

繰返し载荷条件が孔あき鋼板ジベルのせん断耐力に与える影響に関する基礎的考察

愛知工業大学 正会員 ○宗本 理 愛知工業大学 正会員 嶋口 儀之
愛知工業大学 正会員 鈴木 森晶

1. はじめに

近年，合成構造物の多様化にともない，複合構造形式の接合部では従来から適用されているスタッドジベルとともに，制限のある接合部でも高いせん断耐力を期待できる孔あき鋼板ジベル（以下，PBL と称す）の適用事例が増加している．PBL は一般的に鋼板に設けた孔の中にコンクリートを充填させた上で鉄筋を貫通させることで高いせん断抵抗が得られる接合構造である．PBL に関する研究はこれまで数多くの静的押抜き载荷試験がなされており，有用な耐力評価式が提案されている．一方で，構造物の維持管理が重要視される中，損傷や疲労に対する PBL の耐荷性能に関する知見は少ないのが現状である．そこで本研究では，繰返し载荷条件が PBL の耐荷性能に与える影響を把握することを目的とし，荷重の度合いを変えた繰返し载荷試験を行い，せん断耐力に対する繰返し荷重の度合いや繰返し回数の影響について検討を行った．

2. 実験概要

2.1 試験体と使用材料

本研究で用いた試験体詳細について図-1 に示す．試験体は中島らが実施した試験体¹⁾を参考に，孔径 60mm の有孔鋼板をモルタルブロックに埋設し，貫通鉄筋 D13 の有無による 2 種類の試験体を用意した．なお，貫通鉄筋の上下にはひずみゲージを 75mm 間隔に千鳥状に 5 枚配置した．実験で使用したモルタルの圧縮強度，引張強度，弾性係数はそれぞれ 33.9N/mm²，3.1N/mm²，20.4kN/mm²である．一方，鋼材に関して鋼板(SS400)の降伏強度と引張強度はそれぞれ 245N/mm²，510N/mm²，貫通鉄筋(SD295)と帯鉄筋(SD295)の降伏強度と引張強度はそれぞれ 295N/mm²，600N/mm²である．

2.2 試験方法と試験ケース

試験方法を図-2 に示す．試験体を H 鋼の台座上に設置した上で，押し広げ力が作用するジベル孔に平行な面を固定した．本研究では油圧式疲労試験機を用いて図-3 に示すような 2 種類の繰返し荷重の度合いを変えた载荷試験を行った．具体的には，予め実施した静的押抜き試験結果による降伏せん断耐力の平均値に対して 70%と 100%の 2 種類の大きさによる荷重を周波数 2Hz で入力した．試験ケースを表-1 に示す．繰返し载荷試験は鋼板の移動量が 5mm もしくは 10mm に達するまで行い，その後静的押抜き試験を実施することで PBL の耐荷力について考察した．

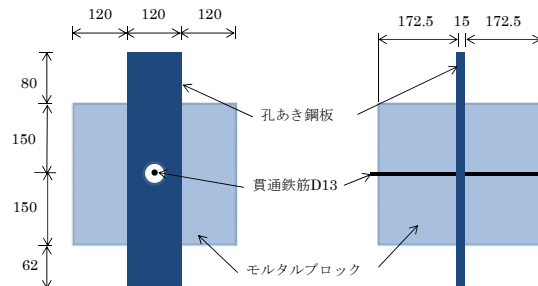


図-1 試験体詳細

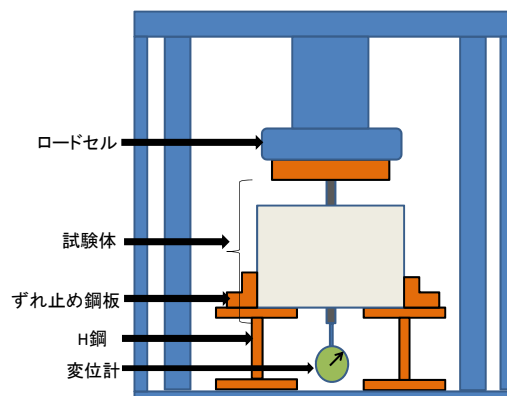


図-2 試験方法

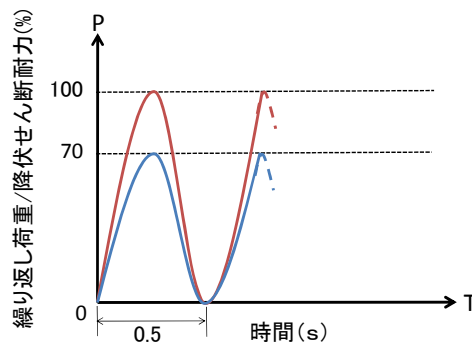


図-3 繰返し荷重の種類

表-1 試験ケース

試験体名	ジベル孔径 (mm)	貫通鉄筋 の有無	繰返し荷重 の度合い(%)	鋼板の移動量 (mm)
PL60-N-P70-D5	60	無	70	5
PL60-R-P70-D5	60	有	70	5
PL60-N-P100-D5	60	無	100	5
PL60-R-P100-D5	60	有	100	5
PL60-N-P100-D10	60	無	100	10
PL60-R-P100-D10	60	有	100	10

