

V-90

持続荷重下におけるRC曲げ部材の変形・ひびわれについて

宇都宮大学 学生員 吉本 徹
 宇都宮大学 学生員 手塚政男
 宇都宮大学 正会員 佐藤良一

1. はじめに

昨年、わが国の土木学会では限界状態設計法が採用され、これに伴い、鉄筋コンクリート(RC)部材の変形およびひびわれが今後検討されることとなった。

そこで、筆者らは先に持続荷重下のRC曲げ部材の変形およびひびわれ幅の予測を目的として、ひびわれ間要素の変形挙動解析を行い、湿度の条件の異なる部材に対し、その適応性を調べた¹⁾。

本研究は、RC曲げ部材の変形およびひびわれ幅の時間依存性に及ぼす引張鉄筋比、圧縮鉄筋比の影響を実験で調べるとともに、先に述べた解析方法の適用性を併せて論じたものである。

2. 実験概要

コンクリートの配合を表1に示し、供試体の諸元と実験条件を表2に示す。これらの供試体は載荷日まで湿潤養生した。図1に供試体の形状・寸法と載荷状況を示す。載荷時のコンクリートの圧縮強度および弾性係数はそれぞれ550kgf/cm²、34×10⁴kgf/cm²である。ひびわれ幅は精度1/1000mmのコンタクトゲージにより計測し、部材の平均曲率は供試体中央部80cmの試験区間の中央点でのたわみを精度1/100mmのダイヤルゲージで計測することにより求めた。

コンクリートの乾燥収縮ひずみおよびクリープひずみは寸法15×22×50cmの供試体を用い、ゲージ長60mm、ベース長120mmの両端つば付きのモールドゲージを用いて計測した。クリープ実験用供試体にはPC鋼棒により、およそ100kgf/cm²のストレスを導入した。なお、供試体の作製、養生および載荷実験はすべて温度20±1℃、湿度60±3%R.H.の恒温恒湿室に行なった。

3. 解析方法

解析にあたり、次の仮定を設けた(図2参照)。

1) ひびわれ断面のコンクリートは引張応力を負担しない。

2) 圧縮応力域のコンクリートひずみと鉄筋ひずみとの間には平面保持の仮定が成立する。

3) 引張応力域のコンクリートひずみは応力に関する中立軸からの距離に比例する。

4) 全てのひびわれ幅及びひびわれ間隔は同一である。

以上の仮定から次の基礎方程式が得られる。

$$d\delta_x/dx = \varepsilon_s - \varepsilon_t = f(y) \quad (1)$$

$$d^2\delta_x/dx^2 = (U_s/A_sE_s) \{1-G(y)\} \tau_x \quad (2)$$

ここで、 U_s 、 A_s 、 E_s は鉄筋の周長、断面積、弾性係数であり、 $d\delta_x$ は微小区間 dx における鉄筋とコンクリートのすべり量の変化、 τ_x は付着応力、

表1 コンクリートの配合

骨材の最大寸法 (mm)	スランブの経路 (cm)	空気量の経路 (%)	W/C (%)	s/m (%)	単位量 (kg/m ³)				水和材料 (g/m ³)	
					W	C	S	G	減水剤	A&M剤
25	10±2	4±1	48	45	160	333	815	100	180	1.50

表2 供試体の諸元と実験条件

試体の名称	引張鉄筋	引張鉄筋比 (%)	圧縮鉄筋	圧縮鉄筋比 (%)	鉄筋応力度 (kgf/cm ²)	含水状態
D19-19	2D19	2.12	2D19	2.12	1806	乾燥
D19-13	2D19	2.12	2D13	0.94	1806	乾燥
D19-0	2D19	2.12	0	0	1628	乾燥
D13-13	2D13	0.94	2D13	0.94	2044	乾燥

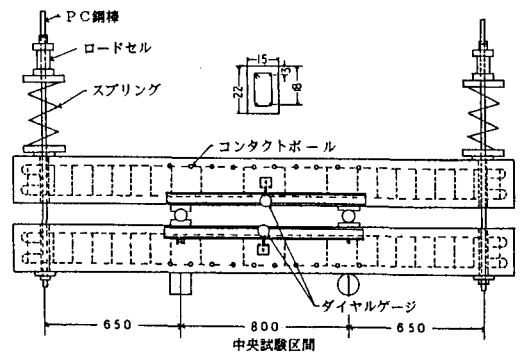


図1 供試体の形状・寸法と載荷状況

$f(y)$, $g(y)$ は y の関数である。また、付着応力-すべり量($\tau_x - \delta_x$)の関係として六車、森田らの提案式²⁾を用い、付着クリープ特性は高橋らの実験³⁾に基づいて求めた。

