

R/C造柱部材のひび割れ幅の評価法(その1 曲げひび割れ幅)

正会員 加藤 大介*
佐々木潤一郎**
正会員 中村 友紀子***

RC 柱部材 曲げひび割れ幅 性能評価型設計法

1. はじめに

R/C造建物の耐震設計法は性能評価型に移行しつつあるが、性能評価型設計法の体系においては従来からの許容応力度や終局強度の評価法以外にも多くの性能評価法が必要となる。本報では、修復限界状態に関連するひび割れ幅の評価法について既往の実験データを用いて検討した。その1では文献1)で提案した曲げひび割れ幅の評価法の合計ひび割れ幅と最大ひび割れ幅の関係を再検討した。

2. 文献1)で提案した曲げひび割れ幅の評価法の概要

文献1)では、柱の部材角とヒンジ領域の伸び量の関係、ヒンジ領域の伸び量とヒンジ領域に入るひび割れ幅の合計の関係、および、ヒンジ領域に入るひび割れ幅の合計とその中の最大ひび割れ幅の関係を、それぞれ求めることにより柱の部材角と最大ひび割れ幅の関係を評価している。

図-1は変形機構の仮定を示したものである。ヒンジ領域長さとしてひび割れ領域長さ l_{ht} と圧壊可能領域長さ l_{hc} を別々に設定し、その大きい方をヒンジ領域としている。ひび割れ領域長さは、高さ D (試験体せい) の位置と中立軸位置とを結んだ線の下領域(図の網掛け部分)に曲げせん断ひび割れが発生すると考え、高さ D とした。

この変形機構より、中立軸 x 、試験体せい D とすると、ヒンジ領域 l_{ht} の伸び量 l_{ht} と部材角 R の関係が定式化できる。ここで、中立軸 x の値は、コンクリートをストレスブロックに置換し、強度低減係数 0.85 を採用して求めている。

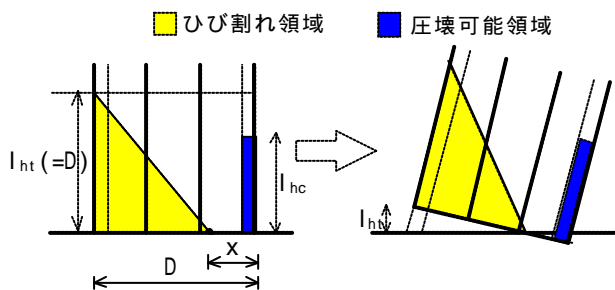


図-1 ヒンジ領域の仮定

ひび割れ領域に入るひび割れ幅の合計 W とヒンジ領域の伸び量 l_{ht} の関係は、係数 ne を介して定式化した。コンクリートの引張歪を無視し、ひび割れ領域に入るひび割れ幅の合計が領域の伸び量とほぼ等しいと考えて $ne = 1$ としている。

合計ひび割れ幅 W と最大ひび割れ幅 W_{max} の関係は、既往の実験結果^{2), 3)}では各試験体ともほぼ線形の関係が認められたので、 W と W_{max} の関係は、式(1)のように評価した。

$$W = ns \cdot W_{max} \quad (ns=2) \quad (1)$$

以上より最大ひび割れ幅 $W_{max, peak}$ は部材角 R の関数として式(2)で表される。

$$W_{max, peak} = (D - x) \cdot R / (ne \cdot ns) \quad (ne = 1 \quad ns = 2) \quad (2)$$

3. 合計ひび割れ幅と最大ひび割れ幅の関係の再検討

前節で述べたように文献1)では、係数 ns は2に固定されている。しかしながら、係数 ns はヒンジ領域に入るひび割れの数に影響を受けると考えられる。すなわち、柱のように比較的ひび割れ本数が限られている場合には大きなひび割れ幅となるひび割れは限られるが (ns が小さい)、壁のように同じ幅のひび割れが多数入るような場合には、 ns は大きくなる。そこで、ここでは ns をヒンジ領域に入るひび割れ本数の関数と考えて、その値を再検討した。ヒンジ領域に入るひび割れ本数はせい D / ひび割れ間隔で与えられるので、まずひび割れ間隔の評価法を検討する。

図-2は文献2)、3)、4)で報告された実験結果ひび割れ本数の実験値と計算値を比較したものである。ひび割れ間隔の計算値は帯筋間隔としたもの(図(a)), PRC 指針⁵⁾の計算値によったもの(図(b))を示した。ひび割れ間隔については実験値と帯筋間隔がよく合っている。図-3は、図-2と同じ実験データについて、個々の試験体に適合する ns の値とヒンジ領域内のひび割れ本数との関係を示した。前田らの試験体⁴⁾は梁試験体であり、十分に主筋が塑性化した後は、主筋の引き抜きにより基部の1本のひび割れ幅が支配的に大きく、 ns が2として報

