

連続繊維補強材を用いたコンクリートはりの各種せん断耐力式の差異に関する一考察

早稲田大学 学生会員 ○加藤 真紀

早稲田大学 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

これまで、数多くのせん断補強筋を有する連続繊維補強筋コンクリートはりのせん断耐力評価式が提案されている。本研究では、佐藤・上田式、趙・丸山式、ACI 式による計算値と実験結果との比較を通じて予測精度の差異を明らかにし、その特徴を考察する。

2. せん断耐力式

本研究で対象とした 3 つのせん断耐力式を以下に示す。

佐藤・上田式¹⁾を簡潔に表したのが式(1)である。

$$V = V_{cpz} + V_{web} + V_{str} - V_{com} \quad (1)$$

V_{cpz} : 曲げ圧縮域でのコンクリートが受け持つせん断力, V_{web} : 斜めひび割れ域でのせん断補強筋が受け持つせん断力, V_{str} : 斜めひび割れ域でのせん断補強筋以外が受け持つせん断力, V_{com} : 水平領域でのコンクリートが受け持つせん断力と定義される。

趙・丸山式²⁾は式(2)により表される。

$$V_u = V_c + V_s \quad (2)$$

V_c : コンクリートの受け持つせん断力, V_s : せん断補強筋の受け持つせん断力とし、以下で算出される。

$$V_c = 0.07p_t \frac{1}{3} f_c \frac{1}{3} \left(\frac{d}{1000}\right)^{-1/4} \left[0.34 + \frac{3}{d}\right] b_w d \quad (3)$$

$$V_s = k_a A_w \sigma_{w,max} Z / s \quad (4)$$

一方、ACI440³⁾は式(5)により表される。

$$V = V_c + V_f \quad (5)$$

これは、趙・丸山式と同様に修正トラス理論に基づくものであるが、それぞれの項の算出式が異なる。

$$V_c = \frac{2}{5} \sqrt{f'_c} b_w (kd) \quad (6)$$

ここで、 $k = \sqrt{2p_f n_f + (p_f n_f)^2} - p_f n_f$

$$V_f = \frac{A_{fw} \cdot 0.004 E_w \cdot d}{s} \quad (7)$$

3. 実験結果との比較・考察

3.1 せん断耐力比

図1は、3つの耐力式による計算値と実験値との関係を示す。佐藤・上田式、趙・丸山式は、点線で示す誤差 20% 以内の範囲にほぼ収まっている。佐藤・上田式の計算値と実験値の比（せん断耐力比）は 0.97（変動係数 17%），趙・丸山式のせん断耐力比は 1.04（変動係数 19%）であった。一方 ACI 式では大幅に安全側の評価を与えており、せん断耐力比は 0.57（変動係数 24%）であった。なお、せん断補強筋の曲げ成型部破断は対象外とした。

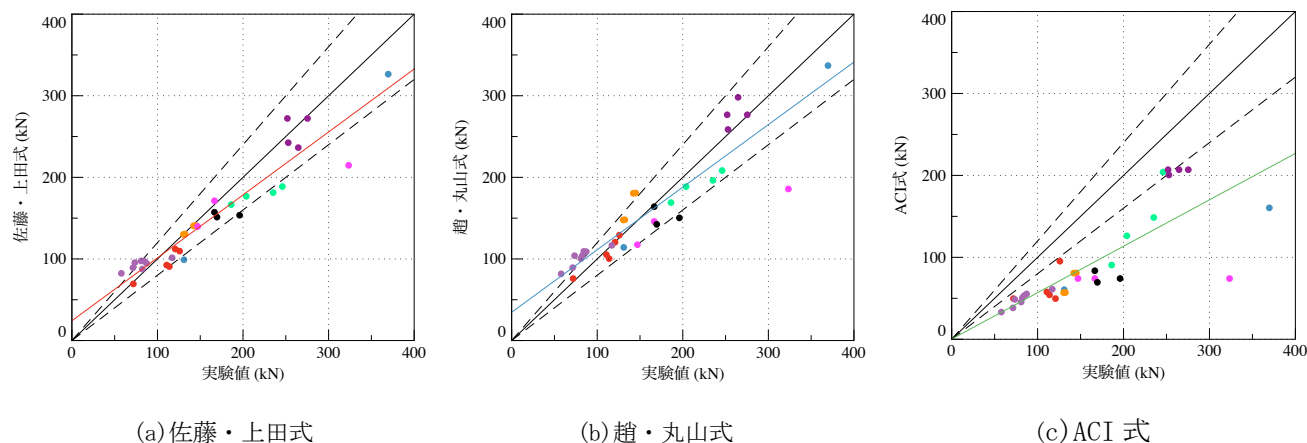


図1 各式の実験値との耐力比較

キーワード 連続繊維補強棒材, RC, せん断耐力, せん断補強筋

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 TEL 03-5286-3852

3.2 セン断耐力予測の特徴

ここで、各式の特徴の理解を目的として、せん断耐力に大きな影響を及ぼすせん断スパン比 (a/d)、主筋の剛性 ($p_s E_s$)、せん断補強筋の剛性 ($p_w E_w$) に対する予測精度に関して考察する。なお、 p_s は主筋比、 p_w はせん断補強筋比、 E_s は主筋のヤング係数、 E_w はせん断補強筋のヤング係数である。

