

## RC 巻立て耐震補強における SD490 軸方向鉄筋のフーチングへの定着特性

(独) 土木研究所 正会員 ○榎本 武雄 篠原 聖二 星隈 順一

**1. はじめに** 地震時保有水平耐力の向上を目的として既設橋脚に対して RC 巻立て補強を行う場合は、相応数の軸方向鉄筋をフーチングに定着させる必要がある。この時、SD345 の鉄筋で RC 巻立て補強を行うと、必要補強量によっては鉄筋の太径化や本数の増加によって過密配筋となり、現場での施工が困難となる場合がある。

平成 24 年に改定された道路橋示方書においては、近年使用実績が増加し技術的知見が蓄積されたことを踏まえて、従来の規定よりも降伏点の高い SD490 の鉄筋コンクリート用棒鋼が追加された<sup>1)</sup>。この鉄筋を RC 巻立て補強の軸方向鉄筋として用いることができれば、鉄筋の細径化や本数の減少につながり現場での施工性も向上するが、一方で、正負交番荷重を受ける SD490 の鉄筋を既設フーチングに定着させる場合、その必要定着長をどのように設定すべきかについては、まだ明らかになっていない。そこで、本研究では、既設フーチングを想定して SD490 の鉄筋をコンクリートに定着させた場合の定着特性を検証することを目的として、正負交番荷重を受ける SD490 の鉄筋の定着試験を実施した。

**2. 供試体** 供試体は、RC 巻立て補強工法においてフーチングに軸方向鉄筋を定着する場合を想定してあと施工により定着する方法とし、従来の鉄筋との比較のため、供試体 No.1[D35(SD345)]及び供試体 No.2[D35(SD490)]の鉄筋を用いてそれぞれ 1 体ずつ製作した。コンクリートには鉄筋径+20mm の径で定着長+50mm の深さまで削孔を施し、孔内の清掃を行ってからエポキシ樹脂系接着剤を充填させ、定着長を 700mm(20D)として軸方向鉄筋を定着した。ここで、コンクリートの設計・施工においては、その強度が既設フーチングの設計基準強度(21N/mm<sup>2</sup>)を大幅に上回るように管理した。実験に用いたコンクリートの圧縮強度及び鉄筋の引張強度は、それぞれ表-1 及び表-2 のとおりである。

**3. 載荷方法** 図-1 に試験のセットアップ図を示す。供試体は鉛直に設置し、コーン破壊が生じたとしても実験結果に影響が生じないように柱と載荷梁を設置し、その上下に油圧ジャッキを設置した。図-2 に載荷ステップを示す。RC 柱部材における正負交番載荷試験の状態により近づけるため、引張荷重は基準変位  $\delta_0$  の整数倍の鉛直変位を、圧縮荷重は基準変位  $\delta_0$  の鉛直変位を変位制御により 3 回ずつ繰り返す漸増載荷とした。なお、基準変位  $\delta_0$  は、引張荷重による軸方向鉄筋のひずみが降伏値に達した時点の鉛直変位とした。

**4. 計測方法** 計測項目は、鉛直荷重、軸方向鉄筋の鉛直変位及びひずみとした。図-1 に示すように、鉛直荷重は載荷梁と油圧ジャッキの間に設置した荷重計で、軸方向鉄筋の鉛直変位は定着部直上の左右 2 か所に設置した変位計で、ひずみは定着部直上に貼り付けたひずみゲージでそれぞれ計測した。また供試体 No.2 においては、軸方向鉄筋下端から供試体下面にワイヤーを用いた変位計を設置して、軸方向鉄筋下端の鉛直変位もあわせて計測した。

**5. 実験結果** 図-3(a)に供試体 No.1 の鉛直荷重と鉛直変位の関係を示す。基準変位  $\delta_0$  は 0.55mm となり、その時の引張荷重は 305kN であった。引張荷重は漸増載荷とともに増加し、+5  $\delta_0$  で 398kN、+10  $\delta_0$  で 453kN、+15  $\delta_0$  で 480kN となった。同様に

表-1 コンクリートの圧縮強度試験結果

項目	単位	供試体No.1 [D35(SD345)]	供試体No.2 [D35(SD490)]
設計基準強度	N/mm <sup>2</sup>	21	21
実験時圧縮強度	N/mm <sup>2</sup>	23.0	26.9

