

スタッドの軸径が鋼板コンクリート合成版の押抜きせん断耐力に与える影響

北海道大学大学院工学研究科 正会員 ○ 古内 仁
 北海道大学大学院工学研究科 野々山純寛
 北海道大学大学院工学研究科 正会員 上田 多門

1. はじめに 鋼板コンクリート合成版は、主に道路橋床版への適用を目的として発達してきた。そのような背景から、合成版が本来有している局所的な集中荷重に対する静的な押抜きせん断耐力については、大きく注目されることがなく、明らかにされていないのが現状である。本研究では、既往の実験結果^{1) 2) 3)}に加え、新たにスタッドの軸径を変数とした実験を行い、スタッド軸径が鋼板コンクリート合成版の押抜きせん断耐力に与える影響について検討したものである。

2. 実験概要 本研究で用いた供試体の形状寸法を図-1に示す。供試体は、ずれ止めとしてスタッドを厚さ 6mm の引張補強鋼板に配置したロビンソン型合成版である。荷重は、供試体の中央で辺長 100mm の正方形の鋼板を介して静的に作用させた。引張補強鋼板には SS400（実降伏強度 302 N/mm²）、スタッドには軸径 16mm（同 396N/mm²）および 9.5mm（同 340N/mm²）のものを用了。

供試体数は、表-1に示すように4体用意した。各スタッドが分担するせん断力を明らかにするために、供試体の4分割のうちの1つの領域（図-1中の点線に示した範囲内）でスタッドの幹にワイヤストレインゲージを貼り付け、ひずみを測定した。また、1軸変位計を用いて、載荷点直下および支点の変位を測定した。実験終了後の供試体は、軸方向および軸直角方向の中央線の沿って切断し、実際に生じた内部のひび割れ形状の観察を行った。

3. 実験結果および考察 コンクリートの圧縮強度および押抜きせん断破壊荷重（定義は後述）を表-1に示す。図-2は、実験終了後の供試体切断によって、観察されたひび割れの形状を示したものである。ここで示した図は、すべて支間方向に切断した断面を示したもので、開口幅の大きいひび割れを太線で示した。スタッドの高さが大きい場合（ $h_s=110\text{mm}$ ）には、スタッドの頭付近において水平にひび割れが現れ、さらには複数のせん断ひび割れに発達している。また、スタッドの高さが大きい場合には、

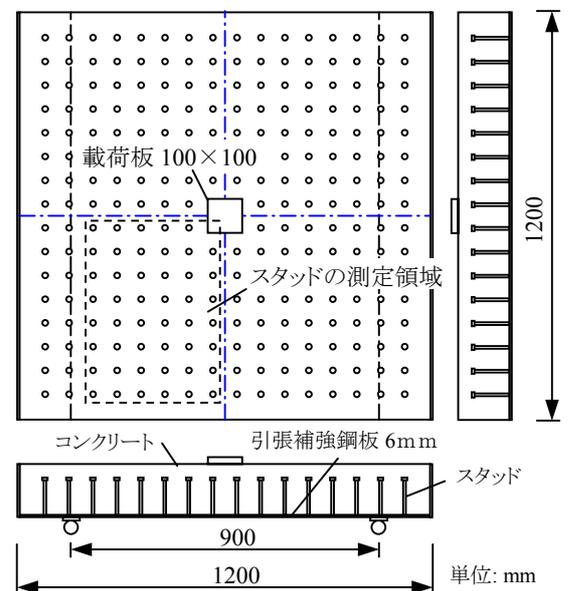


図-1 実験供試体 (Y7)

表-1 供試体の実験変数および実験結果

供試体記号	スタッド配置間隔 s_s (mm)	スタッド軸径 d_s (mm)	スタッド高さ h_s (mm)	コンクリート圧縮強度 f_c' (N/mm ²)	破壊荷重 V_u (kN)
Y4	70	16	50	35.6	607.3
Y5	70	9.5	50	33.0	504.0
Y6	70	16	110	29.3	622.7
Y7	70	9.5	110	31.7	650.5

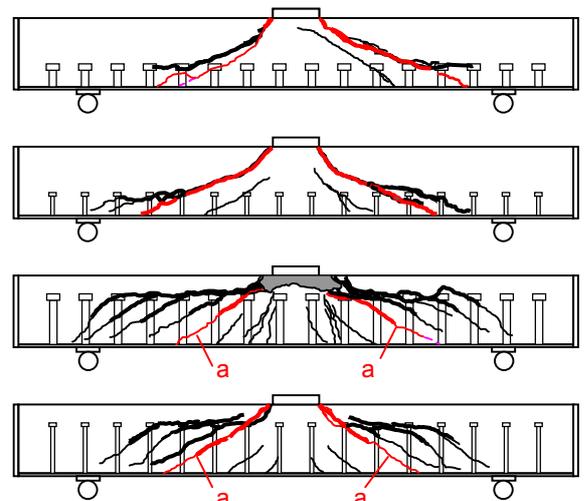


図-2 ひび割れ性状

キーワード：合成版，押抜きせん断耐力，スタッド，せん断補強効果，押抜きせん断ひび割れ
 連絡先（札幌市北区北13条西8丁目，電話 011-706-6220，FAX 011-707-6582）

押抜きせん断破壊時に脆性的な挙動は示さず、さらに荷重が増加しながら変形が進むこととなった。

そこで、スタッドのせん断補強効果を確認するため、供試体切断によって観察されたひび割れ形状をもとに押抜きせん断ひび割れ面を仮定し、スタッドが分担している引張力を算出した。対象とした押抜きせん断ひび割れは、図-2における記号 a で示したひび割れである。その理由としては、a のひび割れを横切り最も載荷点に近いスタッドの引張力が押抜きせん断破壊時に若干の減少を示し、その外側（外周縁側）のスタッドの引張力が急激に増加することが確認されたためである。この挙動は、

