

鋼板コンクリート合成版における頭付きスタッドの配置がせん断補強
効果に及ぼす影響

Influence of Arrangement of Headed Stud on Steel Plate Reinforced Concrete Slab on Shear Reinforcement Effect

北海道大学 工学部

○学生員 川村廉大 (Yasuhiro Kawamura)

北海道大学 大学院工学院

学生員 野呂田悠斗 (Yuuto Norota)

北海道大学 大学院工学研究院

正会員 古内仁 (Hitoshi Furuuchi)

1. はじめに

鋼板コンクリート合成版は、ずれ止めを適切に配置しコンクリートとの一体性を確保することで優れた剛性を発揮し、従来の鉄筋コンクリート構造と比較して版厚を提言し軽量化が可能である。また鋼板が型枠の役割を兼ねるため、現場における作業を減らし施工時の省力化やコストダウンを図ることができる。現在、複合構造標準示方書における合成版の設計せん断耐力式は、鉄筋コンクリート構造の設計式に低減係数を乗じたものである。しかし既往の研究によって、ずれ止めが本来の目的である合成効果以外にも部材全体のせん断耐荷機構に密接に関係しており、ずれ止めの配置条件によっては実際の合成版のせん断耐力は設計耐力に比べて大幅に上回ることが示されている。したがって、合理的な構造を目指す複合構造において、ずれ止めの影響を考慮した適切な評価が行える算定式が必要であると言える。本研究では合成版におけるずれ止めがせん断耐力に与える影響のうち、特にずれ止めの配置間隔と列数に着目し、既往の研究¹⁾²⁾では行われていなかった新たな配置間隔と列数における載荷試験を行った。

2. 実験概要

本研究で用いた供試体の寸法の一례を図-1 に示す。供試体の幅 150mm、全長 1200mm (支間長 900mm)、有効高さ 147mm は全て共通とした。供試体はずれ止めとして軸径 13mm のスタッドを厚さ 6mm の鋼板上に 1 列に配置した合成はり部材である。スタッドの配置条件を実験結果と共に表-1 に示す。

コンクリートはレディーミクストコンクリートを使用し、圧縮強度の実測値は材齢 28 日で 32.8N/mm^2 である。

供試体は支点にローラーを用いて単純支持され、鋼板を介して中央に荷重を静的に作用させた。また支点および載荷点に変位計を設置し載荷点変位を計測した。

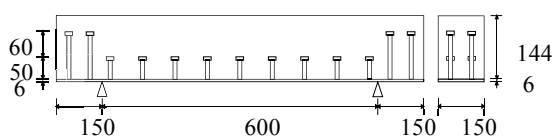


図-1 供試体寸法一例

3. 実験結果および考察

破壊時のひび割れ発生状況を図-2 に示す。全ての供試体においてせん断破壊となった。載荷の初期に供試体中央またはその両隣のスタッド根本位置から曲げひび割れが発生し、荷重が増すにつれてせん断ひび割れの発生に移行した。その後、荷重が増すとその外側に斜めひび割れが発生し載荷点側に貫通することで破壊に至った。

まずは荷重と変位の関係についての検討を行う。図-3 にヘッド有りのスタッドの配置間隔 105mm における荷重-変位関係を、図-4 にヘッド無しのスタッドの配置間隔 105mm における荷重-変位関係を、図-5 にヘッド有りのスタッドの配置間隔 70mm における荷重-変位関係を示す。

図-3 はスタッド高さのみが異なる 4 体であり、スタッド高さが大きいほど、最大荷重が大きくなることが見て取れる。また初期剛性はほとんど一致している。配置間隔が等しいため、最初の曲げひび割れが発生するまで一致するのは当然であると考えられる。スタッド高さ 50mm の供試体のみ斜めひび割れが発生し一旦荷重が下降したのち、スタッドがひび割れの開口を拘束し再び最大荷重を保った。

ヘッド無しの供試体では、**図-4**に見られるようにほ

表-1 スタッドの配置条件および実験結果

供試体	スタッド			
	高さ [mm]	配置間隔 [mm]	ヘッドの有無	最大荷重 [kN]
No.1	50	105	有	92.393
No.2	70			105.181
No.3	90			136.832
No.4	110			139.389
No.5	70		無	109.977
No.6	110			111.575
No.7	70	70	有	101.984
No.8	90			114.772