表-2 鉄筋の引張強度試験結果

項目	単位	供試体No.1 [D35(SD345)]	供試体No.2 [D35(SD490)]
降伏荷重	kN	338	498
降伏強度	N/mm <sup>2</sup>	352.8	520.9
降伏ひずみ	$\mu$	1790	2639
引張荷重	kN	526	668
引張強度	N/mm <sup>2</sup>	549.7	698.7
弾性係数	kN/mm <sup>2</sup>	197.3	197.2
破断伸び	%	18.0	21.4

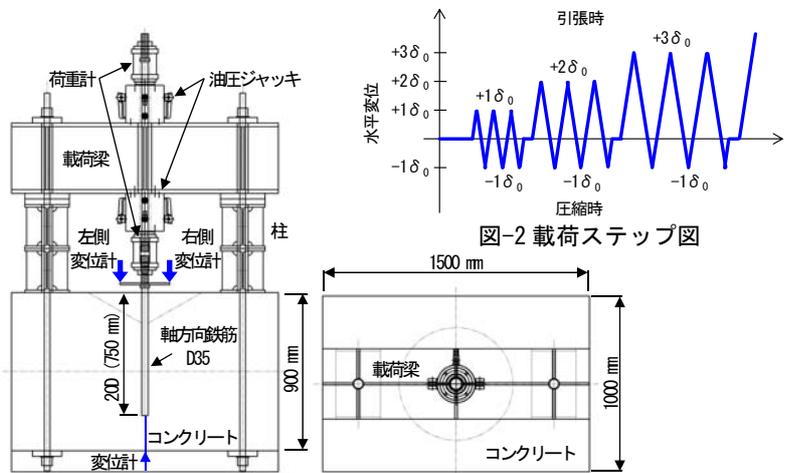
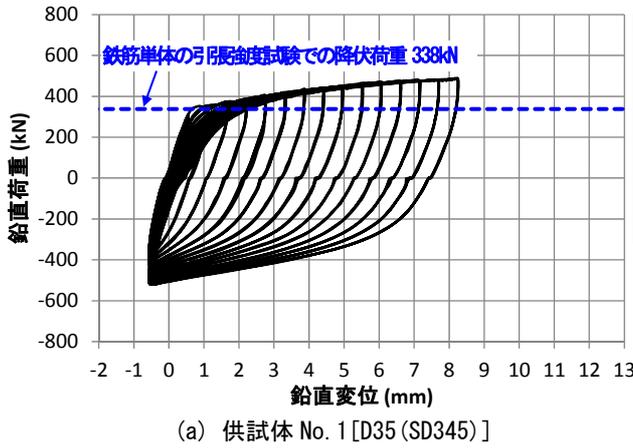


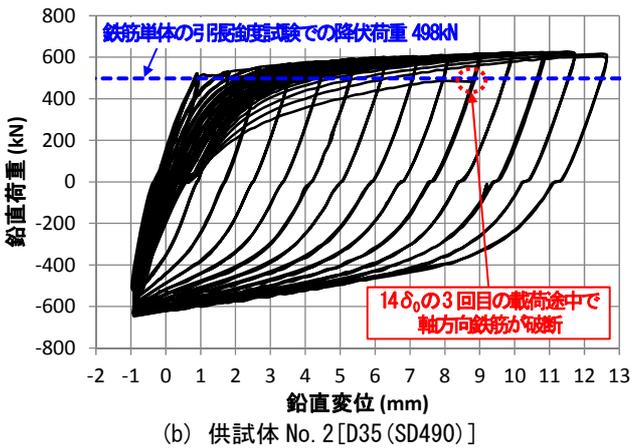
図-1 セットアップ図

キーワード SD490, 軸方向鉄筋, 耐震補強, 定着特性

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

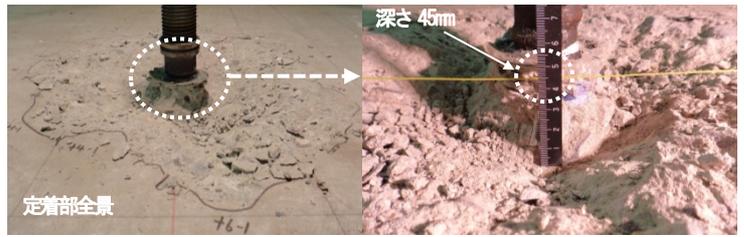


(a) 供試体 No. 1 [D35 (SD345)]

