

V-561 インターロッキング型フープ筋を有する鉄筋コンクリート橋脚の耐震性能（その1）

東急建設（株）技術研究所 正会員 大滝 健\*  
 正会員 黒岩 俊之\*

日本道路公団 東京第二建設局 細木 康夫\*\*

1. はじめに

現行の道路橋示方書によれば、矩形断面を在来型の配筋とする場合、中間帯鉄筋は帯筋の配置されるすべての断面に配筋するとともに、その間隔は 1.0m 以内とせねばならない。したがって配筋が過密となり、施工が困難となるため、河川内での渇水期施工では工程上の問題が出てくる。中部横断自動車道富士川橋梁ではこの問題に対処するため、インターロッキング型フープ筋（図1）を日本で初めて採用することになった。インターロッキング型フープ筋は、中間帯鉄筋を配せずともコンクリートの拘束効果が高く、主筋の座屈防止にも有効である。また、施工上有利であることから、アメリカの高速道路橋脚では一般的に用いられている。日本でも、阪神大震災後、平成8年に改訂された道路橋示方書耐震設計編[1]の中、「鉄筋コンクリート橋脚のじん性を向上するための構造細目」において、インターロッキング型の補強筋を参考にするのがよいとの記述が加えられたが、具体的な設計方法に関しては言及していない。そこで、実構造物の 1/10 の試験体を作製し、その耐力および変形性能を確認する実験を行った。本稿ではまず、富士川橋梁およびインターロッキング型フープ筋の概要について述べ、その2において実験結果について報告する。

2. 富士川橋梁概要

富士川橋梁の概要を表1に示す。本橋梁は8基の橋脚のうち、P1～P6の6基にインターロッキング型フープ筋を用いており、その標準断面（P4）は図1に示すとおりである。アメリカにおいては、CALTRANS の設計示方書[2]において、2組のスパイラル筋中心間距離は、スパイラル径の 0.75 倍以下とし、インターロッキング領域には最低4本の主鉄筋を配するよう規定している。当該橋梁の場合、隣り合うフープ筋の中心間距離は、フープ径の 0.44 倍であり、インターロッキング領域には D51 が 80 本配されているため、両者とも CALTRANS の規定の範囲内である。

設計上重要となる帯筋体積比  $\rho_s$  と帯筋のせん断抵抗性分  $V_s$  の考え方に関しては、文献[3]に詳述されているが、本橋梁がその中でどのような位置付けで設計されているかを図2、図3に示した。図2は隣り合うフープ筋の間隔 ( $d_i/D_h$ ,  $d_i$ :フープ筋中心間距離  $D_h$ :フープ径) と有効コア断面積 ( $A_{core}/A_{gross}$ ) および帯筋体積比 ( $\rho_s$ ) の関係を示している。文献[3]においては、外部コア領域 ( $\rho_{s-single}$ )、インターロッキング領域 ( $\rho_{s-inter}$ )、有効コア領域 ( $\rho_{s-effective}$ ) の3種類の  $\rho_s$  の取り方を与えており、 $\rho_{s-single}$  を用いることを推奨している。これは図2に示すように、 $\rho_{s-single}$

表1 富士川橋梁概要

|       |                    |
|-------|--------------------|
| 橋長    | 800m               |
| 道路区分  | 第1種第3級A規格          |
| 下部工形式 | 箱式橋台、柱式橋脚（小判型）     |
| 基礎工形式 | 場所打ち杭、ケーソン基礎、大口径深礎 |
| 支間    | 43.35～120.0m       |
| 有効幅員  | 9.52～9.78m         |
| 縦断勾配  | 3.2209%            |
| 架設工法  | 張出し架設              |

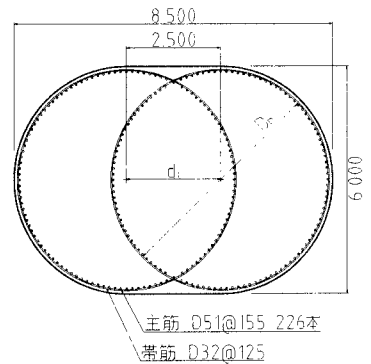


図1 富士川橋脚断面（P4）

キーワード：インターロッキング型フープ筋、富士川橋梁、耐震性能

連絡先： \*〒229-1124 神奈川県相模原市田名 3062-1 TEL 0427-63-9507 FAX 0427-63-9503  
 \*\*〒160-0023 東京都新宿区新宿 1-21-1 名宝ビル TEL 03-3343-0451 FAX 03-3345-1864

以外の場合では、フープ間距離が小さくなるに従い、大きな  $\rho_s$  を与えることになり、また断面圧縮縁におけるコンクリートの拘束度を考えた場合、 $\rho_{s-single}$  を用いるのが妥当であり、かつ安全側の仮定となるためである。本橋脚においてもこの  $\rho_{s-single}$  に基づき、必要最小鉄筋量を満足するように設計されている。

