

RC 梁部材のせん断耐力に及ぼす a/d 効果の検討

九州工業大学大学院 学生会員 里道喜義
 阪神高速道路公団 正会員 足立幸郎

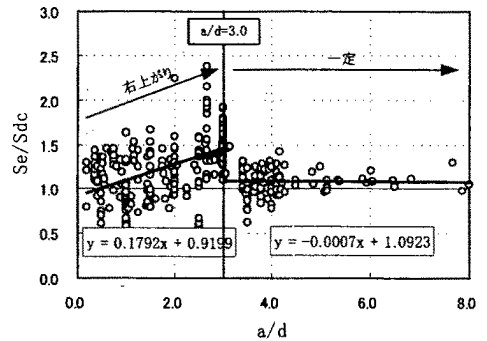
九州工業大学 正会員 幸左賢二
 建設技術研究所 正会員 鈴木直人

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、多くの RC 構造物にせん断破壊と推定される斜めひび割れが生じ、大きな被害を被った。このような大規模な地震に対して、構造物が十分な性能を保持するためには、変形性能はもちろん十分な耐力を有することが求められる。そのため、構造物の有するせん断耐力を適切に推定することは設計上重要な課題である。そこで、本研究では、国内外で行なわれた RC 梁部材の実験データを収集し、既往のせん断耐力式の再評価を行なった。

2. 道示式の適応性検討

検討に際して、既往の国内外の文献より実験データ 455 個(岡村式¹⁾、修正道示式²⁾の定式化に用いられた実験データ、最近 10 年間に国内で行なわれた実験データ)を収集した。この実験データを基に道路橋示方書に示されるせん断耐力式で考慮されている各パラメータ(せん断スパン比 a/d 、コンクリート強度、有効高さ、引張鉄筋比)評価式の適応性について検討した。その結果、有効高さ、コンクリート強度、引張鉄筋比の評価式については、その効果を比較的妥当に評価していたが、 a/d 評価式については図-1 に示すような傾向が見られた。図-1 には a/d と Se/Sdc との関係を示している。 a/d が比較的小さい実験データと大きい実験データとでは近似曲線の傾きの傾向が異なり、 $a/d \leq 3.0$ の実験データでは近似曲線の傾きが 0.1792 と右上がりとなっているのに対し、 $a/d > 3.0$ の実験データでは傾きが 0.0007 と一定となっている。つまり、 $a/d \leq 3.0$ では、 a/d が大きくなるに従い実験値と計算値の差が大きくなっている。このことから、現在の道路橋示方書の a/d 評価式では RC 梁部材の a/d の効果を十分考慮できていないと考えられる。

図-1 a/d と Se/Sdc の関係表-1 a/d の領域ごとの Se/Sdc

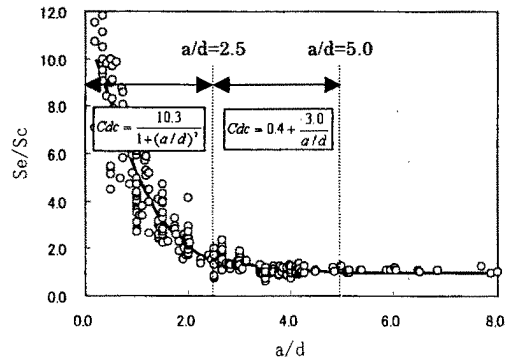
a/d	データ数	Se/Sdc
0~1.0	63	6.79
1.0~2.0	61	3.04
2.0~2.5	18	1.53
2.5~3.0	81	1.51
3.0~4.0	67	1.10
4.0~	56	1.08

そこで、収集した実験データをもとに a/d 評価式の再評価を行った。

3. a/d 評価式の再評価

表-1 には、 a/d の領域ごとの Se/Sdc の平均を示している。本来道示では $a/d=2.5$ を境界として、それ以下の供試体についてのみ a/d 効果を考慮しているが、表-1 より a/d が 2.5~3.0 でも Se/Sdc の平均が 1.51 と $a/d > 2.5$ でも a/d の効果が見られる。そこで、本論文においては $a/d \leq 2.5$ 、 $a/d > 2.5$ それぞれについて a/d 評価式を提案することとした。RC 梁部材の a/d の効果については、これまでに二羽氏や岡村氏らにより研究がなされ、その評価式が提案されている。二羽氏³⁾は、ディープビームのせん断耐荷機構をタイドアーチモデルでモデル化し、式(1)により a/d 効果を定式化している。

$$\frac{K}{1 + (a/d)^2} \quad (1)$$

図-2 a/d と Se/Sdc の関係(提案式)

