

軸力、曲げ及びねじりの複合荷重を受けるRC部材の復元力に関する実験

九州大学 工学部 学生会員○竹下永造 九州大学大学院 工学府 学生会員 王 堯
九州大学大学院 工学研究院 フェロー 大塚久哲 オリエンタル建設(株) 正会員 吉村 徹
九州大学大学院 工学研究院 正会員 矢 蒼 亘

1. はじめに

例えば逆L字型橋脚で、張り出し梁の長さが長い橋脚が橋軸方向の地震力を受ける場合、橋脚には曲げに加えて、ねじりが生じる。

本実験は、このようなRC橋脚をモデルとした供試体にねじりと曲げの正負交番荷重を載荷し、曲げとねじりの相関曲線を求めることを目的として行った。

2. 実験概要

(1) 供試体諸元

寸法、及び計測機器の設置位置を図-1に示す。さらに、供試体タイプを表-1に示す。

(2) 交番載荷方法

曲げ荷重とねじり荷重の増加割合を一定に保ち、尚且つ、それぞれの目標の荷重まで同時にたどり着くことを目標に変位制御を行った。1往復目は、載荷割合の大きいほうのひび割れ発生まで行い、2往復目は降伏するまで行う。それ以降は、降伏変位量の倍数でループを描くとした。図-2に載荷状況を示す。

3. 交番載荷実験結果(No. 1)

(1) 変位-ねじり角関係

載荷方法が変位制御であったため、変位とねじり角を一定の割合で増加させ、目標点に同時にたどり着るように載荷した。(図-3)

(2) ねじり荷重とねじり角の関係(図-4)

複合ねじりを受けるRC部材の特徴は、純ねじりと比較すると降伏、最大耐力での荷重が、純ねじりよりも大きくなる事が分かる。また、各イベントが発生するねじり角は、純ねじりと複合ねじりとは、小さくなる事が分かる。

複合ねじりと純ねじりの実験値を表-2に示す。

表-2 ねじり実験結果

	ひび割れ 角度(rad)	ひび割れ 荷重(kN・m)	降伏 角度(rad)	降伏 荷重(kN・m)	最大耐力 角度(rad)	最大耐力 荷重(kN・m)
純ねじり	0.0044	53.5	0.0054	63.6	0.0456	93.6
複合ねじり	0.0019	51.1	0.0033	77.3	0.0425	102.6

(3) 曲げ荷重と曲げ変位の関係(図-5)

複合曲げを受けるRC部材の特徴は、純曲げのひび割れ点までと比較すると、純曲げよりも複合曲げの方がひび割れ剛性は小さくなる事が分かる。

純曲げと複合曲げの実験値を表-3に示す。

表-3 曲げ実験結果

	ひび割れ 変位(mm)	ひび割れ 荷重(kN・m)	ひび割れ剛性 (kN・m ²)		最大 変位(mm)	最大 荷重(kN・m)	曲げ剛性 (kN・m ²)
純曲げ	1.52	41.6	7.9×10^4	複合曲げ	6.39	45.0	2.0×10^4

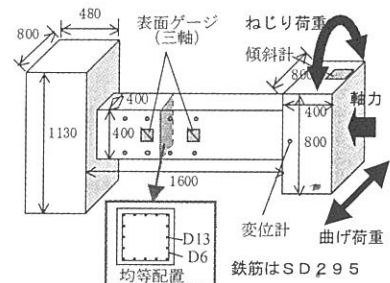
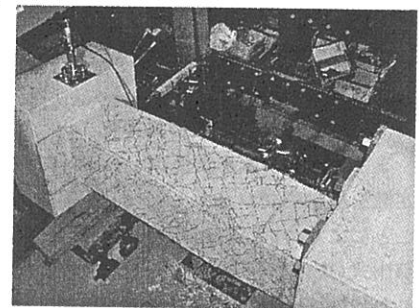
図-1 供試体概要
(単位: mm)

図-2 載荷状況

表-1 供試体タイプ

No.	軸力	載荷割合(Mt/Mb)	設計基準強度	帯筋間隔
1	0Mpa	1.73(60°)	40 N/mm ²	30mm
2	2Mpa	1.73(60°)	40 N/mm ²	30mm
3	2Mpa	0.58(30°)	40 N/mm ²	30mm
4	4Mpa	1.73(60°)	40 N/mm ²	30mm
5	4Mpa	0.58(30°)	40 N/mm ²	30mm

