

PBL を用いた RC 柱－円形鋼管接合構造の力学挙動

大日本コンサルタント(株) 正会員 ○佐々木達也 広島大学大学院 学生会員 山口詩織

I H I (株) 正会員 道菅裕一 広島大学大学院 学生会員 渡邊香澄

広島大学大学院 正会員 藤井堅

1 はじめに

孔あき鋼板ジベル (PBL) のずれ耐力はジベル孔部コンクリートの拘束状態に大きく影響する. 筆者らはジベル孔部コンクリートを効果的に拘束する方法として, コンクリート充填鋼管内に PBL を配置することを考え, RC 柱と円形鋼管柱の接合部に適用させることを考案し, これまでに円形鋼管によるコンクリート拘束効果により PBL ずれ耐力が飛躍的に上昇し, 効果的なずれ止めであることが分かった. しかし, 実際の構造物を考えると, 想定する構造形式は地震時等において接合部に正負繰返し曲げモーメントが作用することになるが, このような場合のずれ挙動の解明はなされていない. そこで本研究では, RC 柱と円形鋼管柱の接合部に PBL を配置した供試体を作製し, 接合部に曲げモーメントが作用する荷重試験を行い, PBL の挙動・破壊メカニズムを調べた.

2 曲げ荷重試験

本実験の供試体形状を Fig.1 に, 供試体設計耐力を Table.1 に示す. 接合部の曲げモーメントに対して主に PBL のずれ力の偶力によって抵抗すると仮定した. しかし, 本研究における PBL の曲げ耐力の評価方法は確立されていないため, 下記のように仮定して供試体の PBL を設計した. 実構造物では接合部での破壊は許されないが, 接合部の破壊挙動を見るため, 接合部で破壊が先行するように, 接合部の耐力よりも接合部以外 (RC 部・鋼管部) の耐力が大きくなるように通常の設計よりも断面性能を大きくしている.

$$M_{pbl} = \sum_{i=1}^n m \cdot P_{pbl} \cdot h_i$$

M_{pbl} : PBL を n 個配置した接合部の曲げ耐力
 n : 接合部に配置された PBL プレート数
 m : PBL プレート 1 枚に配置されている PBL 孔数
 P_{pbl} : 円形鋼管 PBL 1 孔あたりのずれ耐力
 h_i : 部材断面中立軸から孔位置までの距離

3 実験結果と考察

Table.2 に実験結果を示す. Fig.2 に供試体 No.2 の荷重-柱頭水平変位履歴曲線を示す. Fig.2 より, RC の曲げ荷重試験でみられるスリップ型の履歴曲線を描いている. 供試体

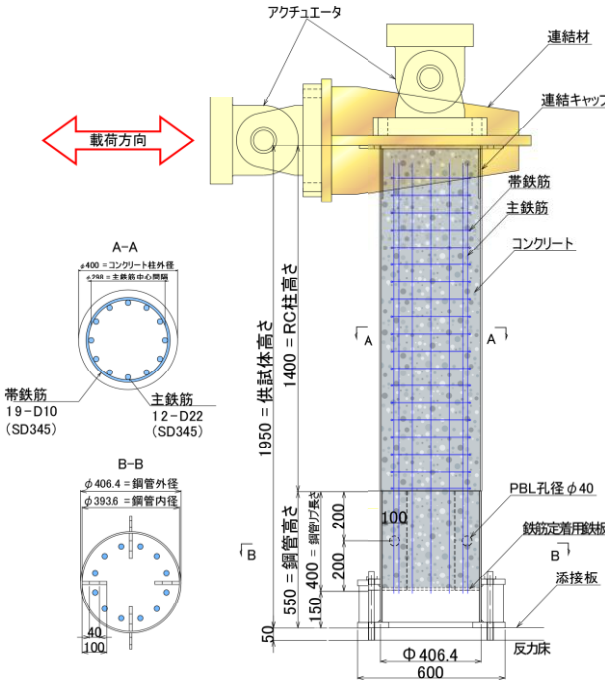


Fig.1 供試体形状

Table.1 供試体設計耐力

接合部	鉄筋コンクリート柱部	
接合部設計曲げ耐力 (kN・m)*	コンクリート破壊モードによる設計曲げ耐力 (kN・m) (降伏)	鉄筋の引張破壊モードによる設計曲げ耐力 (kN・m) (降伏)
98	156	140
PBL ずれ耐力から計算した設計水平力 (kN)	設計鉄筋コンクリート柱の抵抗せん断力 (終局) (kN)	
61	314	

*1 孔あたりの PBL のずれ耐力 240kN 仮定



Photo.1 荷重状況

Table.2 実験結果

	No.1	No.2	No.3
柱頭水平力 (kN)	161.8	188.3	170.8
換算接合部曲げモーメント (kN・m)	258.9	301.3	273.3

キーワード: 1 柱 1 杭構造, 孔あき鋼板ジベル, 曲げ荷重, コンクリート拘束効果

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

の設計曲げ耐力は、RC 柱部分の鉄筋が降伏するときの曲げ耐力は $140\text{kN}\cdot\text{m}$ となる。各供試体の最高荷重はその設計耐力を大きく上回っている。通常、RC 柱は鉄筋が降伏した後、コンクリートの圧壊によって終局耐力が決まる。本実験のコンクリートの圧縮強度(31.5MPa)を考慮すると、柱頭部水平力は約 150kN となる。本実験では PBL の破壊を先行させることができず、RC 柱の鉄筋の引張破断モードによる曲げ崩壊に起因して供試体の耐力が決まったと考えられる。したがって、本実験の RC 柱-鋼管接合部の強度は、十分な曲げモーメントを伝達する能力があったことになる。

