

# 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

北海道大学大学院 学生会員 立石 晶洋  
 北海道大学大学院 学生会員 高橋 良輔  
 北海道大学大学院 正会員 古内 仁  
 北海道大学大学院 正会員 上田 多門

1. はじめに 鋼コンクリート合成版は道路橋床版への適用が多く、静的な集中荷重によって生じる押抜きせん断破壊に関する研究はほとんど行われていないのが現状である。また、合成版の構造形式が多岐にわたり、新たな合成版が開発されてもその都度実験によって構造性能を確認することが多い。そこで、本研究では様々な合成版の基本形であると位置づけられているロビンソン型合成版を対象に、押抜きせん断破壊に対する評価方法の検討を行うこととした。著者らは、既往の研究<sup>1)</sup>においてスタッド配置間隔を変数として実験的に検討しており、その成果とあわせて今回はスタッドの高さを主な変数として実験を行い検討を加えていくこととした。

2. 実験概要 本研究で行われた供試体の形状寸法の一例（供試体 T5）を図 - 1 に示す。供試体はずれ止めとしてスタッドジベルを引張補強鋼板に配置したもので、幅 1200mm、全長 1200mm（支間長 900mm）および有効高さ 150mm はすべて共通とした。荷重は、供試体の中央で正方形（100mm×100mm）の鋼材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 281N/mm<sup>2</sup>）、スタッドには軸径 13mm（SS400 相当；実降伏強度 406N/mm<sup>2</sup>）のものを用いた。供試体数は、表 - 1 に示すように 5 体用意し、実験変数はスタッドの高さと配置間隔である。なお、スタッドの軸ひずみを測定するために、供試体の 1 / 4 の範囲（載荷点を中心に 4 等分）にある各スタッドの幹に向かい合わせで 2 枚のワイヤストレインゲージを貼り付けた。

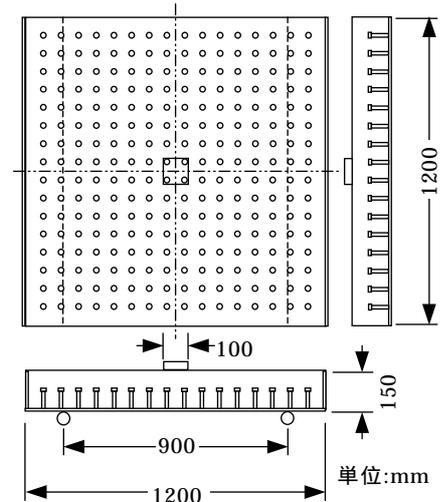


図 - 1 供試体の形状寸法

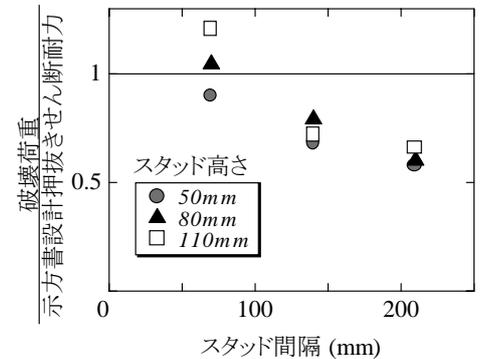


図 - 2 押抜きせん断耐力

3. 実験結果および考察 すべての供試体は、荷重の低下と同時に載荷板が沈みこんだことを目視で確認し押抜きせん断破壊したと判断した。供試体の破壊荷重は、表 - 1 に示すとおりである。また、土木学会コンクリート標準示方書<sup>2)</sup>の面部材の設計押抜きせん断耐力算定式による計算値もあわせて示した。この結果を既往の実験結果<sup>1)</sup>とともにスタッド高さ別にあらわしたのが図 - 2 である。図は横軸にスタッド間隔をとり、縦軸に破壊荷重を示方書による計算値で除した値をとった。この結果より、スタッドの高さが異ってもスタッド間隔が密になるにつれて押抜きせん断耐力が増加する傾向が示された。さらにスタッド間隔が密な場合には、スタッド高さが大きくなるにつれて押抜きせん断耐力が増加することとなった。

表 - 1 供試体諸元および実験結果

供試体	スタッド間隔 (mm)	スタッド高さ (mm)	コンクリート圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	破壊荷重 (kN)	計算値 (kN)
T1	210	80	26.5	291	484
T2		110	27.1	322	490
T3	140	80	27.6	391	494
T4		110	36.7	411	570
T5	70	80	34.5	578	553

キーワード：合成版，スタッド配置間隔，スタッド高さ，水平抵抗領域，押抜きせん断破壊  
 連絡先（札幌市北区北 13 条西 8 丁目，電話 011-706-6220，FAX 011-707-6582）

