

テーパ鋼板を用いたPBLの引抜きせん断挙動に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生員 ○秋山 功樹, 宇都宮大学大学院 正会員 鈴木 康夫
宇都宮大学大学院 フェロー 中島 章典, 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

1 はじめに

孔あき鋼板ジベル(以下 PBL と記す)の作用力伝達機構は、作用力の方向により異なり、PBL 面外方向に対しては、鋼板とコンクリートとの支圧抵抗で、PBL 面内方向に対しては、鋼板とその孔内に充填されたコンクリートとの支圧・せん断抵抗で、それぞれの作用力が伝達される。これらのうち、PBL 面内方向の作用力に対しては、孔を複数配置することや、孔内に貫通鉄筋を設けることにより抵抗が増大する。しかし、PBL のかぶりの関係で、PBL 高さ方向に孔を複数配置できない場合や、鋼・コンクリート合成杭など貫通鉄筋を設置することが困難な狭隘部にずれ止めとして PBL を用いる場合には、面内引抜き方向の作用力に対する抵抗力が不足することが考えられる。

ところで、板厚が長さ方向(圧延方向)に連続的に変化するテーパ鋼板は、土木分野でも利用されるようになっているが¹⁾、近年では、板幅方向に板厚が連続する幅方向テーパ鋼板も提案され、その積極的な利用が期待されている²⁾。

本研究では、幅方向テーパ鋼板の利用範囲の拡大と、PBL の面内引抜き方向の作用力に対する抵抗力の増大とを目的として、ジベル鋼板の板厚を高さ方向に連続的に変化させたテーパPBL 構造を提案する。そして、その基礎的な力学性状として、ジベル鋼板の板厚変化率(以下、テーパ率と記す)が PBL の引抜き耐力および変形性能に与える影響について実験的に検討している。

2 試験体および実験方法

2.1 試験体

本研究で用いた試験体の断面図を図1に示す。試験体は、補剛リブを溶接した H 形鋼(断面呼称寸法: H-440×300×11×18 mm, 長さ: 600 mm, 材質: SS400)に、PBL を介してコンクリートブロック(幅 600mm×高さ 250mm×長さ 500mm)を正立の状態で作成して製作した。PBL には、高さ 125mm×長さ 400mm の鋼板(SS400

材)を用い、その中央に直径 50mm の孔をあけている。

本研究では、PBL のテーパ率(TPR)をパラメータとし、それぞれのテーパ率に対して3体の試験体を用いた。ここで、PBL のテーパ率(TPR)は式(1)で定義している。

$$TPR = \frac{t_{max} - t_{min}}{b} \dots\dots\dots (1)$$

なお、式(1)中の t_{max} , t_{min} , および b は、図1に示すように、それぞれ PBL 鋼板の最大板厚、最小板厚、および高さを表している。

テーパ率(TPR)は、表1に示すように0(等厚板)、0.032、および0.128の3種類とし、全ての試験体でPBLの平均板厚が等しくなるように、最大板厚および最小板厚を決定した。なお、テーパPBLは切削加工により所定の板厚に仕上げた。

試験体に用いたコンクリートの圧縮強度、引張強度、および静弾性係数は、それぞれ 39.3 MPa, 3.2 MPa, および 30.7 GPa である。

2.2 実験方法および計測項目

本研究では、図2に示すように、試験体を上下反転し

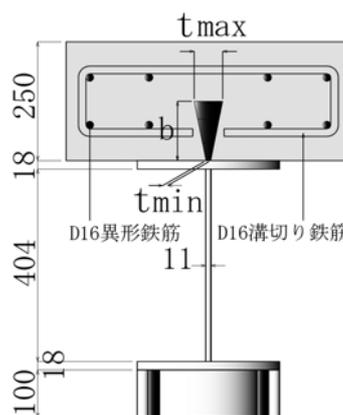


図1 試験体断面図 (mm)



図2 試験体載荷状況

表1 PBL のテーパ率一覧

試験体名	テーパ率	最大板厚 t_{max} (mm)	最小板厚 t_{min} (mm)
TPR0	0	16	16
TPR032	0.032	18	14
TPR128	0.128	24	8

キーワード テーパ鋼板, ずれ止め, 孔あき鋼板ジベル, 引抜きせん断, 板厚変化率

連絡先: 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科 TEL&FAX: 028-689-6210

