

## スタッド間隔が鋼コンクリート合成版のせん断挙動に与える影響

|       |      |     |    |
|-------|------|-----|----|
| 秋田大学  | 学生会員 | ○高橋 | 逸陸 |
| 秋田大学  | 正会員  | 高橋  | 良輔 |
| 北海道大学 | 正会員  | 古内  | 仁  |

## 1. はじめに

土木学会の複合構造標準示方書<sup>1)</sup>では鋼コンクリート合成版の設計せん断耐力式が示されている。例えば、1方向版のせん断耐力式はRC棒部材のせん断耐力式に鋼板とコンクリートとの一体性に関する低減係数を適用して、せん断耐力を低減したものである。一方、既往の研究では、ずれ止め寸法や配置などがせん断耐力に影響することが確認されている<sup>2)</sup>。しかし、せん断耐力の低減係数は安全側となるように実験結果に基づき定められたものであり<sup>1)</sup>、現在の設計耐力式にはずれ止めの影響について耐荷メカニズムに基づいた考慮はなされていない。よって、設計せん断耐力式を耐荷メカニズムに基き再検討する必要があると言える。この検討に際しては、ずれ止めが破壊に及ぼす影響を把握し、合成版のせん断挙動を明らかにする必要がある。

既往の研究<sup>2)</sup>では、ずれ止め間隔が大きいと合成版の押抜きせん断耐力が減少することが明らかとなっている。しかし、既往の実験においては3次元的な挙動、かつ破壊進展が内部で観察困難なことから、ずれ止め間隔の耐荷メカニズムへの影響は十分に明らかとなっていない。そこで本研究では、ずれ止めとしてスタッドを用いた1方向合成版を対象とし、ひび割れ進展やスタッドと鋼板のずれ挙動などの把握が容易な梁部材を用いて、スタッド間隔がせん断破壊挙動に与える影響を検討した。

## 2. 実験概要

本研究で用いた供試体の形状寸法の一例を図 1 に示

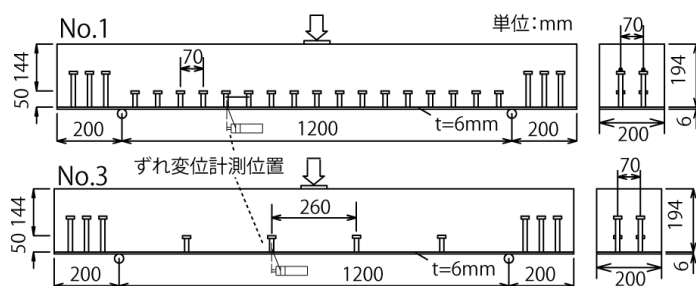


図1 供試体形状寸法 (No. 1, No. 3)

す、供試体は1方向合成版を想定した梁部材とした。供試体の材料とスタッド諸元を表1に示す。引張補強鋼板には厚さ6 mmの一般圧延鋼板SS400（実降伏強度307N/mm<sup>2</sup>）を使用した。ずれ止めには高さ50 mmのスタッドを用い、支間外には定着を確保するため、高さ110 mmのスタッドを50 mm間隔で配置した。

実験因子はスタッドの間隔で 70mm, 130mm, 260mm とした. 載荷方法はローラーによる単純支持で, 支間中央一点載荷とし, 載荷は幅 80mm の鋼板を介して静的に行った. 変位は支間中央変位その他, 図 1 に示す位置で鋼板とコンクリート間のずれ変位を計測した.

### 3. 破壞性状

実験結果を表 2 に、荷重 - 変位関係を図 2 に示す.

図 3 は破壊後の各供試体のひび割れ図であり、破壊時のひび割れを赤線で示した。全ての供試体は斜めひび割れの載荷点への貫通により荷重低下した。No.1 供試体においては 50kN で載荷点直下で曲げひび割れ発生し、150kN で図 2①の斜めひび割れが発生した。その後も①の斜めひび割れは徐々に進展し、最終的に②の斜めひび割れが急激に載荷点と支点へ貫通して荷重低下した。No.2 供試体では、No.1 供試体と同様に 38kN で曲げひび割れ発生後、160kN で①の斜めひび割れが発生した。このひび割れは貫通せず、反対側のせん断スパンにおいて 170kN 付近で②の斜めひび割れが発生した。この後、さらに支点側に向けて②の斜めひび割れが③

表1 材料およびスタッド諸元

| 供試体  | 鋼板<br>降伏強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | コンクリート<br>圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | スタッド                             |                                  |            |            |
|------|------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------|------------|
|      |                                    |                                        | 降伏<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 高さ<br>(mm) | 間隔<br>(mm) |
| No.1 | 307                                | 42.8                                   | 421                              | 491                              | 50         | 70         |
| No.2 |                                    | 43.1                                   |                                  |                                  |            | 130        |
| No.3 |                                    | 40.8                                   |                                  |                                  |            | 260        |

表 2 実験結果

| 供試体  | スタッド<br>間隔<br>(mm) | せん断耐力       |             |             | 破壊形態 |
|------|--------------------|-------------|-------------|-------------|------|
|      |                    | 算定値<br>(kN) | 実験値<br>(kN) | 算定値<br>/実験値 |      |
| No.1 | 70                 | 120         | 170.4       | 0.70        | 斜め引張 |
| No.2 | 130                | 120         | 185.4       | 0.65        | 斜め引張 |
| No.3 | 260                | 118         | 232.2       | 0.51        | 斜め引張 |

