

ねじり変形が生じる3室箱桁断面を有するRC部材の力学特性に関する研究

九州大学大学院工学府 学生会員 陶 媛媛  
九州大学大学院工学研究院 フェロー 大塚 久哲

九州大学工学部 学生会員 箴島 隆司  
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、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対象とした3室箱桁断面の縮尺供試体を製作し、一定軸力下で、純ねじり正負交番載荷試験、および、曲げとねじりが作用する複合荷重交番載荷試験を行った。

2. 対象橋梁および検討ケース

(1) 対象橋梁

対象橋梁は、昭和55年道路橋示方書を適用して設計されたアーチ支間長235mの大規模な上路式RCアーチ橋である。

(2) 検討ケース

供試体の概略と断面寸法を図-1に示す。本文では、供試体断面の長辺をフランジ、短辺をウェブと呼ぶ。主鉄筋および帯鉄筋はSD295A、径D6を用いた。また、炭素繊維シートは一般的に用いられる繊維目付け200g/m<sup>2</sup>を用いた。

検討ケースを表-1に示す。軸力は全ケース8N/mm<sup>2</sup>(コンクリート配合強度の20%相当)である。帯鉄筋間隔に関して、供試体No.1,3は対象橋梁の一番密な帯鉄筋比と一致させたctc60、No.2はその倍の帯鉄筋間隔を持つctc120、No.4はctc60に炭素繊維を巻き、ctc30程度に補強したものである。載荷タイプは、純ねじり載荷を行うNo.1,2,4と、実橋相当の断面力の発生状況を再現するための複合載荷(ねじり卓越)を行うNo.3である。載荷比率の角度φのイメージを図-2に示す<sup>1)</sup>。

コンクリートの材料試験結果を表-2に示す。引張強度は参考文献2)より、圧縮強度をもとに求めている。

3. 実験結果および考察

(1) 荷重-変位関係

ねじり履歴曲線を図-3~6に、複合載荷時の曲げ履歴曲線を図-7に示す。また、ねじり包絡線を図-8に示す。

キーワード 3室箱桁断面 ねじり荷重 力学特性

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡744 ウェスト2号館11階1101号室 TEL:092(802)3374

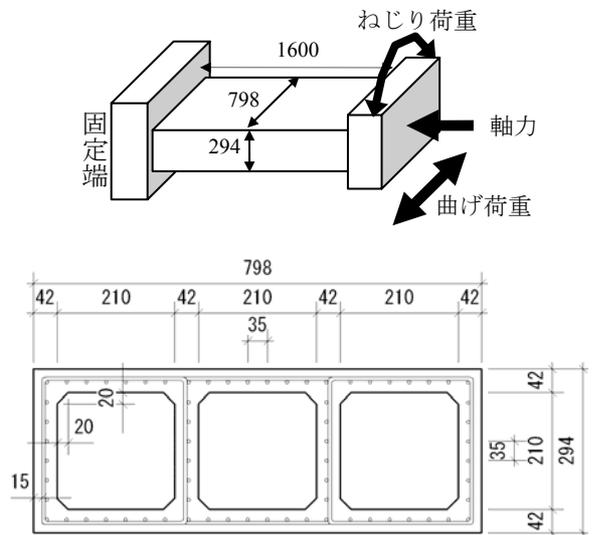


図-1 供試体寸法 (単位: mm)

表-1 検討ケース

供試体 No.	軸力 (N/mm <sup>2</sup> )	帯鉄筋間隔 ctc (mm)	目標載荷比率	
			載荷比率	載荷タイプ
1	8.0	60	90°	純ねじり
2		120	90°	純ねじり
3		60	60°	ねじり卓越
4		30 <sup>*</sup>	90°	純ねじり

※帯鉄筋+炭素繊維の換算帯鉄筋間隔

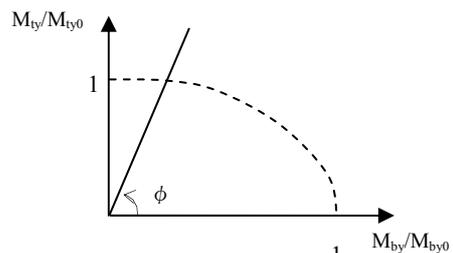


図-2 載荷比率イメージ図

表-2 コンクリート材料試験結果

ケース No.	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )
1	52.4	3.2	24.8 × 10 <sup>3</sup>
2	47.3	3.0	24.2 × 10 <sup>3</sup>
3	39.9	2.7	20.8 × 10 <sup>3</sup>
4	61.1	3.6	27.7 × 10 <sup>3</sup>

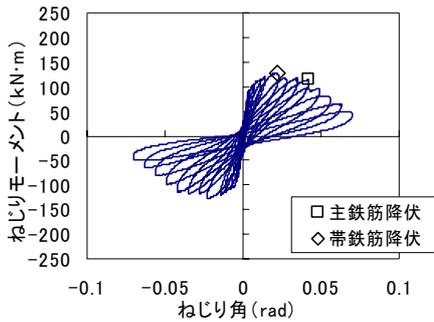


図-3 ねじり履歴曲線 (No. 1)

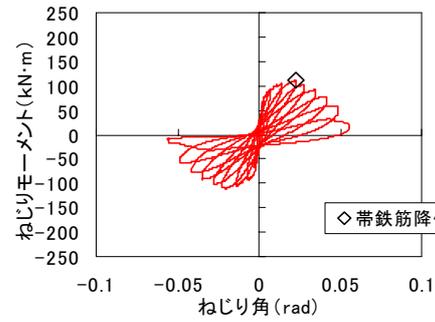


図-4 ねじり履歴曲線 (No. 2)

