

閉合型スターラップならびにプレート定着型せん断補強筋で補強した RC 梁のせん断挙動の相違の検討

名古屋大学 学生会員 ○竹村 雅志

名古屋大学大学院 正会員 中村 光, 三浦 泰人, 山本 佳士

大成建設株式会社 正会員 河村 圭亮

1. はじめに

プレート定着型せん断補強筋など、機械式定着を用いた各種せん断補強鋼材の利用が増えつつある¹⁾。プレート定着型せん断補強筋は、通常用いられる閉合型スターラップと形状や定着性能が異なるため、部材挙動が異なることも予想される。そこで本研究では、閉合型スターラップとプレート定着型せん断補強筋でそれぞれせん断補強した RC 梁を作製し、内部ひび割れやひずみ進展の 3 次元的な挙動について検討した。

2. 実験概要

図-1 に示す高さ400mm、幅200mm、長さ2400mmの RC 梁試験体を 2 体作製した。供試体 1 は一般に用いられる閉合型スターラップで、供試体 2 は図-2 に示すあと施工プレート定着型せん断補強鉄筋²⁾ (以下、PHB と称す) でせん断補強したものである。載荷実験時のコンクリートの圧縮強度は 20.3N/mm^2 であった。閉合型スターラップと PHB の部材軸方向の位置は同様とし、せん断補強筋量もほぼ同一とした。載荷は中央 1 点載荷とし、載荷点断面中央高さの位置で鉛直変位を計測した。せん断補強筋のひずみは、図-1 中の S1, S2, S3 の上部, 中央部, 下部の位置で計測した。

なお、閉合型スターラップは鉛直部だけでなく上部, 下部の水平方向ひずみも計測した。また, S2, S3 の断面

上部表面の奥行き

方向のコンクリートひずみも計測した。

また, S2, S3 の断面

上部表面の奥行き

方向のコンクリートひずみも計測した。

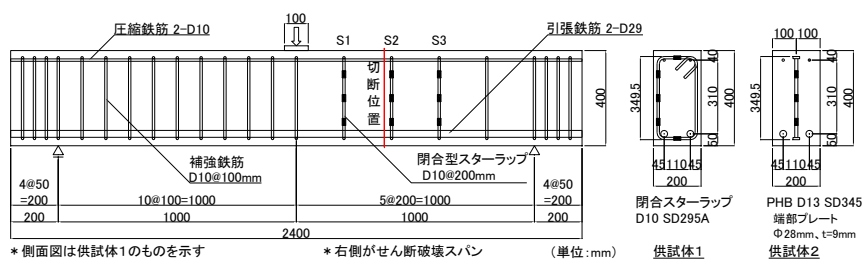


図-1 供試体概要



図-2 PHB

3. 実験結果および考察

3. 1 荷重－変位関係と表面ひび割れ

荷重－変位関係を図-3 に示す。供試体 1, 2 ともに斜めひび割れ発生荷重 (約150kN) までは同様の挙動を示している。斜めひび割れ発生後は、供試体 2 は約220kNで荷重が横ばいとなっているのに対し、供試体 1 では約340kNまで荷重が増加した。供試体 1, 2 の耐力式による算定値はそれぞれ 320kN, 305kNであり、供試体 1 についてはほぼ同等であるが、供試体 2 は算定値より大幅に小さい値となった。

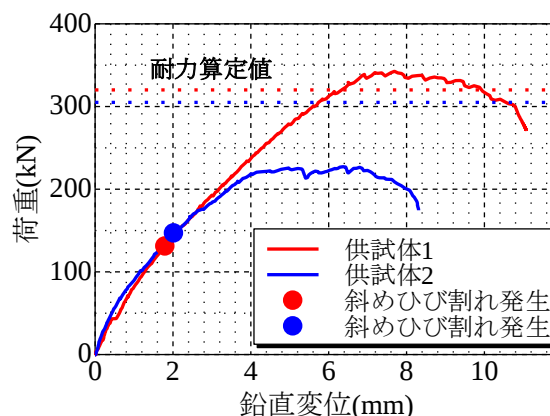


図-3 荷重－変位関係

載荷終了後の供試体側面および上面のひび割れ性状を図-4 に示す。側面の支配的な斜めひび割れの位置は、供試体 1, 2 で概ね同様である。ひび割れ挙動の特徴的な相違としては、PHB を用いた供試体 2 は PHB 下端位置に支点に向かって水平方向に進展するひび割れと、断面上面に軸方向のひび割れが確認されたことである。

