

(V-1) RC はりの曲げひび割れ幅の分布

群馬大学工学部 ○学生会員 小田切 芳春
 群馬大学大学院 学生会員 中田 学
 群馬大学工学部 710-会員 辻 幸和
 群馬大学工学部 正会員 杉山 隆文

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の性能照査の一つとして、使用限界状態に対する曲げひび割れの検討が土木学会コンクリート標準示方書に規定されている。本研究では、設計基準強度を 20N/mm^2 とした RC はりを 6 体作製し、引張鉄筋の応力度が 300N/mm^2 になるまで静的載荷試験を行った時の曲げひび割れ発生荷重と曲げひび割れ幅の分布を中心に検討した結果を報告する。また、設計基準強度が 10N/mm^2 の 2 体の RC はりとの比較を行った結果、さらに曲げひび割れ幅の算定式との比較検討を行った結果についても報告する。

2. 実験概要

2.1 供試体の作製

供試体の形状寸法、および載荷方法を図-1 に示す。供試体は、長さが 2400mm 、断面が $500 \times 200\text{mm}$ の矩形断面とした。鉄筋は、引張側に SD295D13 を 5 本、圧縮側に SD295D10 を 5 本、スターラップに SD295D6 を等曲げモーメント区間には 50mm ピッチ、せん断スパンには 100mm ピッチで配置した。また養生は、供試体をシートで覆い、28 日間屋外養生とした。

2.2 載荷方法および測定項目

載荷方法は、等曲げモーメント区間 500mm 、支点間 2000mm の 2 点集中載荷とした。載荷は、引張鉄筋の応力度が 300N/mm^2 に至るまで静的に漸増載荷し、その後除荷した。測定項目は、ワイヤストレーンゲージによる等曲げモーメント区間内での引張鉄筋と圧縮鉄筋のひずみおよび測定基準長 10cm の π ゲージによる供試体側面の引張鉄筋位置における曲げひび割れ幅とした。

はり供試体における引張鉄筋のひずみの理論値は、コンクリートの圧縮縁ひずみの各段階ごとに、ひずみ分布の直線性を仮定し、そのひずみ分布から求まるコンクリートと鉄筋の力の釣合条件から算出した。また、曲げひび割れ幅の理論値は、曲げひび割れ幅の算定式(1)に、先に述べた引張鉄筋のひずみの理論値を代入して求めた値を用いた。

$$\omega = k \left\{ 4c + 0.7(c_s - \phi) \right\} \left(\frac{\sigma_{se}}{E_s} + \varepsilon'_{cs} \right) \quad (1)$$

ここに、 ω :曲げひび割れ幅 (mm)、 k :鋼材の付着性状の影響を表す定数で、異形鉄筋の場合 1.0、 c :かぶり 12.65mm 、 c_s :鋼材の中心間隔 100mm 、 ϕ :鋼材

径 12.7mm 、 ε'_{cs} :コンクリートの収縮およびクリープ等による曲げひび割れ幅の増加を考慮するための数値で、通常は 150×10^{-6} であるが、本実験では屋外による 28 日間の気中養生であったため、収縮およびクリープ等の影響はほとんどないものと考え 0 とした。 σ_{se}/E_s :引張鉄筋ひずみの増加量

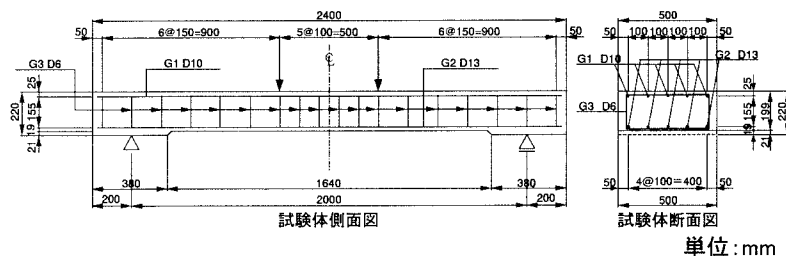


図-1 供試体の形状および載荷方法

キーワード：曲げひび割れ発生荷重、曲げひび割れ幅、コンクリートの圧縮強度

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 TEL0277-30-1613 FAX0277-30-1601

3. 実験結果

3. 1 ひび割れ性状および分布状況

表-1 にひび割れの諸性状を示す。曲げひび割れ発生荷重についての変動係数は 6.2%と小さかった。しかしながら、設計基準強度が 10N/mm^2 の 2 体の供試体No.3、4 を加えると、22.8%と大きな値をとった。ひび割れの本数は、等曲げモーメント区間での曲げひび割れの本数についての変動係数は 16.3%、総ひび割れ本数の変動係数は 9.8%となった。設計基準強度が 10N/mm^2 の 2 体の供試体No.3、4 を加えると、ひび割れの本数は、等曲げモーメント区間での曲げひび割れの本数についての変動係数は 17.8%、総ひび割れ本数の変動係数は 11.2%となった。ひび割れの本数は、曲げひび割れ発生荷重に比べて圧縮強度の影響は小さいようである。

