

初期応力状態が異なる RC はりのせん断耐力

群馬大学工学部 学生会員 森戸 重光
 群馬大学大学院 正会員 半井 健一郎
 群馬大学大学院 正会員 李 春鶴
 群馬大学工学部 正会員 池田 正志

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体積変化に起因した初期応力が発生し、コンクリート構造物の耐力・耐久性に影響を及ぼす。既往の研究では高強度コンクリートの自己収縮の増大がせん断耐力を低下させることが報告されている¹⁾。普通コンクリートの自己収縮は一般的に小さく、影響はほとんどないが、近年、普通コンクリートの乾燥収縮の増大が報告されており、乾燥収縮による鉄筋の拘束によって生じる応力がせん断耐力の低下を招くと考えられる²⁾。そこで本研究では、膨張または乾燥収縮によって鉄筋に働く初期応力の異なる RC はりを作製し、膨張・収縮がせん断耐力に及ぼす影響の検討を行った。なお、今回の実験では、せん断補強筋を用いない RC はりを対象とし、斜めひび割れ発生荷重を RC はりのせん断耐力とした検討を行った。

2. 実験概要

2.1 配合と使用材料

気乾養生におけるコンクリートの乾燥収縮を、配合および使用材料によって変化させた。基準となる配合 A の 2 体では、乾燥収縮を促進させるために単位水量を 210kg/m³ と大きくし、水結合材比は 60% とした。基準配合 A に対して、単位膨張材量 20kg/m³ をセメントに置換し乾燥収縮を抑制させる配合 B、単位膨張材量 40kg/m³ と収縮低減剤を併用して膨張させる配合 C を加え、合計 3 種類のコンクリートを用いる。目標スランプ 18 ± 2.5cm、空気量 4.5 ± 1.5%、圧縮強度 20N/mm² は共通として設計した。表 - 1 にコンクリートの配合および諸性状を示す。

2.2 供試体諸元

作製した RC はりの形状寸法を図 - 1 に、その他の設計条件を表 - 2 に示す。供試体は複鉄筋はりで、引張鉄筋に高強度の USD685D19 を、圧縮鉄筋に SD295D19 をそれぞれ 4 本ずつ配置した。このはりはせん断破壊が先行するように設計した。

2.3 ひずみの計測と載荷試験

ひずみの計測は、引張鉄筋の 4 本のうち 2 本のスパン中央部に、一本につき 2 枚ずつゲージを貼付して行った。載荷試験前における供試体の収縮量を把握するため鉄筋のひずみを打込み直後から計測した。載荷試験は、図 - 1 に示すように 2 点載荷を行った。載荷試験中は、荷重、鉄筋ひずみを計測するとともにひび割れ状況、斜めひび割れ発生状況についても目視で観察した。

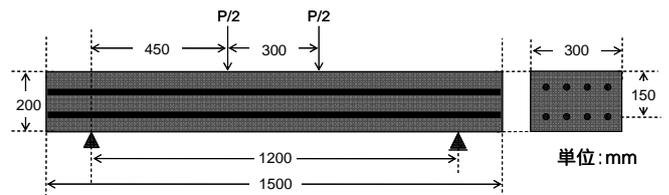


図 - 1 はりの形状寸法

表 - 1 コンクリートの配合

配合	水結合材比 W/B (%)	単位量(kg/m ³)						
		水 W	セメント C	膨張材 Ex	収縮低減剤 SRA	細骨材 S	粗骨材 G	AE剤
A1,2	60	210	350	—	—	730	991	0.04
B		—	330	20	—			0.04
C		196	310	40	14			0.01

表 - 2 はりの設計条件

鉄筋比 pw (%)	鉄筋の諸性状				設計荷重		
	引張鉄筋 降伏強度 fy (N/mm ²)	引張鉄筋 ヤング係数 Es (kN/mm ²)	圧縮鉄筋 降伏強度 fy' (N/mm ²)	圧縮鉄筋 ヤング係数 Es' (kN/mm ²)	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)
2.55	723	184	378	198	30	130	316

キーワード 乾燥収縮, 膨張材, せん断耐力, RC はり, ケミカルプレストレイン

連絡先 〒376-0052 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学工学部 TEL 0277-30-1613 FAX 0277-30-1601

表 - 3 実験結果一覧

供試体名	圧縮強度 (N/mm ²)	材齢 日	載荷直前の 収縮ひずみ (μ)	曲げひび割れ発生荷重(Pcr)			斜めひび割れ発生荷重(Pv)		
				実験値 (kN)	計算値 (kN)	実験値 / 計算値	実験値 (kN)	計算値 (kN)	実験値 / 計算値
A1	21.4	42	-143	10	31.6	0.32	92	133.4	0.69
A2	22.3	36	-58	18	32.5	0.55	130	135.3	0.96
B	22.6	42	-70	20	32.8	0.61	130	135.9	0.96
C	20.9	35	161	50	31.1	1.61	164	132.4	1.24

