

ジベル鋼板に平行な側圧を受ける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 ○伊須田 遼
 広島大学大学院 フェロー会員 藤井 堅

1. 背景・目的

孔あき鋼板ジベル(PBL)とは、孔あき鋼板を鋼材に溶接し、コンクリートの中に埋め込んだ鋼コンクリート複合構造物のずれ止めである。

藤井ら¹⁾は、PBLの破壊メカニズムについて以下のように述べている。ずれ力が作用すると孔部周辺コンクリートを割裂させようとする力である押し広げ力が発生し、それによりコンクリートにひび割れが生じてPBLは破壊に至る。この押し広げ力に抵抗する力として孔部コンクリートの拘束力があり、この拘束力がずれ耐荷力を高めることが解明されている。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。しかし、筆者らが行った合成桁の載荷試験において、荷重を受けた際にコンクリート下面と鋼桁の上フランジ面との間に摩擦力が発生し、もとより存在する界面の付着力と共にずれ力、押し広げ力に抵抗して耐荷力に影響すると予想される。そこで本研究では、鋼板とコンクリートの界面における付着力と摩擦力が終局ずれ挙動へ及ぼす影響を解明する。

2. 供試体概要・実験概要

本実験では、まず鋼コンクリート界面で発生する付着力、摩擦力の影響を調べるにあたって界面の特性値として、単位面積当たりの付着力と摩擦係数を基礎実験で求めた。その結果を表1に示す。次に図1に示すような十字柱供試体で4種の初期側圧と2種の供試体高さをパラメータとして、ジベル鋼板に平行な側圧を作用させた上で変位制御の押し抜き試験を行った。初期側圧は界面で発生する摩擦力を、供試体高さは界面の面積を変化させて発生する付着力を変化させるためのパラメータである。

側圧は、ジベル孔の開いていない鋼板面に作用し、その界面において摩擦力を発生させた。

表1 界面の特性値

単位面積あたりの付着力	摩擦係数
$C'(\text{kN/m}^2)$	μ
46.5	0.62

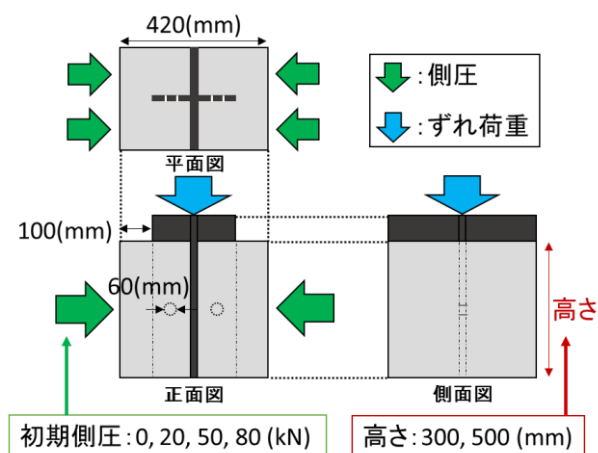


図1 十字柱供試体図面

3. 実験結果・考察

3. 1. 摩擦力による影響

十字柱供試体の実験結果より、破壊時側圧と1孔あたりのずれ耐荷力の関係を図2に示す。それぞれの高さの供試体においては、いずれもジベル孔径や背かぶりの寸法は等しいが、破壊時側圧が上昇するにつれて、1孔あたりのずれ耐荷力が上昇していることがわかる。これは、PBLに発生するずれ荷重に対して、ジベルが受け持つせん断抵抗力のみではなく、鋼コンクリート界面で発生している摩擦力が押し広げ力に抵抗していることが要因と考えられる。

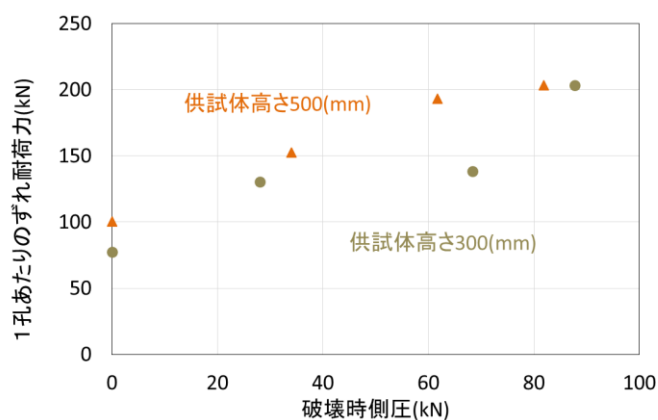


図2 破壊時側圧 - 1孔あたりのずれ耐荷力関係

キーワード 孔あき鋼板ジベル, ずれ耐荷力, 付着力, 摩擦力, 側圧

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 社会基盤環境工学専攻

TEL : 082-424-7819・7828

図3に各十字柱供試体のずれと荷重の関係を示す。ここで、ずれは鋼板とコンクリートの相対ずれ量のことである。この図から側圧が増加すると耐荷力のみでなく、ずれ剛性も高くなっていることがわかる。

