

多列配置された孔あき鋼板ジベルのずれ耐力とひび割れ拘束効果

広島大学大学院 学生会員 日向優裕

広島大学大学院 学生会員 森賢太郎

広島大学大学院 学生会員 佐々木達也

広島大学大学院 正会員 藤井堅

株式会社 IHI 正会員 道菅裕一

1. はじめに

孔あき鋼板ジベル(PBL)が剛なずれ止めとして様々な複合構造物に採用される場合が多くなってきている。既往の研究¹⁾より、孔あき鋼板ジベルは、孔部コンクリートのせん断破壊に起因して、孔部周辺を押し広げるような力(以下、押し広げ力と呼ぶ)が発生するが、ずれ耐力は、この押し広げ力に抵抗する孔部のひび割れ拘束因子に大きく影響されることがわかっている。即ち、かぶり内に補強鉄筋等が無い場合には、単列配置PBLや並列配置PBLでは、図-1 a),b)に示すような押し広げ力に起因したかぶりの曲げ破壊が起こり、PBL鋼板の外側で肌隙を生じて破壊する。しかし図-1 c)に示すように、PBLを多列配置する場合には、孔部のひび割れが拘束されるので、ずれ耐力が上昇すると考えられる。そこで本研究では、PBLを3列配置した供試体を作成し、多列配置PBLの終局ずれ挙動を調べる。

2. 実験概要

3列配置PBLの押抜き供試体を図-2に、各供試体の注目パラメータを表-1に示す。実験は、PBLの配置数を1から3に増やし、ずれ挙動がどのように変化するかを調べた。PBLの配置間隔をL=200mmとした理由は、既往の研究²⁾より、配置間隔がL=300mmから200mmに狭くなっても、同様の破壊が起こり、同程度のずれ耐力が得られたことを考慮したことによる。本研究では、PBL配置数の影響を明確にすることを目的としているので、かぶりの補強鉄筋や孔内貫通鉄筋は配置しておらず、各供試体のかぶり厚やPBL孔の径を統一している。また、コンクリートの支圧抵抗を取り除くためにPBL鋼板の直下に発泡スチロール板を設置し、鋼部材とコンクリートの付着を剥離材により除去した。供試体底面の摩擦を軽減した供試体では、図-2に示すように、テフロン板を設置しているが、摩擦のある供試体では、ジェットモルタルを敷いている。実験で使用したコンクリートの材料特性を表-2に示す。

表-2 コンクリートの材料特性

圧縮試験結果			引張試験結果	
弾性係数 (Mpa)	ポアソン比	圧縮強度 (Mpa)	引張強度 (Mpa)	
27017	0.19	36.50	2.79	

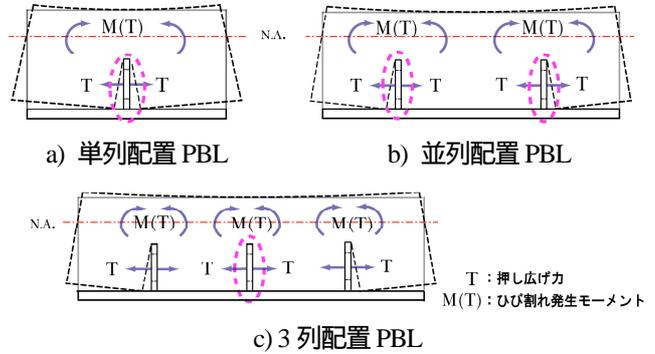


図-1 孔周辺の肌隙の様子

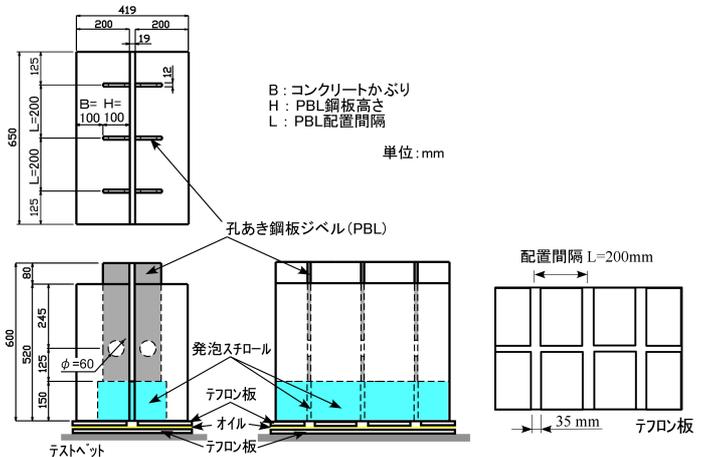


図-2 供試体形状(並列配置PBL)

表-1 供試体の注目パラメータ

供試体名称	PBLの配置	PBL配置間隔 (L) mm	L/H	底面摩擦
S.S B100 H100 T	単列配置	---	---	軽減
S.D-B100-L200-H100-T	並列配置	200	2.0	軽減
S.T-B100-L200-H100-T	3列配置	200	2.0	軽減
S.T-B100-L200-H100	3列配置	200	2.0	有

3. 実験結果と考察

1) PBLの配置数の影響

実験結果を表-3に示す。また、孔1つ当たりのせん断力-ずれの関係を図-3に示す。ここで、孔1つ当たりのずれ耐力とは、最高荷重をPBL孔数nで除した値である。

図-3や表-3に示すように、並列配置PBLでは、明確なずれ耐力の上昇は見られないが、3列配置PBLでは単列配置PBLの約1.5倍のずれ耐力が得られ、PBLを多列配置することでずれ耐力が大きくなっている。また、写真-1に示すように、3列配置PBLでは、中央に配置されたPBL天頂部から

