

オープンサンドウィッチスラブのスタッドジベルによるせん断補強効果

Shear Reinforcing Effect of Studs in Open Sandwich Slab

北海道大学工学部 ○学生会員 佐藤 将路 (Masamichi Sato)

北海道大学大学院 正会員 古内 仁 (Hitoshi Furuuchi)

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。既往の研究^{2) 3)}によれば、オープンサンドウィッチスラブの押抜きせん断耐力は、スタッドが通常押抜きせん断破壊面を横切ることによってせん断補強効果が生じ増加することが明らかとなっている。この場合、最大荷重時にはスタッドの頭頂部で新たな水平のひび割れ面が形成されて終局に至っている。しかしながら、部材寸法に比べてスタッド径が小さい場合には、スタッドの降伏により終局に至ると予想される。そこで、本研究ではスタッド径の細い供試体を用意し、スタッドの降伏が先行して破壊する場合の押抜きせん断耐力を検討することとした。

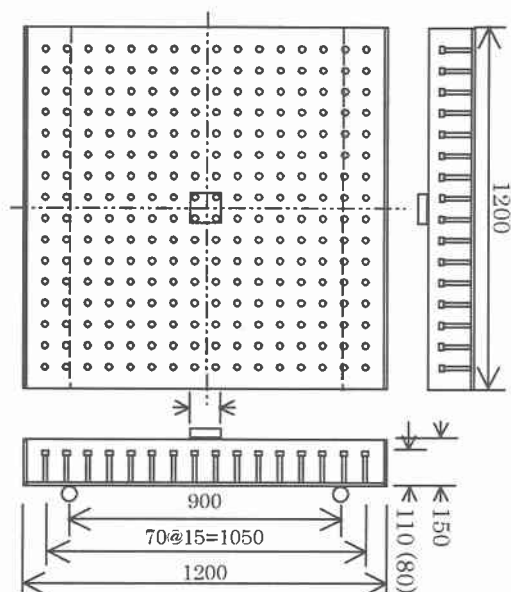


図-1 供試体の形状寸法

2. 実験概要

本研究で用いた供試体は、過去に行った研究^{2) 3)}をもとに作製し、供試体諸元を同じとした。支持条件は2辺単純支持で床版端辺より内側に150mmの位置、鋼板厚6mm、有効高さ150mm、載荷面積100×100mm、とした。載荷

は供試体の上面中央に正方形の鋼板を介して行った。供試体(M1, M2)の形状寸法を図-1に、その諸元を表-1に示す。既往の研究で用いた供試体の諸元は表-2に示す。既往の実験供試体におけるスタッドジベルは軸径13mm、SS400相当のもの(実降伏強度406N/mm²)に対し、本研究のスタッドジベルは軸径6mm、SS400相当のもの(実降伏強度約400N/mm²)とした。また、引張鋼板には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1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36本のスタッドにひずみゲージを取り付けた。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	スタッド径 (mm)	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)
M1	6	70	110	26.1	525
M2			80	24.0	399

表-2 既往の研究における供試体諸元および実験結果

供試体	スタッド径 (mm)	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)
N4	13	70	110	26.1	579
T5			80	34.5	578

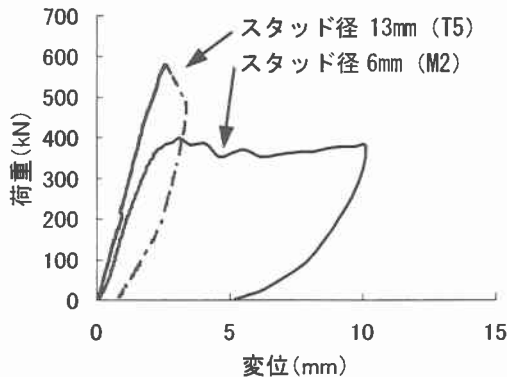
3. 実験結果および考察

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

び破壊荷重を表一 1 に示す。あわせて既往の実験結果を表一 2 に示す。

実験結果について、同一のスタッド高さでスタッド径の異なる供試体の破壊荷重の比較を行う。スタッド高さが 110mm の場合、スタッド径 13mm の N4 では 579kN、スタッド径が 6mm の M1 では 525kN であり、その耐力差は 54kN である。スタッド高さが 80mm の場合、スタッド径 13mm の T5 では 578kN、スタッド径 6mm の M2 では 399kN で、その耐力差は 179kN である（ただし、コンクリートの圧縮強度に大きな差があるので、その影響も含まれている）。既往の実験供試体では、スタッドの引張力によってスタッド頭頂部においてコンクリートにひび割れが発生したことにより破壊に至っている。本研究の供試体では、それらの耐力に達することなく終局を迎えていることから、スタッド頭頂部のひび割れ発生前にスタッドが降伏して終局に至ったと推察される。



