

孔あき鋼板ジベルにおける耐力評価式の一考察

鉄道公団 正会員 保坂鐵矢，光木 香
摂南大学 正会員 平城弘一
川田工業 正会員○牛島祥貴，渡辺 滉

1. まえがき

既往の孔あき鋼板ジベルに関するせん断耐力評価式は，研究者らによって表現方法がまちまちであり，いまだ統一されるに至っておらず，合理的な耐力評価式として導かれていないようである．そこで，本研究では筆者らが行った実験破壊状況の観察と，せん断耐力の考察も含め，既往の国内外の実験データを収集・整理し，統計処理した．そして，孔中に配置した鉄筋（以下，貫通鉄筋とする）を有する場合と有さない場合に対する2種類の合理的な耐力評価式を誘導するに至った．その結果について報告する．

2. 破壊状況

孔あき鋼板ジベルの孔中コンクリートの破壊状況は，文献1)で著者らにより示されている．本論文では，貫通鉄筋がなく，板厚差の異なる破壊状況の例を写真-1，2に示す．図-1に示すように板厚が薄い場合，鋼板前面の圧縮領域が小さくなり，作用せん断力はコンクリートに集中して作用する．その作用が鋼板両側面の延長線上でコンクリートのせん断耐力に達する前に，割裂破壊を生じさせ，圧壊を伴いながら破壊に至るものと考えられる．一方，板厚が厚い場合，鋼板前面の圧縮領域が大きくなり，作用せん断力がコンクリートに広く分散して働くものと考えられ，この分散して作用する力が孔中のコンクリートを圧壊させる前に，鋼板両側面のコンクリートがせん断耐力に達し，その後せん断破壊に至るものと考えられる．貫通鉄筋を有する場合の破壊状況写真は，紙面の関係上割愛するが，図-1に示す割裂引張破壊やせん断破壊を貫通鉄筋が拘束し，貫通鉄筋がない場合と比較してせん断耐力が1.4～1.8倍程度向上することが確認されたことにより，貫通鉄筋はせん断耐力の向上に有用であることがわかった．



写真-1 破壊状況(鉄筋なし，板厚 8mm)



写真-2 破壊状況(鉄筋なし，板厚 16mm)

3. 耐力評価式の提案

これまで，孔あき鋼板ジベルのせん断耐力に及ぼす影響因子は，種々存在すると考えられて，せん断耐力に対する表現方法は，統一されていなかったようである．そこで，可能な限り既往の試験データの収集に努め，既往の実験報告のうち各諸元が明確な実験結果についてのみ抜粋し，試験データの主な影響因子の平均値，最大値および最小値を表-1に示す．次に，Leonhardtらによる提案式に用いられている影響因子($d^2 \cdot f_{cu}$ ， d :孔径， f_{cu} :コンクリートの実円柱体圧縮強度)と孔1個当たりのせん断耐力実験値(Q_{max})の関係を貫通鉄筋の有無に関係がなく図-2にまとめた．この場合の整理法はせん断耐力との相関性が低く，また，実験後の破壊状況の観察で明らかのように，鉄筋がない場合と有する場合で破壊性状が異なることに起因している．そこで，既往の研究成果と著者らが実施した実験結

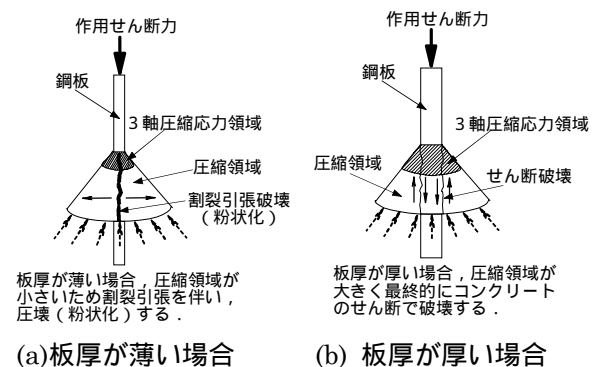


図-1 破壊状況図 (貫通鉄筋なし)

キーワード：孔あき鋼板ジベル，破壊状況，強度評価式

連絡先：〒550-0014 大阪市西区北堀江1-22-1 TEL：06-6532-4897 FAX：06-6532-4890

果とを用い、 $Q_{\max}$ に対する各影響因子として d 、鋼板厚 t 、 f_{cu} 、貫通鉄筋径 ϕ_{st} および貫通鉄筋引張強度 f_{st} を選び、文献 2) に示す統計処理法を用いて、耐力評価式の誘導を試みることにした。