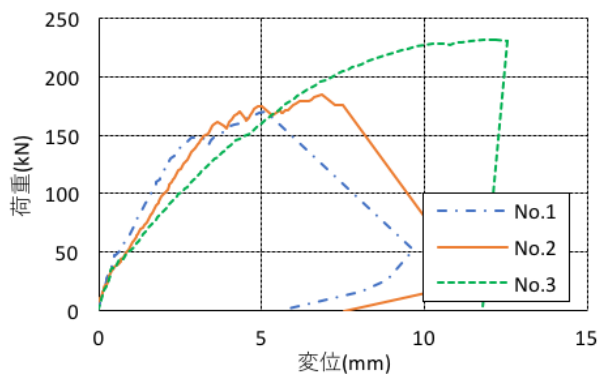


図2 荷重-変位関係

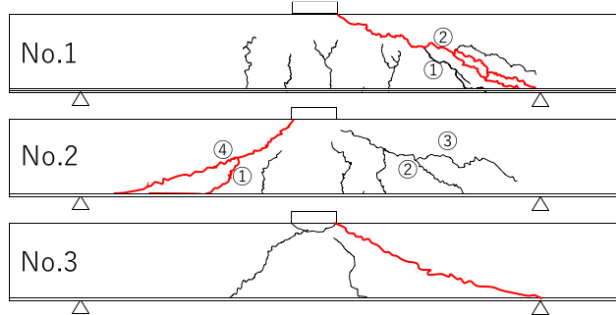


図3 ひび割れ性状

のように、最終的に④の斜めひび割れが急激に荷重点と支点に貫通して荷重低下した。斜めひび割れの発生度に荷重が若干低下したため、No.2の荷重-変位関係では最大荷重までに3回のピークが見られた。

No.3 供試体は、2本の曲げひび割れが徐々に曲げせん断ひび割れに移行した。その後、それぞれ載荷板の下に伸展し、208kN付近で圧縮破壊によるとみられる表面剥離が載荷板付近で見られた。さらに、引張鋼板が降伏した後、図2の赤線で示す斜めひび割れが急激に貫通して破壊に至った。以上から、全供試体で最終的に斜め引張破壊により破壊に至ったと判断した。

#### 4. スタッド間隔の影響

表2に破壊荷重の算定値と実験値を示す。算定値は、引張補強鋼板断面を鉄筋断面とみなしてRC棒部材の設計せん断耐力の算定式を適用した。複合構造標準示方書では、RC部材とした時のせん断耐力に係数0.25を乗じて安全側としているが、今回はいずれもRC部材としたときの算定値よりも大きくなった。また、既存の研究ではスタッドの配置間隔が広がるとせん断耐力が小さくなることが示されたが、本実験の結果では間隔が広い方が最大荷重は大きくなる結果となった。

破壊性状から、No.2とNo.3は、いずれも曲げせん断ひび割れが荷重点下に向かって徐々に進展する傾向を見せたことから、アーチ機構が形成されたのではないかと考えられる。このため、最大荷重が算定値に比べ高

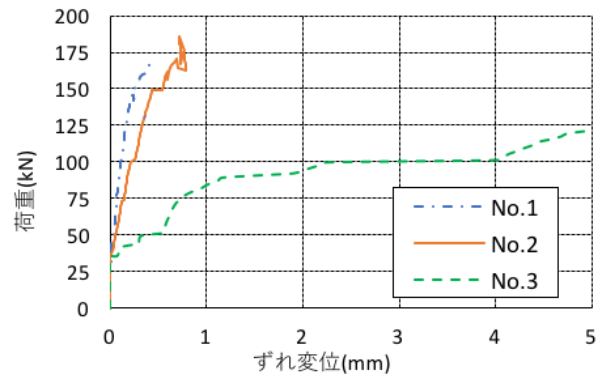


図4 荷重-ずれ変位関係

くなったといえる。また、特に、No.3においては載荷板コンクリートの圧縮破壊の徴候を見せており、より強固なアーチ機構が形成されていた可能性がある。このことにより、間隔が大きい方が、最大荷重が増加したと言える。ただし、今回の供試体は間隔の小さい端部スタッドにより定着を確保している。既往の研究は、版部材での実験であるが、このような形で定着の確保はなされていないため、このことが既往の研究と異なった結果となった可能性がある。

図2からは、曲げひび割れ発生後、スタッド間隔が狭い方が同一荷重での変位が小さく、剛性が大きくなることがわかる。これはスタッド間隔が大きい場合に一体性が失われるためであり、図4の荷重-ずれ変位関係でスタッド間隔が大きくなるにつれ、鋼板とコンクリート間のずれ変位が大きくなることからわかる。

#### 5. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

- ・スタッドの間隔が大きくなると破壊形態が変化し、せん断破壊荷重が大きくなる。ただし、この傾向は端部定着の確保が大きく影響している可能性があり、これについては今後の検討課題である。
- ・曲げひび割れ発生前はスタッド間隔による剛性への影響はないが、曲げひび割れ発生後はスタッド間隔が大きいほど剛性が小さくなる。

#### 参考文献

- 1) 2014年制定 複合構造標準示方書 設計編, 土木学会, 2015
- 2) 古内仁, 中村琢弥, 上田多門: 合成版の押抜きせん断耐力に与えるスタッドジベルの影響, 土木学会第55回年次学術講演会講演概要集, CS, pp.98-99, 2000
- 3) 2012年制定 コンクリート標準示方書[設計編], 土木学会, 2013