

R C柱部材のひび割れ線密度に関する実験的検討

清水建設（株）技術研究所 正会員 滝本和志

1. はじめに

コンクリート構造物に発生するひび割れは、施工に起因する初期欠陥や、地震等による損傷、施工後の時間の経過にともなって進行する劣化等、様々な原因が考えられる。ひび割れは、構造物の耐荷性能や耐久性能の低下、または低下の予兆を示す危険信号になることから、ひび割れ幅を含む詳細で定量的なひび割れ情報を得ることができれば、地震後の損傷度の判定や劣化診断において、重要な判断材料として利用することができる。しかし、一般の構造実験においては、ひび割れ幅を詳細に計測することは少なく、計測する場合も限られたポイントにおけるひび割れ幅のみを計測するため、ひび割れ幅に関する実験データは少ない。一方、載荷ステップごとにひび割れの進展をスケッチしたり写真撮影して、ひび割れ図を作成していることから、このひび割れ図を利用してひび割れ長さを求めることができる。

ここでは、正負交番載荷実験におけるR C柱試験体のステップごとのひび割れ状況のスケッチからひび割れ線密度を求め、繰り返し載荷を受けた場合のひび割れ線密度と損傷状況の関係について検討を行った。

2. 正負交番載荷を受けるR C柱試験体のひび割れ線密度

ひび割れ線密度は、ひび割れ長さの累計をひび割れ計測面積で除した値で、式（1）で表す。

$$D_l = L_d / (B \cdot H) \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 D_l ：ひび割れ線密度

L_d ：ひび割れ長さの累計

B ：ひび割れ計測面の長さ

H ：ひび割れ計測面の高さ

ひび割れ線密度は、部材の断面寸法や付着の程度によるひび割れ間隔等の影響を受けることから、断面幅が0.3m¹⁾、0.5m²⁾、0.6m³⁾、2.4m³⁾の試験体のひび割れ線密度を求めて、ひび割れ線密度に及ぼす寸法効果の影響について検討した。これらの試験体はすべて正方形断面で、柱基部で曲げ破壊した試験体であることから、ここでの検討は曲げひび割れに関してのみ行うこととした。

図-1に断面幅が0.5mの試験体²⁾の3 δ_y 載荷終了時のひび割れ状況を示す。実線で示したひび割れは、1 δ_y 載荷終了後に計測されたひび割れである。他の試験体の場合も、基部からの高さが1D（D：柱断面幅）以上の範囲および載荷直角面（2面と4面）では主鉄筋降伏時に発生したひび割れがほとんど進展していないことから、ひび割れ線密度を求める範囲を、載荷平行面（1面と3面）の基部から1Dまでとした。載荷直角面においては、斜めひび割れが発生しないため、載荷変位が増加しても主鉄筋降伏時に開いたひび割れの拡幅のみが生じ、新たなひび割れの発生がほとんど見られないものと考えられる。

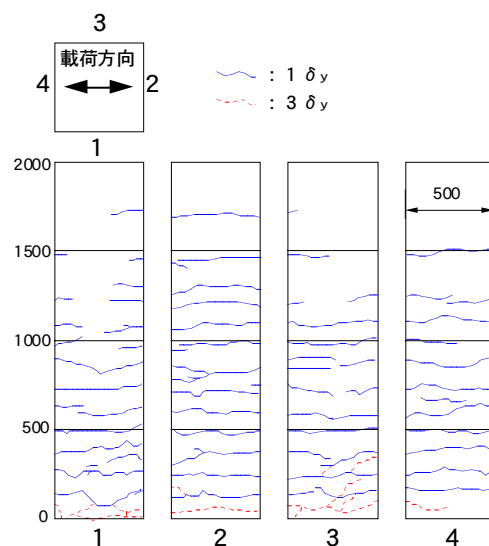


図-1 P-10 試験体のひび割れ状況
(3 δ_y 載荷時)

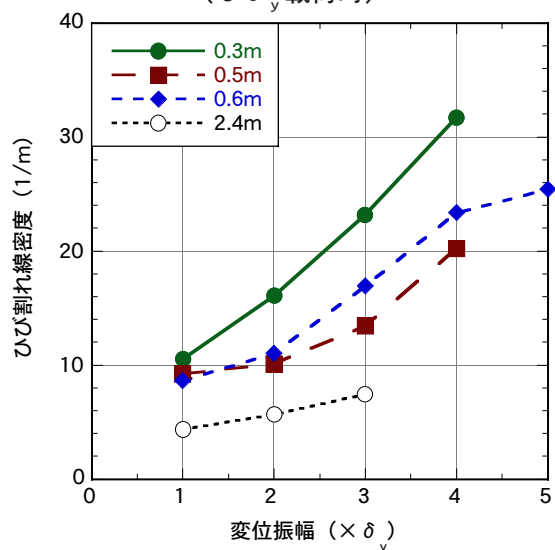


図-2 ひび割れ線密度に及ぼす寸法効果の影響

キーワード：R C柱、交番載荷、ひび割れ線密度、損傷度評価

〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03(3820)6962 FAX 03(3820)5959

3. ひび割れ線密度に及ぼす寸法効果の影響

図-2に断面寸法ごとに平均したひび割れ線密度を示す。主鉄筋降伏からかぶりコンクリート剥落直前までのひび割れ線密度である。断面寸法が大きくなるほど、ひび割れ線密度が小さくなっている。図-3はひび割れ線密度に及ぼす断面寸法の影響を調べるために、断面幅が0.5mのひび割れ線密度を基準として、断面幅と主鉄筋降伏時のひび割れ線密度の関係を両対数グラフに示したものである。◇が各断面幅の平均値を示しており、この図より、ひび割れ線密度は断面幅D(m)の平方根に反比例するものと判断できる。

