

## Ⅲ-2 鉄筋コンクリート構造物の配筋性能評価技術の開発

研究予算：運営費交付金（道路勘定）

研究期間：平12～平15

担当チーム：耐震チーム

研究担当者：運上 茂樹、西田 秀明、  
塩島 亮彦

### 【要旨】

鉄筋コンクリート橋脚では、地震時における塑性変形性能を向上させるために、帯鉄筋や中間帯鉄筋が多く配筋されるようになっており、それに伴って、帯鉄筋や中間帯鉄筋の施工作業が非常に煩雑となっている。本研究は、施工の効率化と施工コストの縮減を図ることのできるような新しい横拘束システムの開発を目標として、横拘束筋の端部における施工性に優れた定着構造や、楕円状に曲げた帯鉄筋によりインターロッキング式配筋とした幅広長方形断面に対する新しい配筋方法を提案するとともに、その性能について鉄筋の引抜試験および橋脚模型を用いた正負交番載荷実験により確認を行った。

キーワード：施工の効率化、帯鉄筋、中間帯鉄筋、端部定着、インターロッキング式配筋

### 1. はじめに

兵庫県南部地震以後、鉄筋コンクリート橋脚においては、地震時の塑性変形性能を向上させることが求められており、帯鉄筋や中間帯鉄筋が多く配筋されるようになり、これらの定着に関しても十分な性能を確保することが必要となっている。これに伴って、現場における帯鉄筋や中間帯鉄筋の施工作業が非常に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っている。

そこで、本研究では、鉄筋コンクリート構造の塑性領域において必要な変形性能を確保するとともに、施工の効率化と施工コストの低減を図ることも可能な技術開発を行うことを目的として、帯鉄筋や中間帯鉄筋の端部における定着構造について幾つかのアイデアを考案し、その構造の定着性能について鉄筋の引抜試験により検討を行った。そして、引抜試験の結果を踏まえて、提案した定着構造を用いた橋脚模型に対して正負交番載荷実験を実施することにより、半円形フックを用いた従来からの橋脚構造との塑性変形性能の比較を行った。

また、コスト縮減が可能な構造形式として、近年実橋への適用が始められたインターロッキング式橋脚<sup>1)</sup>について、今後さらに適用範囲を広げていくために、日本で多用されている幅広な長方形断面にも適用させることを目的として、帯鉄筋の加工形状を楕円としてインターロッキング配筋した新しい配筋方法（以下「楕円インターロッキング式配筋」とい

う）を提案した。楕円インターロッキング式配筋を採用すれば、2連の楕円帯鉄筋を重ね合わせるだけで従来よりも幅広な長方形断面とすることができ、3連の円形帯鉄筋によるインターロッキング式配筋と比較しても、帯鉄筋量を減らすことができ、かつ、施工性も向上することが期待される。その一方で、帯鉄筋の形状を楕円とすることで円形帯鉄筋よりも拘束効果が低下することも懸念される。そこで、本研究では、楕円インターロッキング式配筋をした橋脚の塑性変形特性を正負交番載荷実験により検証し、従来のインターロッキング式橋脚の塑性変形特性<sup>2)</sup>との比較検証を行った。

### 2. 研究方法

#### 2. 1 施工性を考慮した横拘束筋の端部定着構造の提案とその定着性能の検討

##### 2. 1. 1 帯鉄筋と中間帯鉄筋に求められる性能と従来の配筋方法

地震時に塑性化することを考慮する鉄筋コンクリート橋脚においては、帯鉄筋は内部コンクリートを拘束する役割、軸方向鉄筋の座屈を抑制する役割ならびにせん断耐力を高める役割があり、中間帯鉄筋は帯鉄筋を補完してこれらの効果を高める役割がある。地震時に橋脚に塑性化が生じるような変形が生じて、これらの役割を確実に果たすためには、帯鉄筋と中間帯鉄筋の端部の定着に十分配慮する必要がある<sup>3), 4)</sup>。例えば、道路橋示方書V耐震設計編で

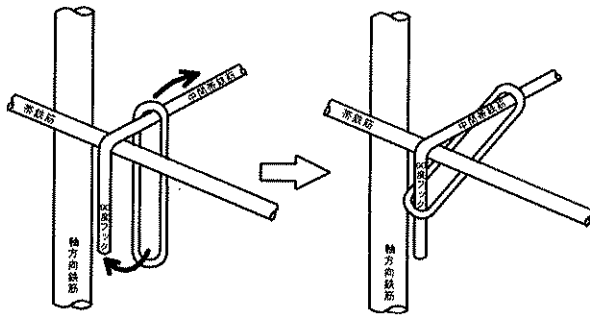


図-1 長円形状リングによる定着

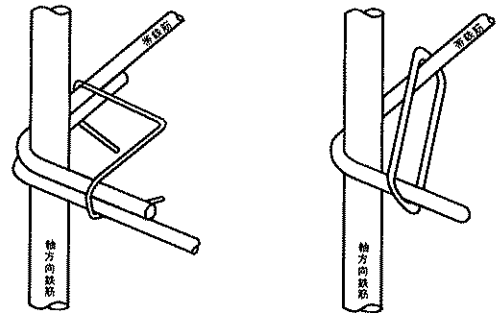


図-2 軸方向鉄筋への定着

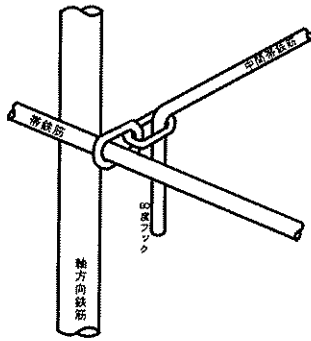


図-3 鎖状リングによる  
帯鉄筋への定着

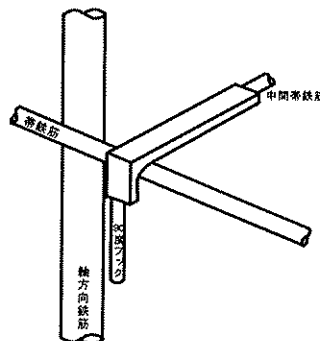


図-4 鋼製アングルによる  
直角フックの補強

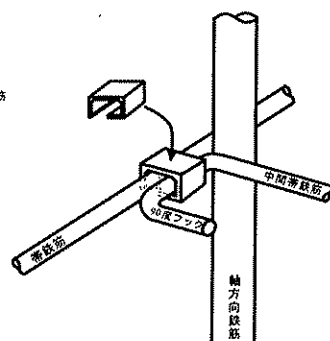


図-5 定着金具による  
帯鉄筋への定着

は、中間帯鉄筋の端部を半円形フックもしくは鋭角フックとし、そのフックを帯鉄筋にかけた上で内部のコンクリートに定着させることとなっている。中間帯鉄筋の端部を帯鉄筋にかけるのは、大きな塑性変形が生じて帯鉄筋が外側にはらみだしにくくすることにより軸方向鉄筋の座屈を抑制し、内部コンクリートの拘束効果を高めるためである。