3. 2 等曲げモーメント区間の曲げひび割れ幅

図-2 に、引張鉄筋のひずみと荷重の関係を示す。引張鉄筋のひずみにおける実験値の平均値は、同一の荷重時における理論値に対して、若干小さな値を示した。なお、図-2、図-3、図-4 における破線は、設計基準強度が 10N/mm^2 の供試体No.3 および 4 である。

図-3 に、最大曲げひび割れ幅と荷重の関係を示す。なお、最大曲げひび割れ幅は、等曲げモーメント区間に設置した π ゲージの測定値で最大の値を示したものである。供試体No.3、4 は、設計基準強度が 20N/mm^2 の供試体と比較して、載荷初期の段階において曲げひび割れ幅が大きかった。実験値の平均値と理論値を比較すると、曲げひび割れ幅が約 0.1mm までは、平均値は理論値とほぼ同等か安全側の値を示しているが、それ以降では平均値が理論値に比べて大きくなる危険側の値を示している。曲げひび割れ幅の増加が、理論値に対して実験値が急激であったためである。

図-4 に、平均曲げひび割れ幅と荷重の関係を示す。なお、平均曲げひび割れ幅は、等曲げモーメント区間に生じた曲げひび割れ幅の中より最大から 3 本の大きな測定値の平均で表したものである。実験値の平均値と理論値を比較すると、曲げひび割れ幅が約 0.1mm までは、平均値は理論値とほぼ同等か安全側の値を示しているが、それ以降ではほぼ同等の値を示している。

4. まとめ

曲げひび割れ幅の分布を RC はりで実験的に検討して、次のことがいえる。

- (1) 曲げひび割れ発生荷重のばらつきは 6 %と小さい値であるのに対し、曲げひび割れ本数は 1 割～2 割のばらつきであった。
- (2) 等曲げモーメント区間の最大曲げひび割れ幅は、土木学会のコンクリート標準示方書に示されている曲げひび割れの算定式により計算された理論値と比較して、曲げひび割れ幅が約 0.1mm までは、ほぼ同等か小さいが、それ以降では大きくなった。等曲げモーメント区間の最大から 3 本を平均した曲げひび割れ幅は、理論値と比較して、曲げひび割れ幅が約 0.1mm までは、ほぼ同等か小さいが、それ以降ではほぼ同等であった。

表-1 ひび割れ性状

供試体 No.	圧縮強度 (N/mm ²)	曲げひび割れ 発生荷重	ひび割れ本数(本)	
			等曲げモ メント区間	全体
1	25.3	36.5	6	14
2		32.5	5	11
5		31.4	6	12
6	22.5	35.0	6	11
7		31.5	8	13
8		34.5	7	13
平均		33.57	6.33	12.33
標準偏差		2.08	1.03	1.21
変動係数(%)		6.2	16.3	9.8
3	9.61	17.4	5	10
4		21.5	5	13

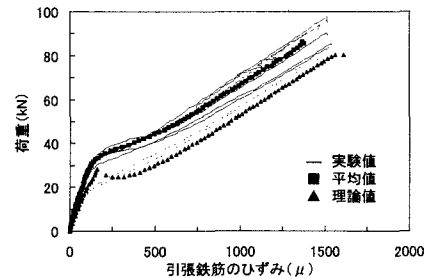


図-2 引張鉄筋のひずみと荷重

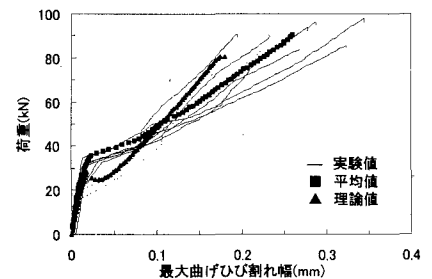


図-3 最大曲げひび割れ幅と荷重

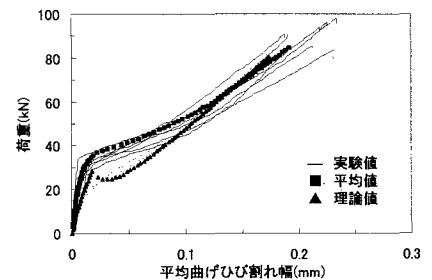


図-4 平均曲げひび割れ幅と荷重