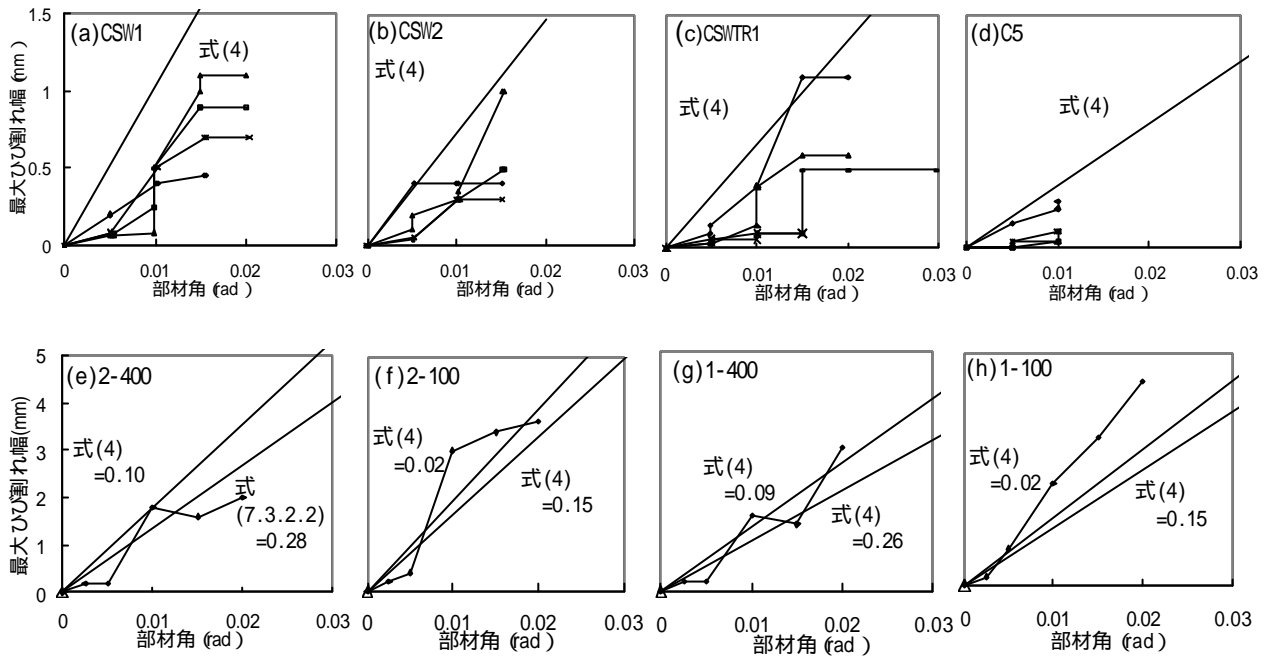
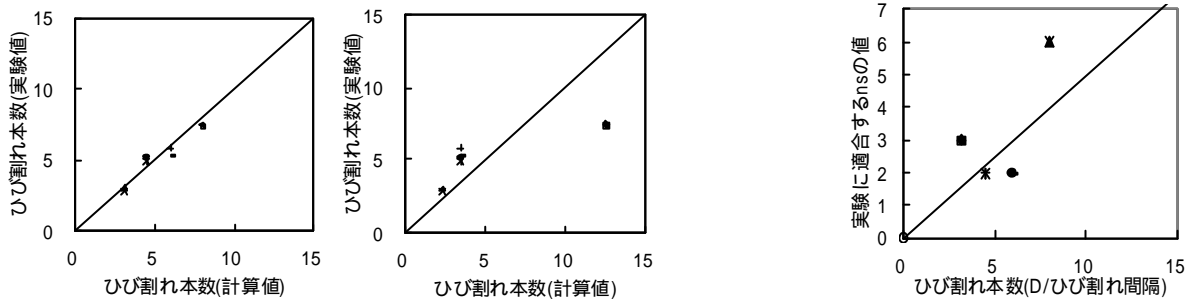


図 - 4 加力ピーク時の最大ひび割れ幅 - 部材角関係



(a) ひび割れ間隔を帯筋間隔 (b) ひび割れ間隔を PRC 指針
とした場合 により計算した場合

図 - 3 ns とヒンジ領域内の
ひび割れ本数の関係

図 - 2 ひび割れ本数 (D / ひび割れ間隔) の簡易評価法

告されているので、図中の縦軸は2として示している。一方、柱試験体は主筋が大きく塑性化することはなく、結果としてひび割れ幅が分散し、nsが大きめの値になっている。しかし結果は、右上がりの傾向は認められるので、ここでは平均的に評価する式として、nsを式(3)で与えることとした。

$$ns = D/2s \quad (3)$$

4. 最大ひび割れ幅(加力ピーク時)と部材角の関係

2、3節より最大ひび割れ幅 $W_{max,peak}$ は部材角Rの関数として式(4)で表される。

$$W_{max,peak} = (D - x) \cdot R / (n_e \cdot ns) \quad (4)$$

($n_e = 1$ $ns = D/2s$)

図 - 4 はこの関係を示したもので、太線が計算値を示している。なお(e)~(h)は前田らの試験体で、これらは軸力が変動しているため、最大軸力と最小軸力の両方を示した。また、前田らの実験ではひび割れ幅を除荷時に測定しているため、本研究で用いている加力ピーク時ひび割れ幅に換算するために2倍にした。

5. まとめ

曲げひび割れ幅の評価法を実験的に求めた。限られた試験体によって検討されたものなので、今後の更なる検討が必要である。

参考文献は、その2にまとめて示す。

* 新潟大学工学部 教授・工博
** 鹿島建設(株)
***新潟大学工学部 講師・博(工)

* Prof., Faculty of Eng., Niigata Univ., Dr.Eng.
** Kajima Corporation.
***Lecturer, Faculty of Eng., Niigata Univ., Dr.Eng.