

RC 造柱の修復限界状態の評価法（その 2：ひび割れ幅）

正会員○加藤大介^{*1}

同 佐々木潤一郎^{*2}

RC 造, ヒンジ領域
部材角, ひび割れ幅

1 はじめに

報告(その 1)に引き続き、ここでは修復限界状態に関連する RC 造柱部材のひび割れ幅の評価法について報告する。まず、過去の実験データを用いて、各加力サイクル最大変位時における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。次に、それらを用いることにより柱の部材角と最大ひび割れ幅の関係の評価法を検討する。

2 ヒンジ領域の伸び量と部材角の関係

図 1 は報告(その 1)に示した文献 1), 2)の試験体のうち CSW1, CSWTR1 の 2 体のヒンジ領域 l_{ht} の伸び量 (報告(その 1)の図 1 の Δl_{ht} に相当, 変位計により測定) と部材角 R の関係を示したものである。4 本のグラフは試験体右上, 右下, 左上, 左下の 4 箇所それぞれの実験値を示している。一方, 報告(その 1)で示した図 1 の変形機構より, 中立軸深さ x , 試験体せい D とすると, Δl_{ht} と R の関係は式(1)で表すことができる。これを計算値として図中に太線で示した。計算値と実験値はほぼ一致しており, 仮定した変形機構は妥当といえる。

$$\Delta l_{ht} = (D - x) \cdot R \quad \text{式(1)}$$

ここで, 中立軸深さ x の値は, コンクリートをストレスブロックに置換し, 強度低減係数の値として 0.85 を採用して求めた。

3 ヒンジ領域の伸び量と合計ひび割れ幅の関係

コンクリートの引張歪を無視すると, この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られる。また, テンションスチフニングモデルを用いて計算すると, 加力初期段階のひび割れ幅が 0.2mm 程度以下の領域で非線形性が見られただけなので, ここでは, ひび割れ領域に入るひび割れ幅の合計 ΣW とヒンジ領域の伸び量 Δl_{ht} の関係を式(2)で与えられるとし, 比例定数 $ne=1$ とした。

$$\Delta l_{ht} = ne \cdot \Sigma W \quad (ne=1: \text{比例定数}) \quad \text{式(2)}$$

図 2 はヒンジ領域の伸び量 Δl_{ht} とヒンジ領域内に発生したひび割れの幅の合計 ΣW の関係の実験値を示したものである。ここで, ひび割れ幅とは, 試験体端部でのひび割れの幅を表しており, 柱の右上, 右下, 左上,

左下の 4 箇所についてそれぞれ検討した。また, 測定は各加力サイクルの最大変位時毎にクラックスケールを用いて行い, コンクリートの剥落が激しくなった時点で終了している。図 2 には式(2)による計算値も太線で示したが, ヒンジ領域の伸び量の方が大きくなる傾向がみられる。これは細かいひび割れの測定誤差に起因すると考えられる。

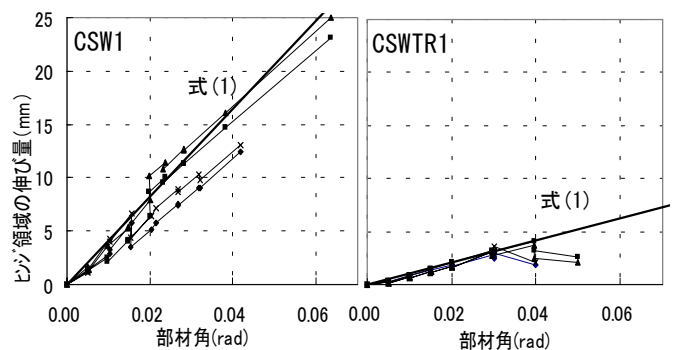


図 1 ヒンジ領域の伸び量－部材角関係

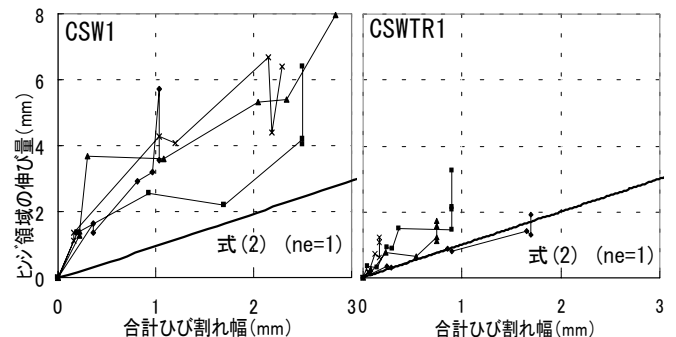


図 2 ヒンジ領域の伸び量－合計ひび割れ幅関係

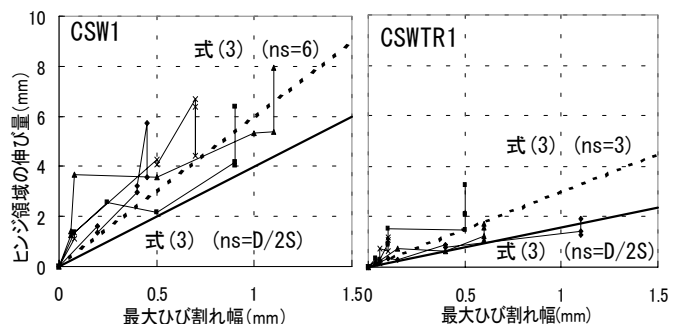


図 3 ヒンジ領域の伸び量(合計ひび割れ幅と考える)－最大ひび割れ幅関係

4 合計ひび割れ幅と最大ひび割れ幅の関係

次に、合計ひび割れ幅 ΣW と最大ひび割れ幅 W_{max} の関係を評価するが、前述したように ΣW は測定精度が悪いので、ここではヒンジ領域の伸び量 Δl_{ht} を ΣW と考えた。

