

オープンサンドウィッチスラブの押抜きせん断破壊に対する スタッドジベルのせん断補強効果

Shear Reinforcing Effect of Stud on Punching Shear Failure of Open Sandwich Slab

北海道大学工学部 ○学生会員 立石 晶洋 (Akihiro Tateishi)

北海道大学大学院 正会員 古内 仁 (Hitoshi Furuuchi)

北海道大学大学院 学生会員 高橋 良輔 (Ryousuke Takahashi)

1. はじめに

鉄筋コンクリートスラブの押抜きせん断破壊に対する研究は盛んに行われ、コンクリート標準示方書¹⁾の耐力算定式等に活かされているのに対し、鋼コンクリートオープンサンドウィッチ等の押抜きせん断破壊に対する研究は少ない。そこで本研究では、比較的単純な形状のずれ止めであるスタッドジベルを用いたオープンサンドウィッチスラブについて静的載荷試験を行い、スタッドジベルの配置間隔およびスタッドジベルの高さが押抜きせん断破壊に対してどのような影響を与えるかを検討した。

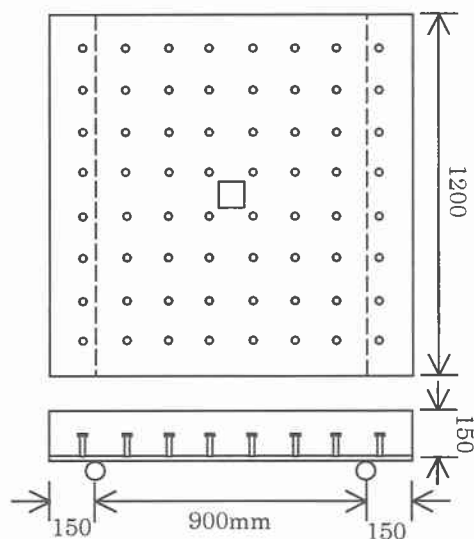


図-1 供試体の形状寸法

2. 実験概要

本研究で用いた供試体は、過去に中村らが行った研究²⁾をもとに、スタッドジベルの配置間隔とスタッドジベルの高さが押抜きせん断破壊に与える影響をより明確にするため中村らの供試体諸元と同じくした。支持条件は2辺単純支持で床版端辺より内側に150mmのところ、鋼板厚6mm、有効高さ150mm、載荷面積100×100mm、とした。供試体(T3, T4)の形状寸法を図-1に、その諸元を表-1に示す。中村らの研究で用いた供試体の諸元は表-2に示す。スタッドジベルは軸径13mm、SS400相当のもの(実

降伏強度406N/mm²)、引張り鋼板にはSS400(実降伏強度281N/mm²)を使用した。コンクリートには、早強ポルトランドセメント、天然骨材(最大骨材寸法20mm)を用いた。実験は、供試体を2週間養生した後に実施した。

また、本研究では、各スタッドが分担するせん断力を明らかにするため、スタッドの軸ひずみを測定した。押抜きせん断破壊は載荷点を中心として対称に破壊すると考え、載荷点を中心に合成床版を4等分し、4分の1範囲内にある全てのスタッドにひずみゲージを取り付けた(T5は全てではない)。スタッドのひずみゲージは、鋼板上面より20mmの高さにおいて、スタッドの載荷点側の面とその裏側の面に各1枚ずつ貼り付けた。

表-1 本研究における供試体の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 ²)	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

表-2 中村らの供試体諸元および実験結果

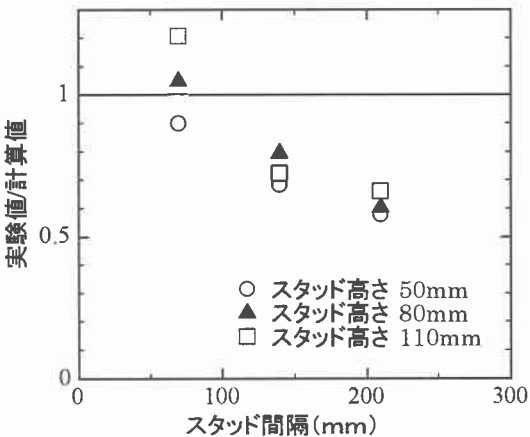
供試体	スタッド 間隔 (mm)	スタッド 高さ (mm)	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	破壊荷重 (kN)	計算値 (kN)
N1	210	50	24.0	265	461
N2	140		30.4	353	519
N3	70		28.5	450	502
N4	70	110	26.1	579	481

3. 実験結果および考察

3.1 せん断耐力

すべての供試体は、載荷板が沈み込んだことにより押抜きせん断破壊したと判断した。コンクリート圧縮強度および破壊荷重を表-1に示す。本研究では、各々の破壊荷重

に対して土木学会コンクリート標準示方書設計編にある面
部材の設計押抜きせん断耐力算定式により評価を行った。
表中に記してある計算値は、耐力算定式より求めた値であ
る。合わせて中村らの実験結果を表－２に示す。