破壊後に荷重を増加させれば、水平ひび割れが発達し新たな押抜きせん断ひび割れを発生させ、順次外側のスタッドに引張力が再分配されていくことが繰り返されていくものと考えられる。スタッドが受け持つせん断力 (V_s と定義する) は、ひび割れ a を横切るスタッドの実測引張力の総和を 4 倍した値である。さらに、実測荷重から V_s を差し引いて、コンクリートが受け持つせん断力 (V_c と定義する) を算出した。

図-3 は、載荷点変位と押抜きせん断荷重の関係を表したものであるが、さらに図中に V_s と V_c の分担の推移を示した。スタッドの高さが小さい場合 ($h_s=50\text{mm}$) には、 V_c の減少とともに作用荷重も減少し、脆性的な破壊が示された。スタッドの高さが大きい場合には、 V_c が急激に減少しても作用荷重が増加しているが、この時点においては目視により載荷板のコンクリートへのめり込みが確認されていることから、本研究では V_c が最大値を示した荷重を押抜きせん断破壊荷重と定義した。

押抜きせん断破壊時の V_s と V_c に着目すれば、当然のことながらスタッド高さの大きい方がひび割れを拘束しているスタッド本数が多いため V_s は大きくなる傾向がある。 V_c については、鋼板を鉄筋とみなし RC スラブとして算定したときの押抜きせん断耐力と比較を行った。算定には、土木学会コンクリート標準示方書⁴⁾ の設計押抜きせん断耐力式 (V_{pcd}) を用いた。図-4 は、 V_c/V_{pcd} とスタッド軸径 d_s との関係（既往の実験データを含む）を示したものである。この結果によれば、 V_c は同じ有効厚さの RC スラブに比べて 70~80% 程度の大きさであることがわかる。これは、RC スラブが付着の良い異形鉄筋を用いているのに対し、合成版では鋼とコンクリートの付着は離散的に配置されたスタッドに頼っているためである。図によれば、 d_s の増加に伴って、 V_c が緩やかに増加する傾向が示されているが、スタッドの配置間隔の影響²⁾ ほど大きくはないことが明らかとなった。

参考文献 1) 野々山純寛, 上田多門, 古内仁: 細径のスタッドをずれ止めに用いた合成スラブの押抜きせん断破壊について, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集, V, 2003 2) 立石晶洋, 高橋良輔, 古内仁, 上田多門: スタッドジベルの高さが合成版の押抜きせん断破壊に与える影響, 土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集, CS, 2001 3) 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, 2000 4) 土木学会, 2002 年制定コンクリート標準示方書 [構造性能照査編], 2002

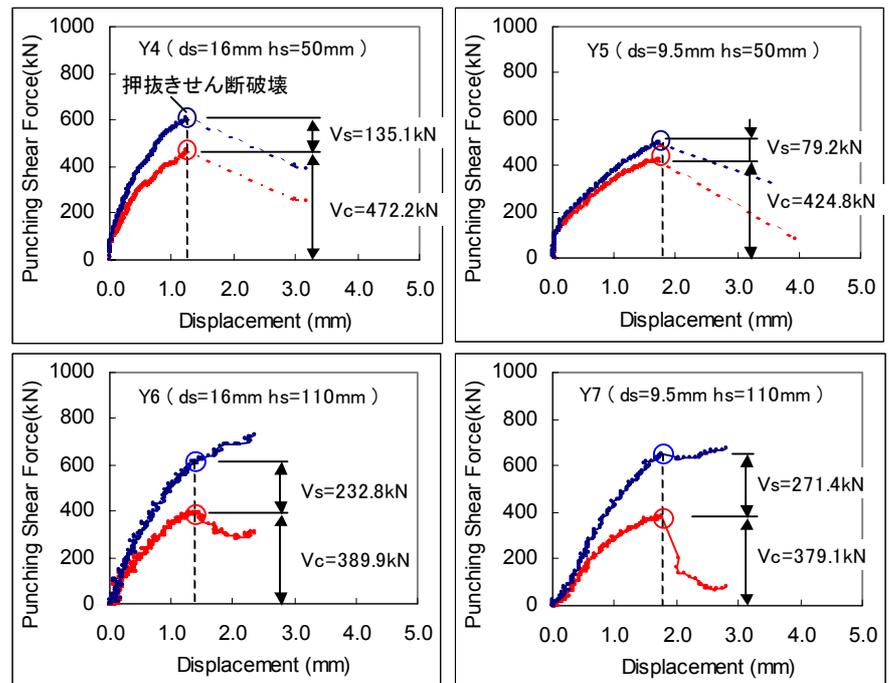


図-3 スタッドとコンクリートが分担するせん断力の推移

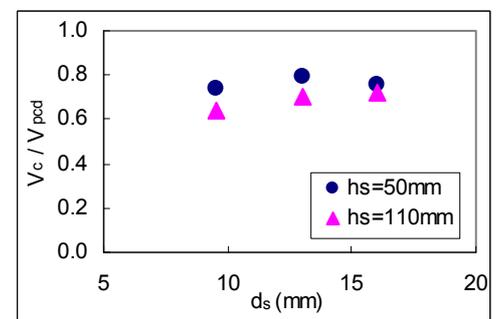


図-4 コンクリートの分担せん断耐力