

スタッド高さが鋼コンクリート合成版のせん断耐力に与える影響

Effect of Stud Height on Shear Capacity of Steel-Concrete Composite Slab

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 松尾香咲 (Kae Matsuo)
北海道大学大学院工学院 学生員 伊藤 翼 (Tsubasa Ito)
北海道大学大学院工学研究院 正 員 古内 仁 (Hitoshi Furuuchi)
秋田大学大学院理工学研究科 正 員 高橋良輔 (Ryosuke Takahashi)

1. はじめに

鋼コンクリート合成版は、適切にずれ止めを配置し一体性を十分に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版と比較して版厚を薄くすることが可能である。加えて鋼板が型枠の役割を兼ねることから、施工時における省力化及びコストダウンが期待できる。現在、土木学会の複合構造標準示方書¹⁾における設計せん断耐力式において、RC部材の設計せん断耐力式を安全側に近似するため、低減係数によって引張鋼材との付着性状の違いに起因するコンクリート部のひび割れ分散性および進展抑制効果の減少を考慮している。既存の研究²⁾では実際にずれ止めの高さによってせん断耐力が大きく異なり、また他の既往の研究³⁾では、スタッド高さによってスタッドヘッドが合成版のせん断耐力に及ぼす影響が異なることが確認されている。しかし、現在の設計耐力式ではずれ止めの大きさや高さによる影響は考慮されておらず、設計耐力を過大に安全側に評価する場合があるため、部材破壊に対して合理的な構造を目指すためにはずれ止めの大きさや高さを考慮した設計耐力式の策定が必要であると言える。

本研究ではスタッド高さとスタッドヘッドの有無を変数とした荷重試験を実施し、ヘッドがせん断破壊に対して有効となる高さを調査する。

2. 実験概要

本研究で用いた供試体の形状寸法の一例（スタッド高さが70mm）を図-1に示す。供試体はずれ止めとしてスタッドを引張補強鋼板に配置したもので、幅150mm、全長1200mm（支間長900mm）および有効高さ147mmはすべて共通とした。供試体数は、表-1に示すよう4体用意し、実験変数はスタッドヘッドの有無及びスタッ

ド高さである。スタッドの配置間隔は、すべての供試体に共通して70mmとした。供試体は単純支持され、荷重は供試体の中央に鋼板を介して静的に作用させた。引張補強鋼板には、6mm厚の一般圧延鋼板（SS400：実降伏強度313N/mm²）を用いた。スタッド（形式STK-1およびSTA-1）の機械的性質は、表-2に示すとおりである。コンクリートには、早強ボルトランドセメント、天然の骨材を用いた。コンクリートの配合を表-3に示す。コンクリート圧縮強度の実測値は、材齢14日で39.5N/mm²である。

3. 実験結果

実験結果を表-4に示す。表には、既往の研究データ³⁾も併記した。各供試体のひび割れ発生状況を図-2に示す。図では、最大荷重時に発生したせん断ひび割れを赤線で示している。破壊形式はいずれもせん断破壊となった。荷重の初期では荷重点直下からスタッド配置付近において曲げひび割れが発生し、その後せん断ひび割れが発生していくことが確認された。いずれの供試体も破壊直前までせん断ひび割れが進展し荷重点側へ貫通することで終局に至った。また、No.2とNo.4の供試体では支点近傍で鋼板とコンクリートの剥離が発生した。

表-1 実験変数

供試体	スタッド			
	高さ (mm)	間隔 (mm)	軸径 (mm)	ヘッド の有無
No.1	70	70	13	有
No.2				無
No.3	90			有
No.4				無

表-2 スタッドの機械的性質

径×高 (mm)	頭の 有無	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)
13×70	有	359	472
13×70	無	345	450
13×90	有	390	466
13×90	無	345	450

表-3 コンクリートの配合

粗骨材最大寸法	単位量 (kg/m ³)				
	W	C	S	G	A
20mm	182	408	757	1057	0

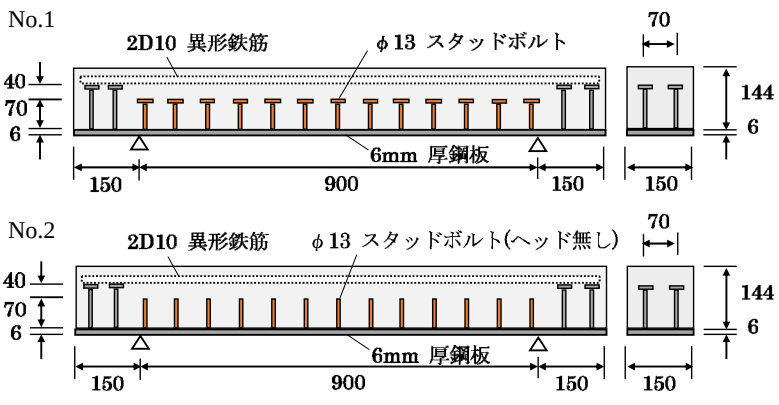


図-1 供試体図

表-4 最大荷重（既往の研究データを含む）

	スタッドの高さ (mm)			
	50	70	90	110
ヘッド有	92 kN	119 kN	155 kN	170 kN
ヘッド無	117 kN	128 kN	119 kN	126 kN

