

コンクリート拘束力と孔径が変化した場合の孔あき鋼板ジベルのずれ耐荷力

広島大学大学院 学生会員 ○實田 雅人
 広島大学大学院 学生会員 民家 洋輔
 広島大学大学院 フェロー会員 藤井 堅

1. 目的・背景

孔あき鋼板ジベル（以下 PBL）とは、鋼コンクリート複合構造物におけるずれ止め的一种である。近年では、PBL の優位性が認められ、様々な鋼コンクリート複合構造物において施工事例が増加している。

現在、PBL のずれ耐荷力評価式は、複合標準示方書(2009 制定)にある評価式が使用されている。この評価式は、鋼板の孔径や貫通鉄筋を基本パラメータとしている。しかし、既往の研究により、孔部コンクリートの拘束が、ずれ耐荷力に影響を及ぼすことが解明され、その拘束因子として、PBL の背かぶり、上かぶり、供試体とテストベッド間の摩擦力が存在することが明らかにされている¹⁾。これに基づき、コンクリートの拘束因子を用いた新しいずれ耐荷力評価式が提案されている²⁾。しかし、側圧作用時における PBL の孔径の大きさの変化が、ずれ耐荷力に及ぼす影響については明らかにされていない。また、側圧作用下の終局ずれ挙動やずれ耐荷力については十分に解明されておらず、過去に構築されているずれ耐荷力評価式の精度は高いとは言えない。以上の点を踏まえ、本研究では、孔径の変化がずれ耐荷力に及ぼす影響を明らかにするとともに、側圧作用時のデータを蓄積し、ずれ耐荷力評価式の精緻化を目的とした実験結果を報告する。

2. 供試体概要・実験概要

十字柱押し抜き試験供試体を Fig.2.1 に、載荷試験装置を Fig.2.2 に示す。また、供試体寸法と側圧および実験結果を Table 2.1 に示す。

本実験では、2 基のアクチュエータを用いて、ずれ力（鉛直荷重）は変位制御により押し抜き試験を行う。この時、供試体底面に 2 層のテフロン板の界面に潤滑剤を塗布して、供試体とテストベッド間の摩擦力を除去した。側圧は、8 つの供試体に対しては、一定の荷重

(30kN) を与える。その他の 4 つには、孔に対して水平方向の変位（押し広げ量）を固定した。そのため、これらの供試体の側圧はずれ力の増加とともに増加する。

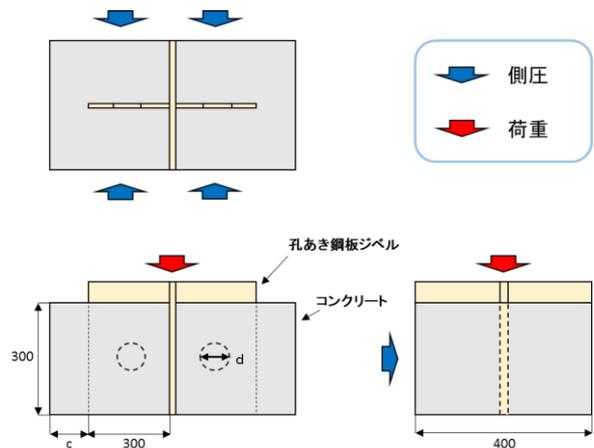


Fig. 2.1 供試体概要

Table 2.1 供試体パラメータ及び実験結果

供試体名	孔径 d (mm)	背かぶり c (mm)	破壊時の側圧 P _L (kN)	1孔当たりのずれ耐荷力 評価値		実験値 (kN)
				α = 2.3 (kN)	α = 2.5 (kN)	
xa-d60-c0	60	0	24.6	87.6	95.2	104.7
xa-d100-c0	100	0	21.8	114.0	121.5	141.4
xa-d150-c0	150	0	18.5	171.6	179.4	208.4
xb-d60-c0	60	0	29.2	100.2	109.3	130.0
xb-d100-c0	100	0	32.7	143.5	154.2	190.3
xb-d150-c0	150	0	36.2	219.1	232.1	252.9
xb-d200-c0	200	0	26.6	284.7	296.5	252.2
xb-d60-c150	60	150	30.4	138.2	151.4	164.5
xb-d100-c150	100	150	31.6	175.4	189.5	195.9
xb-d150-c150	150	150	33.9	249.8	265.9	283.0

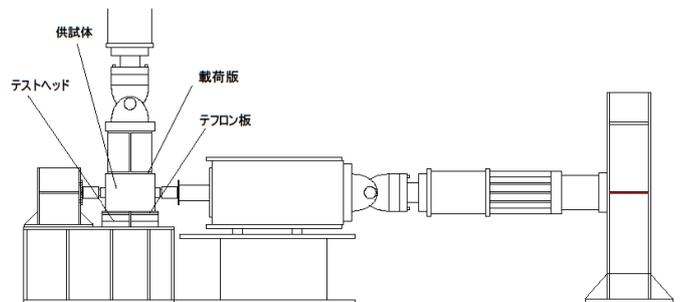


Fig. 2.2 実験装置概要

キーワード 孔あき鋼板ジベル, ずれ耐荷力, 側圧, 孔径, 強度上昇係数

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL : 082-424-7819

3. 実験結果・考察

3.1 孔径変化による影響

ジベル孔部のコンクリートのせん断耐荷力は、孔の面積とコンクリートのせん断耐荷力を乗じたものであり、孔径がずれ耐荷力に大きく寄与する。Table 2.1 から、孔径が大きくなるにつれて、ずれ耐荷力が上昇することがわかる。