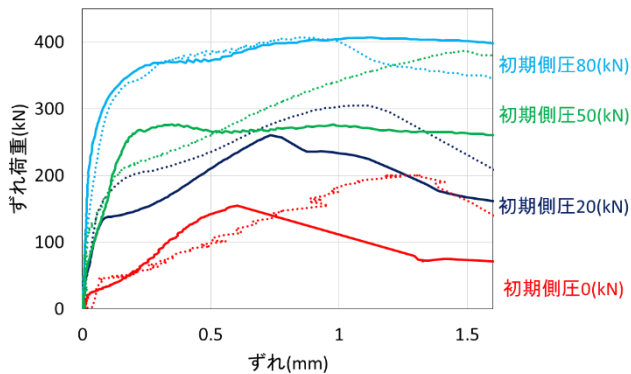


図3 荷重 - ずれ曲線

3. 2. 耐荷力評価式への付着力と摩擦力の考慮

以上の結果を用いて、藤井らによる耐荷力評価式を基に鋼コンクリート界面での付着力や摩擦力がずれ耐荷力に及ぼす影響について考察した。そして、次のような評価式を得た。式(2)は、図4のようにジベル天端のコンクリートが限界引張ひずみに達した際の力のつり合いにより求めた。

$$V_u = V_{int} + 2.5T_{cb}' + T_{f2} \quad (1)$$

$$T_{cb}' = \frac{f_{ct} + T_{f3} \left(\frac{e_b x_b + 1}{I_{cb} + A_{cb}} \right)}{\frac{e_b y_b + 1}{I_{cb}} \times \frac{1}{A_{cb}}} \quad (2)$$

V_u : ジベル孔1つあたりのずれ耐荷力

V_{int} : コンクリート拘束力がない状態のずれ耐荷力

T_{cb}' : 付着力と摩擦力を考慮したコンクリートの背かぶりによる拘束力

T_{f2} : ずれ荷重に抵抗する付着力と摩擦力の和

f_{ct} : コンクリートの引張強度

T_{f3} : 押し広げ力に抵抗する付着力と摩擦力の和

e_b : 背かぶりの中立軸からジベル天端までの距離

y_b : ジベル孔中心から背かぶりの中立軸までの距離

I_{cb} : 背かぶりコンクリート換算断面2次モーメント

A_{cb} : 背かぶりコンクリートの断面積

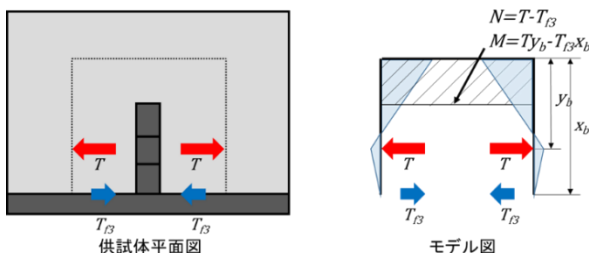


図4 コンクリート部をラーメンとしたモデル

本評価式の妥当性を検討する。以下の図5に、本評価式による評価値、既存の評価式による評価値と実験値の関係を示す。以上のことを踏まえて、既存の評価式では評価できていない鋼コンクリート界面での付着力とジベル鋼板に平行な側圧の作用で発生する鋼コンクリート界面での摩擦力が抵抗することによるずれ耐荷力の上昇をよくとらえられていることがわかる。相関係数は0.950で高い相関が見られる。

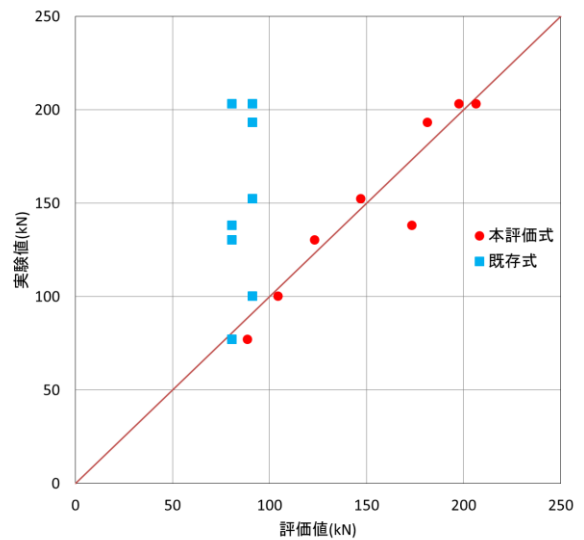


図5 実験値 - 評価値関係

4. 結論

1. ジベル鋼板に平行な側圧が増加すると、PBLの耐荷力とずれ剛性はともに増加する。
2. 既往の研究では、鋼コンクリート界面での付着力や摩擦力は十分に小さいとされていたが、ずれ耐荷力に及ぼす影響は無視できない値であった。
3. 既存のずれ耐荷力評価式に付着力、摩擦力による抵抗力を考慮して修正することで、より正確に評価することが可能になった。

参考文献

- 1) 藤井堅, 岩崎初美, 深田和宏, 豊田正, 藤村伸智: 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