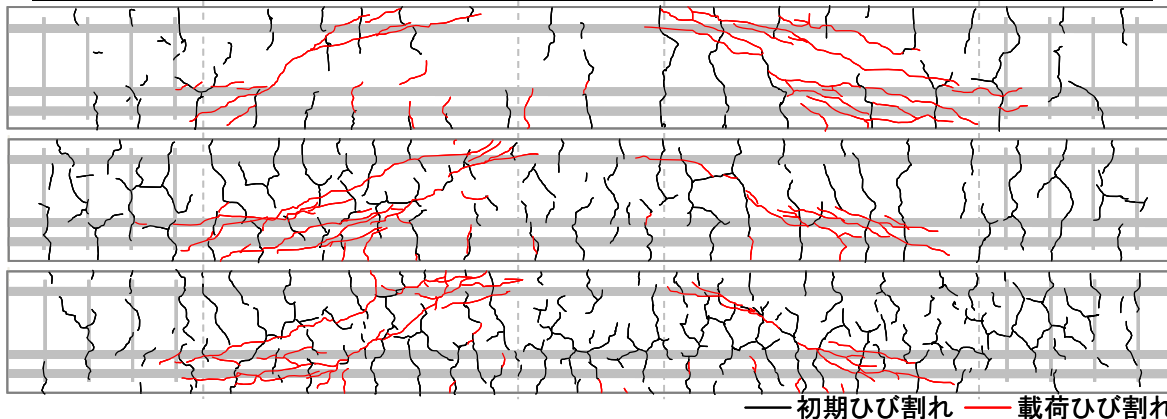


図-2 初期ひび割れおよび載荷ひび割れの進展状況

3. 実験結果

3. 1 載荷試験直前のひずみ

載荷直前のコンクリートの自由収縮ひずみおよびRCはり供試体の鉄筋ひずみを表-3に示す。いずれの供試体も、自由収縮ひずみは載荷直前において 1100×10^{-6} 程度の収縮であった。鉄筋のひずみは圧縮鉄筋が 190×10^{-6} 、引張鉄筋中段が 130×10^{-6} 、下段が 120×10^{-6} 程度の圧縮であった。

3. 2 載荷試験結果

実験結果を表-3に、初期ひび割れおよび載荷ひび割れの進展状況について図-2に、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。

斜めひび割れ発生荷重は、いずれの供試体においても、計算値より 15~30%程度低下した。これは、乾燥収縮を鉄筋が拘束することによって生じた収縮応力により荷重が低下したものと考えられる。また、同程度の収缩量にかかわらず、斜めひび割れ発生荷重にばらつきが見られた。これはA1と比較し、A2とB供試体では初期ひび割れが横方向および斜め方向に進展していたため、斜めひび割れを誘発し、荷重の低下につながったと思われる。

最大荷重は、A1とA2供試体では計算値より大幅な増加が見られた。斜めひび割れは初期ひび割れに沿って進展する傾向が見られ、鉛直方向に導入された初期ひび割れ位置まで到達すると斜めひび割れの進展が阻害され、進展が遅くなる。それにより、斜めひび割れ

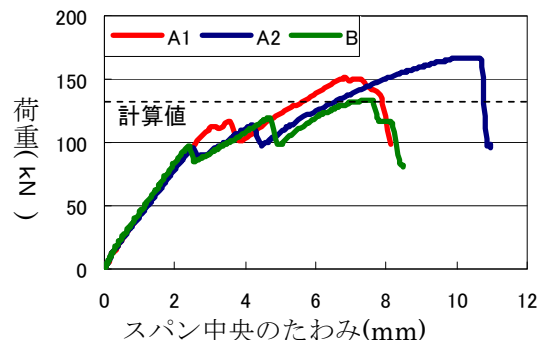


図-3 荷重とたわみの関係

が分散し、最大荷重の増加につながったと思われる。B供試体では計算値と同等な値を示したが、これは斜めひび割れの進行があまり阻害されなかったため、最大荷重の増加がA1、A2に比べ少なかったと考えられる。

4. まとめ

本実験の範囲より得られた知見を以下に示す。

- 1) 乾燥収縮による初期ひび割れは、斜めひび割れ発生荷重を低下させるが、その一方で最大荷重は、計算値と同等かそれ以上となる。
- 2) 初期ひび割れの進展状況により、斜めひび割れ発生荷重および最大荷重にばらつきが見られた。

参考文献

- 1) 百瀬晴基ほか：全国のレディーミクストコンクリートの乾燥収縮に関する調査研究(その1 省力化乾燥収縮試験方法の概要と調査結果)，日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)，pp. 291-292，2007.8
- 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