中間帯鉄筋の両端を帯鉄筋にかける場合、端部のフック形状として半円形フックや鋭角フックを用いるとその施工が非常に難しく、直角フックの方が施工しやすい。しかし、中間帯鉄筋の端部を直角フックとした鉄筋コンクリート柱に対する正負交番載荷実験によると、かぶりコンクリートが剥離すると、帯鉄筋のはらみだしに対して直角フックが十分に抵抗できず、直角に曲げられていたフックがまっすぐに伸びようとする挙動を示し、これによって内部コンクリートが拘束できなくなることがわかっている<sup>3)</sup>。このような点を踏まえ、実際の施工では、一端に半円形フックを有する2本の鉄筋を断面内部で継いだ中間帯鉄筋とすることが多くなっている。

## 2. 1. 2 施工性を向上させた定着構造の提案

帯鉄筋や中間帯鉄筋の施工性の向上を図った定着構造については既に幾つかの提案がある<sup>5), 6)</sup>が、本

研究では、端部のフックとして施工性のよい直角フックを使いながらも、かぶりコンクリートが剥落するような損傷が生じて帯鉄筋との定着を確保し得る単純で簡単な機構の定着構造について検討を行った。

図-1は、長円形状のリングを用いて中間帯鉄筋を帯鉄筋と定着させる構造の概念図を示したものである。これは、予め中間帯鉄筋にリングを通しておき、直角フックを中間帯鉄筋にかけた後、そのリングの一端を直角フックの足の部分にひっかけて固定した構造である。この時、リングの他端側は内部コンクリートに定着するようにし、かぶりコンクリートが剥落しても、リング自体は抜け出さないようにする。このリングの定着効果により、直角フックであっても帯鉄筋がはらみ出そうとする変形に対して抵抗できる構造となる。この原理は、図-2に示すように、帯鉄筋の軸方向鉄筋への定着にも応用させることができ、リング状の定着具だけでなくクリップ式の定着具の適用も考えられる。

図-3は、2つのリングを鎖状に組み合わせ、予め帯鉄筋にその一方のリングを通しておき、他方のリングに中間帯鉄筋の直角フックを通すことにより帯鉄筋と中間帯鉄筋を定着させる構造の概念を示したものである。この構造では、中間帯鉄筋の端部が

直角フックであっても、そのフックはかぶりコンクリートよりも内側のコンクリートに定着されることになるため、軸方向鉄筋の座屈に伴ってかぶりコンクリートが剥落しても、直ちに直角フックがはずれ出すことはない。したがって、適切にリングの構造諸元を設計すれば、端部を半円形フックとした中間帯鉄筋と同等の拘束効果が期待できるものと考えられる。

図-4は、端部を直角フックとした中間帯鉄筋の折曲げ部をL型の鋼製アングルで覆うことにより、帯鉄筋と中間帯鉄筋を定着させる概念を示したものである。前述したように、塑性変形が大きくなると、