図2は、縦軸を各式で算出されたせん断耐力の実験値との比と、各パラメータとの関係を示したものである。

佐藤・上田式は、 a/d 、 $p_s E_s$ 、 $p_w E_w$ が大きくなるにつれ、若干実験値を小さく評価する傾向にある。しかし、全体的な傾向として、これらパラメータに対する大きな偏りはない。

趙・丸山式は、 $p_s E_s$ が大きくなるにつて若干予測値が大きくなる傾向にある。また、 a/d が小さい場合は耐力を大きく、 a/d が大きな場合は耐力を小さく見積もる傾向にある。

ACI式では一貫して安全側の評価を与えている。 $p_s E_s$ が大きいほど、実験値と計算値が一致する傾向にある。これは、せん断破壊時のせん断補強筋の平均ひずみを 4000μ と一定としているためである。この考え方によれば、安全余裕度が、 $p_w E_w$ が大きくなるにつれて低下することを意味する。

4. まとめ

佐藤・上田式と趙・丸山式は、実験結果を精度よく予測できる。趙・丸山式は、 a/d が小さい場合に耐力を大きく、 a/d が大きな場合に耐力を小さく見積もる傾向にある。一方、佐藤・上田式には、せん断スパン比、主筋の剛性、せん断補強筋の剛性に対する予測精度に大きな偏りは見られないという特徴がある。一方、ACI式は、せん断破壊時のせん断補強筋の平均ひずみを 4000μ と一定としているため、安全余裕度が $p_w E_w$ の大きさにより異なる。

今後は、より合理的な設計式を見出したいと考えている。

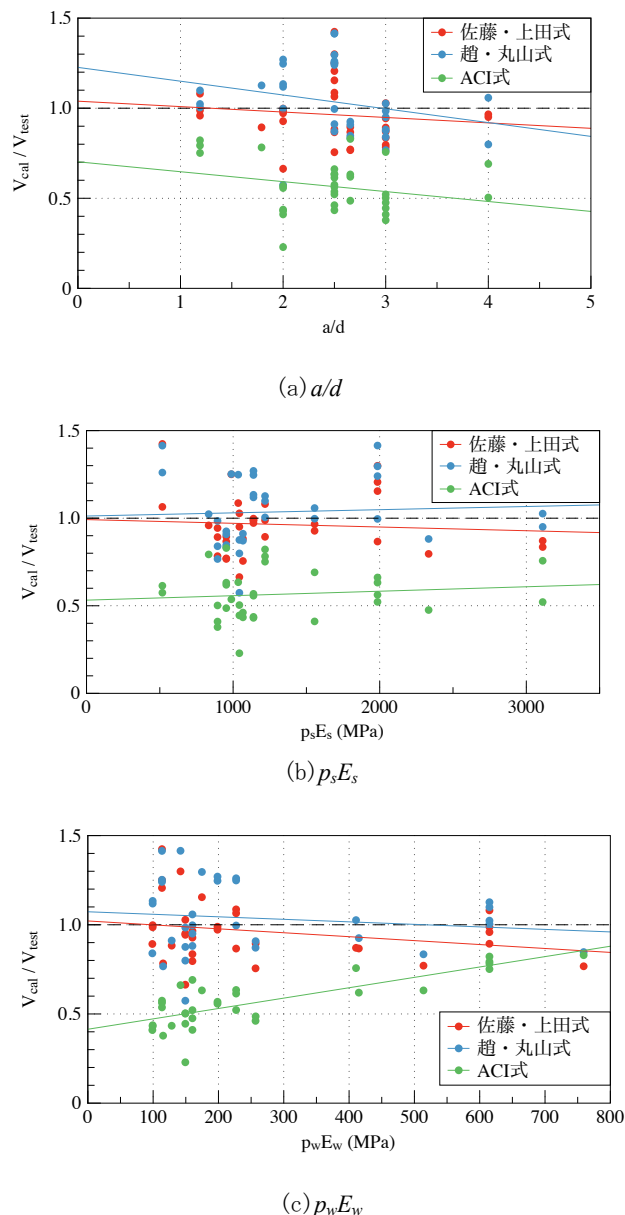


図2 セン断耐力比と各パラメータ

参考文献

- 1) 佐藤靖彦, 上田多門, 角田與史雄: セン断補強筋を有する連続繊維補強コンクリートはりのせん断耐力の定量的評価, 土木学会論文集, No. 520/V-28, pp. 157-169, 1995. 8.
- 2) 趙唯堅, 丸山久一: 連続繊維補強コンクリートはりのせん断耐荷機構とせん断耐力評価, 土木学会論文集, No. 578/V-37, pp. 1-17, 1997. 11.
- 3) ACI 440.1R-15, 2015. 3