

ねじりを含む組み合わせ荷重履歴を受けた RC はりの耐荷機構

立命館大学大学院 学生会員 ○佐々木 優介
立命館大学大学院 学生会員 前田 祐助
立命館大学 正会員 岡本 享久

1. 研究目的

曲げ・せん断力に関しては、多くの研究が行われ、そのメカニズムは確立されている。しかし、地震などの発生時には、ねじりが組み合わさった荷重条件が生じるにも関わらず、そのメカニズムは完全に解明されるには至っていない。震災後の建造物の補修・維持管理に関して、それらのことは、配慮を行う必要がある。

ねじりを受けた RC はりは、らせん状のひび割れを生じ、かぶり部分が剥離し、スターラップ内部のコアコンクリート部分のみで支えていることが従来研究よりわかっている。その破壊形状は、ひび割れ幅は異なるものの、従来のせん断型破壊に類似している。

本研究では、ねじり独特の破壊が RC はりにどのように影響するのかを確認するため、曲げ・せん断とねじりの組み合わせ断面力を受け、終局した RC はりを使用し、一度破壊した供試体に対して、曲げ・せん断試験を実施した。

2. 実験計画

2.1 実験概要

実験のフローを図-1に示す。曲げ・せん断とねじりの組み合わせ断面力を受ける載荷試験を行い終局に達した供試体に、ねじりを除く、曲げ・せん断載荷試験(再載荷)を行い、曲げモーメント M -たわみ関係およびひび割れ図から、破壊形式に考察を加えた。

2.2 供試体要因

(1) 供試体

供試体を図-2に示す。スターラップ8本とスターラップ11本(以下、それぞれMQT8とMQT11とする)の2体を準備した。処女載荷条件を比較用として、スターラップ8本(以下、MQ8とする)にて、曲げ・せん断試験を実施した。

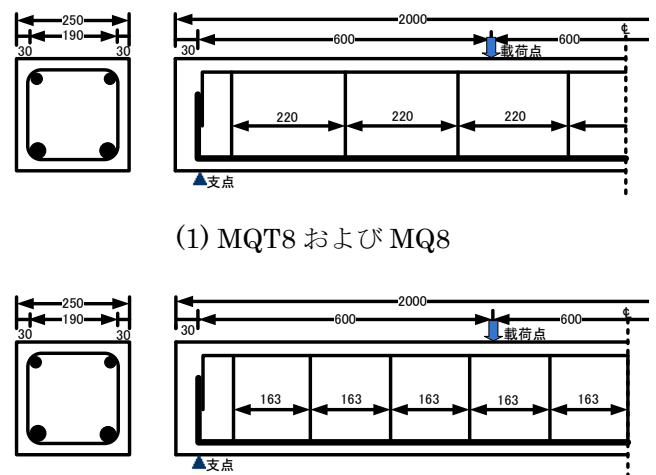
(2) 組み合わせ荷重実験方法

図-3に示すように曲げモーメント M とねじりモーメント T の比率 $T/M=0.42$ となるように載荷試験を行



図-1 実験フロー

図-3 組み合わせ載荷



(1) MQT8 および MQ8

(2) MQT11

※上端軸筋およびスターラップ : D10

下端軸筋 : D16

図-2 供試体

った。

(3) 再載荷前の供試体状況

再載荷前のひび割れ状況を図-4の黒線で示す。表示は上から順番に側面、上面、側面、下面である。ねじりによる主応力とせん断による主応力が一致する部分では、せん断型ひび割れが生じ、打ち消し合う部分では、曲げ型ひび割れが生じている。そこで、供試体は、そのひび割れ形状からねじりが影響したことにより、全断面が破壊しているのではなく、ねじりとせん断力の重なる面のみで、せん断型破壊を起こしたと推定できた。

2.3 実験方法 (再載荷)

対称2点一方向載荷曲げ試験を実施した。

キーワード : ねじり履歴, 曲げ・せん断, RC はり, 再載荷, 破壊性状

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 EW2F 環境材料研究室 TEL : 077-561-2666(内線 8722)

3. 実験結果および考察

3.1 作用曲げモーメント M -たわみ (再載荷)

