

円形鋼管内に配置された孔あき鋼板ジベルの終局ずれ挙動

広島大学大学院 学生会員 ○森賢太郎
 広島大学大学院 正会員 藤井堅
 広島大学大学院 フェロー会員 中村秀治

広島大学大学院 学生会員 日向優裕
 石川島播磨重工業(株) 正会員 道菅裕一

1. はじめに

鋼・コンクリートの複合構造において、両材料間の応力伝達に用いられるずれ止めの一つに、孔あき鋼板ジベル(PBL)がある。現在までの成果として、孔部および孔部周辺のコンクリートを拘束することで PBL のずれ耐力は上昇することがわかった。このことから、コンクリートの拘束力が期待できる構造形式として、コンクリート充填鋼管への適用が有益であると考えられ、本研究ではコンクリート拘束効果を活かした PBL の合理的使用を目的とする。そこで本研究では、鋼管の板厚の変化によるコンクリートの拘束効果の程度、ずれ強度、破壊メカニズムについて明らかにする。

2. 載荷実験

Fig.1 に示す供試体を用いて押し抜きせん断試験を行った。供試体は、板厚 12mm のジベルプレートを 4 箇所溶接した円形鋼管内にコンクリートを打設して作製した。鋼管の板厚は $t=2.3, 3.2, 4.5, 6.4, 12, 16\text{mm}$ と変化させて鋼管の板厚がジベルに及ぼす終局ずれ挙動の影響を調べる。また、ジベル孔内以外の全ての鋼表面に剥離剤を塗って、コンクリートと鋼材の付着を取り除いた。

Photo.1 に実験の状況を示す。実験は 500tf 耐圧試験機を使用し、載荷速度は 5tf/min の荷重制御で行い、荷重はコンクリートのみに作用させた。また、鋼管の下面側は鋼管の変形を自由にするため、テフロン板を用いて摩擦による拘束を軽減している。本実験に使用したコンクリートの材料特性を Table 1 に示す。

3. 実験結果と考察

Table 2 に実験結果、Fig.2 に荷重-ずれ関係、Fig.3 にジベル孔部での荷重-周方向ひずみ関係を示す。Fig.2 より板厚が大きくなると鋼管による拘束力は大きくなり、ずれ耐力が上昇することがわかる。

また、最高荷重後、鋼管が降伏する場合には、ずれ耐力を保持したままずれ量は増加するが、鋼管が降伏していない場合には、最高荷重後に一旦ずれ耐力が減

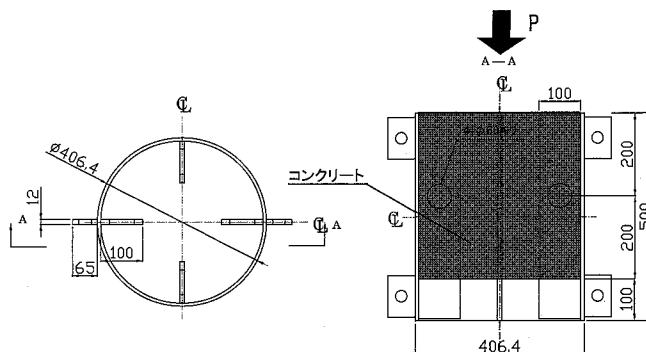


Fig.1 供試体形状

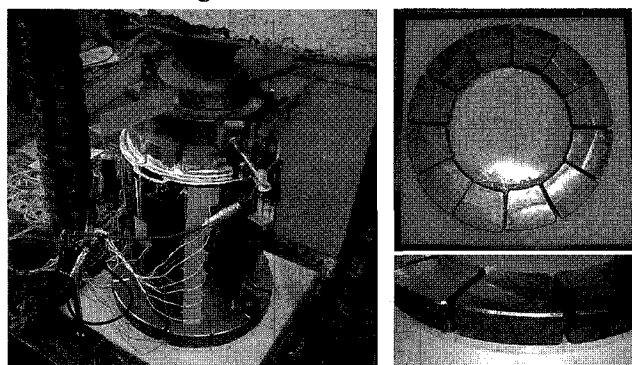


Photo.1 実験の状況とテフロン板の配置

Table 1 コンクリート材料特性

圧縮強度試験結果			引張強度試験結果	
ヤング係数 (MPa)	ポアソン比	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	
25157	0.21	37.4	2.79	

Table 2 実験結果

供試体名	鋼管板厚(mm)	R/t	Vmax(kN)
S.C-B100-t2.3-n4-N-T	2.3	176.7	854.6
S.C-B100-t3.2-n4-N-T	3.2	127.0	921.2
S.C-B100-t4.5-n4-N-T	4.5	90.3	1131.9
S.C-B100-t6.4-n4-N-T	6.4	63.5	1439.6
S.C-B100-t12-n4-N-T	12	33.9	1871.8
S.C-B100-t16-n4-N-T	16	25.4	2236.9

