

コンクリート充填補剛鋼殻の曲げとねじりに対する力学特性に関する研究

大日本コンサルタント 正会員 ○高田 壮進 九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲
 熊本県道路整備課 非会員 中山 義晴 九州大学工学府 学生会員 末次 正樹

1. 研究の背景・目的

近年、鋼とコンクリートの材料特性を生かした複合橋の建設が増加する傾向にある。鋼桁と PC 桁の接合部は、連続桁橋形式（曲げ卓越型）や斜張橋形式（軸力卓越型）では多くの研究・実績がある。しかし、アーチ橋形式（ねじり卓越型）での力学特性の研究事例はほとんどない。本研究は複合構造を有する接合部に軸力、曲げ、ねじりモーメントが同時に作用する場合の力の伝達機構や破壊のメカニズムといった力学特性について、実構造物を忠実に再現した縮尺模型を使った実験を通して明らかにすることを目的とした。

2. 研究概要

本研究では PC ラーメン橋と鋼製アーチ橋との接合部を研究対象とする。接合部は図-1 に示すよう

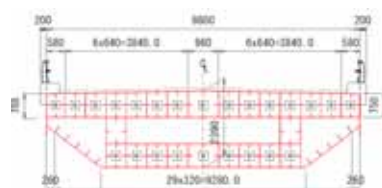


図-1 接合部断面図

に充填コンクリート補剛鋼殻セルで構成されており、本研究はその要素セルを対象に載荷実験を行った。

実験供試体は単セルと 3 セルの 2 種類である。単セルは実構造物の 50%縮尺の要素セル、3 セルは 40%縮尺の要素セルから成る。外形寸法および使用材料を図-2 に示す。

表-1 使用材料

コンクリート設計基準強度 40N/mm ²		コンクリート設計基準強度 40N/mm ²	
鉄筋(SD345)	軸方向	D13	鉄筋(SD345)
	横方向	D10	
鋼板(SM490A)		厚さ5mm	鋼板(SM490A)
			厚さ4mm

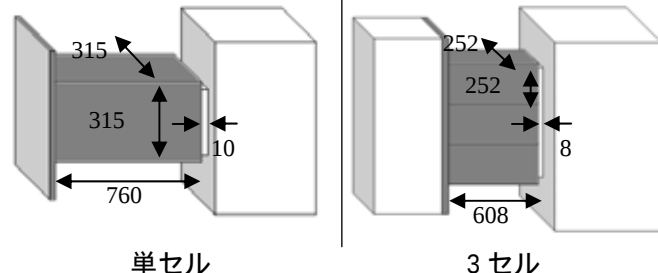


図-2 供試体概要(mm)

キーワード：複合構造、ねじりモーメント、鋼殻、螺旋鉄筋

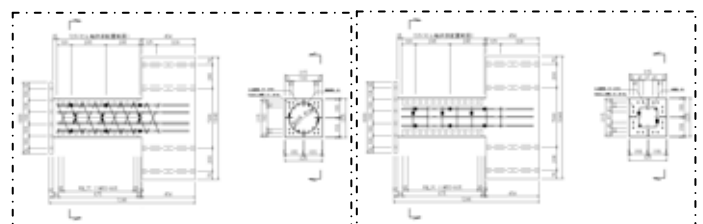
連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウエスト 2 号館 11 階 1101 号室 092(802)3374

実験パラメータは、要素セル数、帯鉄筋、載荷パターンの 3 つで、表-2 に 4 体の実験検討ケースを示す。

表-2 実験検討ケース

No.	セル数	帯鉄筋	載荷パターン
1	1	螺旋鉄筋	純ねじり
2	1	螺旋鉄筋	曲げねじり複合
3	1	普通帯鉄筋	曲げねじり複合
4	3	螺旋鉄筋	曲げねじり複合

ねじりモーメントに対する帯鉄筋は螺旋鉄筋と普通帯鉄筋の 2 通りである。単セルにおける 2 通りの鉄筋は図-3 に示す。



(a)螺旋鉄筋

(b)普通帯鉄筋

図-3 帯鉄筋配置

載荷はまず軸圧縮力（No.1～No.3：625kN，No.4：1000kN）を載荷したあと、その軸力を一定に保持した状態で頭部フーチングにねじり変位制御による単調漸増載荷を行った。No.2～No.4 の複合載荷では水平力ジャッキで曲げを同時に作用させた。No.2 と No.3 の曲げとねじりの載荷比は同程度とした。図-4 に載荷実験の様子を示す。

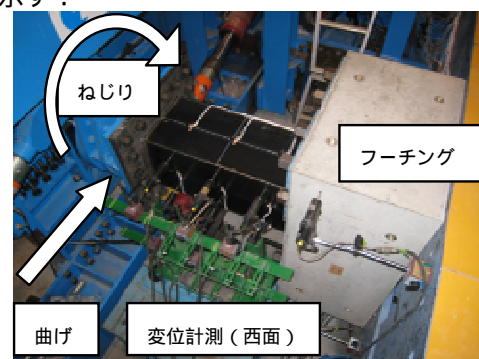


図-4 載荷状況

3. 結果

本実験で得られた結果を示す．荷重 - 変位曲線を示す．図-5(a)，(b)は実験中に確認したねじり履歴曲線と曲げ履歴曲線である．図-5(c)に示す曲げモーメントは供試体に対して水平変位 δ が大きいため水平荷重 P だけでなく軸力 N も考慮して $M_b = P \cdot L + N \cdot \delta$ (L : 基部から載荷位置までの距離) としている．水平荷重が落ちたところで載荷を止めたが，曲げモーメントでみると最大耐力までは到達していない．図-5(a)では No.1 と No.2 を比較すると曲げが加わることでねじり耐力が大幅に低下することが明らかである．No.2 と No.3 を比較すると螺旋鉄筋の方が普通帯鉄筋よりも若干ねじり耐力が高い結果となった．図-5(c)では No.2 と No.3 とを比較すると荷重 - 変位曲線は類似しており，若干 No.2 の螺旋鉄筋配置の方が曲げ耐力が高くなっている．螺旋配置が軸方向，軸直角方向の両方に力の成分を持つからである．

