

ねじり・曲げを受ける 3 室中空断面 RC 部材の力学特性に関する研究

九州大学工学部 学生会員 笈島 隆司
九州大学大学院工学研究院 フェロー 大塚 久哲

九州大学大学院工学府 学生会員 秦 逸平
西日本高速道路株式会社 正会員 福永 靖雄

1. 目的

上路式RCアーチ橋が地震力を受けた場合、アーチリブには、軸力・曲げモーメントに加えて大きなねじりモーメントが生じることになるため、ねじりモーメントに対する照査が必要となる。実橋梁におけるアーチリブの断面形状は、地震動が作用する時の慣性力を軽減するため、扁平な中空断面が採用されることが多い。

本文では、ねじりを受ける 3 室中空断面 RC 部材の力学特性を明らかにするために、既設 RC アーチ橋のアーチリブを模擬した 3 室中空断面供試体を製作し、一定軸力下で、純ねじり、純曲げ（曲げせん断）の正負交番載荷実験、および、曲げとねじりが同時に作用する複合荷重正負交番載荷実験を行った。

2. 実験供試体諸元

供試体の概略と断面寸法を図-1 に示す。主鉄筋および帯鉄筋は SD295A、径 D6 を用いた。帯鉄筋は 30mm 間隔で配置し、帯鉄筋比は $\rho_s = 1.35\%$ である。

供試体諸元を表-1 に示す。軸力は全ケース 8N/mm^2 （コンクリート設計強度の 20% 相当）である。実験は載荷比率 ϕ をパラメータとして行った。載荷比率は、複合載荷時のねじり、曲げモーメント (M_t, M_b) を、それぞれ純ねじり、純曲げの降伏モーメント (M_{ty}, M_{by}) で除した値を座標軸に用いてその傾きで曲げ・ねじり荷重の卓越度を評価するものである。載荷比率のイメージを図-2 に示す。

3. 実験結果

(1) 履歴曲線と相関曲線

図-4, 5 は、実験で得られた、ねじりおよび曲げの履歴曲線である。最大耐力に着目して、曲げとねじりの相関曲線（無次元表示）を描けば、図-3 を得る。ねじりが卓越する場合（No.2）には、純ねじりと比較して、ねじりの最大耐力低下は無く、曲げが卓越する場合（No.3）には、曲げ最大耐力は 20% 低下している。ねじり卓越時にねじり耐力が低下しないのは、曲げ圧縮の作用によって、ねじりひび割れが閉じる面が現れるためであると推察される。

(2) 剛性低下

図-6, 7 に、ねじりおよび曲げの剛性比の低下を示す。剛性比は、純荷重載荷時の初期剛性で、各ループの剛性を除したものである。塑性率は、純荷重時の降伏変位で、各変位を除している。図-6 はねじりの剛性比に着目して、純ねじり（No.1）とねじり卓越（No.2）の比較では剛性低下に差は無いが、純ねじりと曲げ卓越（No.3）では、純ねじりに比べ曲げ卓越の剛性低下が早いことを示す。図-7 は、曲げ剛性比に着目して、ねじり荷重が支配的になるほど、曲げ剛性が低下したことを示す。

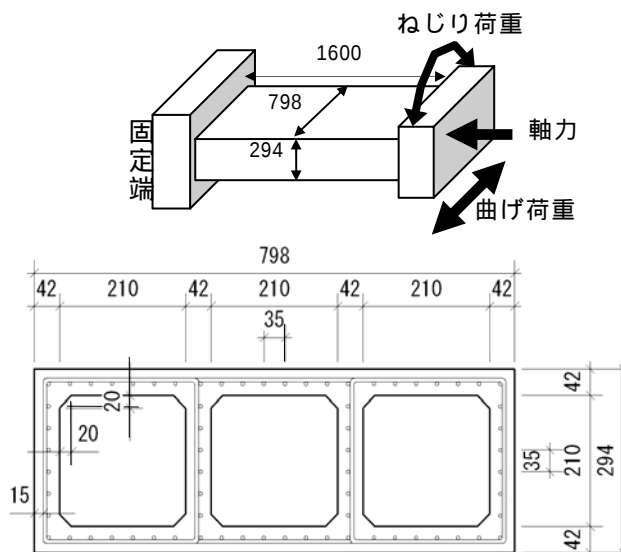


図-1 供試体の概略図（単位：mm）

表-1 供試体諸元

供試体No.	軸力 (N/mm^2)	載荷パターン		圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)
		載荷タイプ	載荷比率		
1	8.0	純ねじり	90°	52.4	3.3
2		ねじり卓越	70°	39.9	3.6
3		曲げ卓越	35°	62.5	4.0
4		曲げせん断	0°	61.9	4.4