(1) 貫通鉄筋を有さない場合の合理的な耐力評価式

貫通鉄筋がない場合、著者らが行った実験結果後の破壊状態より孔の寸法効果すなわち板厚 (t) と孔径 (d) の寸法比が影響するものと考えられた。そこで、Leonhardt らの式(1)に径厚比 (t/d) の影響を加えて試験データ (貫通鉄筋なし) を用いて重回帰分析²⁾を行った。その結果、孔 1 個当たりのせん断耐力 (Q_u) に関する合理的な評価式として、式(2)が導かれた。

$$Q_u = 3.38d^2 \left(\frac{t}{d} \right)^{1/2} \cdot f_{cu} - 39.0 \quad (2)$$

評価式(2)の影響因子により再整理したものを図-3 に示す。その結果、実験データとの相関性が飛躍的に高くなり、相関係数においては 0.971 となった。また、下限値を包括して設計せん断耐力 (Q_d) 式(3)を提案する。

$$Q_d = 3.38d^2 \left(\frac{t}{d} \right)^{1/2} \cdot f_{cu} - 121.0 \quad (3)$$

(2) 貫通鉄筋を有する場合の合理的な耐力評価式

貫通鉄筋を有する場合においては、貫通鉄筋がせん断耐力に寄与することが確認されている。そこで、貫通鉄筋の影響因子である ϕ_{st} および f_{st} を加えて、上述と同様に重回帰分析を行った。その結果、最終的に図-4 に示すような関係を導き出した。ここで、図中に示す実験値の ϕ_{st} は、孔に挿入されている貫通鉄筋の直径であり、すべての孔に鉄筋が配置されていない場合は、孔 1 個当たりに換算した鉄筋径を用いている。その結果、孔 1 個当たりのせん断耐力 (Q_u) に関する評価式として、式(4)が導かれる。

$$Q_u = 1.45 \left\{ (d^2 - \phi_{st}^2) \cdot f_{cu} + \phi_{st}^2 \cdot f_{st} \right\} - 26.1 \quad (4)$$

式(4)における $\{ \}$ 中の第 1 項目は、孔と貫通鉄筋の間にあるコンクリートの実面積 (孔面積から鉄筋断面積を差引いた値) に対するせん断耐力、第 2 項目は、貫通鉄筋の引張耐力に相当する因子である。その影響因子を重ね合わせることで相関性が高い結果が得られた。また、下限値を包括して設計せん断耐力 (Q_d) 式(5)を提案する。

$$Q_d = 1.45 \left\{ (d^2 - \phi_{st}^2) \cdot f_{cu} + \phi_{st}^2 \cdot f_{st} \right\} - 106.1 \quad (5)$$

4. まとめ

以上の結果から、孔あき鋼板ジベルに関する貫通鉄筋を有さない場合および有する場合の終局せん断耐力について、相関性の高い合理的な耐力評価式が得られた。なお、板厚や孔径などを変化させた試験を追加し、耐力評価式のさらなる妥当性を検証しているところである。

参考文献

- 1) 保坂, 平城, 牛島他: 孔あき鋼板ジベルのせん断特性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.46A, 2000(発表予定)。
- 2) 平城弘一, 松井繁之他: 頭付きスタッドの強度評価式の誘導—静的強度評価式—, 構造工学論文集, Vol.35A, pp1221 ~ 1232, 1989。

表-1 試験データの平均値・変動範囲

	平均値	最大値	最小値
孔径 d (mm)	58.9	80.0	35.0
板厚 t (mm)	17.1	22.0	8.0
コンクリートの圧縮強度 f_{cu} (N/mm ²)	39.0	57.6	23.8
貫通鉄筋径 ϕ_{st} (mm)	11.9	28.6	5.1
貫通鉄筋引張強度 f_{st} (N/mm ²)	468.1	500.0	440.0

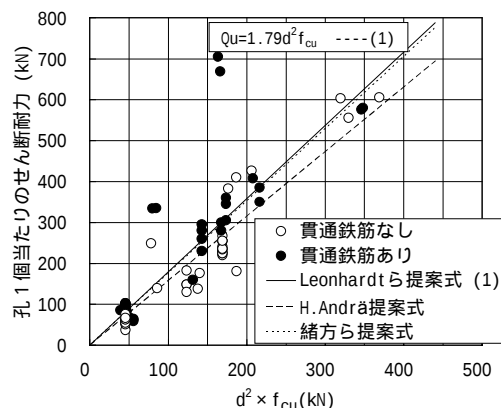


図-2 $d^2 \cdot f_{cu}$ に基づく整理

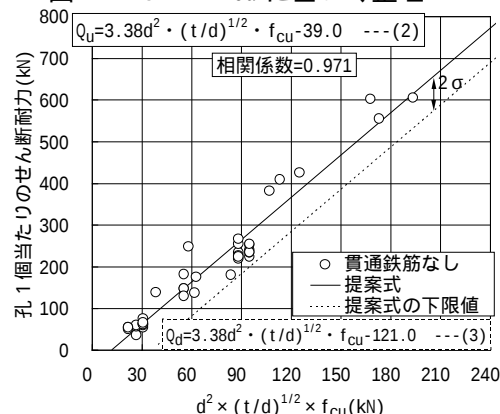


図-3 合理的な評価式による整理

(貫通鉄筋なし)

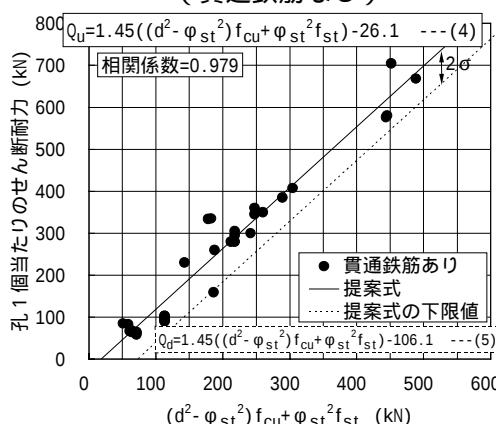


図-4 合理的な評価式による整理

(貫通鉄筋あり)