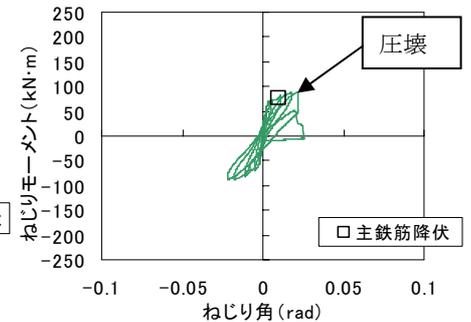


図-5 ねじり履歴曲線 (No. 3)

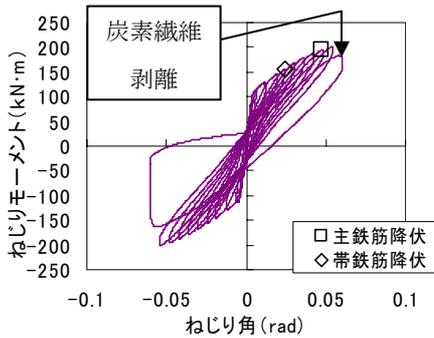


図-6 ねじり履歴曲線 (No. 4)

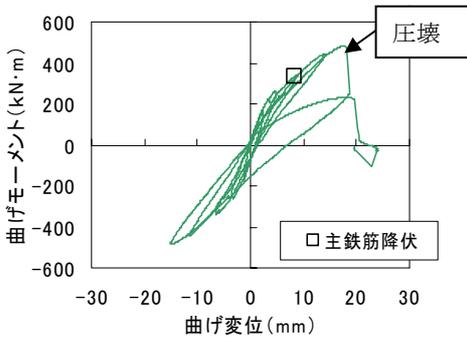


図-7 曲げ履歴曲線 (No. 3)

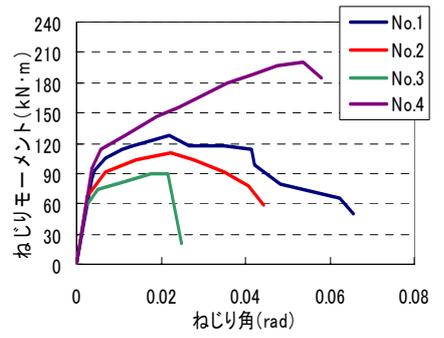


図-8 包絡線

帯鉄筋間隔の比較 (No.1,2) では、部材降伏後、帯鉄筋比が大きい No.1 では、帯鉄筋比が小さい No.2 に比べ、最大耐力は大きく、その後の荷重の低下も緩やかである。また、No.2 は最終的にひび割れが一箇所に卓越し、その箇所の主鉄筋が軸力の影響で座屈して耐力が低下した。複合荷重を行った No.3 は、曲げの影響によりねじり耐力は小さくなった。炭素繊維補強を施した No.4 は、最大耐力まで 2 次勾配が直線的に増加した。

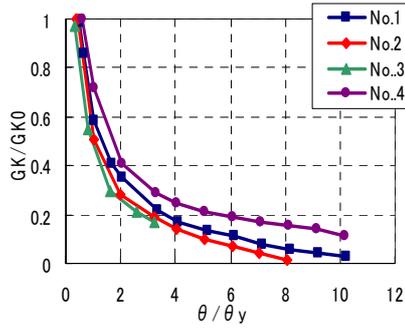


図-9 剛性比の低下

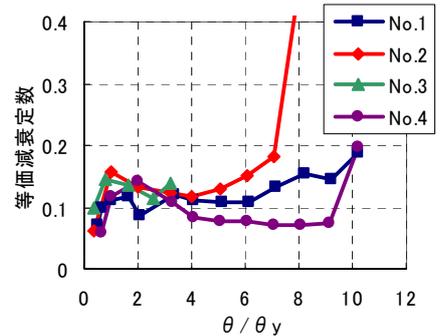


図-10 等価減衰定数

(2) 剛性比の低下および等価減衰定数

剛性比の低下と塑性率の関係を図-9、等価減衰定数と塑性率の関係を図-10 に示す。剛性比は、帯鉄筋間隔が大きいほど、また曲げ荷重がある場合に対し、早く低下する。等価減衰定数は、No.1,2,3 はひび割れ進展に伴い徐々に上昇するが、炭素繊維補強を施した No.4 は破壊前まで安定しており、その値も 0.1 を下回っていた。

(3) 最終破壊状況

写真-1 にフランジの最終的な破壊性状を示す。帯鉄筋比が小さい No.2 は、ねじりによるひび割れ卓越箇所、軸力の影響により破壊した。No.3 では、基部側のウェブが曲げ・軸力の影響で圧壊して耐力が低下した。炭素繊維補強を施した供試体は、最大耐力後の炭素繊維剥離により脆性的に破壊した。



写真-1 最終的な破壊性状 (左から、供試体 No. 1, No. 2, No. 3, No. 4)

参考文献

1)大塚久哲, 宇山友理, 秦逸平: RC 柱部材のねじり剛性低下率の定式化と動的解析への適用の研究, 構造工学論文集, Vol.55A, 2009, 3. 2) (社) 土木学会: 2002 年制定コンクリート標準示方書 [構造性能照査編], pp.21-24 .