境界条件は、

1) $x=0$ のとき $\delta_x=0$

2) $x=a$ のとき $d\delta_x/dx = \varepsilon_s - \varepsilon_t = \varepsilon_s - \varepsilon_{sh}$

(ε_{sh} : 乾燥収縮ひずみ)

として与え、基礎方程式(1)、(2)を連立させて解くことができる。なお、乾燥収縮ひずみ、クリープ係数およびひびわれ間隔は実測値を用いた。

4. 考察

図3は平均ひびわれ幅の経時変化の一例としてD19-13とD13-13について実測値と本解析値を示したものである。この図から時間経過に伴う平均ひびわれ幅の増加率は、載荷後30日程度の比較的早期では、実測値の場合、引張鉄筋比が0.94%と小さいD13-13の方が高いが、計算値の場合はほぼ等しいことが認められた。これはひとつには鉄筋比が小さい場合、解析の際に無視したひびわれ断面での引張部コンクリートの応力負担がかなりあり、その負担率が時間経過に伴い低下することによるものと思われる。

図4は圧縮鉄筋比が0%であるD19-0と2.12%のD19-19の平均曲率比（持続荷重下の平均曲率／静的時の平均曲率）の経時変化について実測値、本解析値およびBSI⁴⁾による計算値をそれぞれ比較し示したものである。この図から、BSIおよび本解析値はともに、圧縮鉄筋比が小さくなれば平均曲率の増加率が高くなる傾向については示すことができる。本解析値の増加率はBSIのそれよりも実測値の増加率に近いが、本解析から得られた平均曲率比は実測値よりも小さい。これについては付着クリープの点から今後検討したい。

参考文献

- 1) 佐藤良一ほか：持続荷重を受けるRC曲げ部材の変形・ひびわれ 第9回コンクリート工学年次論文報告集、1987（投稿中）
- 2) 六車 照ほか：鋼とコンクリートの付着に関する研究、日本建築学会論文集、1967
- 3) 高橋久男ほか：鉄筋とコンクリートの付着クリープ性状に関する研究、1979
- 4) BSI, Code of Practice for the Structural Use of Concrete CP110, London, 1972

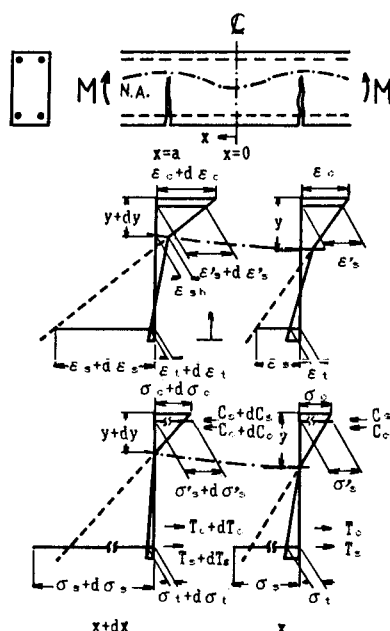


図2 微小区間 dx におけるひずみと応力の変化

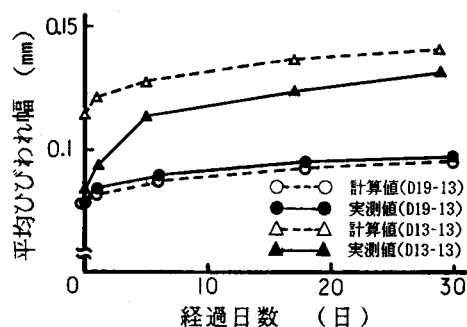


図3 平均ひびわれ幅の経時変化

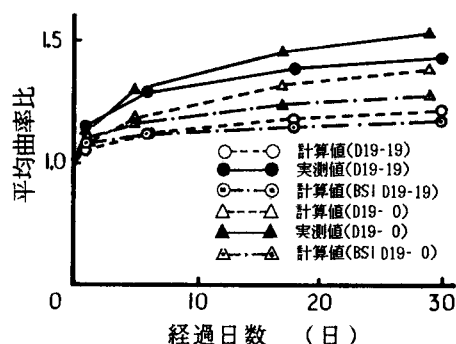


図4 平均曲率比の経時変化