

曲げ破壊する RC はり部材の損傷指標と補修後の性能評価に関する実験的研究

岐阜大学大学院 学生会員 ○滝 友宏
 (株)土屋組 小川 祐右

中部大学 正会員 伊藤 睦
 中部大学 正会員 水野 英二

1. はじめに

既設の鉄筋コンクリート (RC) 構造物あるいは被災した RC 構造物の残余性能を適切に評価し、適切な補修・補強を施すためには、RC 部材の損傷評価手法と補修後の性能評価手法の構築が必要不可欠である。本研究では、コンクリート強度と載荷履歴を変化させた曲げ破壊する RC はり部材の載荷実験で、残留ひび割れ幅を計測することにより、残留ひび割れ幅の損傷指標としての有用性について検討を行った。さらに、補修後の性能が評価可能な数値解析モデルを構築するための基礎資料を得るために、上記の載荷試験後のはり部材に対して、ひび割れ注入や圧壊部分の断面修復の補修作業を施した後に載荷実験を行った。

2. 実験概要

本研究では、コンクリートの圧縮強度が残留ひび割れ幅に及ぼす影響を評価するために、2種類のコンクリート強度 (20MPa シリーズ, 40MPa シリーズ) を設定し、繰返し載荷履歴の違いが残留ひび割れ幅に及ぼす影響を評価するために計7種類の載荷履歴を採用した。図-1に供試体概要を示す。なお、試験体は十分にせん断補強されている。引張鉄筋には D13 (降伏強度 403.7MPa) を3本、圧縮鉄筋には D10 (降伏強度 353.1MPa) を2本、スターラップには D6 (降伏強度 290.2MPa) を使用した。コンクリート圧縮強度は、目標強度を20MPa, 40MPaとしたが、テストピースの圧縮試験結果からは、表-1に示す圧縮強度が得られている。載荷履歴の違いが残留ひび割れ幅に及ぼす影響を探るために、本実験では表-1に示すような6種類の載荷履歴に対してそれぞれ2体の単調、および繰返し載荷実験を行った。載荷履歴は、図-2に示す20MPaシリーズの荷重-スパン中央変位関係のように行った。また、降伏変位 δ_y は、荷重-変位関係で剛性が急激に変化した点と定義している。

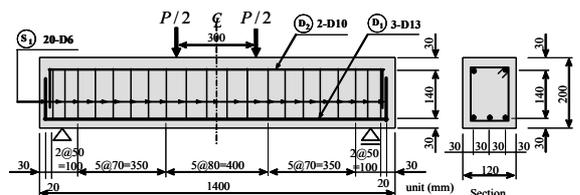


図-1 供試体概要

表-1 コンクリート強度

実験ケース (載荷履歴)	コンクリート圧縮強度 (MPa)			
	20MPaシリーズ		40MPaシリーズ	
	No.1	No.2	No.1	No.2
0C-2U	27.7	34.1	47.0	40.0
0C-3U	27.7	34.1	47.0	40.0
0C-4U	27.7	27.7	47.0	47.0
1C-4U	27.7	27.7	47.4	47.4
2C-4U	34.1	34.1	47.4	47.4
3C-4U	34.1	34.1	47.4	47.4

残留ひび割れ幅は、はり側面を写真撮影した後に、デジタル画像処理を用いて行った。補修方法は、エポキシ樹脂によるひび割れ注入とかぶりコンクリートの圧壊部分の断面修復を行った。

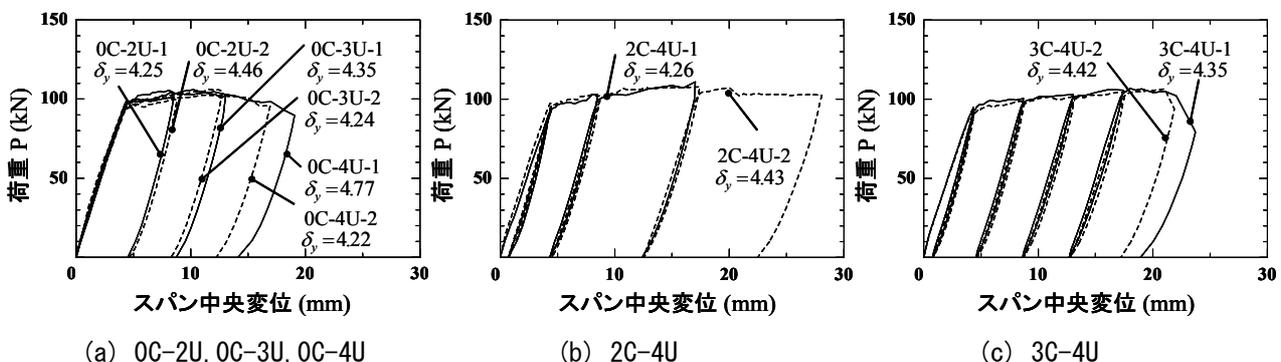


図-2 荷重-変位関係 (20MPa シリーズ)

キーワード 損傷指標, 残留ひび割れ幅, 補修後の性能

連絡先 〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200 中部大学工学部都市建設工学科 TEL0568-51-1111

