

交番繰り返し荷重を受ける R C 柱のせん断補強鉄筋の定着方法に関する研究

木更津工業高等専門学校 環境建設専攻科 学生 久保利絵子
木更津工業高等専門学校 正会員 石田博樹
木更津工業高等専門学校 須賀政彦

1：目 的

多くの構造物・R C 橋脚が被害に遭った平成 7 年の阪神淡路大震災では、一部でせん断補強筋端部の定着に直角フックや重ね継ぎ手を用いられていた。

半円形フックもしくは鋭角フックを用いると、フックが軸方向鉄筋に懸かっているため、かぶりコンクリートが剥離し付着力を失った後でもせん断補強筋の機能が失われる事は無い。しかし直角フックや重ね継ぎ手の場合は、コンクリートと鉄筋間の付着力による定着となり、かぶりコンクリートが剥離し付着力を失うと、フック部が開いてしまいせん断補強筋の機能を失う。

地震時の様な正負交番載荷では、R C 橋脚のかぶりコンクリートが剥離する事が多い。直角フックがかぶりコンクリートの剥離後も半円形フックと同程度の機能を保持する様、直角フックに簡便な定着具を装着し、地震を受ける柱を想定した正負交番載荷実験を行う。その結果から、耐震性能を向上させる為にどの定着方法が一番有効か検討する。又、耐震性能の指標として、靱性率・エネルギー吸収容量について考察する。

2：実験方法・供試体寸法

供試体の寸法・諸元は、それぞれ図 1・表 1 に示す。供試体には、曲げスパンに鋼板を巻きつけ、鋼板と供試体の間にグラウトを注入して一体化させ、せん断スパン内で破壊が生じるように、曲げスパンの補強をした。これは、梁の供試体を、柱と想定するためである。（鋼板端部をフーチング天端、供試体の片側を柱と想定）

載荷方法は、一方向載荷は 2 点載荷による静的載荷とし、交番繰り返し載荷は、曲げスパンに等分布荷重による静的交番載荷とした。主鉄筋が降伏したときを供試体の降伏とした。 $\pm 1 \delta y$ 、 $\pm 2 \delta y$ 、 $\pm 3 \delta y \cdots \pm n \delta y$ ごとに 3 回ずつ載荷する。1 サイクル目が降伏荷重を下回ったときを試験の終了とした。

図 1：供試体寸法（単位：mm）

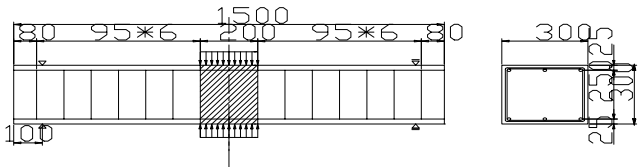


表 1：供試体諸元

名称	フック・定着方法	荷重載荷法
一方向半円形	半円形	一方向
交番半円形	半円形	交番載荷
交番直角	直角フック	交番載荷
交番パイプ	直角フック・パイプ	交番載荷
交番 S 字	直角フック・S 字フック	交番載荷
交番圧縮パイプ	直角フック・圧縮パイプ	交番載荷
交番溶接	直角フック・溶接	交番載荷

定着具（継ぎ手）について

パイプ：継ぎ手部分に円筒状のパイプを通すことにより、フックが開くことを防止する

S 字フック：直角フックの継ぎ手端部に内部コンクリートからフックを引っ掛け、コンクリートと一体化させる。

圧縮パイプ：パイプを補強鉄筋径に合わせて圧縮し、断面形を加工し、パイプ内の間隙を減らし固定させるもの

溶接パイプ：フックが重なる部分全てを溶接

（フック長；12φ以上=72mm 以上）

3：靱性率について

靱性率は、 $\mu = \delta u / \delta y$ で表す。

μ ：靱性率

δu ：終局変位

δy ：降伏変位

4：エネルギー吸収能について

現在、R C 構造物の耐震設計には、靱性率をもとにした照査法が用いられている。この評価の問題点のひとつとして、靱性率が同じであっても損傷度が違う場合があり、又、靱性率は終局変位と降伏変位の比であって、途中の状態が明確ではないため、構造物が破壊までに吸収できるエネルギー量の観点から耐震性能を比較する、エネルギー吸収容量が挙げられる。

