

立命館大学院 学生員 ○加藤 慎介
 立命館大学院 学生員 前田 祐助
 立命館大学 フェロー会員 岡本 享久

1. はじめに

本研究は、地震時における曲げ・せん断とねじりの複合断面力を受ける RC 部材の解析手法の提案を目的とする。純ねじりの断面力下において、RC 矩形断面部材ではかぶりの剥離現象が生じることが佐々木らによって報告されている。曲げ・せん断とねじりの複合断面力下においてもかぶりコンクリートの剥離現象を考慮することにより、有限要素法解析ソフト ATENA によって、精度の高い解析をおこなうことができるかという検討をおこなう。

2. 実験概要

断面寸法 250mm×250mm, スパン 1800mm, コンクリートかぶり 30mm, スターラップ本数 8 本の供試体に、曲げ・せん断とねじりの複合断面力を載荷する実験をおこなった。表 1, 表 2 および図 1 にそれぞれ供試体条件, コンクリート物性条件および配筋図を示す。ねじりと曲げモーメントの比 T/M は、曲げ・せん断の影響とねじりの影響の両方が構造物に現れる 0.42 とした。

表 1 供試体条件

供試体名	上端軸筋	下端軸筋	スターラップ	腹鉄筋比 %	載荷条件
MQT8	D10	D16	D10	0.26	曲げ・せん断・ねじり

表 2 コンクリート物性条件

供試体名	圧縮強度	引張強度	曲げ強度	静弾性係数
	(N/mm ²)			(kN/mm ²)
MQT8	34.5	3.18	5.15	23.6

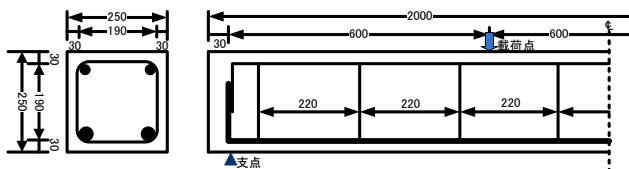


図 1 MQT8 配筋図

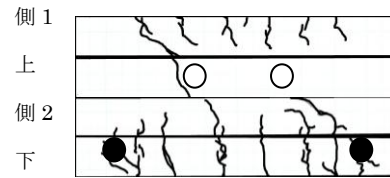


図 2 MQT8 ひび割れ図(●: 支点, ○: 載荷点)

試験の結果より、せん断による主引張応力とねじりによる主引張応力の重なる箇所で、ひび割れが進展し、局所的なせん断破壊が起り終局に至った。

3. 解析概要

実験で用いた供試体 MQT8 を対象に、ATENA による非線形静的載荷解析をおこなう。図 3 に MQT8 解析モデルを示す。コンクリートおよび載荷用ジグは、8 節点アイソパラメトリック要素(ソリッド要素)でモデル化した。また載荷板周辺の、実現現象と異なる応力集中を回避するため、載荷板もモデル化した。軸筋およびスターラップは埋め込み鉄筋でモデル化した。

解析上の仮定として、

- ① ねじり特有のかぶりコンクリートの剥離現象を確認するため、コンクリートと鉄筋間の付着応力-すべり関係を考慮する場合と完全付着の場合の双方をおこなう。
- ② せん断破壊する供試体を解析した場合、選択したひび割れモデルによって最大耐荷力が異なる事例が報告されているため、固定ひび割れモデルと回転ひび割れモデルの双方をおこなう。