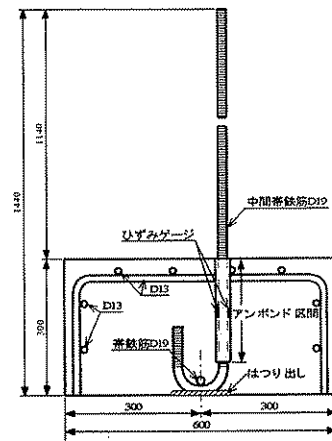


図-6 引抜試験の模型供試体

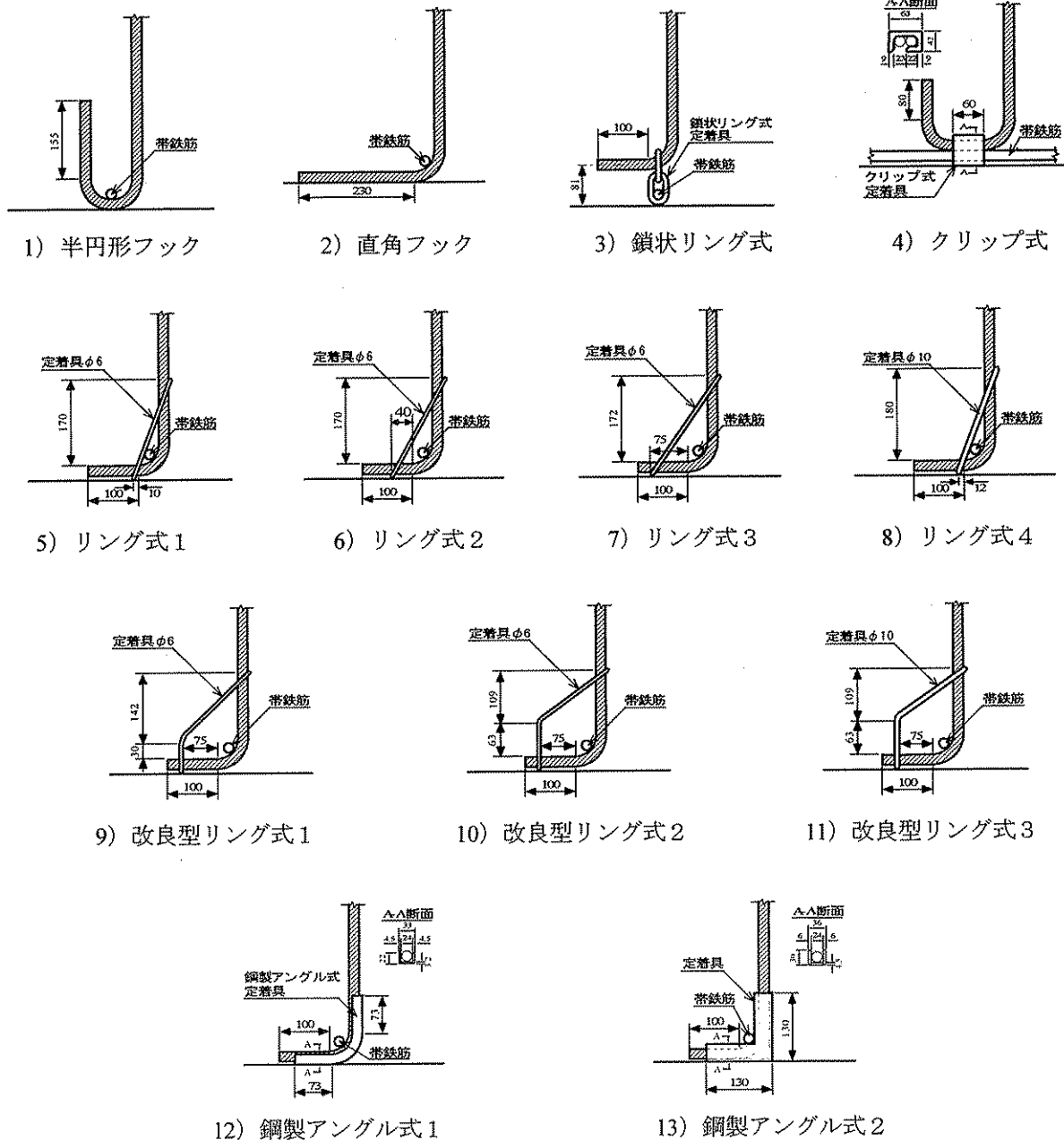


図-7 定着構造の詳細

帯鉄筋が外側にはらみだそうとする力によって直角フックにはそれを広げようとする曲げモーメントが作用するが、この曲げモーメントに抵抗すべく、直角フックの折曲げ部の曲げ剛性を高めるように補剛し、直角フックの形状が保たれるようにしたものである。この構造で重要なのは、L型の鋼製アングルの一端側は内部コンクリートに定着させることと鋼製カバーの隅角部に適切な曲げ剛性を確保することと考えられる。

図-5は、中間帯鉄筋の端部を直角に2回折曲げてU字型のフックとし、帯鉄筋と中間帯鉄筋が平行に重なる箇所において金具によって定着する構造を示したものである。この構造では、中間帯鉄筋の端部は直角フックではあるが、内部コンクリートへ定着されることになるため、かぶりコンクリートが剥落しても帯鉄筋と中間帯鉄筋の定着は確保され、半円形フックとした場合と同等の効果が期待される。

### 2. 1. 3 定着性能に関する鉄筋の引抜試験

#### 1) 模型供試体

実験に用いた模型供試体の諸元を、図-6に示す。本実験では、中間帯鉄筋の定着構造形式をパラメータとして13体の模型供試体に対して引抜試験を行った。定着構造としては、半円形フック、直角フックと、今回提案する鎖状リング式、クリップ式、リング式、リング式の実験結果を踏まえて形状を改良した改良型リング式、鋼製アングル式(図-7参照)とした。なお、リング式定着構造については、リング

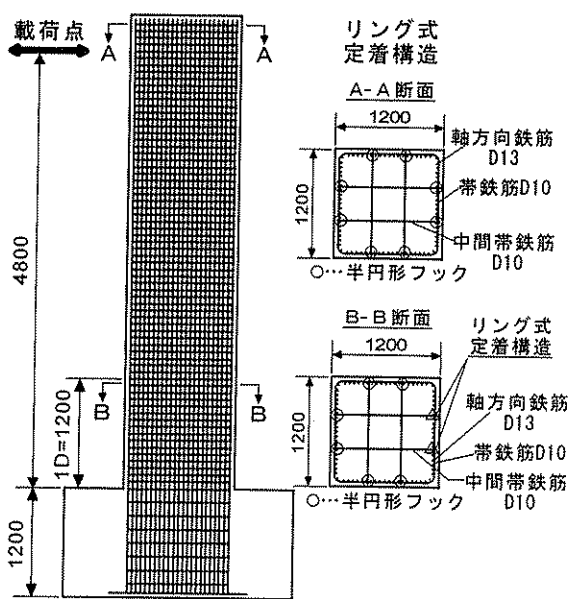


図-9 端部定着に関する橋脚模型供試体の諸元

の鉄筋径及びその取り付け位置を変化させた4体について実験を行い、その実験結果を踏まえた改良型リング式についても3体実施した。鋼製アングル式も1体目の実験結果を踏まえて、曲げ剛性を向上させた供試体を追加した。

模型供試体の中間帯鉄筋は図-6に示す区間をアンボンドとしたD19を使用し、かぶりコンクリートが全て剥落した状態を想定して、定着部をはつり出している。

#### 2) 実験方法

図-8に示すように模型供試体とジャッキとをセットし、鉄筋の引抜試験を行った。測定データは、引張荷重、鉄筋のひずみ及び変位、定着部の変位である。鉄筋のひずみは、図-6に示す二枚のひずみゲージの値で評価を行った。

### 2. 1. 4 施工性を考慮した端部定着構造を用いた橋脚模型の塑性変形性能に関する実験

#### 1) 模型供試体

実験に用いた模型供試体の諸元を、図-9に示す。

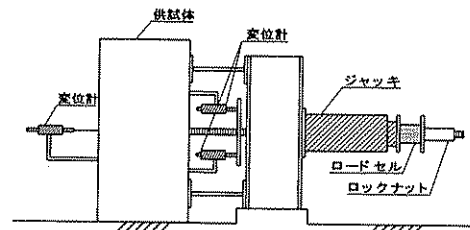
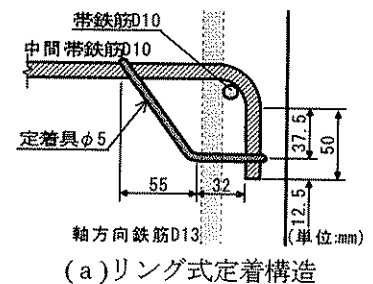
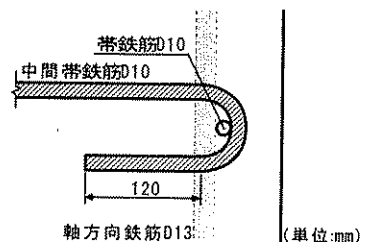