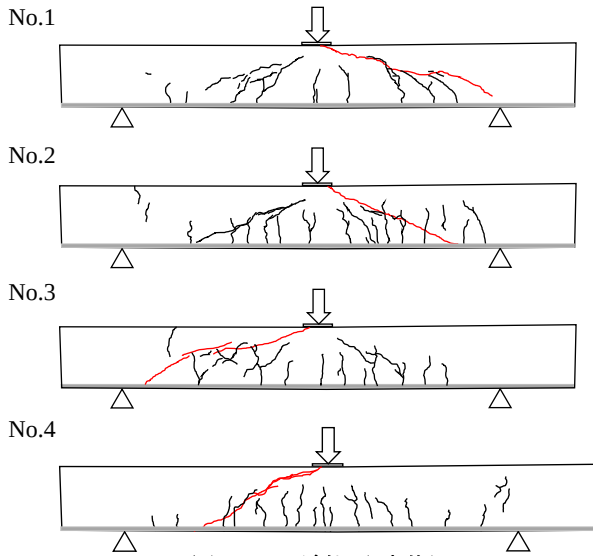


図-2 ひび割れ発生状況

4. 考察

図-3 に各供試体の荷重－中央点変位関係を示す。No.3 を除き、ヘッドの有無に関わらず初期剛性はほとんど同じであった。中央点の変位は支点変位を用いて補正を行っているが、No.3 は支点変位が計測不良であったため、他の3体と異なる結果になったと思われる。

表-4 より、スタッド高さと最大荷重の関係をグラフで表すと図-4 のようになる。ヘッドの有る供試体の最大荷重を比較すると、スタッド高さ 90mm (No.3) の方が、スタッド高さ 70mm (No.1) よりも最大荷重が大きくなった。ヘッドの無い供試体でスタッド高さが 70mm (No.2) と 90mm (No.4) では、1 割の差はあるが最大荷重はほぼ等しくなった。なお、既往の研究におけるコンクリート圧縮強度は 35.1N/mm^2 であり、破壊形式はせん断破壊であったことが確認されている。既往の研究データもあわせると、ヘッドの無い供試体の最大荷重はスタッド高さによらず 120kN でほぼ一定となる。一方でヘッドの有る供試体では、スタッド高さが大きくなるほど最大荷重が増加することが分かる。また、ヘッドの有る供試体と無い供試体の線形近似線を図-4 中にそれぞれ示す。近似線の比較により、スタッド高さ 71mm でヘッド有りの供試体の最大荷重がヘッド無しの供試体の最大荷重を上回ることが分かった。スタッドヘッドが合成版のせん断耐力に及ぼす影響には、①スタッド引張力のコンクリートへの伝達とコンクリートの断面積の減少によるせん断ひび割れ進展の促進と②スタッドのひび割れ拘束によるせん断ひび割れ発達の抑制が考えられている。したがって、今回の供試体条件ではスタッド高さがおよそ 70mm 以上で②のせん断破壊の進行を抑制する効果が①のようなせん断破壊を誘発させる効果を上

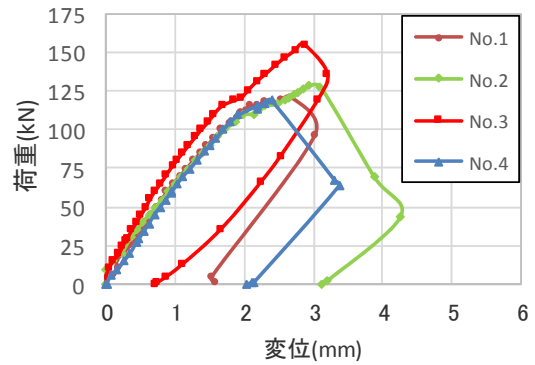


図-3 荷重-変位曲線

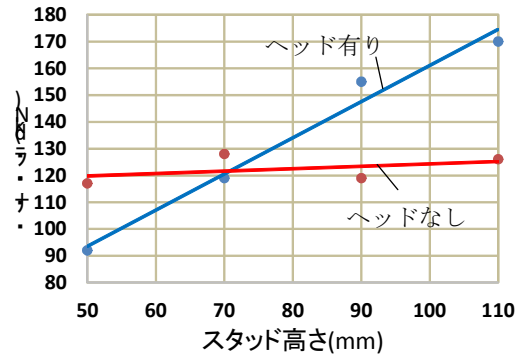


図-4 最大荷重-スタッド高さ関係

回ると考えられる。71mm は供試体のコンクリートの厚さのおよそ半分であることから、コンクリート厚さに対するスタッド高さの比が 0.5 よりも大きい場合では、スタッドヘッドは本来のずれ止めとしての役割のほか合成版のせん断耐力を向上させる役割を果たす可能性がある。

5. まとめ

- (1) ヘッドが有る場合、スタッドの高さが大きくなるほどスタッドヘッドのせん断ひび割れの進展を防ぐ効果が促進する効果を上回るためせん断耐力が高くなる。
- (2) ヘッドが無い場合、スタッドの高さに関わらずせん断耐力は一定となる。
- (3) 今回の供試体条件では、コンクリートの厚さのおよそ半分の高さでヘッドスタッドのせん断補強効果が有効となる。
- (4) コンクリート厚さに対するスタッド高さの比が 0.5 よりも大きい場合では、スタッドヘッドは本来のずれ止めとしての役割のほか合成版のせん断耐力を向上させる役割を果たす可能性がある。

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，梶原脩：スタッドのヘッドが鋼板コンクリート合成版のせん断破壊に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，No.2，2016