図-4は、ひび割れ線密度に及ぼす寸法効果の影響を考慮して図-2の縦軸をひび割れ線密度と断面幅の平方根の積としたものである。断面幅が0.5mの値が若干小さめになっているが、断面幅の大小に関わらずほぼ一定の値を示している。図-5に主鉄筋降伏時と最大荷重時のひび割れ線密度と断面幅の平方根の積を示す。最大荷重時、またはそれ以前にかぶりコンクリートが剥落した試験体は、最大荷重時のひび割れ線密度が求まらないため、主鉄筋降伏時の値のみを示す。主鉄筋降伏時の値は試験体間のばらつきが小さい。この図からひび割れ線密度と断面幅の平方根の積が7 ($\text{m}^{-1/2}$)程度になると、主鉄筋が降伏したものと判断できる。一方、最大荷重時の値は降伏時の値に比べると試験体間のばらつきが大きい。これは、包絡線上において最大荷重点前後のほぼ最大荷重を維持している範囲に幅があり、最大荷重点がその範囲内のどこに位置しているかによって値が変わってくるためと考えられる。

4. まとめ

限られた実験の範囲内ではあるが、正負交番载荷を受ける柱試験体のひび割れ線密度に関して検討した結果、ひび割れ線密度は断面幅の平方根に反比例しており、ひび割れ線密度と断面幅の平方根の積を用いることで、ひび割れ線密度に及ぼす寸法効果の影響を考慮することができることが明らかとなった。この寸法効果を考慮したひび割れ線密度を用いることで、地震後の損傷度調査において、橋脚や高架橋柱の主鉄筋降伏の判定の可能性が考えられる。ただし、ひび割れ図作成には個人差が見られることや経年劣化の影響等も考えられることから、今後はひび割れ計測方法の標準化の検討や実構造物を含めたひび割れ計測データを蓄積していく必要がある。

参考文献

- 1) 元木澤知紀、稲熊弘：交番载荷試験における繰返し回数がRC柱の体力低下に及ぼす影響、土木学会第58回年次学術講演会講演概要集、2003.9
- 2) 建設省土木研究所：RC橋脚の動的耐力に関する実験的研究（その1）一、土木研究所資料、第2232号、1985.8
- 3) 建設省土木研究所、日本道路公団、首都高速道路公団、阪神高速道路公団：鉄筋コンクリート橋脚の耐震性に及ぼす寸法効果の影響に関する共同研究報告書、1999.10

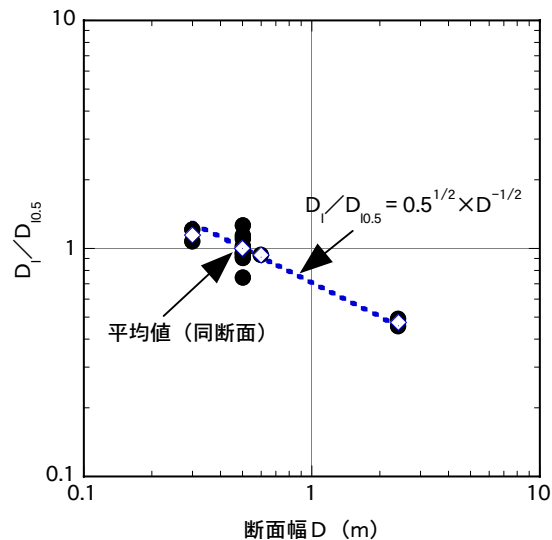


図-3 降伏時のひび割れ線密度と断面幅の関係

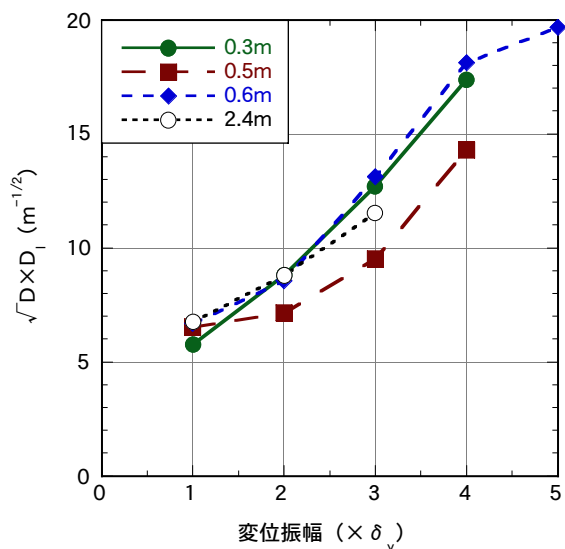


図-4 寸法効果を考慮したひび割れ線密度

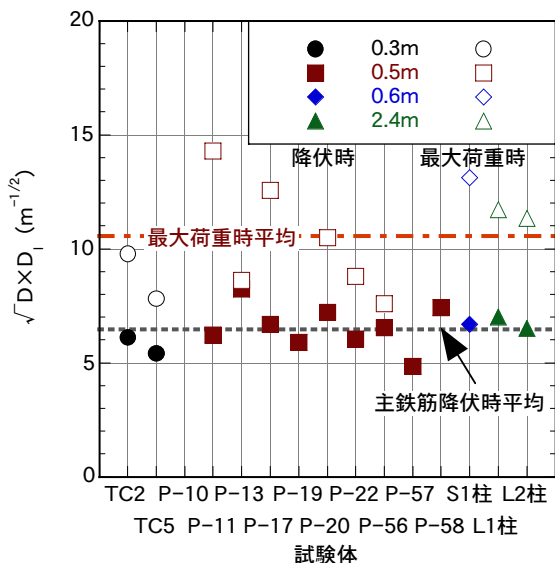


図-5 降伏・最大荷重時の寸法効果を考慮したひび割れ線密度