図3はフープ筋間隔とフープ筋の負担するせん断耐力 ( $V_s/V_{s-design}$ ) の関係を示したものである。ここに、 $V_{s-design}$  は当該橋梁の設計値である。 $V_s$  に関しては、断面中の2本の帯筋がせん断力に対して有効であるとする方法 ( $V_{s-dbl}$ )、等価な小判型帯筋として評価する方法 ( $V_{s-equ}$ )、インターロッキング領域内の帯筋を考慮しない方法 ( $V_{s-eff}$ ) 等がある。本橋梁は2組のフープ筋の内、1組のフープ筋のみがせん断力を負担するものとして設計されており、図3によると、いずれの場合よりも安全側に  $V_s$  値を評価している。また、フープ筋中心間距離がフープ径の 0.78 ( $\pi/4$ ) 倍以下の場合には、 $V_{s-dbl}$  が  $V_{s-equ}$  を上回り、0.78 倍以上の場合にはその逆となることがわかる。したがって、設計に当たっては、フープ間距離が大きくなるに従い、 $V_s$  値の増加を適切に考慮できるよう、 $V_{s-eff}$  を用いるか、あるいは  $d_i/D_h \leq 0.78$  では  $V_{s-equ}$ 、 $d_i/D_h > 0.78$  では  $V_{s-dbl}$  によって  $V_s$  値を算定するのが合理的であると考えられる。

### 3. まとめ

富士川橋梁のインターロッキング型フープ筋が、CALTRANS の規定および既往の研究の中で、どのような位置付けで設計されているかを調べた。その結果、当橋梁は帯筋体積比  $\rho_s$  および帯筋の負担するせん断耐力  $V_s$  に関しては、十分安全側に設計されていると考えられる。

インターロッキング型フープ筋を有する橋脚断面を設計する場合、 $\rho_s$  に関しては、 $\rho_{s-single}$  を用いるのが妥当かつ安全側の設計となるが、 $V_s$  に関しては、 $V_{s-eff}$  を用いるか、フープ間距離に応じて  $V_{s-equ}$  および  $V_{s-dbl}$  を適用するのが合理的であると考えられる。

### 参考文献

- [1] (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、平成8年12月
- [2] "CALTRANS Structures Seismic Design References," Bridge Design Specifications, State of California, Department of Transportation January 1993.
- [3] Tanaka, H., Park, R., "Seismic Design and Behavior of Reinforced Concrete Columns with Interlocking Spirals," ACI Structural Journal March-April 1993

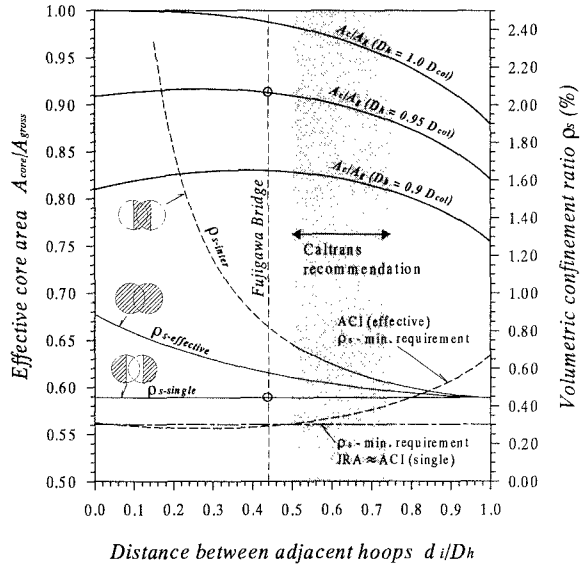


図2 フープ筋中心間距離と有効コア断面、帯筋体積比の関係

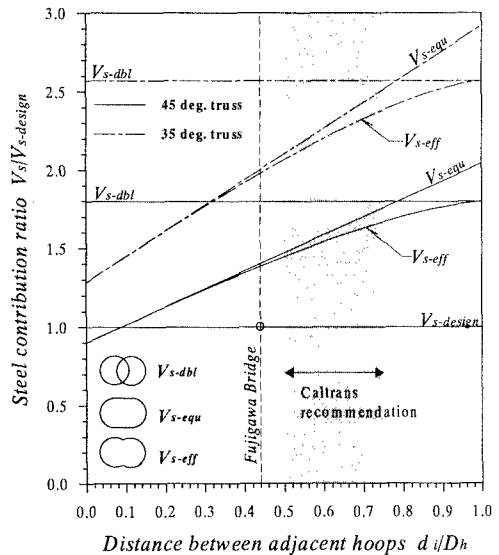


図3 フープ筋中心間距離と帯筋せん断力分担率の関係