

あと施工せん断補強に用いる太径のプレート定着型鉄筋の端部定着性能に関する考察

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○河村 圭亮, 正会員 畑 明仁
成和リニューアルワークス(株) 正会員 岡本 晋

1. はじめに

最新の設計基準に従って照査するとせん断耐力が不足する RC 構造物を対象に、ドリルで削孔した孔内にモルタルを充填し、あと施工プレート定着型せん断補強鉄筋¹⁾(以下、PHB)を挿入するせん断補強工法(図-1)が実用化されている。本工法では、配置間隔などの構造細目を満足する範囲で太径の鉄筋を使用することで施工本数を削減できる。一方で、太径鉄筋を用いる場合は鉄筋に作用する引張力が大きくなるため、せん断ひび割れと交差する位置で降伏強度を発揮するために必要な付着長など端部プレートを含めた定着機構について明確にする必要がある。そこで、本研究ではコンクリート試験体で鉄筋と充填モルタルの付着長が異なる PHB 端部の引抜き実験を実施し、両者間の付着応力と端部プレートから作用する支圧応力に着目した考察を行う。

2. 実験概要

図-2 に示す形状のコンクリート試験体に対して上面から鉛直下向きに直径 55mm の削孔を行い、孔内にモルタルを充填した後に PHB 端部を奥まで挿入した。ここでは PHB で鉄筋径が最大の D32 を用い、端部に摩擦圧接した鋼製の円形プレートは直径 48mm、厚さ 19mm のものである。なお、本実験では SD345 の鉄筋降伏よりも大きい引張力まで作用させて挙動確認を行うことを目的として、SD490 のネジ節鉄筋を使用した。実験パラメータは、鉄筋と充填モルタルの付着長で、プレート厚さも含めて先端から 4.0D、5.5D、7.0D (D:鉄筋径)の3水準とした。付着長を除く区間(長さ 12D)は、節の間を埋めるように鉄筋周囲に粘土を付着させ、その上からガムテープを巻きつけて付着を除去した。荷重実験時のコンクリートの圧縮強度 f'_c は 39.5N/mm²、充填モルタルの圧縮強度 f'_m は 63.0N/mm² であった。

最大容量 1MN のセンターホールジャッキを用いて、自己反力型で鉄筋を単調引張する荷重を行い、荷重および試験体上面付近での鉄筋とコンクリートの相対変位を計測した。また、鉄筋には深さ 5mm の溝切り加工を行い、その溝内の図-3 に示す位置にゲージを貼り付けて鉄筋のひずみを計測した。

3. 実験結果

3.1 荷重-拔出し変位関係

各ケースの荷重と拔出し変位の関係を図-4 に示す。拔出し変位は、計測した相対変位から変位計設置位置と付着長上縁の間での鉄筋の伸び量を引いて補正したものである。即ち、付着長区間から抜け出した変位量を表すものとした。付着長 4.0D のケースは、SD345 の規格降伏荷重に到達する前に荷重増加に対する拔出し変位の増加勾配が緩やかになったが、付着長 5.5D と 7.0D のケースは、このような勾配変化が生じなかった。

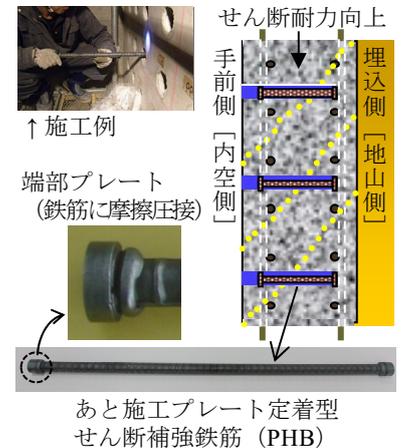
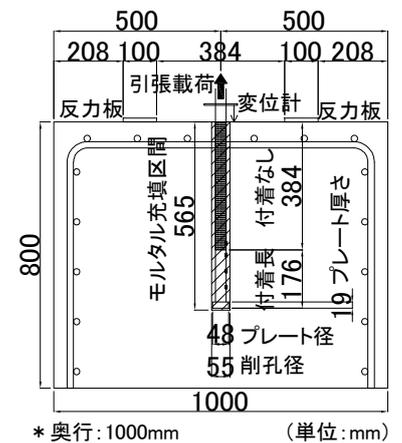


図-1 PHBによるせん断補強



* 奥行: 1000mm (単位: mm)