図-8 引抜試験装置



(a) リング式定着構造



(b) 半円形フック

図-10 定着部の詳細

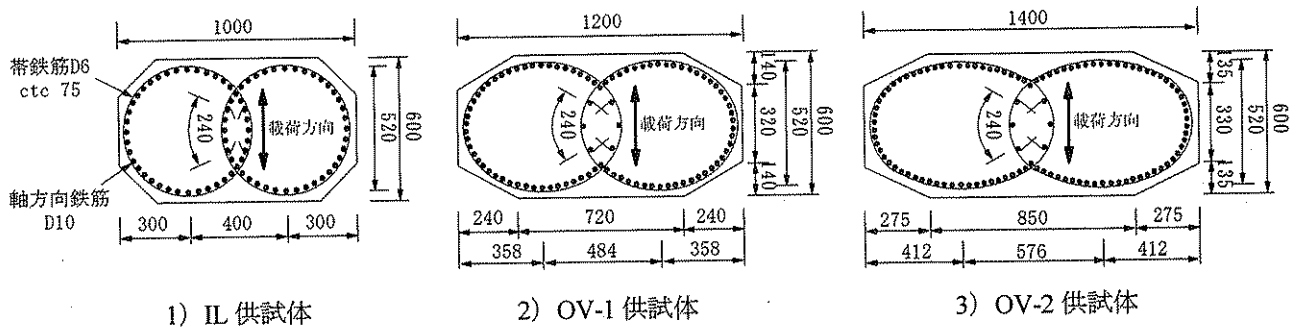


図-1-1 インターロッキング式配筋に関する実験供試体の断面図

本研究では、中間帯鉄筋の定着構造形式をパラメータとした2体の供試体について検討を行った。1体は柱部全断面において中間帯鉄筋の端部定着に従来から用いられている半円形フックを用いた供試体(比較供試体)、もう1体は、基本的に比較供試体と同様の構造としつつ、塑性ヒンジ領域にのみ本研究で提案するリング式定着構造を用いた供試体である。なお、リング式定着構造は載荷時に圧縮面及び引張面となる面の片面(加振機の反対側)にのみ配置し、それ以外の面については半円形フックを使用している。定着部の詳細を、図-10に示す。

## 2) 載荷方法

載荷は、降伏変位  $\delta_y$  の整数倍毎に正負交番に行い、各載荷ステップにおける繰返し回数は3回とした。また、死荷重反力による軸応力として  $1\text{N/mm}^2$  を与えた。

## 2.2 楕円状帯鉄筋を用いたインターロッキング式橋脚の塑性変形性能に関する実験的検討

### 1) 模型供試体

楕円インターロッキング式橋脚の塑性変形性能に関する実験に用いた供試体は、フーチング上面から載荷点までの高さが3010mmの単柱式鉄筋コンクリート橋脚模型であり、帯鉄筋の曲げ形状をパラメータとして3体製作した。これらの供試体の断面図を図-11に示す。IL供試体は、曲げ半径268mmで円形に曲げた帯鉄筋を重ね合わせてインターロッキング式配筋とした供試体である。隣り合う帯鉄筋の中心間隔は、帯鉄筋の曲げ半径の約1.5倍に相当する400mmとした。一方、OV-1及びOV-2供試体は、柱幅がそれぞれ1200mm及び1400mmであり、楕円状に曲げた2連の帯鉄筋を重ね合わせた楕円インターロッキング式配筋である。柱幅を変化させ、帯鉄筋の曲げ形状である楕円の長径も変わっており、扁平率はそれぞれ1.21及び1.43である。なお、OV-2

供試体の柱幅は、仮にIL供試体にもう1連の帯鉄筋を加えて3連のインターロッキング式配筋とした場合の柱幅に相当している。軸方向鉄筋は、いずれの供試体ともD10の異形鉄筋を用い、軸方向鉄筋比が1.0%となるように本数を決定した。また、帯鉄筋にはD6の異形鉄筋を用い、柱高さ方向に75mm間隔で設置した。

## 2) 載荷方法

載荷は、降伏変位  $\delta_y$  の整数倍毎に正負交番に行い、各載荷ステップにおける繰返し回数は3回とした。また、死荷重反力による軸応力として  $1\text{N/mm}^2$  を与えた。

## 3. 研究結果

### 3.1 施工性を考慮した横拘束筋の端部定着構造に関する実験結果

#### 3.1.1 鉄筋の引抜試験結果

図-12は、鉄筋の応力-ひずみ関係を、定着構造を半円形フックとした場合とそれ以外の構造とした場合とで比較したものである。引抜実験より得られた知見を、各定着構造ごとに以下に示す。

#### 1) 直角フック

鉄筋の応力が  $233.3\text{N/mm}^2$  に達したときにフックの端部が開いた。その後は引張荷重が低下したため、鉄筋のひずみは戻り始め、鉄筋が抜け出してきた。

#### 2) 鎖状リング式

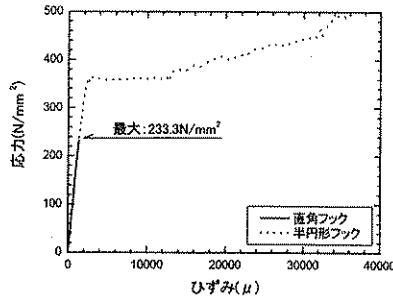
半円形フックとほぼ応力-ひずみ関係が得られており、中間帯鉄筋の端部定着が十分であることが分かる。

#### 3) クリップ式

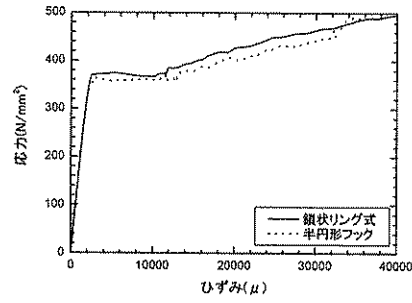
半円形フックとほぼ同様の応力-ひずみ関係が得られており、十分な定着が確保されている。