図 - 3 は、既往の研究におけるスタッド間隔が密でスタッド高さの大きい供試体のひび割れ状況（版幅中央で支間方向に切断した状態）を示したものである。この図

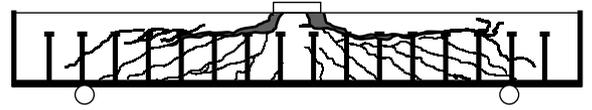


図 - 3 供試体のひび割れ状況（切断面）

（概ね 30° ~ 45° の傾きで発達）はスタッドが跨いでおりそのせん断補強効果によって耐力を増加させていると考えられる。最終的な破壊を生じさせたのは、スタッドの頭頂部（厳密にはスタッドの頭下）で水平に発達したひび割れの出現である。仮にスタッドの径が小さい場合や降伏強度が小さい場合には、スタッドの降伏により破壊が生じたと考えられるが、本研究および既往の研究における供試体では、ひずみの測定結果からいずれもスタッドが降伏したものはなかった。したがって、スタッドが降伏しない場合には、スタッドの引張力によって生じる頭頂部のコンクリートの割裂が、押抜きせん断破壊を生じさせる要因であると推察される。そこで、本研究ではスタッド頭頂部で発達した水平ひび割れの領域を押抜きせん断破壊における水平抵抗領域と定義し、各供試体について水平抵抗領域の大きさを検討することとした。

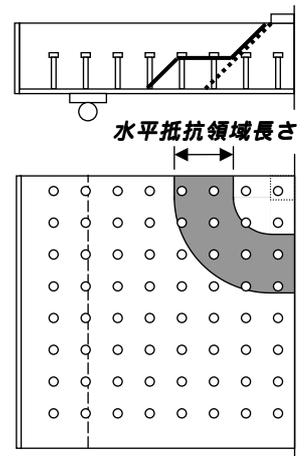


図 - 4 水平抵抗領域

図 - 4 は、押抜きせん断破壊面の概念をあらわしたもので、点線は通常の破壊面、実線は水平抵抗領域を含む破壊面である。各供試体の水平抵抗領域は、以下のような仮定に基づいて試算を行った。(1) 載荷板端部より 45 度の角度でおろした直線がスタッドの頭下端の高さに達した位置を水平抵抗領域の始点とする。(2) 水平抵抗領域長さは、破壊時における水平抵抗領域内のスタッドの引張力（実測ひずみ × 弾性係数 × 断面積）の総和と水平抵抗領域の耐力（コンクリートの引張強度 × 水平抵抗領域面積）とが一致する長さとする。この試算の結果、図 5 に示すように水平抵抗領域長さはスタッドの配置間隔が密になるほど大きく、またスタッド間隔が密なときはスタッド高さが大きくなるほど大きくなる

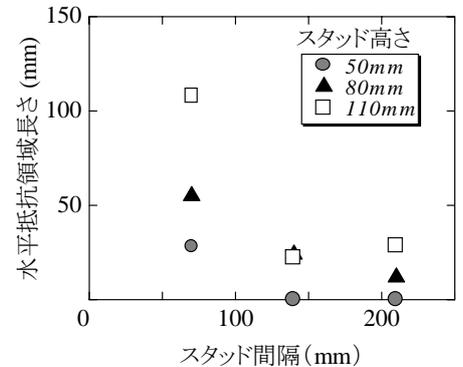


図 - 5 水平抵抗領域長さ

ことが示された。これはスタッドの配置間隔が密であるとスタッド 1 本あたりの引張力が小さくなるためその力が広い範囲に分散されるからであり、スタッド高さが大きいと斜めひび割れを跨ぐスタッドが多くなりせん断補強効果を高めるためであると考えられる。このような水平抵抗領域の出現はスタッドのせん断補強効果によるものであり、水平抵抗領域の耐力が定義できれば、押抜きせん断耐力は通常のせん断補強効果を含まない耐力との累加として表すことができる。そこで、実験で得られた破壊荷重から水平抵抗領域の耐力を差し引くことでせん断補強効果を含まない耐力（図 - 4 では実線の斜めひび割れ領域に対応）を算出してみた。この結果、図 - 6 に示すようにせん断補強効果を含まない耐力は、スタッドの高さによらずスタッドの配置間隔が疎になるほど直線的な減少傾向を示すこととなった。

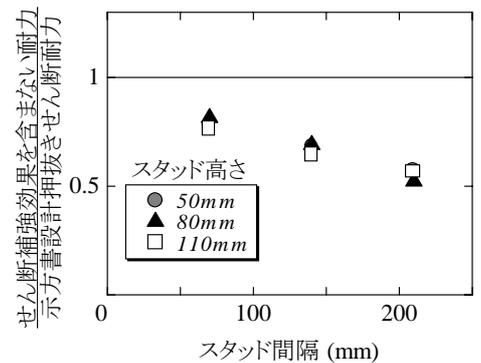


図 - 6 せん断補強効果を含まない耐力

4 . まとめ (1)スタッドを用いた合成版の押抜きせん断耐力は、スタッドのせん断補強効果を含まない耐力とせん断補強効果による耐力の累加であらわすことができる。(2)せん断補強効果による耐力は、スタッドが降伏しない場合にはスタッド頭頂部におけるコンクリートの水平抵抗領域の耐力であらわすことができる。

4 . まとめ (1)スタッドを用いた合成版の押抜きせん断耐力は、スタッドのせん断補強効果を含まない耐力とせん断補強効果による耐力の累加であらわすことができる。(2)せん断補強効果による耐力は、スタッドが降伏しない場合にはスタッド頭頂部におけるコンクリートの水平抵抗領域の耐力であらわすことができる。

参考文献 1) 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，第 55 回土木学会年次学術講演会講演概要集,CS,2000 2) 土木学会：コンクリート標準示方書 [平成 8 年制定] 設計編,1996