

せん断補強筋を用いない高強度 RC 梁のせん断耐力について

鉄道総合技術研究所 正会員 岡本 大 正会員 佐藤 勉
正会員 吉田幸司
東急建設 正会員 宮城敏明 正会員 黒岩俊之

1. はじめに

RC 構造物に高強度材料を効果的に使用することで、経済性・施工性の向上および構造物の高品質化を図ることができると考えられる。本論文では、高強度鉄筋および高強度コンクリートを適用した RC 梁部材のせん断耐力の算定方法について検討した結果を報告する。

2. 検討概要

表 1 に示すように、せん断補強筋を用いていない 18 体の RC 梁について、せん断補強筋以外で受け持たれるせん断力 V_c に関する検討を行った。これらの試験体は、今回実験を行ったもの、および既往の研究より、せん断引張破壊した試験体を抽出したものである。なお、今回の検討では、せん断引張破壊およびせん断耐力の定義を以下に示す通りとした。

- ① 軸方向鉄筋が降伏していないこと。
- ② 耐力低下時点でウェブコンクリートの圧壊が生じていないこと。
- ③ 斜めひび割れの進展により、初めに耐力低下を生じた点をせん断引張破壊点とし、そのときの作用せん断力をせん断耐力とする。

3. 検討結果

各試験体の V_c の計算は、式(1)に示す二羽らの式³⁾を用いて、以下に示す 3 種類の計算を行った。

① $V_{c,CAL1}$: 式(1)による計算値

② $V_{c,CAL2}$: 式(1)の f_{vc} について、平成 8 年版土木学会示方書に基き $f_{vc} \leq 0.72 \text{ N/mm}^2$ とした場合の計算値

③ $V_{c,CAL3}$: 今回の検討による、 $f_{vc} \leq 0.67 \text{ N/mm}^2$ という上限値を用いた場合の計算値

$$V_c = f_{vc} (0.75 + 1.4d/L_a) \cdot \beta_d \cdot \beta_p \cdot b \cdot d / \gamma_b \quad (1)$$

$$f_{vc} = 0.2 \cdot \sqrt[3]{f'_c}, \quad \beta_d = \sqrt[4]{1000/d} \leq 1.5, \quad \beta_p = \sqrt[3]{100 p_t} \leq 1.5$$

図 1(a)および図 1(b)に、それぞれ①および②の場合の実験値と計算値の関係を示す。式(1)をそのまま適用した場合、図 1(a)に示すように部材係数 $\gamma_b = 1.3$ を考慮しても多くの実験データは危険側の評価となっている。この場合について実験値と計算値の比 $V_{c,EXP}/V_{c,CAL1}$ を取ると、その平均値 μ および変動係数 C.V. (C.V. = σ/μ , σ : 標準偏差) は、 $\mu = 0.75$, C.V. = 10.6% となっている。

斜めひび割れ強度 f_{vc} に、 $f_{vc} \leq 0.72 \text{ N/mm}^2$ という上限値を考慮した場合には、図 1(b)に示すように部材係数

表 1 検討対象試験体

試験体番号	部材幅 b (mm)	有効高さ d (mm)	せん断スパン L_a (mm)	コンクリート 圧縮強度 f'_c (N/mm ²)	引張鉄筋		実験値 $V_{c,EXP}$ (kN)
					降伏強度 f_{sv} (N/mm ²)	鉄筋比 p_t (%)	
TK98-1 ¹⁾	350	400	1200	111.7	895	2.27	187.6
TK98-3 ¹⁾	350	400	1200	99.3	895	2.27	162.4
TK98-11 ¹⁾	350	400	1200	125.4	895	2.27	192.3
TK99-5 ¹⁾	600	400	1200	79.7	744	2.32	319.9
TK99-6 ¹⁾	525	400	1200	79.1	744	2.27	290.1
TK99-7 ¹⁾	435	400	1200	77.3	744	2.28	206.0
TK99-8 ¹⁾	350	400	1200	75.9	744	2.27	169.3
TK99-9 ¹⁾	600	400	1200	80.5	737	2.32	314.8
SH1	500	690	2070	75.7	664	0.67	245.0
SH2	500	690	2070	75.7	709	1.98	304.4
SH3	500	690	2070	79.4	709	1.32	311.7
TH-S4 ²⁾	200	150	600	90.6	815	1.27	38.2
TH-M3 ²⁾	200	350	1050	95.5	781	1.23	94.1
TH-M4 ²⁾	200	350	1400	94.5	781	1.23	80.4
TH-M6 ²⁾	200	350	1050	92.5	815	0.54	73.5
TH-M8 ²⁾	200	350	1050	105.2	761	0.85	83.3
TH-L3 ²⁾	200	550	1650	106.5	781	1.06	118.6
TH-L5 ²⁾	200	650	1950	107.7	753	0.89	109.8

キーワード：高強度コンクリート，高強度鉄筋，せん断耐力，梁部材

連絡先：〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 TEL：042-573-7281 FAX：042-573-7282

