

## 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

北海道大学 大学院工学院 学生員 ○野呂田悠斗

北海道大学 大学院工学研究院 正会員 古内 仁

秋田大学 大学院理工学研究科 正会員 高橋 良輔

**1.はじめに** 鋼板コンクリート合成版は、引張材として鋼板を用い、ずれ止めを適切に配置することでコンクリートとの一体性を確保し、優れた剛性の発揮や、従来の鉄筋コンクリート構造に比べ版厚を低減することが可能である。現在、複合構造標準示方書<sup>1)</sup>における設計せん断耐力式において、この合成版の算定値は RC 構造の設計式に低減係数を乗じたものである。ずれ止めがせん断耐力に与える影響について調査した既往の研究<sup>2)3)</sup>によって、現行の算定式ではずれ止めによるせん断補強効果が考慮されておらず設計耐力を安全側に過小評価される場合が多いことが示された。合理的な構造を目指す合成版においては、ずれ止めの配置に応じて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、1 方向版として用いるときの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、スタッドの配置間隔に特に着目し、既往の研究よりも配置間隔が大きい場合においてずれ止めがせん断補強効果を示すのに要するスタッドの高さについて調査を行った。

**2.実験概要** 実験に使用した供試体の一例を図-1 に示す。供試体は幅 150mm、全長 1,200mm（支間長 900mm）および有効高さ 147mm を共通とし、引張補強鋼板には 6mm 厚の一般圧延鋼板（SS400：実降伏強度 361N/mm<sup>2</sup>）を用いた。ずれ止めとして鋼板に溶接したスタッドの配置条件を実験結果と共に表-1 に示す。コンクリートに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 20 日で 29.4N/mm<sup>2</sup> である。供試体は支承にローラーを用いて単純支持され、荷重は、供試体の中央にヒンジと幅 50mm の鋼板を介して静的に作用させた。

**3.実験結果および考察** 破壊時の供試体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。荷重の初期に供試体中央のスタッド根元位置から曲げひび割れが発生し、荷重が増す

に連れせん断ひび割れの発生に移行した。その後、斜めひび割れが進展し載荷点側へと貫通することで破壊に至った。ヘッドの無い No.5 の供試体は破壊したひび割れが鋼板とコンクリートの剥離に繋り、他の 5 体はヘッド位置にて水平ひび割れを伴っていた。

図-3 にスタッド高さ 70mm および 110mm における、スタッド径とせん断耐力の関係を示す（図中の白抜きの記号は既往の研究の実験データである）。これにより同じ配置間隔の供試体においては軸径が小さい方のせん断耐力が大きくなることが示された。

また、図-4 および図-5 にスタッド径 13mm を共通とし、スタッド高さでせん断耐力の関係を示す。スタッドヘッドにはひび割れの開口を抑制する作用と促進させる作用の二つの側面を持つことが示されており、どちらの作用が卓越するかはスタッド高さに

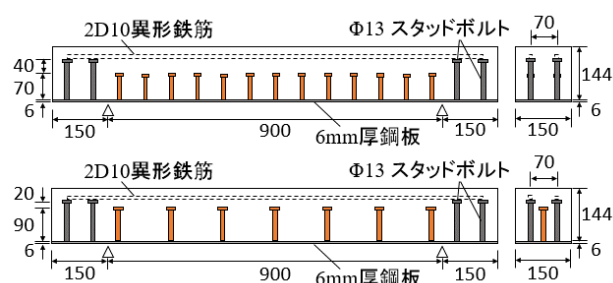


図-1 供試体図（上：No.1，下：No.6）

表-1 実験変数および実験結果

| 供試体  | スタッド       |              |            |        | 最大荷重  |
|------|------------|--------------|------------|--------|-------|
|      | 高さ<br>[mm] | 配置間隔<br>[mm] | 軸径<br>[mm] | ヘッドの有無 |       |
|      |            |              |            |        | [kN]  |
| No.1 | 70         | 70           | 10         | 有      | 128.1 |
| No.2 |            |              | 16         | 有      | 110.2 |
| No.3 | 50         | 140          | 13         | 有      | 104.3 |
| No.4 | 70         |              |            | 有      | 101.4 |
| No.5 |            |              |            | 無      | 124.1 |
| No.6 |            |              |            | 90     | 有     |