* 図は付着長 5.5D のものを示す

図-2 試験体概要

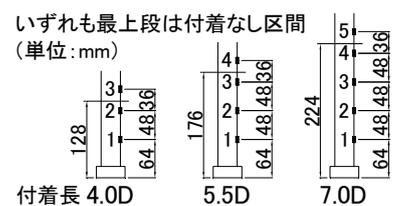


図-3 鉄筋ひずみ計測位置

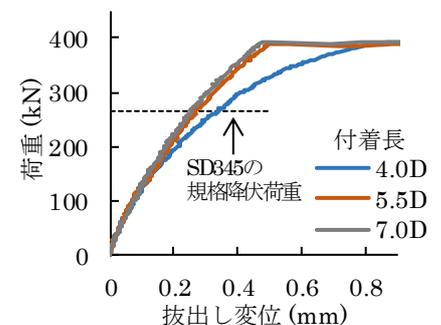


図-4 荷重-拔出し変位関係

キーワード 耐震補強, あと施工せん断補強, 機械式定着, 付着, 太径鉄筋

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL 045-814-7231

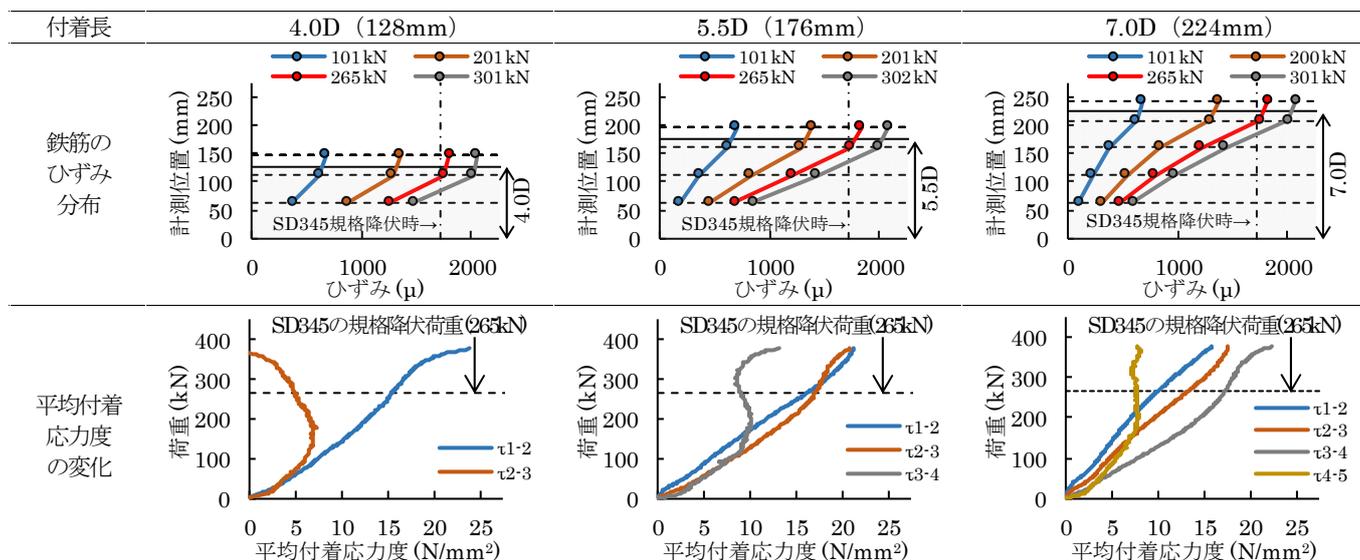


図-5 鉄筋のひずみ分布と平均付着応力の変化

なお、本実験は孔内全長にモルタルを充填したが、補強部材でせん断ひび割れが付着長上縁位置に生じた場合を想定すると充填モルタルにも不連続面が生じる。その場合、充填モルタルとコンクリートの界面でのずれに伴う変位がさらに生じる可能性もある。ただし、既往の実験^{1),2)}での付着強度より判断すると、少なくとも付着長 5.5D 以上の場合は SD345 の規格降伏荷重までにこの界面での付着破壊は生じないと考えられる。

3.2 鉄筋ひずみ分布と平均付着応力度

各ケースの鉄筋ひずみ分布と平均付着応力の変化を図-5に示す。平均付着応力は、各計測点のひずみに鉄筋のヤング係数 (200kN/mm^2) を乗じて引張力に換算し、凡例に数字で示す計測点 (図-3 参照) 間での引張力の差分を当該区間の鉄筋表面積で除した値とした。なお、ここではコンクリート試験体上縁位置のひずみが、鉄筋露出部となる最上段のひずみ計測値と同じであると見なした。いずれのケースも荷重 100~150kN 程度から付着長の最上部の計測区間における平均付着応力が増加しなくなり、付着劣化が生じたと考えられる。これよりプレート側の計測区間ではいずれもほぼ同じ勾配で平均付着応力が増加していった。

3.3 端部プレートから作用する支圧応力

プレート圧接部からひずみ計測点 1 までの平均付着応力が、その上側の区間での値 (τ_{1-2}) と同じであると仮定した場合、引張力に対して付着で抵抗した分の荷重が算出できる。載荷荷重からこの算出値を引いた値が端部プレートの支圧で抵抗した分と考えた場合、この値を充填モルタルと接する面積で除した支圧応力の変化を図-6に示す。付着長 4.0D のケースは、SD345 の規格降伏荷重点での支圧応力が f'_m よりも大きい。そのため、プレート近傍でのモルタルの圧縮破壊により抜き変位量が増加した可能性が考えられる。一方で、付着長 5.5D と 7.0D のケースは、支圧応力が f'_m の 50%程度であった。

4. まとめ

鉄筋径 D32 の PHB 端部定着性能について実験により検証した結果、付着長 4.0D のケースは規格降伏荷重に到達する前に抜き変位の増加勾配が大きく変化したが、付着長 5.5D 以上のケースはこのような変化が生じなかった。また、付着長 5.5D 以上のケースは実験結果より推定される規格降伏荷重時に端部プレートから作用する支圧応力が充填モルタルの圧縮強度以下になることが示された。

参考文献 1) (財)土木研究センター：建設技術審査証明報告書 (建技審証第 0522 号) 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋「Post-Head-bar」, 2018. 2) 杉山智昭, 渡辺英義, 高木憲三郎, 小野英雄：挿入型鉄筋定着工法「Post-Head-Anchors®工法」の開発, 大成建設技術センター報, Vol.48, 17, 2015.

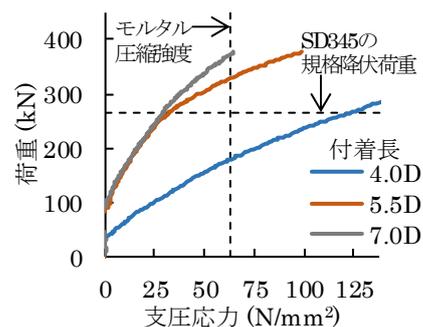


図-6 支圧応力の変化