最大耐力時の載荷比率

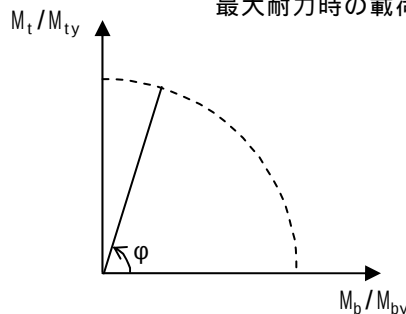
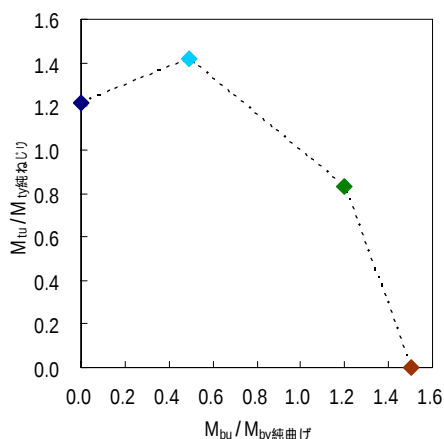
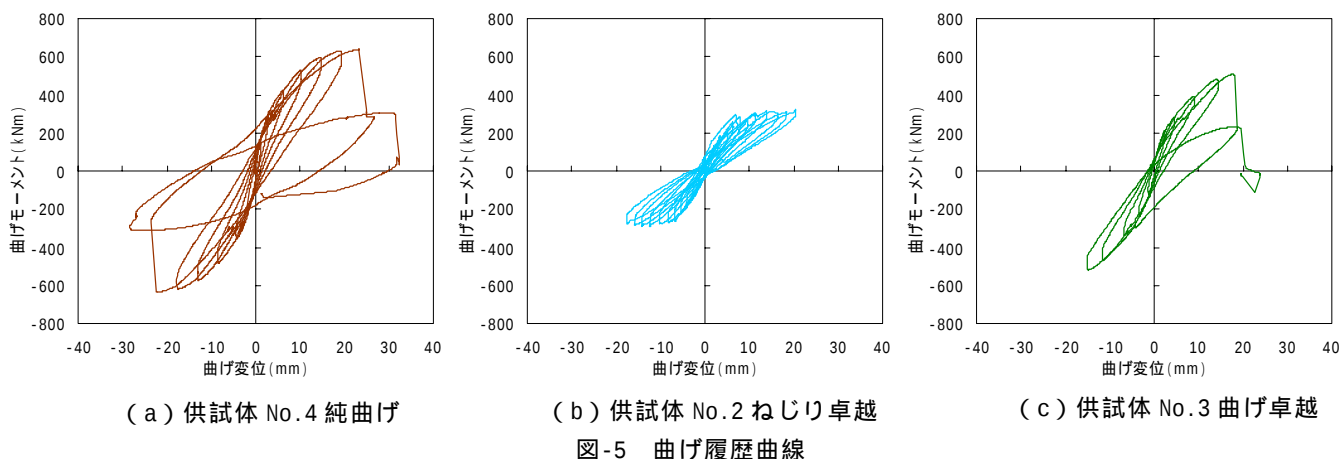
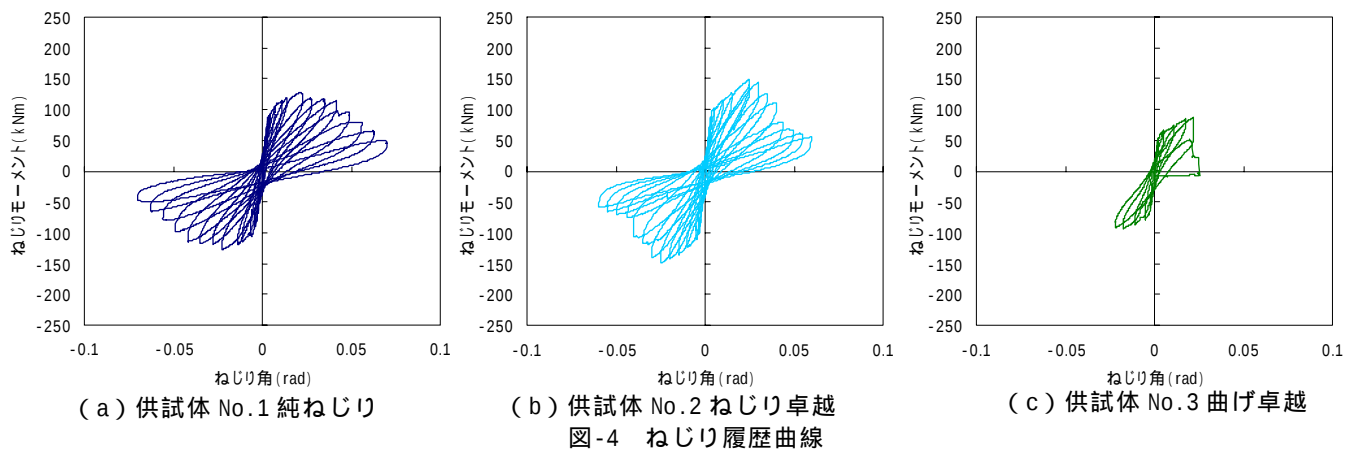
図-2 載荷比率 ϕ イメージ（図はねじり卓越）