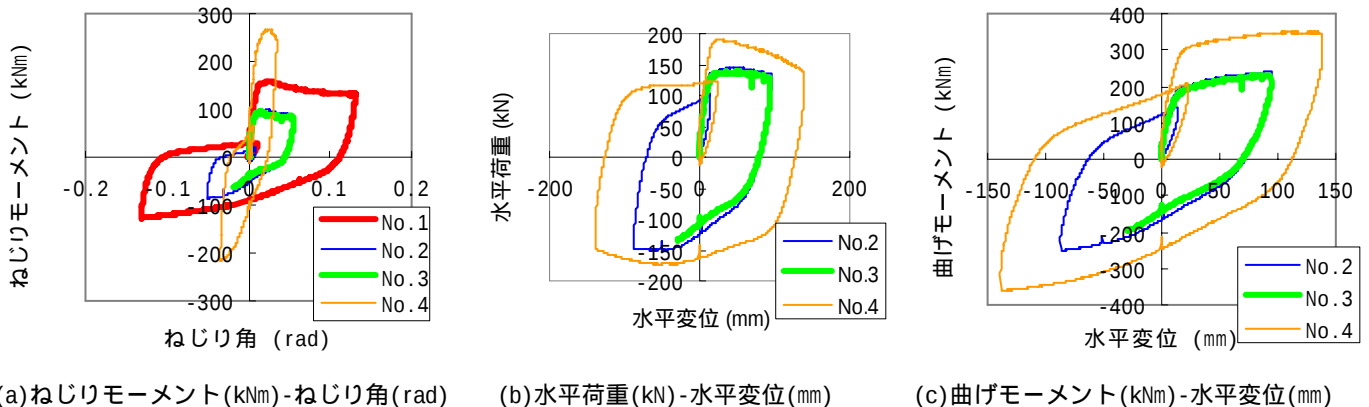


図-5 荷重-変位曲線

柱部分における頭部側断面 1・中央断面 2・基部側断面 3 の各断面でねじり角とねじり率を計測した．図-6 に No.1 の各断面のねじり角とねじり率を示す．比較すると基部側でのねじれが支配的であることがわかる．また図-7 に No.1 のひび割れ発生時の写真を示す．

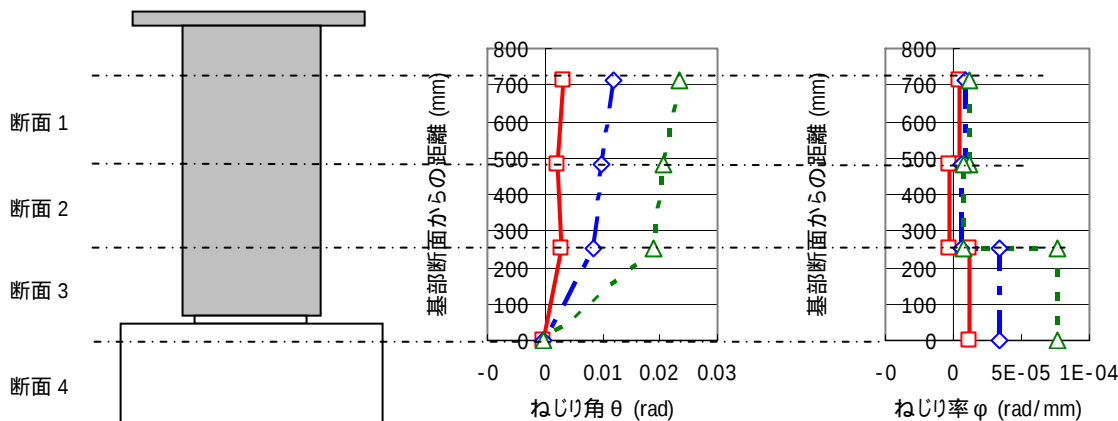


図-6 供試体 No.1 の各断面のねじり角とねじり率



図-7 ひび割れ状況

4. 結論

接合部のコンクリート充填補剛鋼殻セルを対象とする載荷実験により帯鉄筋の配置の違い，曲げとねじりが同時に作用するときの力学特性が明らかになった．ねじりに関しては鋼殻に覆われた部分よりもコンクリート露出部分での応答が支配的であることがわかった．曲げねじりが同時に作用する場合には，ねじり耐力が大幅に低下すること，帯状配置よりも螺旋配置の方がねじりに対して耐力，靱性とも高い効果を示すことがわかった．また，破壊状況の比較をすると，螺旋鉄筋配置のものはひび割れ本数が増加する傾向にあり，普通帯鉄筋配置のものはひび割れ幅が広がっていった．このような耐久性の面から考慮しても螺旋鉄筋配置の方が良い結果となっている．