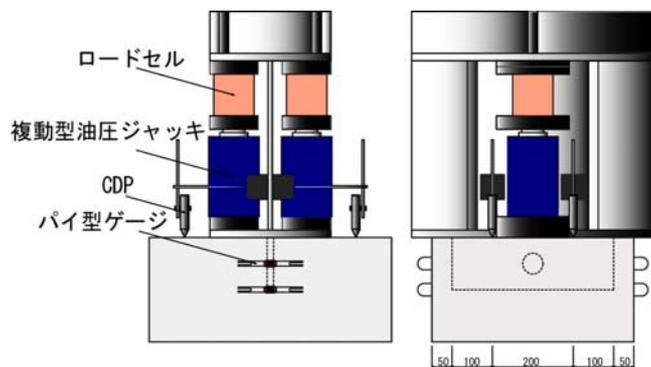


図3 計測機器設置位置

て設置し、油圧ジャッキ2台を用いてPBLに引抜き力を載荷した。載荷方法は、単調載荷および繰返し載荷とし、それぞれのテーパ率につき、3体中2体を単調載荷とし、残りの1体を繰返し載荷とした。繰返し載荷試験では、単調載荷試験の実験結果を基に、ひび割れ発生荷重の1/3までを荷重制御により3回繰返し載荷した後、変位制御により繰返し載荷した。

本実験では、荷重、コンクリートブロック側面のひび割れ幅、H形鋼のフランジ板とコンクリートブロック表面との肌離れ量（以下、引抜き変位と記す）、せん断補強鉄筋のひずみ、およびPBL鋼板のひずみを計測した。ひび割れ幅の測定にはパイ型変位計を、引抜き変位の測定には、ひずみゲージ式高感度変位計を用いた。計測機器の設置状況を図3に示す。

3 実験結果および考察

実験結果の一例として、単調載荷試験による荷重と引抜き変位量との関係を図4に示す。

全ての試験体において、引抜き変位が0.20 mm付近でコンクリートブロック側面にひび割れが生じ、載荷荷重が低下し、その後再び載荷荷重が上昇し、最大荷重を経て、引抜き変位が20 mm付近で、一定の荷重（以下、残存耐力と記す）に収束した。

ひび割れ発生時の荷重は、テーパ率に関係なく、約70kN程度であった。また、図4からわかるように、最大荷重もテーパ率に関係なく、約90 kNとなった。これは、本研究で用いた試験体では、コンクリートブロックの側方から拘束力を与えていなかったためであり、テーパ率が大きい程、ひび割れ幅が大きくなり、ひび割れ発生荷重および最大荷重が上昇しなかったと考えられる。

一方、最大荷重時の引抜き変位に着目すると、TPR0で約1.5 mm、TPR032で約1.9 mm、TPR128で約3.0 mmとなっており、テーパ率が大きい程、引抜き変位量が

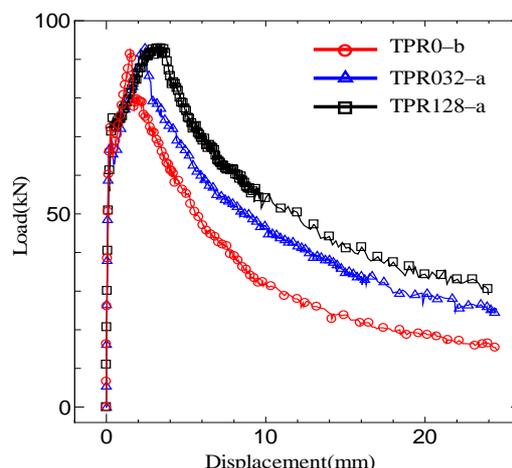


図4 荷重—引抜き変位量関係

大きくなる傾向が見られた。また、最大荷重後の挙動に着目すると、テーパ率が大きい程、荷重の低下量が少なく、劣化曲線がなだらかになっており、テーパ率が大きいほど、より延性的な挙動を示すと言える。さらに、テーパ率が大きい程、残存耐力も大きくなった。これは、PBL孔付近のコンクリートが破壊した後もテーパ鋼板のくさび効果により引抜き力に抵抗したためと考えられる。

4 まとめ

本研究では、テーパ鋼板を用いたPBL構造を提案し、その基礎的な力学特性を実験的に検討した。その結果、テーパ率が大きいほど、最大荷重時の変位が大きく、ピーク後の耐力劣化曲線がなだらかになることが確認された。一方、ひび割れ発生荷重および最大荷重については、テーパによる違いはみられなかった。これは、コンクリートブロックの側方からの拘束力を与えていなかったため、ひび割れ幅が大きくなったためと考えられる。

コンクリート充填鋼管杭など、一般的にコンクリートの拘束効果が期待される部位に、ジベル接合として本研究で提案したテーパPBLを用いた場合は、テーパのくさび効果により強度も上昇すると考えられ、今後はコンクリートの拘束効果についても検討する必要がある。

参考文献

- 1) 例えば、堀田 毅 他：テーパプレートフランジ桁の耐荷力特性と設計法，鋼構造年次論文報告集，第4巻，pp.257-264，1996。
- 2) 例えば、橋本国太郎 他：幅方向テーパ鋼板を腹板に用いた鋼I桁の曲げおよびせん断挙動，構造工学論文集，Vol.55A，pp.144-453，2009。