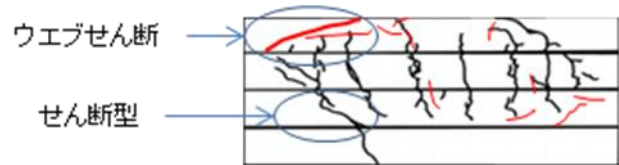
MQ8, MQT8, MQT11 の曲げ・せん断試験における曲げモーメント M -たわみ関係を図-5に示す。 $M=30(\text{kN} \cdot \text{m})$ まで, MQT8とMQT11で, MQ8と同じ挙動を示した。MQT8はその後せん断型破壊により, 終局に至った。MQT11は, MQ8と同様に下端軸筋降伏による曲げ引張破壊であった。MQT11の下端軸筋の降伏からのたわみの増大前と, MQT8のせん断破壊時の荷重は, いずれも $M=30(\text{kN} \cdot \text{m})$ であるため, MQT8が下端軸筋の降伏ひずみの手前でスターラップが降伏したと考えられる。MQ8が曲げ破壊であったのに対して, MQT8再載荷(曲げ・せん断試験)では, せん断破壊となった。これは, 曲げ・せん断およびねじりの組み合わせ載荷時に, ねじりモーメントが作用したことで, 部分的にかぶりが剥離して, ウェブ厚が減少したことにより, せん断耐力へ影響したと推測される。

3.2 ひび割れ図

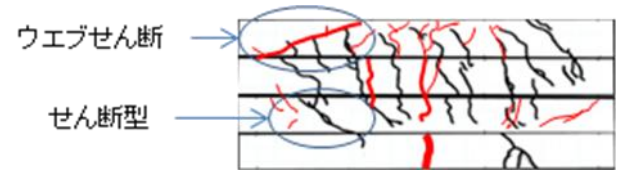
図-4のMQT8およびMQT11に, 曲げ・せん断載荷により新たに発生したひび割れを赤線で示す。なお, 表示は上から順番に側面, 上面, 側面, 下面である。MQT8では, 組み合わせ断面力試験で生じた斜めひび割れの対称側面に, 支点から載荷点にかけて斜めひび割れが生じ, ウェブせん断破壊が起こった。本来のせん断では, 両側面において, 同一の斜めひび割れ角で破壊するにも関わらず, MQT8ではそれぞれの側面で異なった角度の斜めひび割れによるせん断型破壊を起こしている。一方, MQT11では, ウェブせん断ひび割れは生じたが, 曲げ引張破壊型となり, それに対応するひび割れ分布となった。

3.3 ねじり履歴がRCはりの曲げ・せん断破壊性状に与える影響

ウェブせん断ひび割れは, PC部材あるいはウェブがきわめて薄いRC部材などにみられるひびわれ形態である。つまりRC部材である本供試体は, 非常に薄断面でみられるウェブせん断ひびわれを起こしたことから, ねじり・せん断の重ね合わせ部でのひびわれにより, 断面が相当量削られたと考えられる。予想される断面図を図-6に示す。断面欠損量を初期ウェブひび割れ発生時から算出し, MQT8において, 有効断面は170mm, MQT11において, 有効断面は182mmの時ウェブひびわれを発生するということから双方において有効な断



(1) MQT8



(2) MQT11

※黒線：組み合わせ載荷 赤線：再載荷

図-4 ひび割れ図

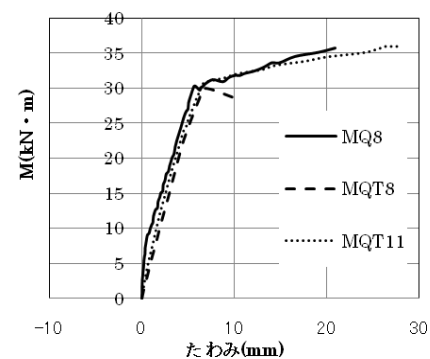


図-5 作用曲げモーメント M -たわみ (再載荷)

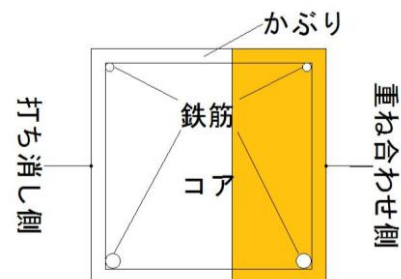


図-6 破壊後予想断面

面が70%程度になったと考えられる。

4. 結論

(1) ねじりの作用によりせん断型破壊した構造物でも, 曲げ・せん断荷重に対しては十分な耐力を要しているため, かぶりの修復を行うことで, 構造物を維持できる可能性がある。

(2) ねじりの影響を受け破壊したRCはりでは, スターラップ量とかぶりの剥離の影響により, ウェブせん断破壊を起こす場合がある。

【参考文献】1) S. Nagataki, T. Okamoto and S. H. Lee : A Study on Mechanism of Torsional Resistance of Reinforced Concrete Members, Concrete Library of JSCE, No.12, pp.75-91, 1989