図3はそのように仮定した場合の合計ひび割れ幅 ΣW （実際にはヒンジ領域の伸び量 Δl_{ht} ）と最大ひび割れ幅 W_{max} の関係を示したものである。こちらも実験結果は各試験体ともほぼ線形の関係が認められたので、合計ひび割れ幅 ΣW と最大ひび割れ幅 W_{max} の関係は、式(3)のように評価した。

$$\Sigma W = ns \cdot W_{max} \quad (ns: \text{比例定数}) \quad \text{式(3)}$$

ここで、係数 ns の値はヒンジ領域に入るひび割れ本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は限られ、 ns の値は小さくなるが、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 の値は大きくなる。そこで、図4に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。ひび割れ本数の値としては、ひび割れ間隔実験値(図(a))、帯筋間隔 S をひび割れ間隔としたもの(図(b))、PRC指針⁴⁾の計算値より求めたひび割れ間隔(図(c))でヒンジ領域長さ(=D)を除したものとした。試験体データとしてはCSW1, CSWTR1の他に、報告(その1)に示した文献1), 2)のCSW2, C5, また文献3)の前田らの試験体4体のものを用いた。前田らの試験体4体の実験に適合する ns の値については、報告のとおり2とした。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。PRC指針の式は梁の式であり、ひび割れ間隔を過小評価している。そこで、ひび割れ間隔は帯筋間隔 S で与えられるとし、図4(b)において実験データを平均的に評価する式として式(4)を得た。式(4)を図4(b)

に太線で示す。

$$ns = D/2S \quad \text{式(4)}$$

図3には計算値として試験体毎によく一致する係数 ns を用いた場合の式(3)を破線で、式(4)による ns の値を用いた場合の式(3)を実線で示した。

5 最大ひび割れ幅と部材角の関係

以上より、式(1), 式(2), 式(3)を用いて、最大ひび割れ幅 W_{max} と部材角 R の関係は

$$W_{max} = (D - x) \cdot R / (ne \cdot ns) \quad \text{式(5)}$$

となり、部材角 R から最大ひび割れ幅 W_{max} が求まる評価式が得られる。この関係を示したものが図5である。計算値として、式(4)による ns の値を用いた場合の式(5)を実線で示した。計算値は実験値をよく表しているといえる。

6 まとめ

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

参考文献

報告(その1)にまとめて示す。

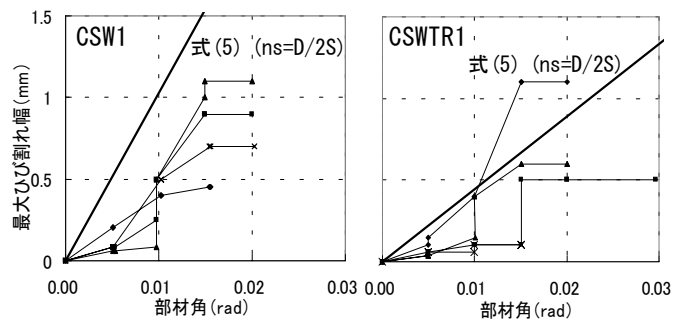


図5 最大ひび割れ幅一部材角関係

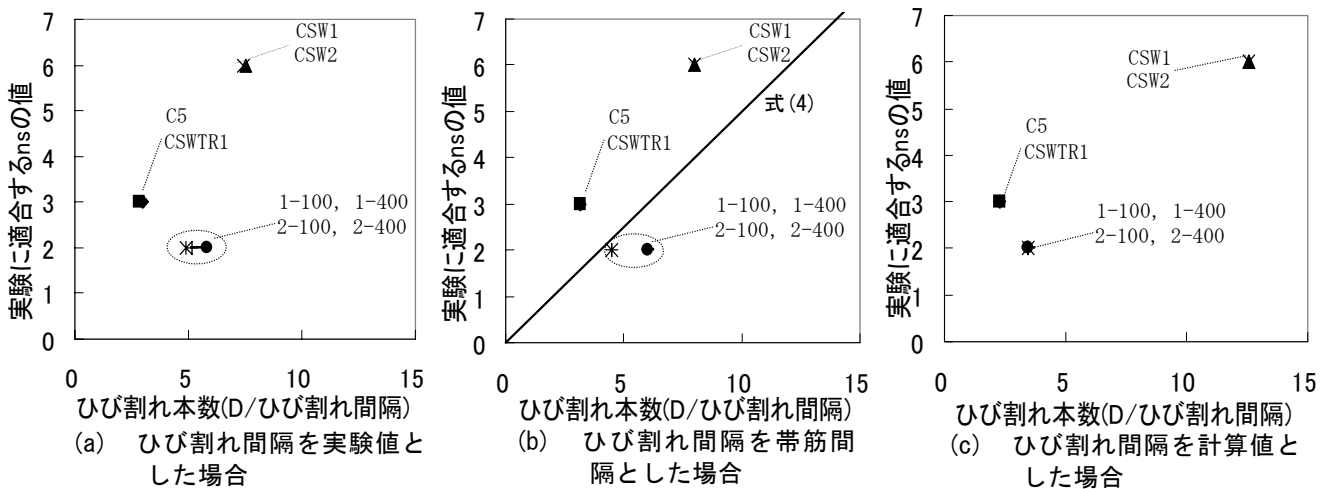


図4 ns とヒンジ領域内のひび割れ本数の関係

*1 新潟大学教授 工学部建設学科 工博

*2 新潟大学自然科学研究科博士課程前期大学院生