#### 4) リング式

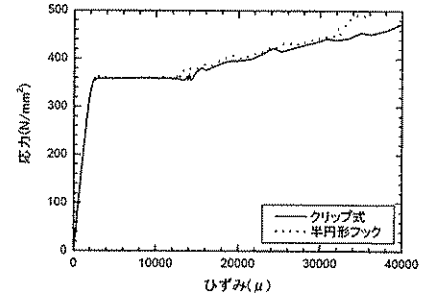
リングの鉄筋径及び取り付け位置を変化させた4



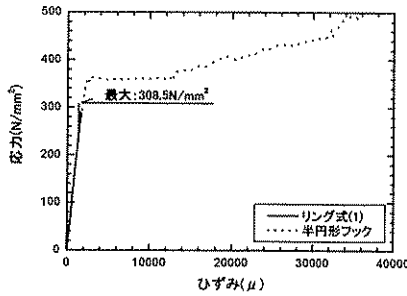
1) 直角フック



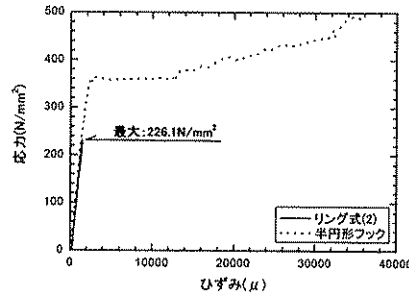
2) 鎖状リング式



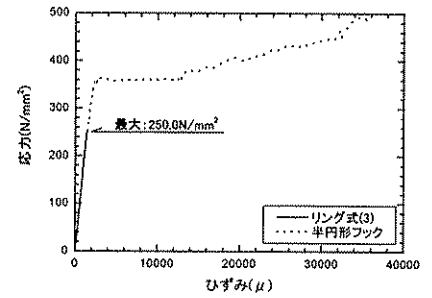
3) クリップ式



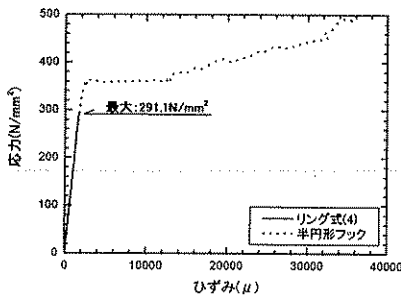
4) リング式1



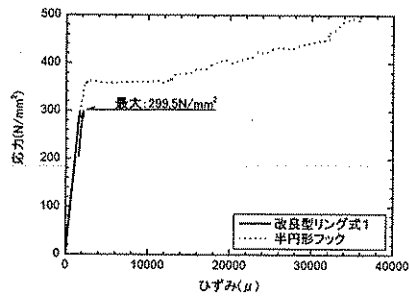
5) リング式2



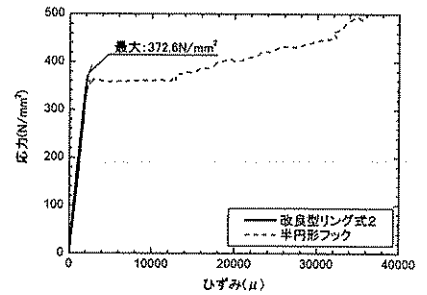
6) リング式3



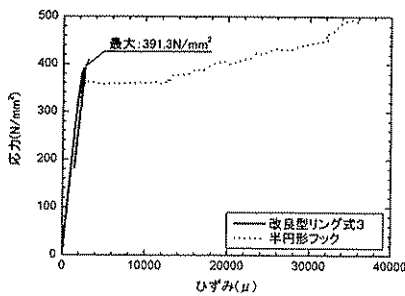
7) リング式4



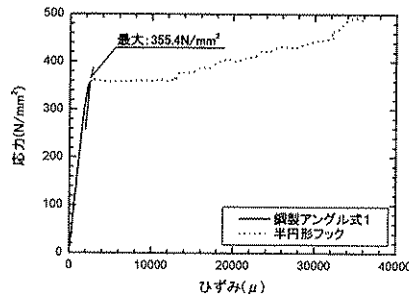
8) 改良型リング式1



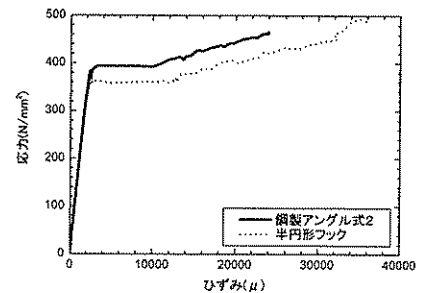
9) 改良型リング式2



10) 改良型リング式3



11) 鋼製アングル式1



12) 鋼製アングル式2

図-12 引抜試験の応力-ひずみ関係の比較

体について実験を行ったが、いずれの供試体においても、鉄筋に生じる応力が降伏点に達しなかった。これは、フックの端部が開く力によってリングに曲げが生じ、フックの端部の開き出しを抑えることが

できなかったためである。

#### 5) 改良型リング式

上記の結果を踏まえ、リングに曲げモーメントが生じないように形状を改良した構造については、以

下に示す結果となった。

a) 改良型リング式 1

鉄筋に生じた最大応力は約  $300\text{N/mm}^2$  であり、リング式からの改善は見られなかった。鉄筋に引きずられるようにしてリングに曲げが生じ、引張荷重が低下したが、従来のリング式定着構造とは異なり、直角フック端部の開き出しはほとんどなかった。

b) 改良型リング式 2

リングの直線部を長くした本供試体では、引張力が降伏点に相当するまで定着性能を向上させることができた。鉄筋の降伏後は、フック端部の開き出しは生じず、改良型リング式 1 と同様にフックの鉄筋に引きずられるようにして、リングに曲げが生じ始めた。

c) 改良型リング式 3

リング式 2 と同様に、鉄筋が降伏するまで定着性能を向上させることができた。鉄筋の降伏後も同様に、引張荷重が低下し、鉄筋が抜け出してきたが、リングに曲げは確認できなかった。