1 サイクルあたりの履歴吸収エネルギーは、荷重—変位曲線によって囲まれる面積から求める。

5：考察

荷重－変位曲線

図2は交番載荷・直角フックのみ（以下・交番直角）、図3は靱性・エネルギー吸収量の増加が見られた交番載荷・直角フック+パイプ（以下・交番パイプ）の荷重－変位曲線を示す。交番パイプを交番直角と比べると、最大耐力は同程度だが、最大耐力を示してから降伏荷重を下回るまで、耐力を長く保持している。交番パイプは最大耐力（5δ）を示したとき、特に1サイクルあたりのループ形状が紡錘状になっている。又、S字、交番パイプ、圧縮パイプ、溶接ともに、終局に達した後の耐力の急激な低下は見られなかった。

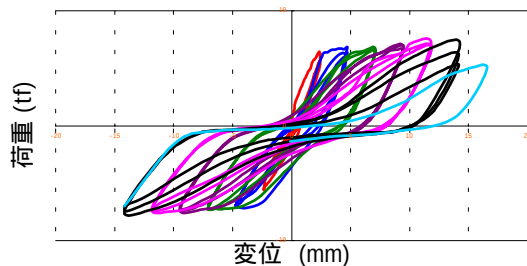


図2：交番直角 荷重 - 変位曲線

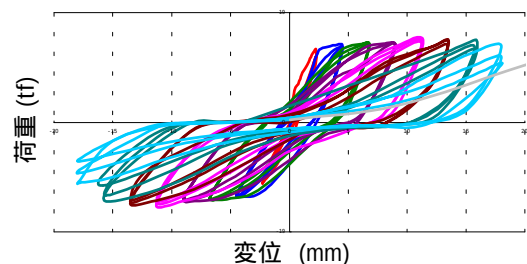


図3：交番直角・パイプ 荷重 - 変位曲線

靱性率について

図4は各供試体の靱性率を表す。終局変位の定義は、降伏荷重を下回る最大荷重時の変位とし、急激な耐力低下が起こる前とした。交番半円形の靱性率は7であり、それに対し交番直角の靱性率は6を示し、15%程度減少していたが、交番パイプを用いて直角フックを定着させたものと圧縮パイプについては15%程度増加しており、S字と溶接は交番半円形と同じ靱性率が得られた。交番直角と比べると、交番パイプ・圧縮パイプは30%程度増、S字・溶接は12%程度増加していた。この結果から、これらの定着具によって直角フックが開くことを防ぎ、破壊に至るまでの粘り強さを確保できる事が分かった。

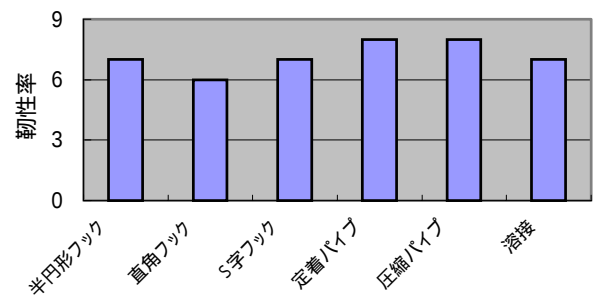


図4：各供試体 靱性率

エネルギー吸収能について

図5に各供試体の累積エネルギーを示す。図において交番半円形と交番直角を比較すると、エネルギー吸収能は30%程度減少し、交番パイプ・圧縮パイプについては9%程度の増加、S字についても、半円形と同程度の吸収エネルギーが測定できた。これは、直角フックでも、S字フックやパイプを設けることで、半円形フックのように、終局時にせん断補強筋が開くことを阻止でき、せん断補強筋が有効に機能していたためと考えられる。

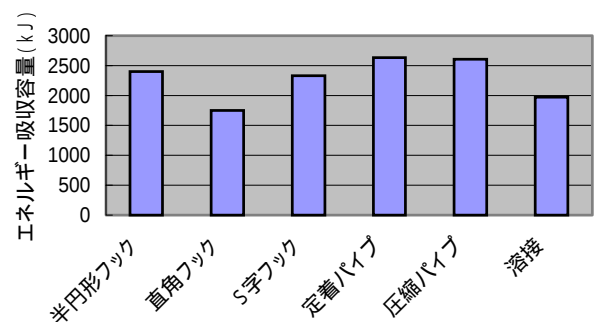


図5：各供試体 累積エネルギー

6：まとめ

パイプ内の間隙を減少させ、耐震性能の向上を図るものとした圧縮パイプに於いても耐震性能が定着パイプと同程度となり、施工上の観点からも、定着パイプが最も簡便に耐震性能を向上させる定着方法であると考えられる。

7：参考文献

- 鈴木、秋山、杉田、松山、宇田川：簡便なせん断補強筋機械式継ぎ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 2000.9

キーワード：せん断補強鉄筋、正負交番載荷、靱性率、

エネルギー吸収容量

連絡先：千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津高専