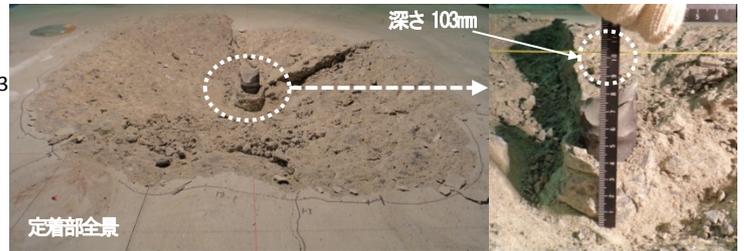


(b) 供試体 No. 2 [D35 (SD490)]

図-3 鉛直荷重—鉛直変位関係



(a) 供試体 No. 1 [D35 (SD345)]



(b) 供試体 No. 2 [D35 (SD490)]

写真-1 剥離したコンクリートを除去した定着部の状況

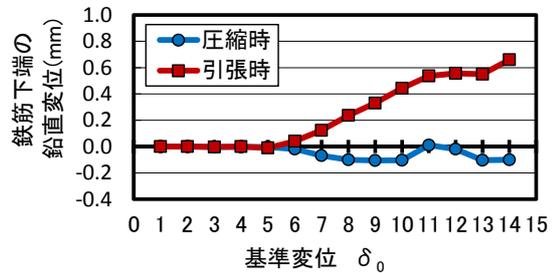


図-4 供試体 No. 2 の軸方向鉄筋下端の鉛直変位の推移

圧縮荷重も漸増載荷とともに増加し、 $-5\delta_0$ で419kN、 $-10\delta_0$ で473kN、 $-15\delta_0$ で514kNとなった。15 $\delta_0$ に到達しても鉄筋が破断しなかったため、載荷はここで終了した。軸方向鉄筋の定着部周囲におけるコンクリートのひび割れ状況は、 $2\delta_0$ で軸方向鉄筋の付け根部に初期ひび割れが発生し、漸増載荷とともに周囲にひび割れが進展し、 $6\delta_0$ で円状にひび割れが繋がった。これ以降は剥離した円錐状のコンクリートを伴った軸方向鉄筋の鉛直変位が確認された。剥離したコンクリートを除去して定着部を確認すると、剥離した深さは最大 45mm(1.3D)であり、残りの長さ 655mm(18.7D)の鉄筋は供試体に定着された状態を保持していた。写真-1 (a)に剥離したコンクリートを除去した定着部の状況を示す。

図-3 (b)に供試体 No.2 の鉛直荷重と鉛直変位の関係を示す。基準変位 $\delta_0$ は0.90mm となり、その時の引張荷重は519kNであった。引張荷重は漸増載荷とともに増加し、 $+5\delta_0$ で573kN、 $+10\delta_0$ で607kNとなった。同様に圧縮荷重も漸増載荷とともに増加し、 $-5\delta_0$ で589kN、 $-10\delta_0$ で627kNとなった。さらに漸増載荷していくと、14 $\delta_0$ においては3回目の引張荷重の載荷途中で軸方向鉄筋が破断した。軸方向鉄筋の定着部周囲におけるコンクリートのひび割れ状況は、 $1\delta_0$ で軸方向鉄筋の付け根部に初期ひび割れが発生し、漸増載荷とともに周囲にひび割れが進展し、 $5\delta_0$ で円状にひび割れが繋がった。これ以降は剥離した円錐状のコンクリートを伴った軸方向鉄筋の鉛直変位が確認された。破断した鉄筋と剥離したコンクリートを除去して定着部を確認すると、剥離した深さは最大 103mm(2.9D)であり、供試体に残された長さ 597mm(17.1D)の鉄筋は定着された状態を保持していた。写真-1 (b)に剥離したコンクリートを除去した定着部の状況を示す。

図-4 に供試体 No.2 の軸方向鉄筋下端の鉛直変位の推移を示す。鉛直変位は、 $5\delta_0$ までは引張時、圧縮時ともに零であったが、これ以降鉛直変位が徐々に発生し、圧縮時は $9\delta_0$ で最大0.1mm、引張時は $14\delta_0$ で最大0.7mmとなった。この結果と図-3 (b)で示した履歴曲線から、定着長が不足して軸方向鉄筋が抜け出すというような挙動は生じていないと考えられる。

**6. まとめ** SD490 の軸方向鉄筋に対して 20D の定着長を確保した供試体 No.2 は、最終的には鉄筋の母材が破断に至ったが、コンクリートから軸方向鉄筋が抜け出すというような挙動は生じなかった。なお、今回の試験は、軸方向鉄筋 1 本を対象とした試験であるため、今後は複数本を対象とした試験を実施して、群鉄筋としての定着特性を検証する予定である。

**参考文献** 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編, 2012.3