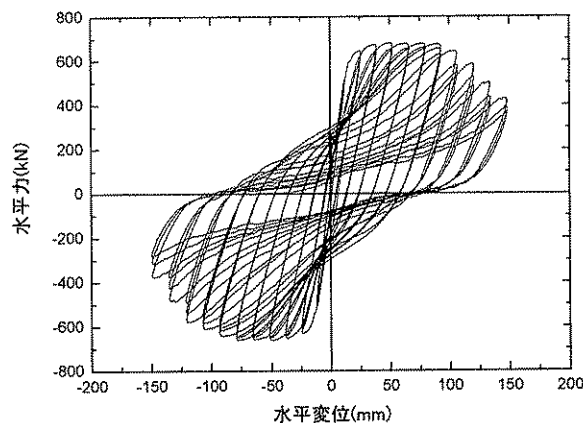
6) 鋼製アングル式

当初の実験で用いた諸元の鋼製アングルの場合、鉄筋の応力が降伏に達するまで定着性能を向上させることができたが、鉄筋の降伏後は、鋼製アングルの隅角部において曲げ変形が生じ、フック端部が開き始めた。この結果を踏まえて、フック付け根部に生じる曲げモーメントに抵抗するように鋼製アングルの曲げ剛性を向上させた供試体では、ひずみ硬化域も含め、応力-ひずみ関係は半円形フックの場合と同様な挙動となっており、端部の定着が十分に確保できていることがわかる。

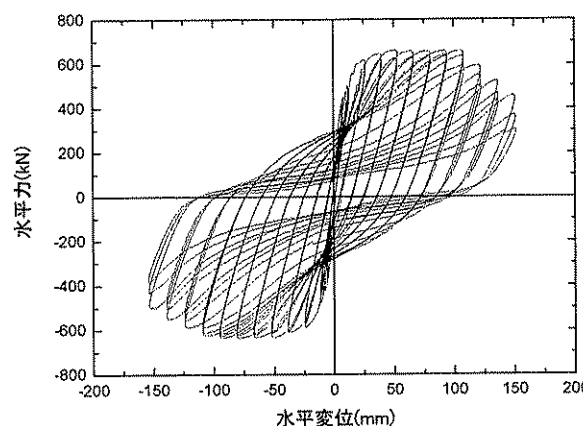
3. 1. 2 橋脚模型の塑性変形性能に関する正負交番実験結果

1) 水平力-水平変位関係と損傷の進展

図-13は、実験により得られた各供試体の載荷点における水平力-水平変位関係の履歴曲線である。比較供試体では、 $5\delta_y$ の載荷までは水平ひびわれが生じる程度の損傷であり、 $6\delta_y$ の載荷でかぶりコンクリートの剥離、 $7\delta_y$ の載荷でかぶりコンクリートの剥落が生じ始めた。そして、 $8\delta_y$ の載荷で基部から高さ  $400\text{mm}$  の範囲で軸方向鉄筋が大きく座屈するのに伴いかぶりコンクリートが剥落し、損傷が内部に進展した。一方、リング式定着構造を用いた供



(a) 比較供試体



(b) リング式定着構造

図-13 水平力-水平変位関係の履歴曲線

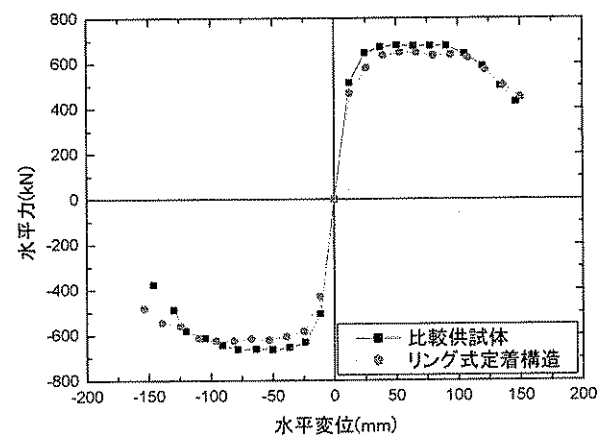


図-14 包絡線の比較

試体では、 $5\delta_y$ の変形までは水平ひびわれ程度の損傷であり、 $6\delta_y$ の載荷でかぶりコンクリートの剥離が生じ始めた。そして、 $8\delta_y$ の載荷で軸方向鉄筋の座屈に伴うかぶりコンクリートの剥落が生じ始め、 $9\delta_y$ の載荷で損傷が内部にまで進展した。また、この

とき基部から 300mm 及び 375mm の位置において、中間帯鉄筋の直角フックがリングから外れた。

## 2) 包絡線の比較

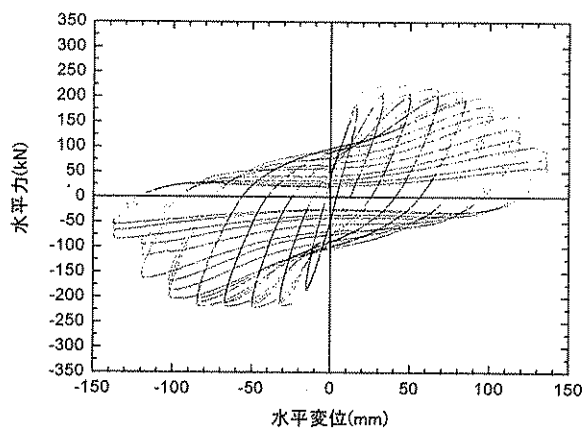
上述のように、どちらの供試体もほぼ同じような損傷の進展状況であった。両者の水平力-水平変位履歴曲線の包絡線を比較すると、図-14 のようになる。これより、今回実験で用いた諸元に関しては、中間帯鉄筋の端部定着にリング式定着構造を用いた橋脚は従来から用いられている半円形フックによる定着とした橋脚と同等の変形性能を有しているといえる。なお、リング式定着構造において、損傷が内部コンクリートにまで進展した際に直角フックがリングから外れたが、その後の耐力の低下にはほとんど影響していない。