キーワード 孔あき鋼板ジベル, 多列配置, ずれ耐力, ひび割れ拘束効果

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻 TEL 082-424-7792

発生したひび割れ幅は小さくなっており、底面摩擦を軽減しているにも関わらず、最高荷重到達後の急激な耐力低下は起こらなかった。これらのことは、多列配置されたPBLでは、中央に配置されたPBL孔部のひび割れが拘束されることに起因していると考えられる。

2) 底面摩擦の影響

3列配置PBLについて、供試体底面の摩擦の影響を調べた。その結果、図-3のように、底面摩擦のある供試体では、単列配置PBLのずれ耐力の約2倍と非常に大きなずれ耐力が得られ、最高荷重に到達しても耐力低下を起こしていない。このことは、明らかに底面摩擦の影響であるが、図-1に示すように、多列配置PBLでも、PBLが破壊すると外側に配置したPBL孔部周辺で肌隙が発生する。しかし底面摩擦がある場合、この肌隙が摩擦力で拘束されるため、全てのPBL孔部のひび割れが拘束されることになる。そのため、テフロン板を用いて摩擦を軽減した供試体と比べて、ずれ耐力が大きくなり、最高荷重到達後の耐力低下が起こらなかったと考えられる。このことは、PBL孔部のひび割れを拘束することでより大きなずれ耐力が得られることを意味するが、押抜きせん断試験では、不陸調節に使用するジェットモルタル等の底面摩擦がひび割れを大きく拘束し、見かけ上ずれ耐力やポストピーク後の耐力低下を小さくするため、正確なジベルのずれ挙動を把握できなくなることを示す。従って、押抜きせん断試験では、可能な限り底面摩擦を取り除くことが望ましいと考える。



写真 - 1 ひび割れの様子 (S.T-B100-L200-H100-T No.2)

表 - 3 実験結果

供試体名称	孔1つ当たりの ずれ耐力 (kN)	最高荷重時の ずれ (mm)
S.S-B100-H100-T No.1	87.66	0.43
S.S-B100-H100-T No.2	94.33	0.50
S.S-B100-H100-T No.3	68.11	0.16
S.D-B100-L200-H100-T No.1	95.67	0.60
S.D-B100-L200-H100-T No.2	110.74	0.51
S.D-B100-L200-H100-T No.3	91.39	0.50
S.T-B100-L200-H100-T No.1	116.54	0.58
S.T-B100-L200-H100-T No.2	115.48	0.67
S.T-B100-L200-H100	168.72	1.29

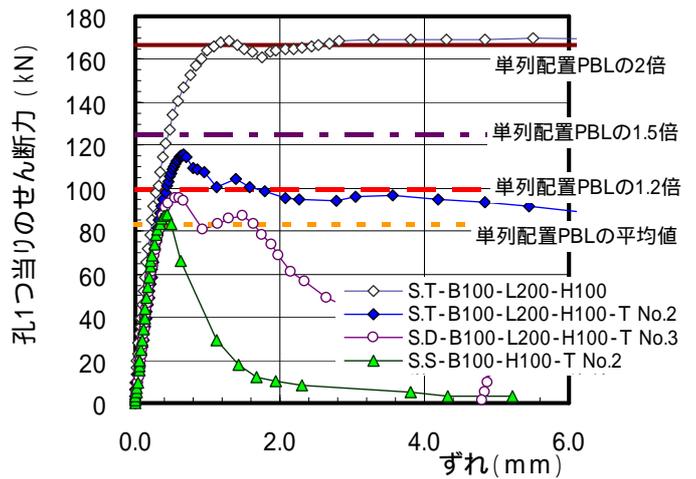


図 - 3 せん断力 - ずれ曲線 (PBL 配置数の比較)

3) PBL を合理的に使用するために

実験より、PBLを多列に配置すると孔部のひび割れを効果的に拘束できることがわかった。ここで、現在行なわれているPBLの押抜きせん断試験法を考えると、頭付きスタッドの押抜きせん断試験と同様、コンクリートにフレーム筋と呼ばれる補強鉄筋が配置されている場合が多い。このような実験供試体では、補強鉄筋による孔部のひび割れ拘束効果が大きく、実構造と押抜きせん断試験におけるひび割れ拘束状態が等しくない場合には、PBLのずれ耐力を過大評価してしまう危険性がある。そのため、実構造でのひび割れ拘束因子を要素試験に反映させることが必要である。

PBLを合理的に使用するためには、効果的に孔部のひび割れ拘束状態を作り出すことが重要であり、貫通鉄筋等の補強鉄筋やPBLを多列配置することが有効である。そして、これらの拘束状態を適切に評価し、ずれ耐力を算出することが必要と考える。

4. 結論

実験より、貫通鉄筋やかぶり補強鉄筋を配置しない場合においても、PBLを多列配置することで孔部のひび割れ拘束効果が得られ、ずれ耐力を向上できることがわかった。また、押抜きせん断試験では、底面の摩擦がひび割れを強く拘束するため、正確なPBLのずれ挙動を把握するためにはこのような拘束因子をできるだけ排除することが望ましく、要素試験を行なう際には、実構造におけるひび割れ拘束状態を忠実に再現することが重要であろう。

5. 参考文献

- 藤井堅, 岩崎初美, 深田和宏, 豊田正, 藤村伸智: 孔あき鋼板ジベルの終局ずれ挙動とコンクリート拘束因子, 土木学会論文集(投稿中)
- 日向優裕, 森賢太郎, 道管裕一, 藤井堅: 孔あき鋼板ジベルのずれ耐力に及ぼす配置間隔の影響, 第62回年次学術講演会概要集, CS2-034.