

RC 橋脚のカットオフ点に内巻きスパイラル筋を用いて損傷を制御する実験

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○鷹野 秀明
東日本旅客鉄道株式会社 フェロー 小林 薫

1. はじめに

地震時、橋脚く体中間部の特定箇所にて曲げ損傷を誘導して、エネルギーを吸収させる構造を検討¹⁾している。橋脚く体中間部にあるカットオフ点に内巻きスパイラル筋を入れることにより変形性能の向上を目指している。橋脚く体中間部で損傷を制御させることは、図-1 に示すようなカットオフ点付近での損傷により、比較的簡易な仮設設備による復旧で橋脚の早期復旧が期待できる。本論は、橋脚中間部にカットオフ点を設けた模型試験体の交番載荷実験を行い、内巻きスパイラル筋のピッチ、コア面積、軸力をパラメータに変形性能を確認したので報告する。

2. 実験概要

実験に用いた RC 橋脚模型の試験体概要を図-2 に示す。試験体は、一般的な鉄道構造物の RC 橋脚を想定しており、断面寸法は約 1/3 の縮尺模型とし、橋脚断面の形状を 1050mm×350mm とした。軸方向鉄筋はカットオフ点を有している。内巻きスパイラル筋は周径 180mm とし、カットオフ点を中心に 1D(350mm) 上下+100mm の 550mm の長さとしている。本実験は、内巻きスパイラル筋の効果をより明確にするために、カットオフ部では D6 の帯鉄筋を 150mm ピッチの直角フックとして外れやすくしている。

実験に用いた RC 橋脚模型の試験体諸元を表-1 に示す。SS-3 試験体は内巻きスパイラル筋のピッチ 20mm で 4 箇所、軸力が 234kN である。SS-10 試験体は内巻きスパイラル筋ピッチ 60mm で 4 箇所、軸力が 234kN となっており、試験体 SS-11 は内巻きスパイラル筋がピッチ 20mm で 2 箇所、軸力が 234kN である。SS-12 試験体は内巻きスパイラル筋のピッチ 20mm で 4 箇所、軸力が 702kN となっており、SS-14 試験体は内巻きスパイラル筋がピッチ 20mm で 5 箇所、軸力が 234kN である。く体中間部で損傷を制御するための定量的な数値として、曲げ性能比を設定した。曲げ性能比とは、図-2 に示すように基部が曲げ降伏耐力に達した時のカットオフ点の曲げ降伏耐力(Myc)をカットオフ点に発生するモーメント (Mxyc) で除した値としている。実験を行った試験体は 5 体で、曲げ性能比は 0.75 とするために引張鉄筋比をカットオフ点で 0.0019、基部で 0.0070 として、全ての試験体で最初にカットオフ点で確実に降伏させるようにした。試験体のパラメータは、内巻きスパイラル筋のピッチ、コア面積、軸力としている。

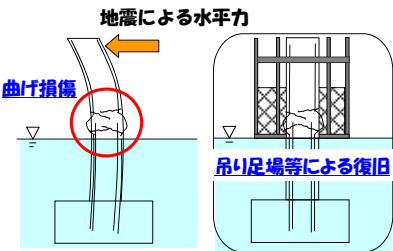


図-1 橋脚中間部での損傷復旧

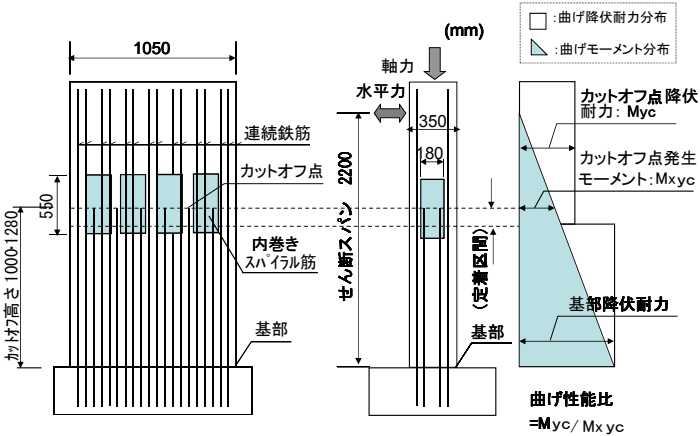


図-2 試験体概要

表-1 試験体諸元

試験体	カットオフ点高さ	内巻きスパイラル筋					軸方向鉄筋配置		曲げ性能比	鉄筋降伏強度	コンクリート圧縮強度	軸力
番号	(mm)	(Φ)	ピッチ(mm)	種類	個数	面積比(%)	カットオフ部	基部	Myc/Mxyc	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(kN)
SS-3	1000	9.0	20.0	SR235	4	27.7	D10×13本	D10×24本×2段	0.76	387	27.2	234
SS-10	1000	9.0	60.0	SR235	4	27.7	D10×13本	D10×24本×2段	0.75	387	20.9	234
SS-11	1000	9.0	20.0	SR235	2	13.8	D10×13本	D10×24本×2段	0.75	376	27.3	234
SS-12	1000	9.0	20.0	SR235	4	27.7	D10×13本	D10×24本×2段	0.76	377	25.1	702
SS-14	1000	9.0	20.0	SR235	5	34.6	D10×13本	D10×24本×2段	0.75	379	26.8	234