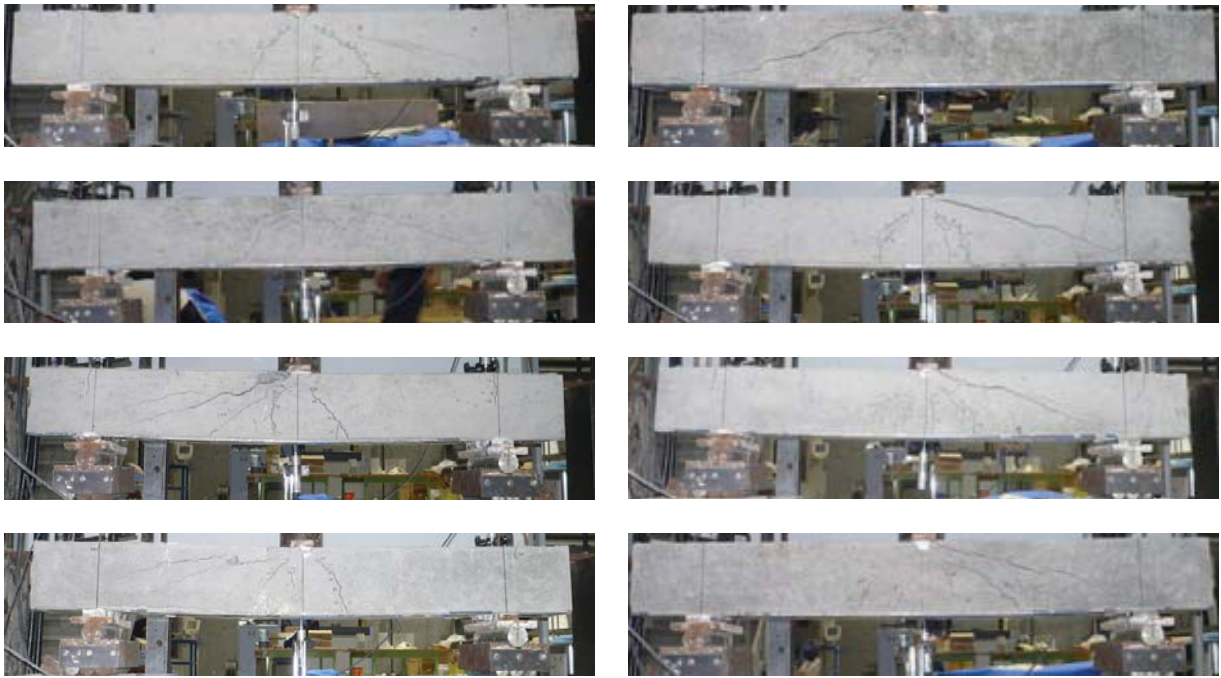
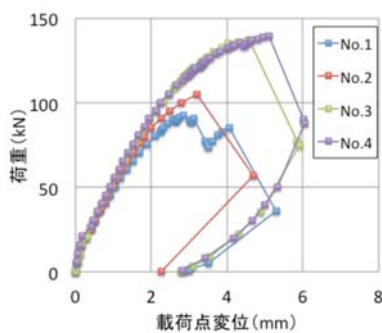
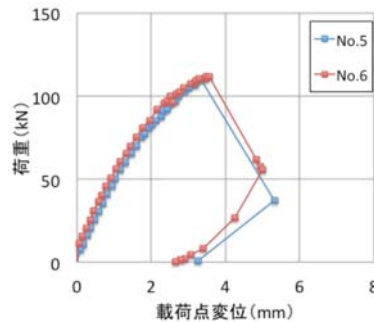
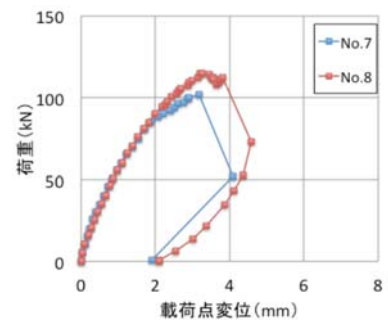


図-2 破壊時のひび割れ発生状況

図-3 荷重-変位関係
(配置間隔 105mm ヘッド有)図-4 荷重-変位関係
(配置間隔 105mm ヘッド無)図-5 荷重-変位関係
(配置間隔 70mm)

とんど同じ挙動を示している。このことからスタッドによる耐荷機構への影響は、ヘッドによる影響が非常に大きいと考えられる。

図-5 についても図-3 についてと同様に、スタッドが高いほど最大荷重が大きくなること、初期剛性がほとんど一致していることが言える。

次にスタッドの配置間隔とせん断耐力の関係についての検討を行う。図-6 にスタッドの配置間隔 70mm、105mm、140mm におけるスタッド高さとしせん断耐力の関係を示す。配置間隔 140mm におけるデータは既往の研究の実験データである。スタッドの高さが十分に小さいと仮定した時、ヘッドの有無に関わらず鋼板の上になような突起が配置された状況になると考えられるので、図-6 においてスタッド高さが 0 の時はスタッド無しの平均値と等しくなるとした。スタッドのヘッドはひび割れの開口を抑制する作用と、促進させる作用を持つことが示されており、そのどちらが大きくなるかはスタッド高さによって決定される。これは発生したひび割れがスタッドをまたぐ場合には開口を抑制するが、逆にヘッド