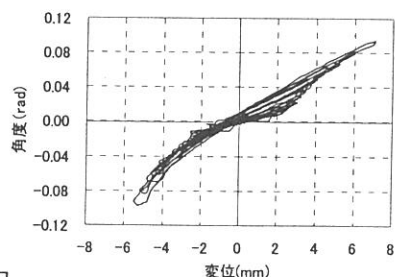


図-3 変位-角度関係

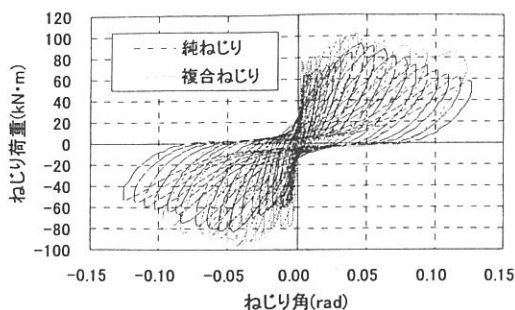


図-4 ねじり角-ねじり荷重関係

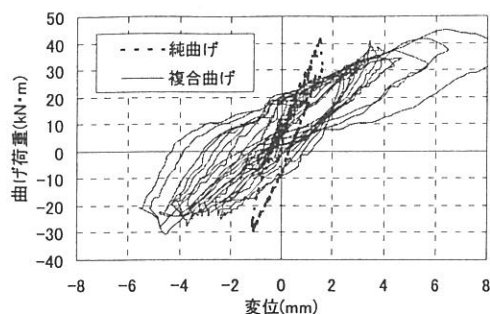


図-5 変位-曲げ荷重関係
(ひび割れまで)

(4) ねじり角-鉄筋ひずみ関係 (引張：正，圧縮：負)

主鉄筋ひずみ(図-6)は，複合荷重載荷に伴いそれぞれの荷重の影響を大きく受けている。純ねじり載荷の場合，主鉄筋のひずみはねじり角の方向によらず引張であるが，曲げ交番載荷の場合，圧縮と引張りが交互に生じるため，図-6に示すように，ねじりによる引張に曲げひずみが加算される場合と，相殺される場合が交互に生じることになる。このことが，ねじりの耐力上昇に大きな影響を与えていると考えられる。

これに対し，帯筋ひずみ(図-7)は，供試体断面が破壊されて膨張するため，引張ひずみが一様に増加していくが，曲げ載荷の影響は受けていない。

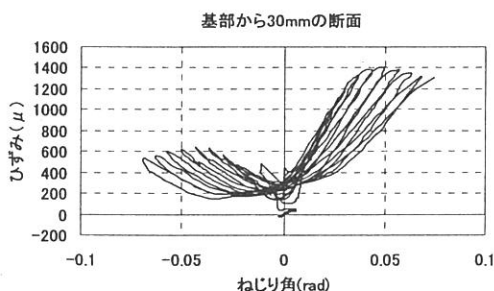


図-6 ねじり角-主鉄筋ひずみ関係

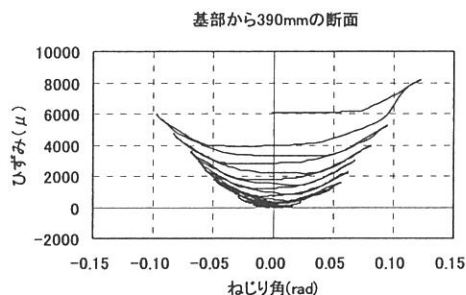


図-7 ねじり角-帯筋ひずみ関係

(5) 相関関係

図-8に，曲げ荷重-ねじり荷重の相関関係を示す。小さいほうから順に，ひび割れ，降伏，最大耐力時におけるそれぞれの荷重を示している。この図を見てわかるように，複合荷重を受けるRC部材は，曲げ荷重よりもねじり荷重卓越の場合，降伏時と最大耐力時におけるねじり荷重が増加することがわかる。

4. まとめ

複合荷重を受けるRC部材の履歴復元力特性は，曲げ荷重よりもねじり荷重卓越の場合，ねじり荷重-ねじり角関係は，曲げ荷重の影響で降伏時と最大耐力時の耐力が増すことが分かった。これは，ねじり荷重とともに曲げ荷重が作用する場合，曲げ圧縮側では，ねじりによる主鉄筋の引張ひずみが減少するために起こったと考えられる。さらに，曲げ荷重-変位関係において，ねじりによりひび割れが発生しているため，曲げ剛性が低下することが分かった。供試体No.2以降の結果は当日発表する。

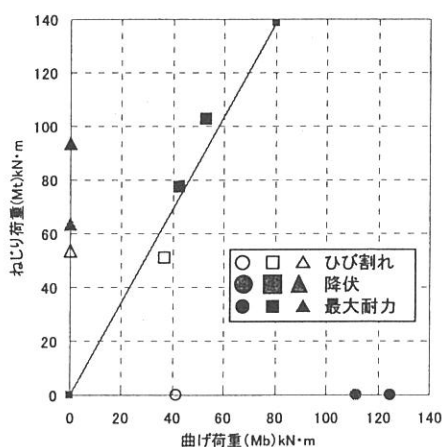


図-8 相関関係

[参考文献] 1) 大塚・庄谷・外門・原著「第三版 鉄筋コンクリート工学」1997.2 技報堂

2) 泉満明著「ねじりを受けるコンクリート部材の設計法」1972.9 技報堂