3. 実験結果

3.1 養生期間における引張鉄筋ひずみの変化

養生期間中のコンクリートの膨張・収縮によって引張鉄筋に生じたひずみの経時変化を図 - 2 に、載荷直前の収縮ひずみ量を表 - 3 の実験結果一覧に、養生期間中の平均気温と平均湿度を表 - 4 に示す。A2 供試体は、A1 供試体と配合は同一であるが、養生環境における平均湿度が高く、収縮量が小さくなり、B 供試体と同程度の収縮量となった。C 供試体は、膨張材によりケミカルプレストレインが生じた。

3.2 載荷結果

載荷実験より得られた各供試体の曲げひび割れ発生荷重(Pcr)、斜めひび割れ発生荷重(Pv)と算定式による計算値より比較を行った(表 - 3)。ここでの算定式は、Pcr は弾性理論に基づく式、Pv は斜めひび割れ発生時のせん断耐力の算定式である二羽式³⁾を使用した。載荷前の引張鉄筋に生じた初期ひずみの結果に対すると、実験値を計算値で除した割合の変化を図 - 3 に示す。Pcr、Pvともに、鉄筋のひずみの収縮とともに実験値が低下し、膨張とともに増加した。これは、養生中のコンクリートの収縮・膨張を、鉄筋が拘束することでコンクリートに生じる初期応力の差が原因と考えられる。また、Pcr において、ひずみが 0 μ 時に計算値の値と異なるのは鉄筋位置とコンクリートの表面位置では発生したひずみの量が異なるためと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲において、以下の知見が得られた。

(1) 養生中の乾燥収縮によって生じた初期応力により曲げひび割れ発生荷重、斜めひび割れ発生荷重が計算値より大幅に低下する。

(2) コンクリートの膨張による引張鉄筋に導入されたケミカルプレストレインによって曲げひび割れ発生荷重、斜めひび割れ発生荷重が大幅に増加する。

《謝辞》本実験に際し、東京鉄鋼株式会社より高強度鉄筋 USD685 を提供して頂いた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 牛尾亮太ほか：せん断補強筋のない高強度 RC はりのせん断特性に及ぼす収縮の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，pp.847-853，2005.6
- 2) 細田暁ほか：乾燥による初期欠陥が RC 梁の構造性能に及ぼす影響，土木学会，第 54 回年次学術講演会講演会講演概要集，V-88，pp.176-177，1999.
- 3) 二羽淳一郎ほか：せん断補強筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価，土木学会論文集，No.372，V-5，pp.167-176,1986.8

表 - 4 養生環境

養生環境	平均温度 ($^{\circ}$)	平均湿度 (%)
A1	19	55
A2	9	63
B	15	53
C	9	63

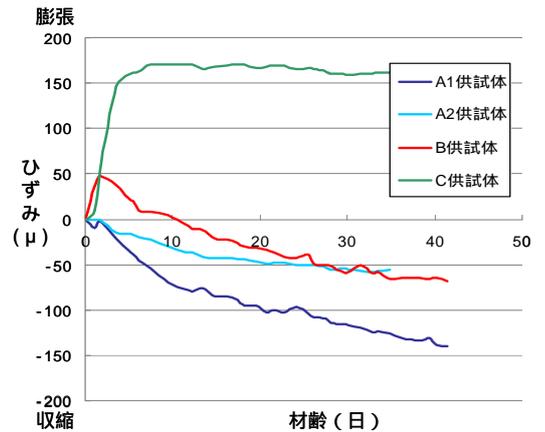


図 - 2 鉄筋ひずみの経時変化

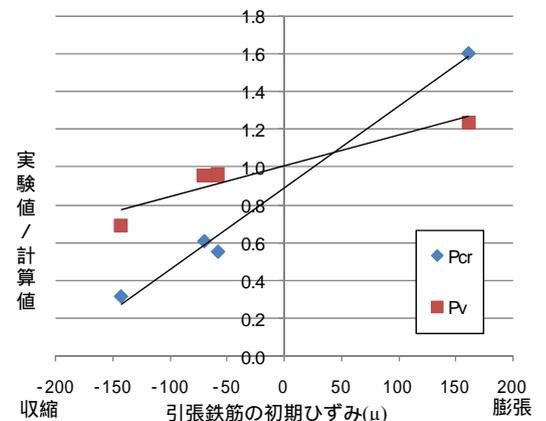


図 - 3 実験値 / 計算値と鉄筋の初期ひずみの関係