以上を踏まえ、計 4 パターンの解析をおこなう。

解析は変位制御でおこなう。

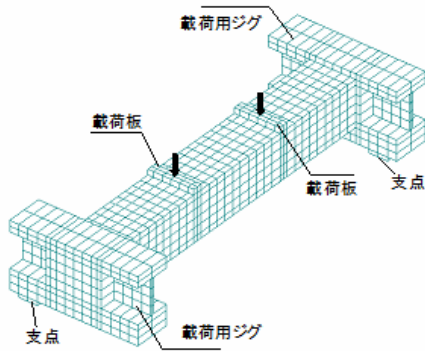


図3 MQT8 解析モデル

4. 解析結果

実験から得られた曲げモーメント-たわみ関係と、上述の4パターンの解析結果を図4に示す。

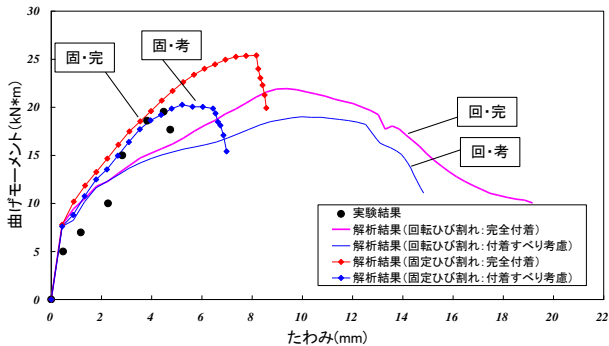


図4 実験値と解析値の比較

図4によると、固定ひび割れで、コンクリートと鉄筋間の付着応力-すべり関係を考慮したケースが実験結果により近い挙動となった。完全付着の場合、ひび割れが多く発生し、応力の再分配が多く起きて耐力が高くなったと考えられる。また、回転ひび割れモデルを用いた際、実験値より靱性が見られる結果となった。これは、回転ひび割れモデルはマイクロクラックを表現する際用いられるものであるが、複合断面力下の供試体ではせん断とねじりが重なるひび割れが卓越し破壊に至る事を示していると考えられる。この結果より、かぶりコンクリートの剥離現象を、コンクリートと鉄筋間の付着応力-すべり関係で考慮し、せん断とねじりにより大きなひび割れが発生するという特徴を固定ひび割れモデルにより再現すれば、精度の高い解析が可能であるといえる。

実験結果と近い値をとる固定ひび割れで、コンクリートと鉄筋間の付着応力-すべり関係を考慮したケースの荷重低下時での最大主引張ひずみ分布・変形図(変形倍率：10倍)を図5、および図6に示す。

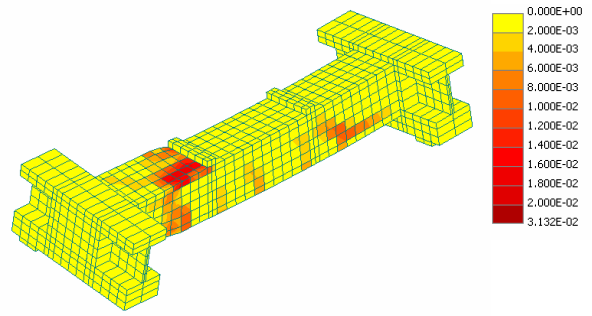


図5 固・考モデルのひずみ分布・変形図(上・側1面)

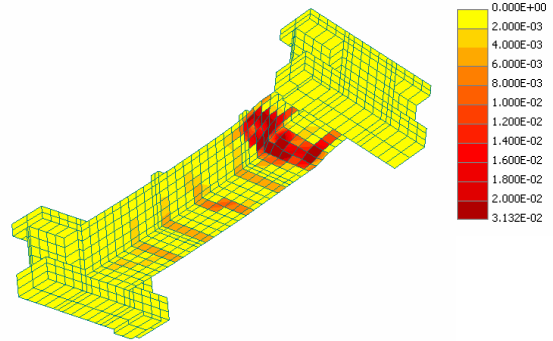


図6 固・考モデルのひずみ分布・変形図(側2・下面)

実験値と近い値をとった解析モデルにおいて、主引張ひずみの分布も実験のひび割れ(図2)と同様に、せん断による主引張応力とねじりによる主引張応力の重なる箇所で大きな値を示した。このことから、応力の分布についても、より実現に近い解析が可能といえる。

5. まとめ

本研究では、曲げ・せん断とねじりの複合断面力下のRC部材を、有限要素法ソフトATENAによって再現可能か検討した。本研究の範囲内で以下の結論を得た。

(1) 4パターンの解析を行った結果、固定ひび割れモデルでコンクリートと鉄筋間の付着応力-すべり関係を考慮すれば、耐力、変形、ひずみ分布ともに実験の再現が可能である。

(2) 複合断面力下においても、ねじり特有の現象であるかぶりコンクリートの剥離が、RC部材の耐力、変形に大きな影響を及ぼしている可能性が解析的に明らかとなった。

参考文献

1) 佐々木 優介, 渡邊 有輝, 前田 祐助, 岡本 享久: 曲げ, せん断およびねじりの組み合わせ断面力を受けるRCはりにおけるかぶり挙動に関する一考察, コンクリート工学年次論文集, pp32, 2010