図-3 最大耐力の曲げねじり相関



(3) ひび割れ状況

写真-1 は、各供試体の最大耐力時のひび割れ状況である。

No.1 では、ねじりによるせん断ひび割れが発生している。No.2 も同様にねじりによるせん断ひび割れが確認されたが、

曲げひび割れは確認

されなかった。一方、No.3 では、ねじりひび割れが顕著であったが、破壊は曲げに類似しており、固定端側が曲げ応力および軸力の影響で圧壊した。No.4 は、曲げひび割れとせん断ひび割れが生じ、固定端側が曲げと軸力の影響で圧壊した。

4. まとめ

本文では、複合荷重を受ける 3 室中空断面 RC 部材の力学特性を把握するため、上記供試体の载荷比率をパラメータとした複合交番载荷実験を行い、次のような知見を得た。3 室中空断面 RC 部材に曲げとねじりの複合荷重が作用した場合、純荷重時と比べて卓越しない側の耐力が低下する。ねじり剛性低下は、ねじり卓越では純ねじりとの差は無いが、曲げ卓越の場合は純ねじりより早い。曲げ剛性低下は、ねじり荷重が支配的になるほど、低下が早い。最大耐力時のひび割れは、純曲げ以外、ねじりせん断ひび割れが多く発生するが、破壊形式は卓越荷重側と類似する。

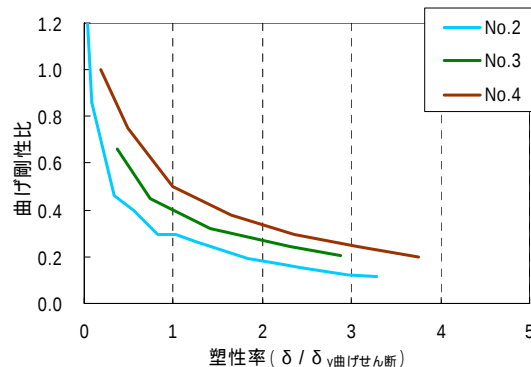
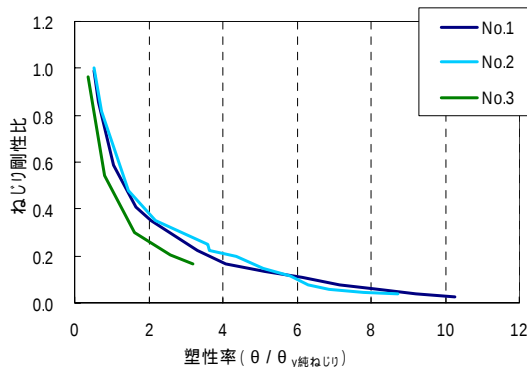


写真-1 最大耐力時のひび割れ状況 (左から No.1, 2, 3, 4)