また、岡村氏¹⁾は a/d が比較的大きな梁部材 ($a/d > 3.0$) の a/d 効果を実験的に評価し、式(2)により a/d 効果を定式化している。

$$0.20(0.75 + \frac{1.4}{a/d}) \quad (2)$$

そこで、 a/d 評価式の形状を $a/d \leq 2.5$ の場合は式(1)、 $a/d > 2.5$ の場合は式(2)と仮定して再評価を行った。結果、下記の式が得られた。

$$a/d \leq 2.5 \quad Cdc = \frac{10.3}{1 + (a/d)^2} \quad (3)$$

$$2.5 < a/d \leq 5.0 \quad Cdc = 0.4 + \frac{3.0}{a/d} \quad (4)$$

式(3)、式(4)を図に追加したものを図-2に、 a/d 評価式を式(3)、式(4)を用いて再計算した結果を図-3に示す。図より、道示式の a/d 評価式に式(3)、式(4)を用いることにより平均が1.0、変動係数が19.4%と比較的実験値と一致しており、また、近似曲線の傾きが0.003と強い相関関係が見られないことから a/d 効果も妥当に評価している。

4. 信頼性解析

近年、構造物に所要の安全性を合理的に確保するための設計法として、信頼性設計の導入が望ましいと考えられている。そこで、信頼性解析に基づく安全係数の設定を行った。白戸氏²⁾によると、せん断耐力式の推定精度のみに着目すると、安全係数 γ は式(5)により求められる。

$$\gamma = (1 - \beta V_p) \bar{P} \quad (5) \quad P = \frac{Se}{Sdc} = \frac{Se/Sc}{Cdc} \quad \beta: \alpha \text{ による定数} \quad V_p: \text{変動係数} \quad \bar{P}: P \text{ の平均値}$$

$\alpha = 5\%$ すると、式(5)より $\gamma_{5\%} = 0.66$ となる安全係数が得られた。よって、式(3)、式(4)に $\gamma_{5\%} = 0.66$ を乗じることにより、下側超過確率5%の安全性を考慮したせん断耐力が求まる。図-4に平均式($\gamma = 1.0$)と5%超過式($\gamma = 0.66$)を用いた場合の a/d と Se/Sc の関係を示している。図より、 $\gamma_{5\%}$ を提案式に乗じることにより、平均が1.5、変動係数が19.7%となる。

5. まとめ

収集した実験データをもとに RC 梁部材のせん断耐力について検討した結果をまとめる。

- ① 本来道示では $a/d \leq 2.5$ についてのみ a/d 効果を考慮することとなっているが、 $a/d > 2.5$ の実験データについても a/d 効果が確認できた。
- ② 道示の a/d 評価式の再評価を行った結果、 $a/d \leq 2.5$ では式(3)、 $2.5 < a/d \leq 5.0$ では式(4)を用いることにより a/d 効果を妥当に評価し、実験値との適合性も良い。

参考文献：

- 1) Okamura, H. and Higai, T.: Proposed design equation for shear strength of reinforced concrete beams without web reinforcement, Proc. of JSCE, No. 300, pp. 134-136, 1980. 8
- 2) 白戸真大, 福井次郎, 幸左賢二, 梅原剛：ディーブーム・フーチングのせん断耐力算定法に関する研究, 構造工学論文集, 2001. 3.
- 3) 二羽淳一郎：FEM 解析に基づくディーブームのせん断耐力算定式, 第2回 RC 構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集, pp. 119-126, 1983. 10.

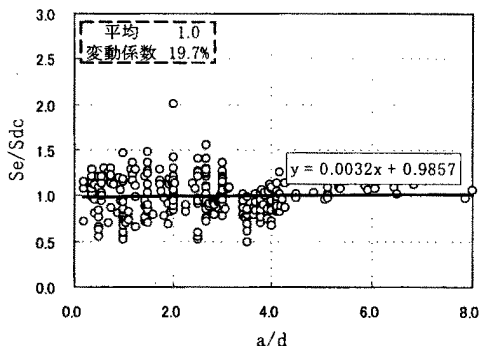


図-3 a/d と Se/Sdc の関係

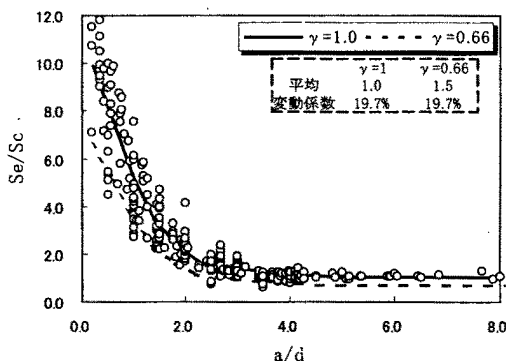


図-4 各算定式の計算値と実験値の関係