## 3. 2 楕円状帯鉄筋を用いたインターロッキング式橋脚の塑性変形性能に関する実験結果

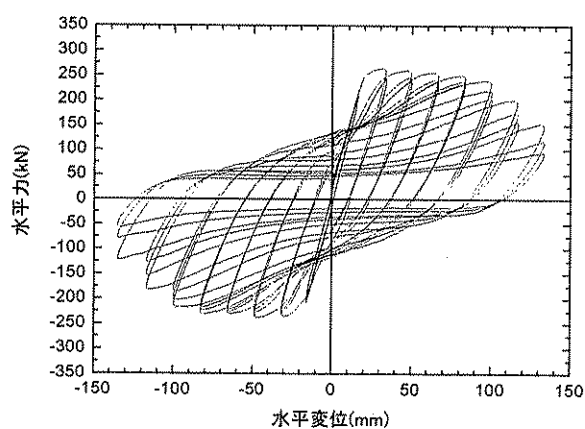
### 1) 水平力-水平変位関係と損傷の進展

実験により得られた各供試体の載荷点における水平力-水平変位関係の履歴曲線を図-15 に示す。IL 供試体では、 $4\delta_y$  の変形の載荷までは水平ひびわれが生じている程度の損傷であり、 $5\delta_y$  の変形の載荷中に基部から高さ 150mm までの範囲においてかぶりコンクリートの剥離が生じた。そして、 $6\delta_y$  の変形を与えると、同範囲で軸方向鉄筋が座屈しながらかぶりコンクリートが大きく剥落し、損傷が内部へと進展した。ただし、この段階でのかぶりコンクリートの剥落は、圧縮側となる面全体で生じているのではなく、軸方向鉄筋が最外縁近くに配筋され、かぶり厚さが最も小さくなっている 2 箇所で顕著に生じており、帯鉄筋を重ねた領域では軸方向鉄筋の座屈は生じていなかった。

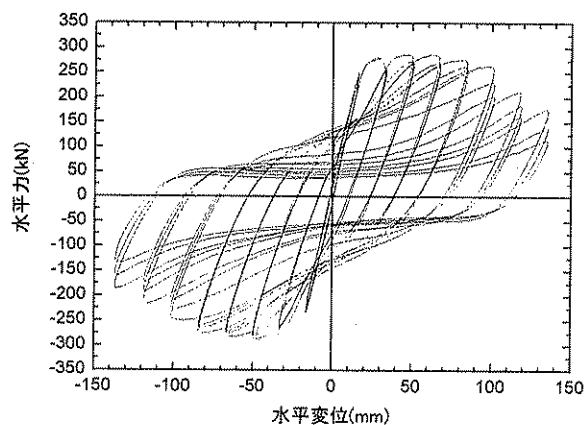
一方、断面幅が 1200mm で楕円インターロッキング式配筋とした OV-1 供試体では、水平ひびわれの進展が  $5\delta_y$  の変形まで続き、 $6\delta_y$  の変形を載荷中に基部から 230mm の範囲で軸方向鉄筋の座屈に伴ってかぶりコンクリートが剥落した。また、断面幅を 1400mm まで広げた OV-2 供試体では、 $5\delta_y$  の変形の載荷において柱基部から 230mm の高さの範囲でかぶりコンクリートが剥離し始め、次の  $6\delta_y$  の変形を載荷中にその範囲で軸方向鉄筋が座屈しかぶりコンクリートが剥落した。両供試体とも、IL 供試体と同様に、この段階でのかぶりコンクリートの剥落は圧縮側の面全体で生じているのではなく、軸方向鉄筋のかぶり厚さが最も小さくなっている 2 箇所で生



(a) IL 供試体



(b) OV-1 供試体



(c) OV-2 供試体

図-15 水平力-水平変位関係の履歴曲線

じた。

### 2) 帯鉄筋の加工形状が塑性変形性能に及ぼす影響

上述したように、いずれの供試体とも  $5\delta_y \sim 6\delta_y$  の変形を繰返し載荷中にかぶりコンクリートの剥離が生じ、 $6\delta_y$  の変形を繰返し載荷する段階で、軸方



向鉄筋の座屈とそれに伴うかぶりコンクリートの剥落が生じた。水平力-水平変位関係を供試体間で相対的に比較できるようにするために、水平力を $1\delta_y$ の載荷において計測された水平力(降伏耐力)で無次元化した降伏耐力比を用いて比較した結果を図-16に示す。これより、今回実験を行った楕円の偏平の範囲内であれば、楕円インターロッキング式配筋をした橋脚は従来からある円形帯鉄筋によるインターロッキング式橋脚と同等の塑性変形性能を有していると言える。

また、図-17は、各供試体において、柱基部より高さが37mmの断面から357mmの断面の領域で計測した曲率の平均値と塑性率の関係を比較して示したものである。ここで、当該領域は曲げ塑性変形が生じた断面区間に概ね相当している。これより、塑性率と計測領域における平均曲率の関係はほぼ一致しており、塑性ヒンジ領域での挙動も同様であることが確認される。

#### 4. 共同研究概要

本研究に関連して、平成13年度~15年度において、(財)土木研究センターならびに民間5社(前田建設工業(株)、戸田建設(株)、三井住友建設(株)、(株)ピーエス三菱、東急建設(株))と共同研究<sup>7)</sup>を実施した。共同研究における研究項目の概要を以下に示す。

##### 1) 高強度材料を用いた構造

鉄筋とコンクリートに高強度材料を活用することにより、断面・鉄筋量の低減を図り、施工性を向上させることが期待できる。従来、下部構造に対してはコンクリート強度 $30\text{N/mm}^2$ 、鉄筋はSD345までが一般に用いられているが、強度 $60\text{N/mm}^2$ のコンクリートおよびUSD685/785の鉄筋の活用を考慮し、耐震設計法の開発を行った。拘束コンクリート柱の1軸圧縮試験を行い、設計に必要となるコンクリートの応力度-ひずみモデルの開発を行い、このモデルと柱部材の正負交番載荷実験データをもとに、変形性能の評価法を検討した。

##### 2) インターロッキング構造

前述した楕円インターロッキング式配筋の他に、壁式橋脚に適用するために、図-18に示すような面内のせん断抵抗を高めるリンクタイ構造を提案し、橋脚模型を用いた正負交番載荷実験による性能検証を行った。

