# 座屈抑制エレメントを用いた鉄筋コンクリート橋脚の配筋合理化技術の開発（その１）
## －　座屈抑制エレメントの概念　－

前田建設工業　○原　夏生　戸田建設　村井和彦　前田建設工業　三島徹也
戸田建設　請川　誠　前田建設工業　松林　卓

### １．はじめに

近年，耐震基準の強化に伴い，鉄筋コンクリート構造においては，地震時における塑性変形性能の向上が不可欠となっている．塑性変形性能に優れた鉄筋コンクリート構造を実現するためには，帯鉄筋，中間帯鉄筋等を適切に配置し，せん断破壊を回避するとともに，軸方向鉄筋の座屈を防ぎ，コアコンクリートを適切に拘束することが必要となる．一方，このような耐震設計上の要求を満足させると，現場における配筋作業が煩雑になるとともに，コンクリートの確実な充填性についても注意が必要となるなど，所定の品質を確保するための課題が生じている．

このような現状を踏まえ，従来の中間帯鉄筋が受け持つ機能をせん断補強と軸方向鉄筋の座屈抑制に分離して考え，軸方向鉄筋の座屈抑制に関しては，中間帯鉄筋を貫通させることなくコアコンクリート内に定着させる構造を考案し[1)]，さらに，現場施工の簡便性を考慮した座屈抑制エレメントを開発した．本報は，座屈防止エレメントの概念について述べるものである．

### ２．座屈抑制が部材のじん性向上に及ぼす効果

**図-1** は，交番荷重下で曲げ破壊を生ずる鉄筋コンクリート部材の荷重－変位関係を模式的に示したものである[2)]．軸方向鉄筋の降伏後（Ｂ点），最大耐力Ｃ点に至る．Ｃ点では，かぶりコンクリートの剥落や軸方向鉄筋の座屈が生じる．軸方向鉄筋が座屈するとコアコンクリートの圧壊が進行しＤ点に至る．したがって，Ｃ点への到達を抑制することが，部材の塑性変形性能を向上させることにつながる．

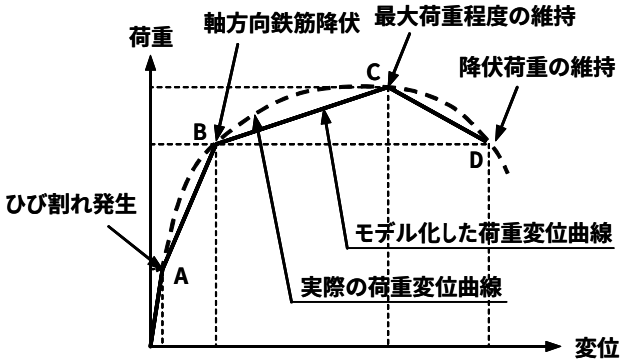


**図-1**　鉄筋コンクリート部材の荷重－変位関係の模式図[2)]

**図-2** は，矩形断面橋脚モデル正負交番載荷試験体における柱基部の軸方向鉄筋の応力－ひずみ関係の履歴の一例を示したものである[3)]．本試験体では，8δy（δy：降伏時変位）の載荷時に軸方向鉄筋の座屈が確認されている．軸方向鉄筋は圧縮時においては，降伏応力程度の軸圧縮力を負担しつつも，正のひずみを示している．これは軸方向鉄筋が座屈するまでは，断面における圧縮力のかなりの部分を軸方向鉄筋が負担していることを示している．軸方向鉄筋の座屈後は，鉄筋により分担されていた圧縮力がコンクリートに作用し，コンクリートが圧壊することで耐力の低下が生じる．したがって，軸方向鉄筋の座屈を抑制することが，**図-1** におけるＣ点への到達を抑制することにつながると考えられる．

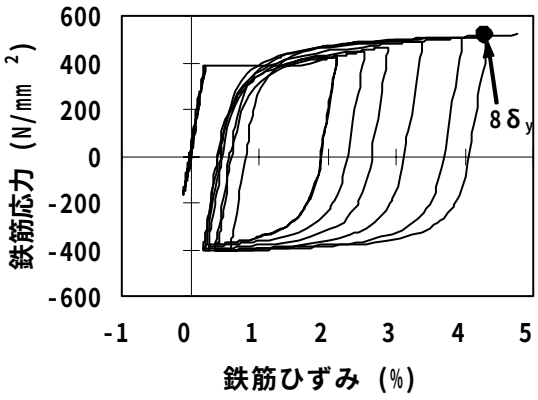


**図-2** 橋脚試験体柱基部の軸方向鉄筋の応力－ひずみ履歴の例[3)]

キーワード：座屈抑制エレメント，座屈，塑性変形性能，耐震，配筋の合理化
連絡先：〒179-8914　東京都練馬区旭町 1-39-16　前田建設工業（株）技術研究所　TEL03-3977-2241

