

## ねじりと曲げの相関特性を考慮したRCアーチ橋の地震時応答に関する研究

服部, 匡洋

<https://doi.org/10.15017/1500703>

---

出版情報：九州大学, 2014, 博士（工学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 服部 匡洋

論 文 名 : ねじりと曲げの相関特性を考慮した RC アーチ橋の地震時応答に関する研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

橋梁の長大化や立地条件の制約に伴い、RC アーチ橋のアーチリブや逆 L 字型の橋脚等、大きなねじりモーメントが生じる部材が増加しつつある。既往の研究より、RC 構造物に軸力、曲げ、せん断に加えて、ねじりモーメントが作用すると、それぞれが単独に作用した場合と比較して耐力が低下することが知られている。しかし、一般的な地震応答解析においてねじりモーメントに対しては、ねじりひび割れの発生が想定される部材に対し、部材断面の大きさから計算されるねじり剛性の 1/10 程度の等価剛性を有する線形部材とした等価線形解析を実施するのみで、ねじり挙動を厳密に考慮した解析は行われていない。また、ねじり挙動を厳密に考慮することで、橋梁の地震時応答がどの程度変化するのかについても知られていない。これは、ねじりモーメントが作用する RC 構造物の挙動が複雑であり、未解明な部分が多いことが原因の一つとして考えられる。

このため、本研究では RC 橋脚を想定した充実矩形断面や 1 室中空断面を有する柱部材および RC アーチリブを想定した 3 室中空断面を有する部材に対して純ねじり荷重を作用させた実験を行った。また、実際の橋梁に対して地震動が作用した場合、ねじり荷重のみならず、曲げ荷重も作用し、それらの比率は時々刻々変化することから、ねじり荷重と曲げ荷重の比率を変化させた交番載荷実験も実施した。

実験結果より、コンクリートのひび割れや主鉄筋の降伏など、RC 橋脚の剛性が大きく変化する各イベント点において、ねじりと曲げには相関関係が見られ、ねじり荷重のみまたは曲げ荷重のみを作用させた場合に比べて、小さな荷重で部材の剛性が低下することが明らかになった。これらの結果より、ねじり挙動を厳密に考慮した地震応答解析の必要性が示唆された。

以上を踏まえ、ねじり挙動を厳密に考慮した地震応答解析に必要な精度良いねじりと曲げの相関曲線とねじり骨格曲線を提案するため、有限要素法を使用したねじり交番載荷実験に対する再現解析を実施し、有限要素解析の精度を把握するとともに、ねじり剛性に影響を与える軸力や帯鉄筋間隔を変化させたパラメトリック解析を実施した。実験結果及び解析結果に基づき、ねじりと曲げの相関曲線とねじり骨格曲線を提案し、これらを実橋梁全体系の解析モデルに適用した地震応答解析を行い、現行の解析手法より得られた地震時応答と比較することで、ねじり挙動を厳密に考慮した地震応答解析の有効性について検証した。以下に、本論文の各章ごとの概要を述べる。

第 1 章では、研究背景、研究目的、本論文の構成について述べた。

第 2 章では、充実断面、1 室中空断面、3 室中空断面 RC 供試体に対して実施したねじり交番載荷実験の実験結果及び考察について述べた。実験より軸力や帯鉄筋間隔、中空壁厚の違いが純ねじり荷重作用時の RC 部材のねじり履歴曲線や骨格曲線に影響を及ぼすことが明らかになった。また、ねじり荷重と曲げ荷重の比率を変化させた交番載荷実験より、ねじりと曲げには相関特性があるこ

とが確認された。さらに、ねじり荷重と曲げ荷重の比率の変化に応じてひび割れの進展や破壊状況が異なることを示した。

第3章では、ねじりと曲げの正負交番載荷実験に対するシミュレーション解析を実施し、有限要素解析の再現性について述べた。解析より純ねじり荷重及び純曲げ荷重作用時のねじり履歴曲線、曲げ履歴曲線を精度よく再現することができることが明らかになった。また、ねじりと曲げの複合荷重を作用させた実験に対する再現解析より、ねじり降伏相関曲線や曲げ降伏相関曲線を精度よく再現できることを示した。さらに、ねじり荷重と曲げ荷重の比率に応じて変化するひび割れ分布についても比較的再現した。

第4章では、ねじり挙動を厳密に考慮した地震応答解析を実施する方法とその解析方法に必要な解析ツールの定式化について述べた。ねじり挙動を厳密に考慮するためには、ねじりと曲げの相関曲線、ねじり骨格曲線、ねじり履歴モデルの3つの解析ツールが新たに必要であることを示した。また、実験及び有限要素解析結果に基づき、軸力、帯鉄筋間隔、中空壁厚等をパラメータとした解析ツールを定式化し、提案した。

第5章では、実存するRCアーチ橋を参考にして作成した解析モデルに対して、提案したねじりと曲げの相関曲線やねじり骨格曲線、ねじり履歴モデルを適用した非線形動的解析と現行の設計において使用されているねじり等価線形解析の解析結果を比較し、ねじり挙動を厳密に考慮した地震応答解析の有効性について述べた。解析結果の比較より、現行のねじり等価線形解析では、アーチリングや補剛桁に生じるねじりモーメントを危険側で評価することが明らかになった。また、ねじり挙動を厳密に考慮することによって、振動モードが変化することから、橋梁各部の断面力にも変化が現れることを示した。

第6章では、以上の研究結果及び知見をまとめ、本論文の結論とした。