キーワード RC 橋脚, 内巻きスパイラル筋, カットオフ点

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 TEL 048-651-2552

実験は図-2 に示すように、試験体の交番载荷点を基部から 2200mm とし、軸力 234kN (SS-12 は 702kN) を作用させた状態で正負 1 回ずつ交番载荷し、段落し部で载荷方向最外縁の主鉄筋ひずみが降伏ひずみに達した時点の载荷位置に生じる変位を δy と定義し、この整数倍の変位 $n \times \delta y$ (1, 2, 3...10 δy 以降は 12, 14, 16 δy) で順次変位振幅を増加させながら载荷した。しかし、10 δy 以上の大変形領域では軸方向連続鉄筋が低サイクル疲労で破断して変形性能を支配する現象が生じた。そこで、低サイクル疲労での破断を避けるため SS-3 以外は、始めから 2 倍の整数倍変位 $n \times \delta y$ (1, 2, 4...16 δy) とした。

3. 実験結果

実験から得られた以下に示す包絡線は、P- δ 効果を考慮している。全試験体とも曲げによる破壊であったが、内巻きスパイラル筋内のコアコンクリートは圧壊していなかった。

(1) 内巻きスパイラル筋のピッチによる比較

図-3 に、内巻きスパイラル筋のピッチの違う SS-3 (20mm)、SS-10 (60mm) の包絡線を示す。包絡線の形状は同じであるが、内巻きスパイラル筋のピッチが大きい方が最大荷重は大きくなっている。

(2) 内巻きスパイラル筋のコア面積による比較

図-4 と図-5 に、内巻きスパイラル筋のコア面積が違う SS-11 (2 箇所)、SS-14 (5 箇所) の包絡線とカットオフ点の内巻きスパイラル筋のひずみを示す。包絡線の形状は同じであるが、内巻きスパイラル筋のコア面積が大きいと荷重が大きくなり、内巻きスパイラル筋の負担も大きくなる。

(3) 軸圧縮力による影響

図-6 に、軸力の違う SS-3 と SS-12 の包絡線を示す。配筋が同じで軸力の 234kN の SS-7 と軸力が 3 倍で 702kN の SS-12 では、明らかに包絡線の形状が違う。降伏荷重、最大荷重は SS-12 の方が大きい。荷重の低下が緩やかである SS-3 に対して、軸力の大きい SS-12 は 6 δ 以降で内巻きスパイラル筋の特有の荷重の低下が緩やかな包絡線が現れなかった。

4. まとめ

内巻きスパイラル筋のピッチ 20mm と 60mm、内巻きスパイラル筋のコア面積比が 13.8% と 34.6%、軸力が 234kN と 702kN とした RC 橋脚模型試験体の交番载荷実験から、得られたカットオフ部の損傷制御に関するまとめは、以下のとおりである。

(1) 内巻きスパイラル筋のピッチの違いによる耐荷力は、内巻きスパイラル筋内のコアコンクリートが圧壊しない限り差異はない。

(2) 内巻きスパイラル筋のコア面積の違いによる耐荷力は、コア面積が大きいほど耐荷力は上がり、最大耐荷力を維持する能力が高まる。

(3) 軸力の違いによる耐荷力は、軸力が大きいと最大耐荷力は上がるが、その後は内巻きスパイラル筋の効力を発揮することなく、耐荷力が降下する。

参考文献 1) 鷹野秀明, 小林薫: RC 橋脚のカットオフ点に内巻きスパイラル筋を用いた構造の実験, 土木学会第 67 回年次講演会, V-235, pp.469-470, 2012

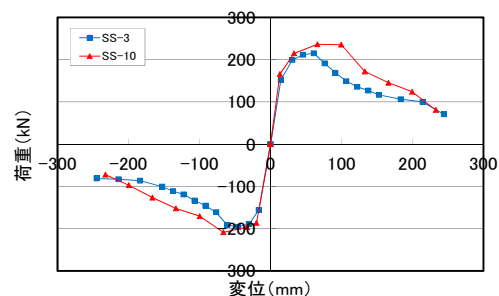


図-3 ピッチの比較による包絡線

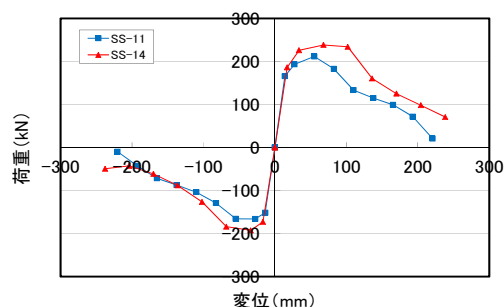


図-4 コア面積の比較による包絡線

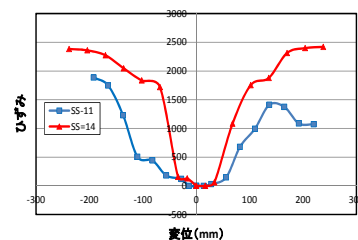


図-5 内巻きスパイラル筋のひずみ

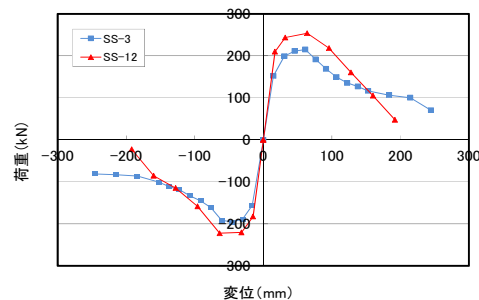


図-6 軸力の比較による包絡線