##### 3) プレストレス導入構造

軸方向鉄筋の座屈を防止して変形性能を向上させ

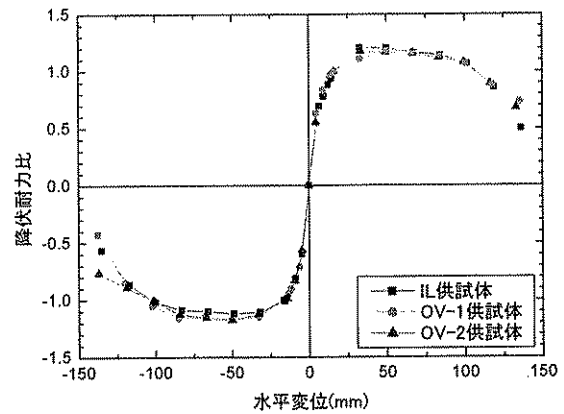


図-16 降伏耐力比-水平変位関係の比較

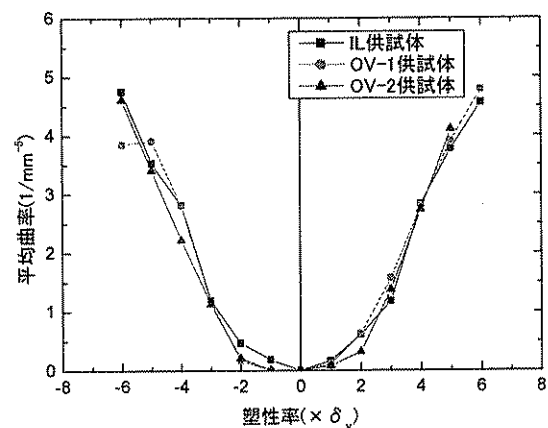
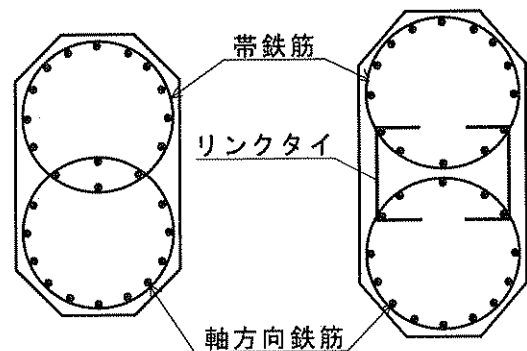


図-17 塑性ヒンジにおける曲率の比較



1)一般的な構造 2)リンクタイを用いた構造

図-18 リンクタイを用いた壁式橋脚

る従来の帯鉄筋の代わりに、より強度の高いPC鋼材を配置することにより帯鉄筋量を低減するプレストレス導入構造を検討した。断面周方向にPC材によりプレストレスを導入する構造、及びプレキャスト部材を配置する構造を提案し、橋脚模型を用いた正負交番載荷実験による性能検証、変形性能の評価法の検討を行うと同時に、1軸圧縮試験により、拘

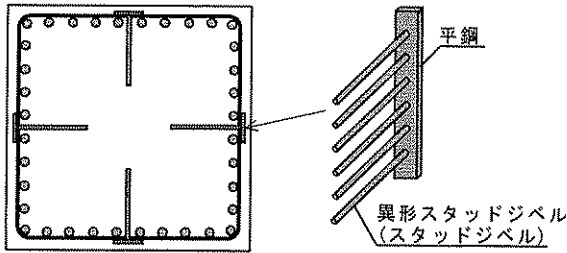


図-19 座屈防止エレメント

束圧を受けるコンクリートの応力度-ひずみ関係のモデル化の検討を進めた。

#### 4) 新しい横拘束筋の定着構造

前述の直角フックを用いた横拘束筋端部の定着構造に加え、図-19に示すような軸方向鉄筋の座屈抑制と帯鉄筋のはらみ出しを抑制する座屈抑制エレメントの提案を行った。そして、橋脚模型を用いた正負交番載荷実験により性能検証を行った。

#### 5. まとめ

本研究は、施工の効率化と施工コストの縮減を図ることのできるような新しい横拘束システムの開発を目標として、横拘束筋の端部における施工性に優れた定着構造や、楕円状に曲げた帯鉄筋によりインターロッキング式配筋とした幅広長方形断面に対する新しい配筋方法を提案するとともに、その性能について鉄筋の引抜試験および橋脚模型を用いた正負交番載荷実験により確認を行った。本検討により得られた知見を以下に示す。

- 1) 施工性を考慮した横拘束筋端部の定着構造に関する鉄筋の引抜試験の結果、今回提案した構造は従来用いられている半円形フックとほぼ同等の定着性能を有していることが確認できた。
- 2) 提案した横拘束筋の端部定着構造の一つであるリング式定着構造について、橋脚模型を用いた正負交番載荷実験により定着性能の検証を行った結果、従来から用いられている半円形フックを使用した橋脚と同等の塑性変形性能を有することが確認された。
- 3) 楕円インターロッキング式配筋による橋脚構造に関して、帯鉄筋の曲げ加工形状である楕円の扁平率が1.43までの範囲内であれば、本橋脚構造の塑性変形性能は従来からある円形帯鉄筋によるインターロッキング式橋脚と同等であることを実験的に明らかにした。

なお、中間筋の端部定着構造については、実用化に向けて構造諸元の設定方法等についてさらに検討を進めていく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 水口和之、紫桃孝一郎、中村元、大橋岳：インターロッキング式橋脚の研究と開発、第6回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム、土木学会、pp.35-38、2003年1月
- 2) 長屋和宏、運上茂樹：インターロッキングRC橋脚の動的耐力、変形性能に関する実験的検討、第25回地震工学研究発表会、Vol.2、pp.709-712、1999年7月
- 3) 寺山徹、運上茂樹：鉄筋コンクリート橋脚の変形性能に及ぼす中間帯鉄筋の影響、土木技術資料、Vol.40、No.3、pp.56-61、1998年3月
- 4) 立松伸博、大野義照：鉄筋コンクリート柱の曲げ破壊性状に及ぼす帯筋端部形状の影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.23、No.3、pp.241-246、2001年
- 5) 鈴木基行、秋山充良、杉田稔、松山英雄、宇田川亮：簡便なせん断補強筋機械式継手の開発およびそのRC部材への適用に関する実験的研究、コンクリート工学論文集、第11巻、第3号、pp.49-61、2000年9月
- 6) 澤本武博、辻正哲、舌間孝一郎、西川泰之、加賀谷収：地震荷重によりかぶりが剥離する場合のフープ筋の定着補強に関する研究、土木学会第53回年次学術講演会、第5部、pp.1146-1147、1998年10月
- 7) 独立行政法人土木研究所：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)、共同研究報告書第283号、平成14年9月