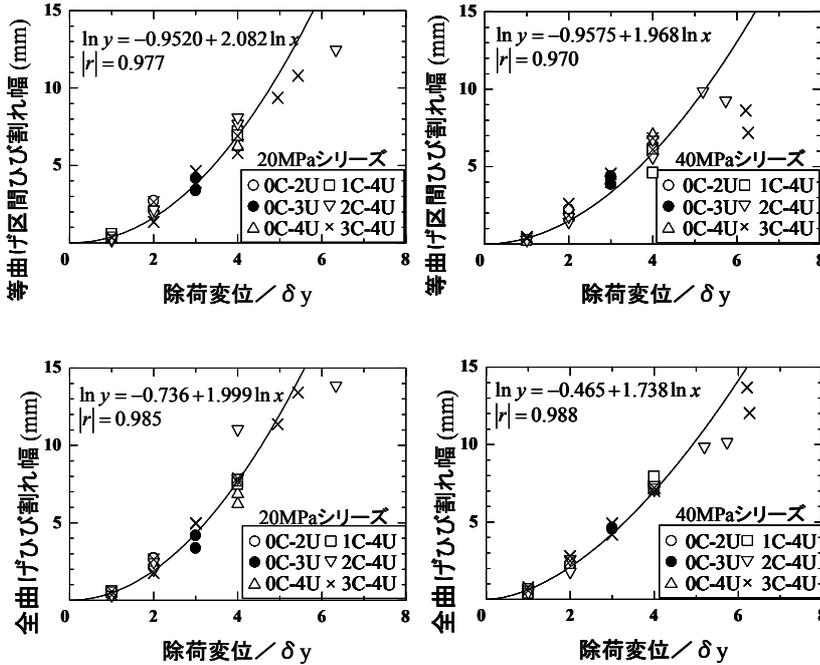


図-3 除荷変位と残留ひび割れ幅の関係

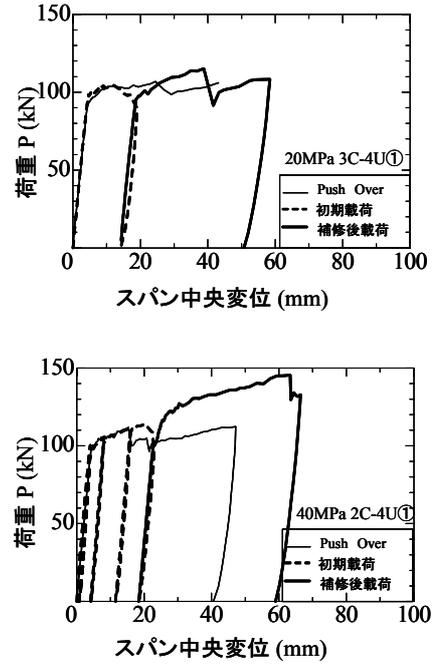


図-4 荷重-変位関係の比較

3. 実験結果および考察

図-3 に除荷変位と残留ひび割れ幅の関係を示す。なお、図には近似曲線を併せて示している。残留ひび割れ幅は、全てのひび割れの引張縁におけるひび割れ幅の合計値を等曲げ区間内、全スパン内に発生したひび割れ幅に分けて評価している。等曲げ区間に発生したひび割れ幅は、塑性ヒンジ領域に発生したひび割れをイメージしている。図-3 より、除荷変位と残留ひび割れ幅の間には相関性がみられる。また、図-3 で等曲げ区間内の残留ひび割れ幅と全スパン内の残留ひび割れ幅を比較すると、全スパン内の残留ひび割れ幅を考慮した方が、除荷変位との相関性が高く、損傷指標となりうる残留ひび割れ幅は、特に変形が大きい場合には、部材内全ての残留ひび割れ幅を損傷指標とした方が良いと考えられる。また、本実験のような片側の繰返し載荷は、残留ひび割れ幅にあまり影響を及ぼさないが、変形が増加すると残留ひび割れ幅は加速度的に増加する傾向が見られる。これには、主鉄筋の降伏による剛性の低下や、主鉄筋とコンクリート間の付着力の低下が影響を及ぼしているものと考えられる。

図-4 にひび割れ注入及び圧壊部補修を施した試験体と初期載荷時の荷重-変位関係を示す。図-4 より、わずかであるが、補修試験体の初期剛性の低下が確認できた。また、補修試験体の耐力は初期載荷時と比較して大きくなっている。耐力が増加した理由は、補修材料が既設のコンクリートよりも強度が高く、また初期載荷時に引張鉄筋に生じた残留ひずみの影響で、補修後の載荷実験時には鉄筋の降伏強度が見かけ上高くなったためであると考えられる。なお、補修試験体のひび割れ発生状況の観察からは、新たなひび割れは、ひび割れ注入部以外に発生することが確認され、等曲げ区間外に多く集中した。これは、ひび割れ注入に使用したエポキシ樹脂の強度が高く、断面修復により等曲げ区間の断面耐力が向上したためと考えられる。

4. 終わりに

本研究により、以下の知見が得られた。除荷変位と残留ひび割れの間には相関性がみられたことから、残留ひび割れ幅は損傷指標として使用できる可能性がある。なお、残留ひび割れ幅はコンクリート強度の高い方が小さく、全ひび割れ幅を考慮した方が、除荷変位との相関性が高い。補修試験体の性能には、初期載荷時の残留変形が影響を及ぼすことが確認された。また、新たなひび割れは、ひび割れ注入部以外に発生した。このため、補修後の性能評価には、これらの要因を適切に表現する必要がある。

謝辞：平成17年度科学研究費補助金（若手研究（B））からの援助を得た。ここに記して謝意を表す。