Fig.3.4 に鋼管のひずみから求めた周方向、鉛直方向応力分布を示す。B から F の方向に水平力を載荷している場合の応力分布を示す。鋼管のひずみより約 90kN で孔位置のひずみの増分が大きくなり PBL が 2 面せん断破壊すると考えられる。また、約 120kN で鋼管上部が降伏し、鋼管の降伏付近で応力分布も変化する。

荷重が小さい場合、Fig.3 では、PBL 孔位置(鋼管上部から 200mm)の周方向応力はほぼ 0 で、B 列の RC の引張側では、鋼管上部から孔位置まではほぼ 0 で、孔位置より下で引張となっている。F 列では孔位置を原点とし比例関係になっており、鋼管上部で圧縮、鋼管下部で引張となっている。Fig.4 では、B 列では周方向ひずみと同様な形になっており、F 列では、鋼管上部から徐々に圧縮に大きくなっている。荷重が小さい場合、コンクリートから鋼管に作用する支圧力が主体的に曲げモーメントに抵抗していると考えられ、PBL の効果はあまり大きくないと考えられる。

一方、約 90kN において PBL の 2 面せん断破壊が生じると考えられるが、応力分布はあまり変化せず、上部鋼管で降伏し始めてから、Fig.3 で示すように孔位置の周方向応力の変動が大きくなる。孔位置での周方向応力が大きくなるのは、PBL の 2 面せん断破壊によるコンクリートの膨張を鋼管が拘束するためと考えられ、対応して PBL のずれ力が大きくなると考えられる。

つまり本研究の構造では、まず、鋼管に作用する支圧力の偶力で主体的に曲げに抵抗し、支圧力によって鋼管が降伏に達すると PBL のずれ力も大きく抵抗すると考えられる。

4 結論

当初想定した接合部の設計耐力は $98\text{kN}\cdot\text{m}$ で、接合部に載荷する柱頭部水平力は 61kN と予想したが、繰り返し曲げ載荷試験の結果は、これを大きく上回った。その要因とし

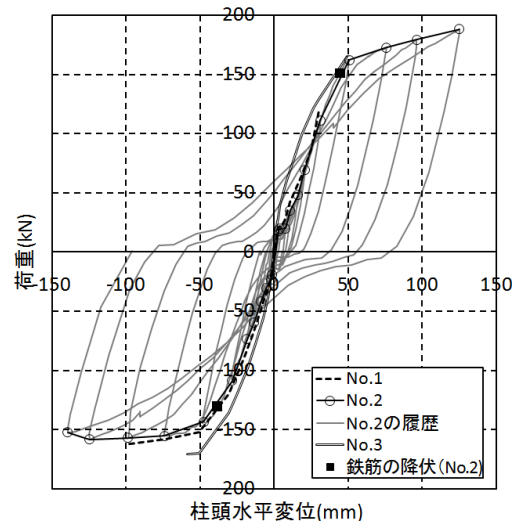


Fig.2 荷重-柱頭水平変位包絡線

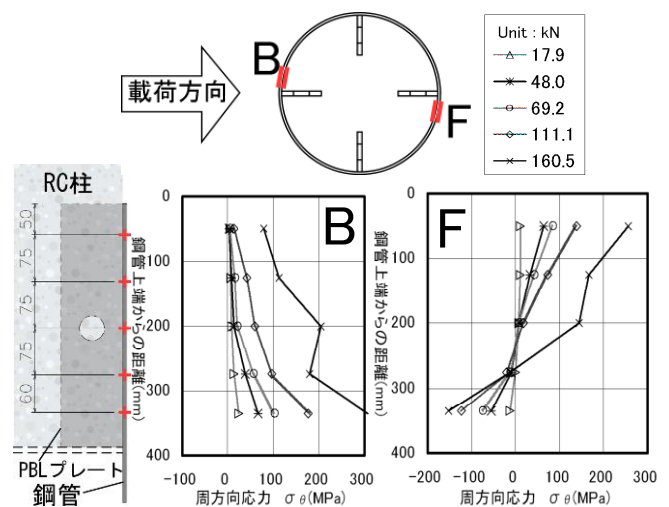


Fig.3 周方向応力分布

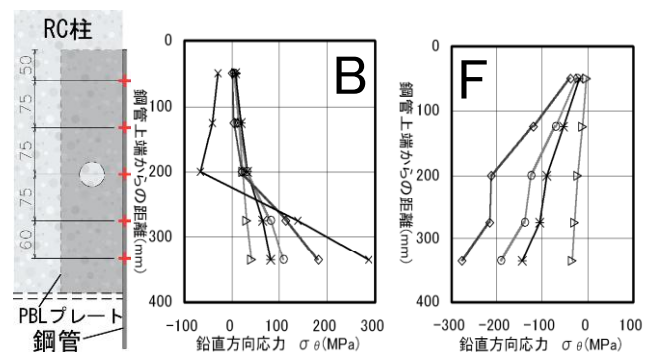


Fig.4 鉛直方向応力分布

て、設計時には PBL のずれ力の偶力が主体的に抵抗すると考えたが、実際には、荷重が小さい場合、鋼管に作用するコンクリートの支圧偶力が主に曲げに抵抗し、支圧力によって鋼管が降伏に達すると PBL のずれ力も大きく曲げに抵抗すると考えられる。

参考文献

日向優裕:コンクリート拘束効果に注目した孔あき鋼板ジベルの合理的活用に関する研究, 広島大学大学院修士論文, 2008.3.