があることによりコンクリート断面積が減少し新たなひび割れの経路をヘッド位置に誘発する場合があるからである。ヘッドのないスタッドの場合はこれらの作用を有しないため、スタッドの高さに関わらずせん断耐力が一定になると考えられる。配置間隔 105mm ではスタッド高さ 70mm を境に2つの作用が逆転していることがわかる。これはスタッド高さ 70mm 未満では生じた曲げひび割れを拘束することができていないためであるからだと考えられる。配置間隔 140mm と比べ小さなスタッド高さでせん断補強効果を発揮し、これはひび割れを拘束し得るスタッドの本数が多いためだと考えられる。しかし配置間隔 70mm については現在ある実験データからみるとそういった結果は出ておらず、今後さらなる検討が必要である。

図-7 にスタッドの列数としせん断耐力の関係を示した。同配置間隔 70mm においては 2 列の場合の方が、せん断耐力が大きくなった。より多い本数のスタッドが配置されているためだと考えられる。

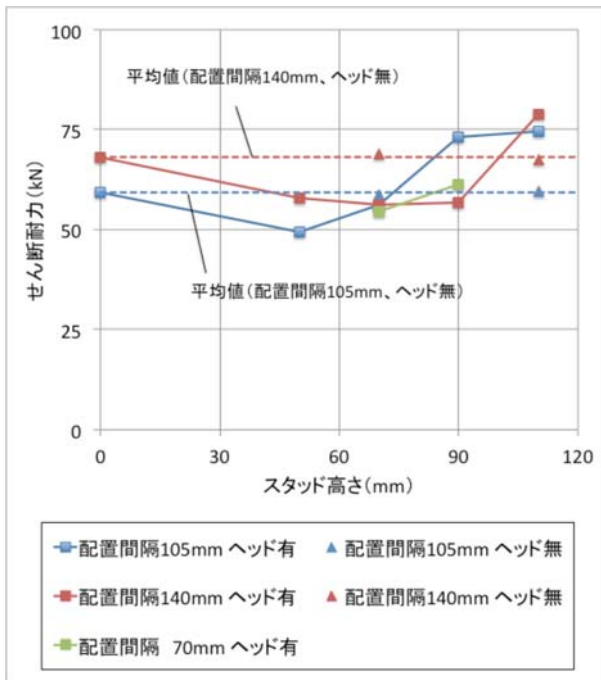
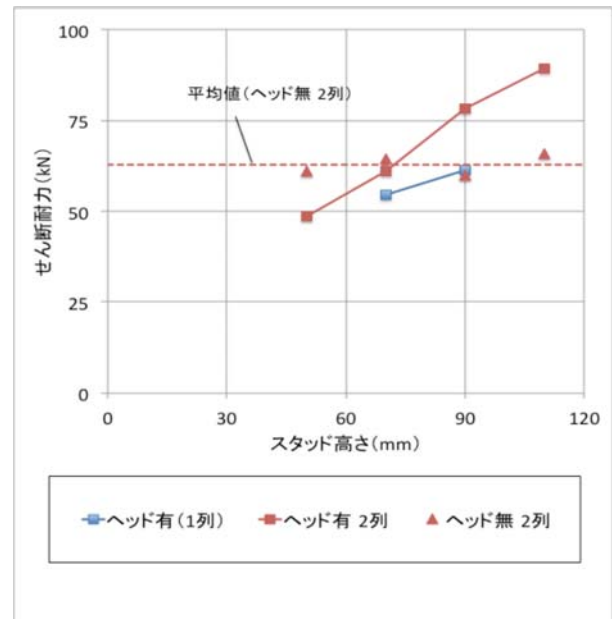


図-6 スタッド高さとせん断耐力の関係

図-7 スタッド高さとせん断耐力の関係
(配置間隔 70mm)

4. まとめ

- (1) 配置間隔が大きいほどせん断補強効果が有効となるのに要するスタッド高さが大きくなる。
- (2) ひび割れを拘束し得るスタッドの本数が多いほど、高いせん断耐力を得られることが配置間隔と列数から確認された。
- (3) 配置間隔 70mm, 1 列についてのさらなるデータと検討が必要である。

参考文献

- 1) 野呂田悠斗、古内仁、高橋良輔：スタッドの配置が鋼板コンクリート合成版のせん断補強効果に及ぼす影響、土木学会第 73 回年次学術講演会、2018
- 2) 伊藤翼、古内仁、高橋良輔：鋼板コンクリート合成版における頭付きスタッドのせん断補強効果、コンクリート工学年次論文集、vol39、2017