## ３．座屈抑制防止エレメントの提案

上述した座屈抑制による塑性変形性能の確保は，通常の鉄筋コンクリート構造においては，帯鉄筋および中間帯鉄筋によって，軸方向鉄筋を拘束することでなされる．中間帯鉄筋の機能に関して，交番荷重下でせん断破壊を生じさせないためのせん断補強機能と軸方向鉄筋の座屈抑制機能に分離し，所定のせん断耐力が確保された状態を考えると，座屈抑制機能に関しては，必ずしも，中間帯鉄筋が貫通している必要はなく，コアコンクリートに確実に定着されていれば，機能は発揮されるものと考えることができる．このような考え方に基づく，鉄筋コンクリート部材の配筋の概念を従来の配筋との比較と併せて**図-3** に示す．中間帯鉄筋のコアコンクリートへの定着方法については，種々の方法が考えられるが，本研究においては，**図-4** に示すような，異形スタッドあるいは，頭付きスタッドを平鋼にアークスタッド溶接で接合したものを用いた．以下，本研究では「座屈抑制エレメント」と称する．座屈抑制エレメントにおけるスタッド材の定着長は，異形スタッドに関しては鉄筋の基本定着長を，頭付きスタッドについては，コンクリートのコーン破壊耐力がスタッド材の降伏耐力を上回るように設定すればよいと考えている．座屈抑制エレメントは，軸方向鉄筋および帯鉄筋の配筋が終了した後に外側から設置することが可能であり，現場での配筋作業の省力化が期待できる．

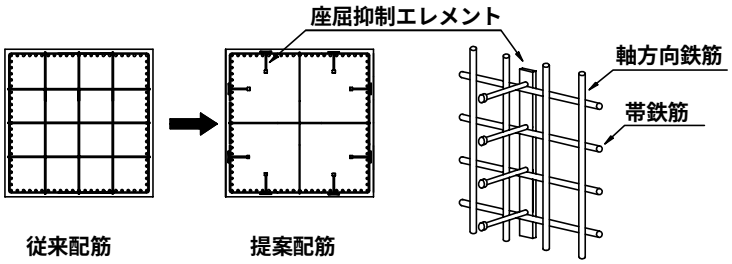


**図-3**　座屈抑制エレメントを用いた配筋の概念

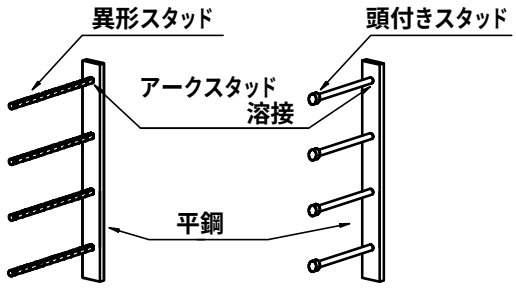


**図-4**　座屈抑制エレメント

## ４．座屈抑制エレメントを用いた部材の耐震性能

座屈抑制エレメントを用いた部材の基本的な耐震性能を確認するために，既往の橋脚模型試験体[4]を基準試験体とし，交番荷重下においてもせん断破壊を生じさせない範囲で貫通中間帯鉄筋を座屈抑制エレメントに置き換えた試験体の正負交番載荷実験を実施した．詳細は別報[5]に示すが，試験体概略を**図-5** に荷重－変位関係の包絡線の比較を**図-6** に示す．基準試験体とほぼ同等な変形性能が確保され，座屈抑制エレメントの有効性が確認された．

**謝辞：**本研究は，（独）土木研究所，（財）土木研究センター，民間５社が参加した「高じん性鉄筋コンクリート構造の配筋合理化技術に関する共同研究」の１課題として実施したものである．貴重なご意見を賜った共同研究担当者各位に感謝致します．

**参考文献：**1)（独）土木研究所他：共同研究報告書，第 283 号，高じん性鉄筋コンクリート構造の配筋合理化技術に関する共同研究報告書（その１），平成 14 年 9 月　2)たとえば，2002 年制定土木学会コンクリート標準示方書耐震性能照査編　3)原夏生他：突起付H形鋼とプレキャスト型枠を用いた鉄骨コンクリート複合構造橋脚の構造性能に関する研究，土木学会論文集，No.662／Ⅴ-40,pp.149-168，2000.11　4)建設省土木研究所：鉄筋コンクリート橋脚の塑性変形性能に関する実験的研究（その１）大型模型による塑性変形性能の検討，土木研究所資料第 3739 号，平成 12 年 8 月　5)村井和彦他：座屈抑制エレメントを用いた鉄筋コンクリート橋脚の配筋合理化技術の開発（その２）－正負交番載荷実験による耐震性能の検証－，土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集，Ⅴ部門

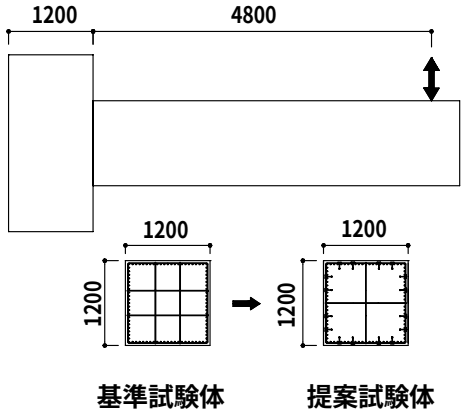


**図-5**　試験体

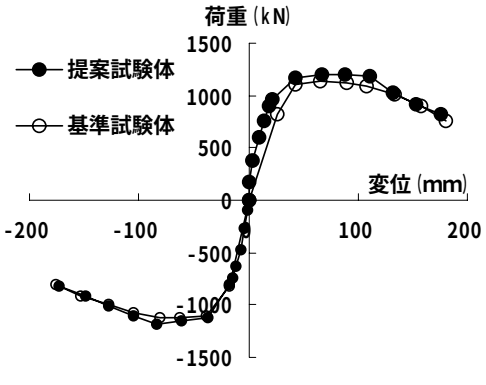


**図-6**　荷重－変位関係の包絡線の比較