図一 2 荷重と載荷点変位の関係

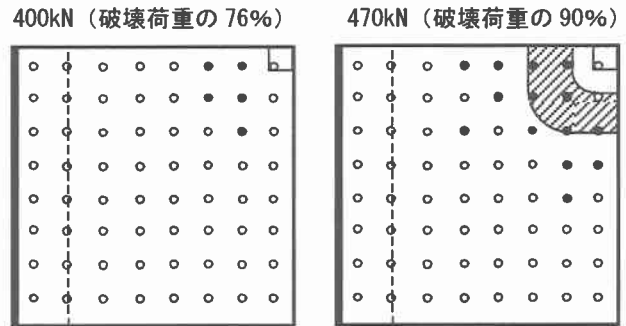
図一 2 は、スタッド径 6mm の供試体 M2 とスタッド径 13mm の供試体 T5 の荷重と載荷点変位の関係を示したものである。グラフより、スタッド径 13mm の方は荷重がピークを過ぎると急激に降下している。これはスタッドの頭頂部でひび割れを起こし、終局を迎えるためであると考えられる。一方、スタッド径 6mm の方は 13mm のものよりもピーク荷重が小さく、ピークを過ぎるとその荷重を保ったまま変位が増加しており、急激な荷重低下はみられない。このような荷重一変位曲線の挙動からも、スタッドが降伏することによって終局に至ったと考えられる。

3. 2 スタッドの降伏分布

そこで、スタッドの降伏についてスタッドの実測ひずみをもとに推測する。各スタッドには向かい合わせで 2 枚のゲージが貼られているが、大半のスタッドは部材外周側のスタッド側面の引張ひずみが大きい。したがって、スタッドには純引張状態ではなく、曲げを伴う挙動となっている。これは、コアコンクリートと鋼板の界面でせん断力が作用することの影響が含まれているためである。

そのため、スタッドは引張ひずみの大きい部材外周側の面より縁降伏がはじまると考えられる。

図一 3 は、各荷重段階において縁降伏が始まったスタッドの分布の一例（供試体 M1）を示したもので、降伏したスタッドは●印で表している。なお、スタッドの降伏ひずみは実降伏強度を鋼材の弾性係数で除した値とした。この図によれば、荷重が 400kN（破壊荷重の 76%）のときに、載荷点から少し離れた位置で同心円状に降伏したスタッドの分布が見られる。さらに荷重が増加するとその分布は広がり、470kN（破壊荷重の 90%）のときには、45° の傾斜で仮定されるコーン状の押抜きせん断破壊面を横切るスタッドの範囲（図中斜線部）よりやや大きい領域となる。また、スタッド高さ 80mm の供試体 M2 についても同様にほぼ同心円状に降伏していくが、供試体 M1 に比べるとやや狭い範囲でスタッドが降伏しているようである。



図一 3 スタッドの降伏分布

4. まとめ

部材寸法に比べてスタッド径の小さいオープンサンドイッチスラブの押抜きせん断破壊実験の結果より、次のことが明らかとなった。

- 1) スタッド径が小さいと押抜きせん断破壊時にはスタッドが降伏し、ピーク荷重後はその荷重を保ちながら変形が増加していき、急激な荷重の低下は見られない。
- 2) 押抜きせん断破壊時において、根元で縁降伏しているスタッドは載荷点を中心に同心円状に分布している。
なお、ピーク荷重付近でその分布の大きさは、押抜きせん断破壊面を横切るスタッドの範囲よりやや広い。

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) 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影響、土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集、CS、2000
- 3) 立石晶洋、高橋良輔、古内仁、上田多門：スタッドジョ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