**キーワード** 鋼板コンクリート合成版、せん断耐力、頭付きスタッド、せん断補強効果

**連絡先** (〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学 大学院工学院 TEL 011-706-6182)

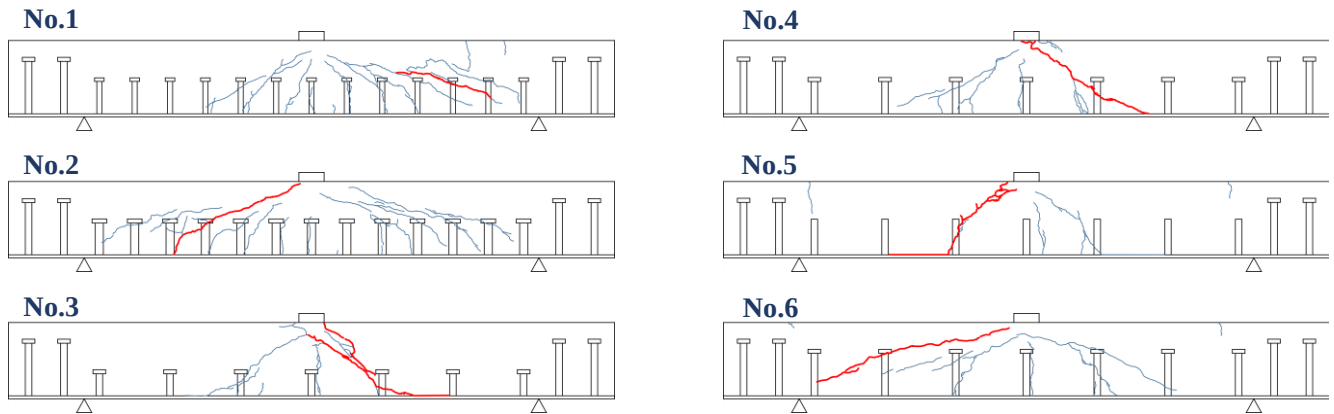


図-2 ひび割れ発生状況 (赤太線: 破壊に至ったひび割れ)

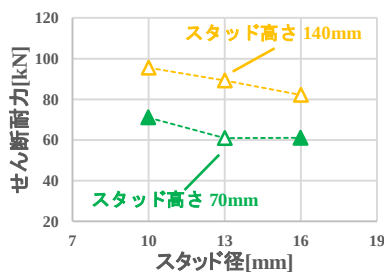
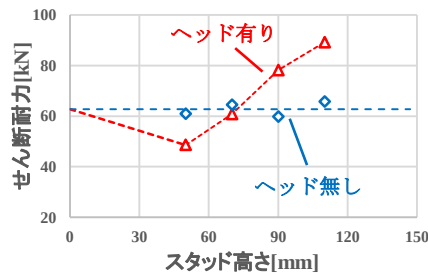
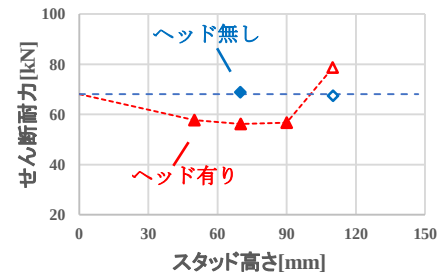


図-3 スタッド径の影響

図-4 スタッド高さの影響  
(配置間隔 70mm)図-5 スタッド高さの影響  
(配置間隔 140mm)

によって決定される。これは生じたひび割れがスタッドを跨ぐ場合その開口を抑制するが、反対に、ヘッドの存在によりコンクリート断面積が減少し新たなひび割れ経路をヘッド位置に誘発し得るためである。しかし、ヘッドの無いスタッドに関してはこの二つの作用を有しないためにスタッドの高さに関わらずせん断耐力が一定となったと考えられる。またスタッド高さが十分に小さい場合、ヘッドの有無に関わらず突起のみが鋼板に配置されている状況となり、ヘッドの有無がせん断耐力には影響を与えないとしてヘッド無しの平均値と y 軸の交点をヘッド有りの折れ線グラフの起点とした。

配置間隔 70mm (図-4) では、スタッド高さ 70mm を境とし二つの作用の優劣が逆転していることが分かる。これはスタッド高さが 70mm 未満では生じた斜めひび割れを拘束することができず、またヘッド位置におけるコンクリート断面積の減少がせん断ひび割れの生じ易い位置に当たったためであると考えられる。故に配置間隔 70mm では、この供試体条件において、スタッド高さが有効高さの 2 分の 1 以上である時せん断補強効果を発揮することが示された。

また、配置間隔 140mm (図-5) では、せん断補強効果を発揮するのに要するスタッド高さは有効高さの

3 分の 2 以上となった。これは発生する斜めひび割れの幅およびスタッド高さを同じとしたとき、配置間隔 70mm と比べ拘束し得るスタッドの本数が少なくなるためであると考えられる。

以上のことから、スタッド高さが小さいときには「せん断耐力を減少させる作用 (ひび割れの発生を促進させる作用)」が卓越するためスタッド本数が少ない、即ち配置間隔が大きい方が耐力が大きくなり、反対にスタッド高さが増すに連れ「せん断耐力を増加させる作用 (ひび割れの開口を抑制する作用)」が大きくなりスタッド本数が多い、つまり配置間隔の小さい方が耐力が大きくなることが示された。故に、せん断補強効果はスタッドの配置間隔に大きな影響を受けることが示された。

### 参考文献

- 1) 2014 年制定複合構造標準示方書, 土木学会 (2015.5)
- 2) 黒澤太一, 古内仁, 高橋良輔: ずれ止めの高さが合成版のせん断耐力に与える影響, 土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集, CS : pp.19-20 (2014)
- 3) 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, Vol.39, No.2, pp.1015-1020(2017)