また、孔径に対して、ジベル板厚が十分大きい場合が一般的であり、この場合、孔部コンクリートは、2面せん断破壊するため、1面せん断破壊よりずれ耐荷力は大きくなる。孔径が200mmの供試体は、ジベル板厚が孔径に対して小さく、孔部コンクリートが、1面せん断破壊したため、他の供試体と比較して、ずれ耐荷力が低下したと考えられる。

3.2 ずれ耐荷力評価式の妥当性の検討

藤井ら²⁾の提案式に、能動的側圧を考慮して拡張したずれ耐荷力評価式は次式のようになる。

$$V_u = V_{int} + \alpha T_R \quad (1)$$

$$T_R = T_s + T_{cb} + T_{cu} + T_f + P_L \quad (2)$$

$$V_{int} = 2 \times \left\{ \frac{\pi d^2}{4} + (n-1) \times A_s \right\} \times f_{ct} \quad (3)$$

V_u : ジベル孔一つのずれ耐荷力

V_{int} : コンクリート拘束力がない状態のずれ耐荷力

α : 押し広げ力による強度上昇係数

T_R : 押し広げ力に対する抵抗力 (孔部コンクリート拘束因子による抵抗力の和)

T_{cb} : コンクリートの背かぶりに依存する拘束力

T_f : 供試体の底面摩擦による拘束力

P_L : 能動的側圧による拘束力

d : ジベル孔径

f_{ct} : コンクリートの引張強度

式(1)における押し広げ力による強度上昇係数 α について検討した。ここに、藤井ら¹⁾は $\alpha=2.5$ としている。孔径60mmで背かぶりを持たない供試体についての今回及び過去の実験で行った8体の1孔当りのずれ耐荷力-側圧関係をFig.3.1に示す。この関係を元に回帰解析した結果、傾きは2.3となり、式(1)の係数 α は2.3と考えられる。

次に、 $\alpha=2.3$ として、筆者らが過去に行った112体のPBL押し抜き試験のずれ耐荷力の実験結果において、係数2.3と係数2.5を用いたそれぞれの評価値との比較を行った。係数2.3と2.5の実験値に対する評価値

のRMS誤差はそれぞれ3.50及び、3.82であり、この結果より係数2.3を用いた方がより正確にずれ耐荷力を評価できると考えられる。係数 $\alpha=2.3$ を用いた実験値-評価値関係をFig.3.2に示す。図からわかるように、 $\alpha=2.3$ とした評価式は、概ねずれ耐荷力の傾向を捉えることができている。

4. 結論

- 1) 側圧作用下においても、孔径の上昇によりずれ耐荷力の上昇を確認した。
- 2) ジベル板厚に対して相対的に孔径が大きくなると、2面ではなく、1面せん断破壊が現れる。このため、ずれ耐荷力が低下する可能性がある。
- 3) 藤井らの提案したずれ耐荷力評価式において、押し広げ力による強度上昇係数 α は、 $\alpha=2.3$ となった。

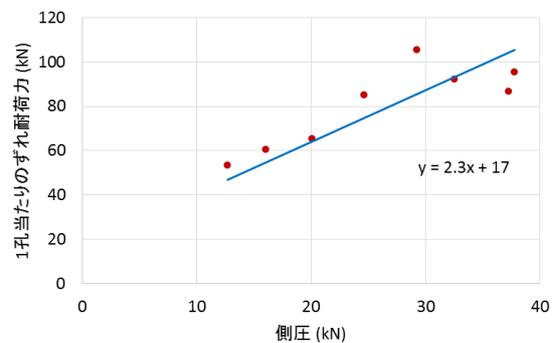


Fig.3.1 ずれ耐荷力-側圧関係

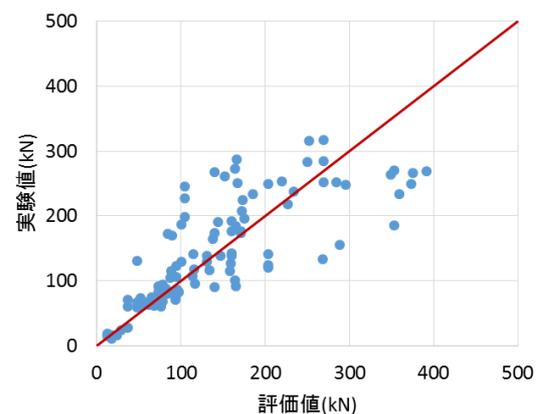


Fig.3.2 ずれ耐荷力の実験値-評価値($\alpha=2.3$)関係

参考文献

- 1) 藤井堅, 岩崎初美他: 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A, Vol. 64, No. 2, pp. 502-512. 2008.
- 2) 藤井堅, 道菅裕一他: 孔あき鋼板ジベルのずれ耐荷力評価式, 土木学会論文集A1, Vol. 70, No. 5, pp. II53~II68. 2014.