図－２ 押抜きせん断耐力とスタッド間隔の関係

図－２は、本研究と中村らの研究を実験変数別に表した
グラフで、縦軸は破壊荷重を耐力算定式より得た計算値で
除した値である。この結果より、スタッド高さの異なるい
ずれの供試体もスタッド間隔が小さくなるにつれ押抜きせ
ん断耐力が増加する傾向が明らかとなった。スタッド高さ
については、スタッド間隔が大きいときは押抜きせん断耐
力に与える影響はそれほど大きくないが、間隔が小さくな
ると高さの影響が大きくなり、耐力が増加することが分か
る。今回の実験においてはスタッドを鋼板に溶接可能な間
隔および高さの限界がそれぞれ 70mm と 50mmであった
ため、せん断補強効果が得られないスタッド高さは明らか
ではない。そのため、本研究ではスタッド高さ 50mm 供試
体の耐力を基準とし、スタッド高さ 80、110mmのせん断
補強効果について考えることとする。この基準に基づくと、
スタッド高さ 50mmに対するスタッド高さ 80mmおよび
110mmとの耐力差がスタッド高さのせん断力の負担分だ
と考えられる。したがって、図－２が示すように、スタッ
ド間隔が密であれば、スタッド高さによるせん断補強効果

は大きく得られると考えられ、逆に、スタッド間隔 210mm
以上のある疎な間隔においてスタッド高さによるせん断補
強効果は得られなくなると推測できる。

3. 2 スタッドの分担せん断力

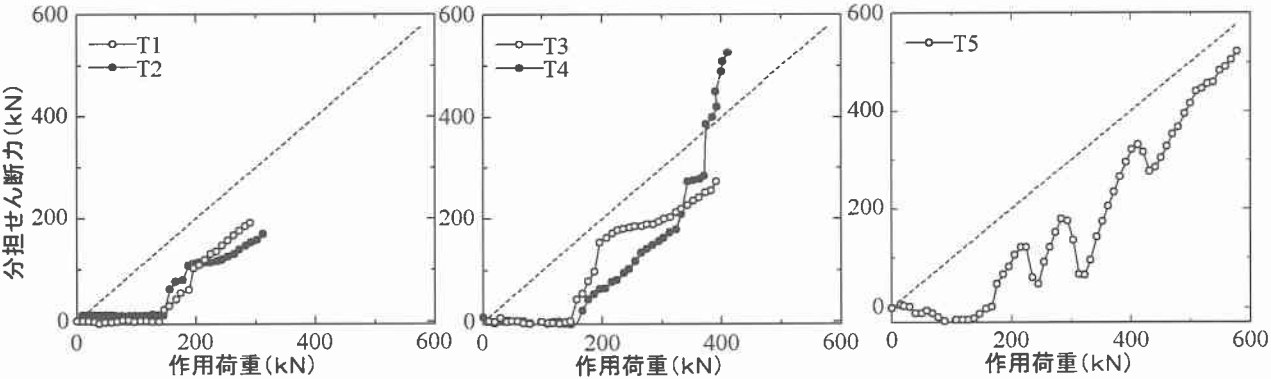
スタッドの分担せん断力と作用荷重の関係を供試体ごと
に図－３に示す。スタッドに向かい合わせに貼り付けたい
ずみゲージから得た値の平均をとり軸ひずみを求め、さら
に鋼のヤング係数 ($2.0 \times 10^5 \text{MPa}$) と断面積を乗じスタッ
ド 1 本が受け持つせん断力と仮定した。スタッドの分担せ
ん断力は、支承から外側のスタッドを除いた全スタッドの
力の総和とした。その結果、すべての供試体に共通してい
えることは、作用荷重約 150kN でスタッドの分担せん断力
が急激に増加することである。これは作用荷重 150kN 付近
でコンクリート内部にひび割れ面が形成され、ひび割れ面
をまたいでいるスタッドが破壊を抑制するような作用が生
じているものと考えられる。また、スタッド間隔の小さな
供試体では、終局に近づくにつれてスタッドの分担せん断
力が大きくなっているようである。

4. まとめ

- 1) スタッド間隔が小さくなるにつれ押抜きせん断耐力は
増加する。
- 2) スタッド間隔が大きいときはスタッド高さが押抜きせ
ん断耐力に与える影響はそれほど大きくないが、間隔
が小さいときは高さの影響が大きくなる。
- 3) コンクリート内部に押抜きせん断破壊によるひび割れ
面が形成されるとき、ひび割れ面をまたいでいるスタ
ッドが破壊を抑制するような作用が生じていると考え
られる。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔平成 8 年度制定〕
設計編、1996
- 2) 中村琢弥：オープンサンドイッチスラブの押抜きせん
断破壊に対するスタッドジベルの影響、北海道大学卒
業論文、平成 11 年度



図－３ 作用荷重とスタッドの分担せん断力の関係