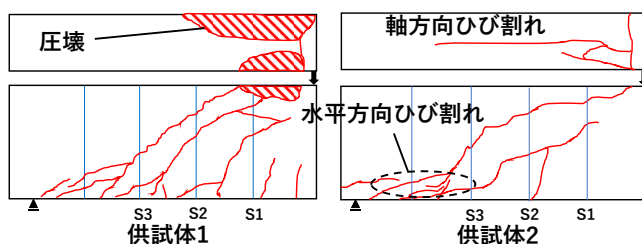


図-4 供試体側面および上面のひび割れ性状

3. 2 セン断補強筋ひずみの進展挙動

図-5 にせん断補強筋 S2 の鉛直方向の上部位置のひずみ (赤線), S2 位置の断面上面のコンクリートの奥行き水平方向のひずみ (青線) と変位の関係を示す. また供試体 1 では, 閉合型スターラップの上部の奥行き水平方向のひずみ (緑線) を併せて示した. 供試体 1, 2 とともに斜めひび割れが発生した変位約2mmの時点から鉛直方向のひずみが増加していることが確認できる. いずれも最大荷重付近で降伏ひずみ (黒点線) に到達している. 一方, 供試体 1 のスターラップ上部の奥行き水平方向ひずみは, 鉛直方向のひずみに少し遅れて増加し始め, 最大荷重時では鉛直方向ひずみとほぼ同等の値を示し, 最大荷重以降も増加し続けた. なお, コンクリートの表面ひずみはほとんど発生しなかった. PHB を用いた供試体 2 では, コンクリートの表面ひずみは, 最大荷重到達後, 急激に増加した. 図-4 で示したように供試体上面の軸方向にひび割れが観察されたが, このひずみの増加が軸方向のひび割れ発生・進展を捉えているといえる. 以上のことから, 閉合型スターラップの水平方向の鉄筋は, 斜めひび割れ発生後の断面の奥行き方向の変形を拘束する役割があることが明らかになった. また鉛直方向のみに配置される棒状の PHB は, この奥行き方向の変形を拘束することができないため, 断面上部のひび割れ挙動の相違が生じたと考えられる. また, 供試体 2 では上部の軸方向ひび割れの発生以降, 荷重が増加しなかった. 耐力式による算定値より大幅に実験での耐力が小さかった原因として, この軸方向ひび割れが関係していることが推測される.

3. 3 内部ひび割れ進展挙動

本実験では内部のひび割れを確認するため, 載荷後に蛍光塗料を混入した樹脂をひび割れへ注入し, 供試体を切断した. 切断位置は, 図-1 の赤線で示す S2 の近傍である. 図-6 に, 供試体 2 の切断面にブラックライトを照射した様子を示すが, この樹脂を注入することで切断後の断面のひび割れ幅や位置を容易に確認することができる. 切断した断面のひび割れを図示したものを図-7(a), (b) に示す. 供試体 1 では上部の圧壊部を除き, 水平方向のひび割れのみが生じているが, 供試体 2 では断面の上部中央に鉛直のひび割れが生じていることが確認できる. また, 供試体 2 では断面上部で中心に埋設された PHB を避けるようなひび割れも確認できている. 断面内のひび割れ観察から, PHB を用いた供試体では内部ひび割れが 3 次元的な挙動で進展し, このひび割れ進展の相違がせん断挙動に影響している可能性が高いことが示された.

4. まとめ

閉合型スターラップは鉛直方向だけでなく, 水平方向の鉄筋が部材の 3 次元的な変形を拘束する役割を果たしていることが明らかになった. また, PHB では 3 次元的な変形を拘束することができず, 3 次元的なひび割れ進展が, 平面応力場である梁部材の耐力に影響した可能性が高いことが示された.

5. 参考文献

- 1) 土木学会: 鉄筋定着・継手指針 (2007 年版), 2007. 2) 河村圭亮ほか: あと施工プレート定着型せん断補強鉄筋における端部プレート形状と RC 部材のせん断補強効果に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.2, pp.1003-1008, 2018.

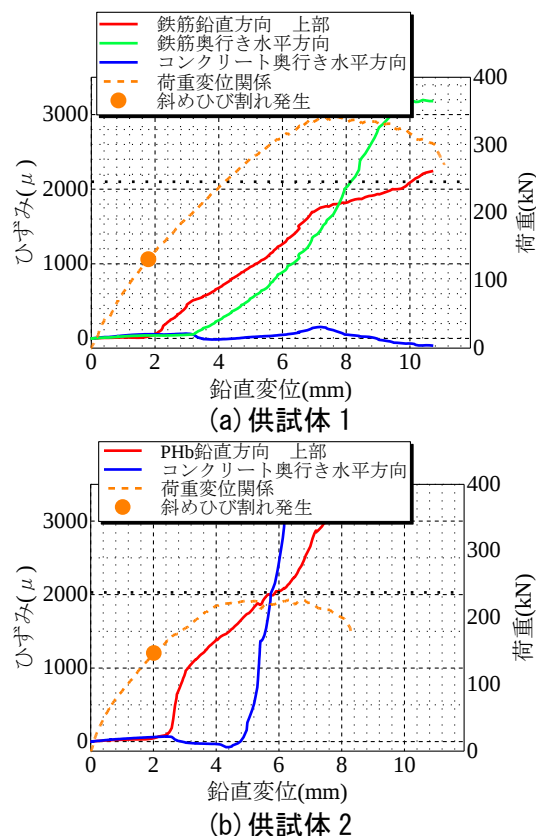


図-5 スターラップとコンクリートひずみの変化

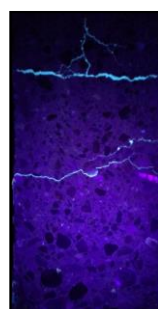
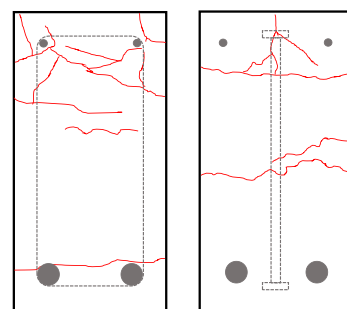


図-6 切断面の様子



(a) 供試体 1 (b) 供試体 2
図-7 切断面のひび割れ図