キーワード 孔あき鋼板ジベル，繰返し载荷試験，せん断耐力，繰返し回数

連絡先 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL : 0565-48-8121

3. 実験結果

3.1 繰返し回数に与える影響

繰返し荷重の度合いおよび鋼板の移動量の変化が繰返し回数に与える影響を把握するため、繰返し回数についてまとめた各棒グラフを図-4(a), (b)に示す。図-4(a)より繰返し荷重の度合い別に比較すると、繰返し荷重の度合いが70%のケースでは約1600~2500回、100%のケースでは約50~200回と貫通鉄筋の有無に関わらず繰返し回数が顕著に異なっていることが分かる。貫通鉄筋の有無別に比較すると、繰返し荷重の度合いが70%のケースでは貫通鉄筋を有したケースの方が無いケースに比べて回数が多いことが確認できる。一方で、繰返し荷重の度合いが100%のケースでは貫通鉄筋の有無による差異がほとんど見られず、以上のことから降伏せん断耐力に相当する荷重で繰返し載荷すると、変位量が小さい領域では貫通鉄筋の効果は見られない事が予測される。次に、(b)より鋼板の移動量が5mmと10mmまでの繰返し回数を各ケースで比較すると、PL60-R-P100-D10のNo.2を除き約50~400回と小さい回数で収束しており、鋼板の移動量が2倍になると繰返し回数も約2~3倍増加する結果となった。

3.2 せん断耐力ー鋼板の移動量

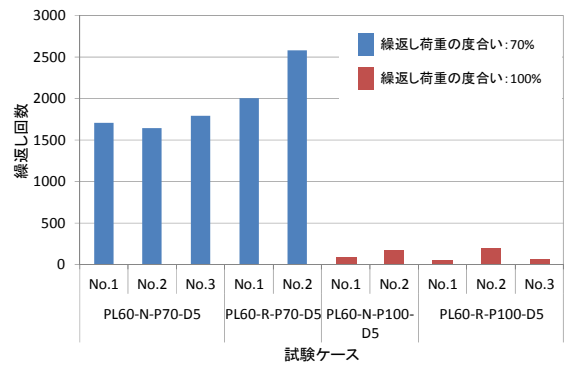
繰返し載荷試験後の静的押抜き試験から得られた降伏せん断耐力ー鋼板の移動量について貫通鉄筋の有無別にまとめたものを図-5に示す。なお、図中のPL60-N, PL60-Rは予め静的押抜き試験のみ実施したケースである。(a), (b)より降伏せん断耐力を各ケースで比較すると、(a)ではPL60-Nで約100kN, PL60-N-P100-D5で約94kN, PL60-N-P100-D10で約80kN, (b)ではPL60-Rで約118kN, PL60-R-P100-D5で約112kN, PL60-R-P100-D10で約100kNとなった。以上の事より、孔径60mmのジベル孔に対して鋼板の移動量が5mmの場合は降伏せん断耐力が約6%減少するのに対し、10mmの場合には約20%も減少することが分かった。さらにせん断耐力の初期剛性について比較すると、繰返し載荷試験による影響から貫通鉄筋の有無に関わらず繰返し載荷試験を実施したケースの方が実施していないケースに比べて高くなる傾向が確認できた。

4. おわりに

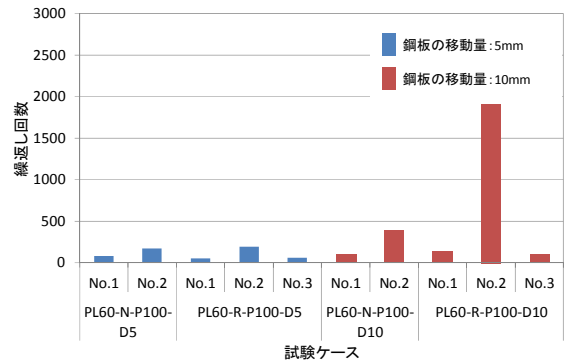
本研究では載荷条件を変えた繰返し載荷試験を行い、PBLの耐荷性能に関する検討を実施した。その結果、本研究で用いたPBLの耐荷性能は繰返し載荷条件に大きく依存することを確認した。今後、繰返し載荷試験下での異種部材間の付着や摩擦による影響について検討していく予定である。

参考文献

- 1) 中島章典, 小関聡一郎, 内藤雅人, 中島絢平, 鈴木康夫: 長手方向に複数配置した孔あき鋼板ジベルのせん断力分担に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.57A, pp.996-1006, 2011.

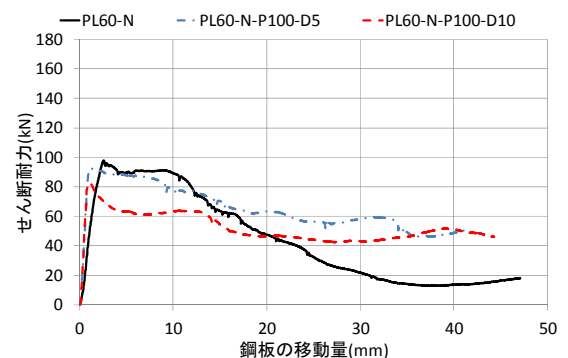


(a) 繰返し荷重の度合いによる違い

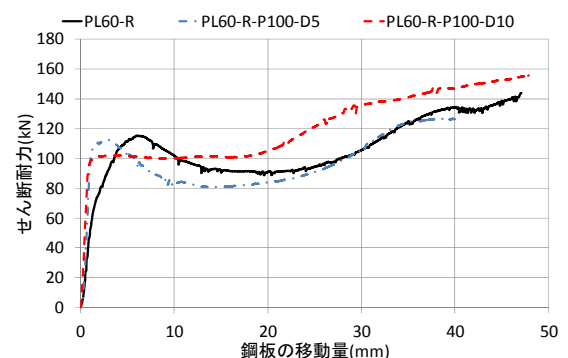


(b) 鋼板の移動量による違い

図-4 繰返し回数の変化



(a) 貫通鉄筋が無い場合



(b) 貫通鉄筋がある場合

図-5 せん断耐力ー鋼板の移動量の関係