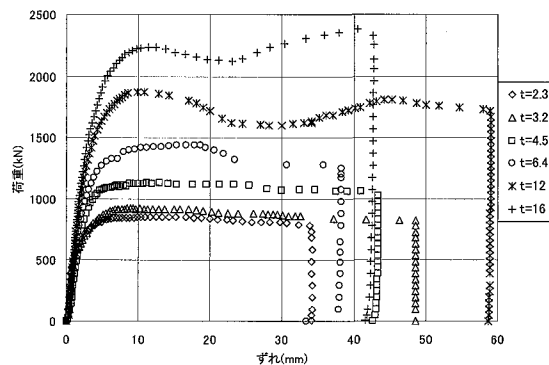


Fig.2 ずれ耐力-鉛直ずれ関係

少し、再びずれ耐力は上昇することがわかる。

Fig.3 より鋼管の板厚が薄い場合には、鋼管が降伏した状態で最高荷重に達するが、鋼管の板厚が厚い場合には、鋼管は弾性域のまま最高荷重に達することが確認できる。また、各供試体とも荷重が 500kN 付近から孔部のひずみは急増していることがわかる。これは、500kN までは鋼管による拘束力は発揮されていないが、荷重が増加するに連れてコンクリートが割れようとするために膨張し、それを拘束するために鋼管のひずみが発生したと推測できる。

Fig.4 に鋼管の板厚 4.5mm での荷重ごとの周方向ひずみ分布を示す。図から、ジベル孔部で周方向ひずみが大きく発生していることがわかる。これは、ジベル孔部でのコンクリートの膨張を鋼管がひずみを生じながら抵抗していることが考えられる。

Fig.5 に試験後の供試体を切断した様子を示す。(a)に示すようにジベル孔下部に生じたコンクリートのひび割れの傾斜角度は約 10 度であるが、中心方向では約 45 度にひび割れが生じていることが確認できる。また、(b)を見ると、円状のひび割れが徐々に広がっていることが確認でき、(a)と(b)に示す図を対応させると Fig.6 に示すようにコンクリートが円錐状に抜けて破壊しているのが判断できる。さらに、Fig.7 に示すようにジベル孔内のコンクリートは二面せん断破壊を生じていた。

4. まとめ

- 1) 鋼管の板厚が薄い場合には最高荷重後、ずれが進展してもずれ力は一定であるが、板厚が厚い場合には鋼管が降伏せずに最高荷重に達し、その後、一旦ずれ力が減少し、再びずれ力は上昇することがわかった。
- 2) 鋼管の周方向ひずみ分布から、ジベル孔部でコンクリートが膨張し、割れようとする力に対して鋼管が大きく拘束していることが確認された。
- 3) 充填コンクリートの破壊形状は、円錐のひび割れが発生して破壊することが確認された。

参考文献

- 1) 深田和宏：孔あき鋼板ジベルのずれ耐力に及ぼす種々の拘束因子の影響，広島大学大学院修士論文，2006。

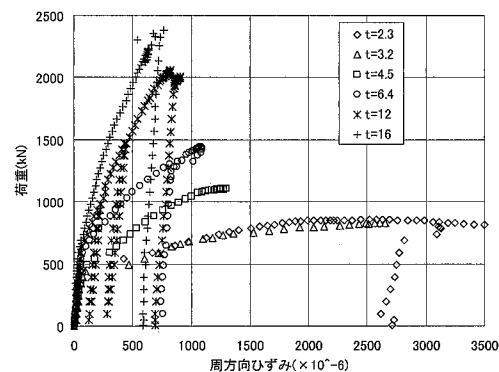


Fig.3 ずれ耐力－周方向ひずみ関係

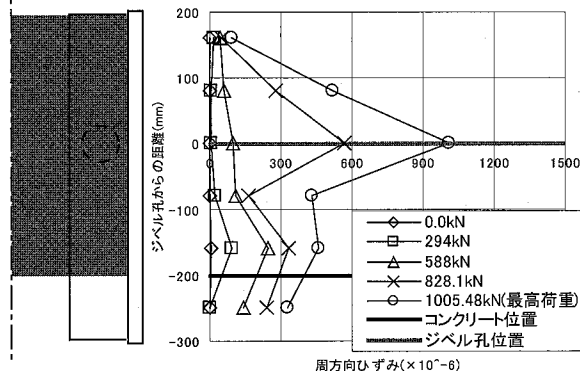


Fig.4 鋼管の周方向ひずみ分布 (t=4.5mm)

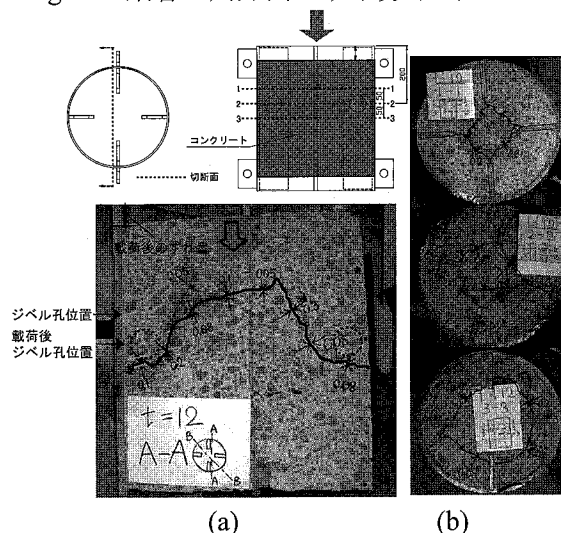


Fig.5 ひび割れの様子 (t=12mm)

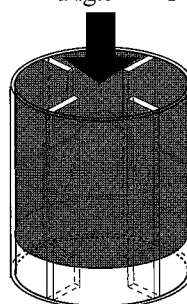


Fig.6
崩壊性状

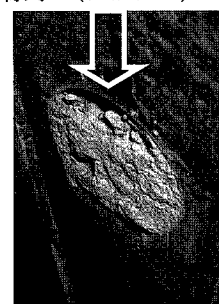


Fig.7
二面せん断破壊の様子