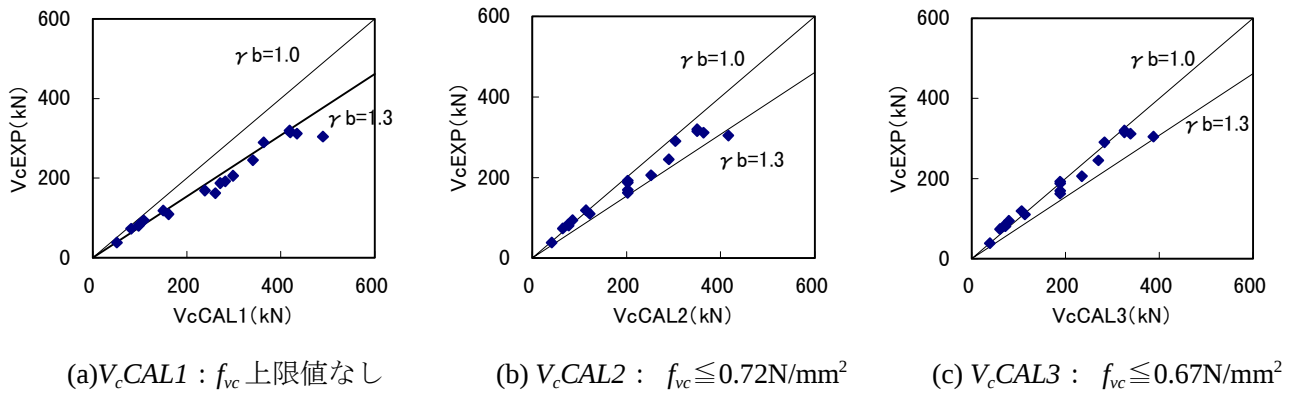


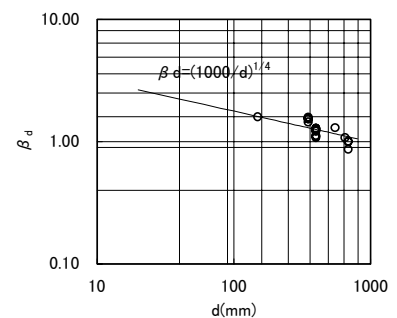
図1 実験値と計算値の関係

$\gamma_b = 1.3$ を考慮すれば実験データは概ね安全側の評価となっている。しかし、 V_cEXP / V_cCAL2 を見ると、 $\mu = 0.93$, $C.V. = 12.2\%$ となっており、平均値は 1.0 を下回っている。

そこで、 V_cEXP / V_cCAL3 の値について、その平均値 $\mu = 1.0$ となるような f_{vc} の上限値を算定すると、 $f_{vc} \leq 0.67$ となる ($C.V. = 12.2\%$)。図 1(c)に V_cEXP とこの上限値により求めた V_cCAL3 の関係を示すが、 $f_{vc} \leq 0.67$ とすることによって、今回の検討で対象とした全てのデータは $\gamma_b = 1.3$ を考慮すれば安全側の評価となっている。

なお、二羽らの研究によれば、式(1)作成時のデータに関する実験値と計算値の比は、 $\mu = 1.02$, $C.V. = 8.2\%$ であることに対して、データ総数は異なっているものの、 $f_{vc} \leq 0.67$ とした場合は $C.V. = 12.2\%$ であり、こちらの方が幾分ばらつきが大きい結果となった。

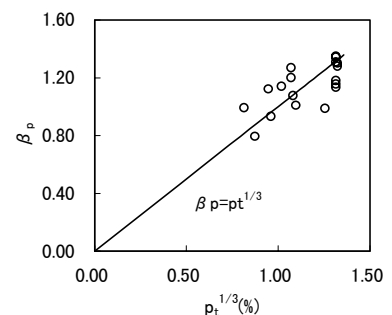
図 2 および図 3 には、式(1)の β_d および β_p に関して、高強度材料を用いた場合にこれらの係数の算定式が適用できるのかを確認する目的で、実験値より求めた β_d と d の関係および β_p と $p_t^{1/3}$ の関係を示す。これらの図を見ると、計算値と実験値は概ね一致しており、高強度材料を用いた場合でも式(1)に示す β_d および β_p の算定式は適用できると考えられる。なお、実験値より各係数を算定する際の f_{vc} は、 $f_{vc} \leq 0.67$ として求めた。

図2 β_d と d の関係

4. まとめ

今回の検討結果をまとめると以下の通りである。

- ① 高強度コンクリートを用いた場合には、式(1)に示すような従来の式により V_c を算定すると危険側の評価となる。
- ② 高強度コンクリートを用いた場合には、 V_c 算定時の斜めひび割れ強度 f_{vc} に適切な上限値を考慮することが必要である。
- ③ V_c 算定時の有効高さの影響を考慮する係数 β_d および引張鉄筋比の影響を考慮する係数 β_p は、高強度材料を用いた場合でも、今回の実験の範囲内においては従来の式を用いることができることが確認された。

図3 β_p と $p_t^{1/3}$ の関係

【参考文献】

- 1)土井, 佐藤, 下野, 松岡: 高強度材料を使用した RC 梁部材のせん断耐力に関する FEM 解析, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.22, No.3, pp961~966, 2000.
- 2)阿部, 伊藤, 松原, 鈴木: 超高強度材料を用いたせん断補強筋のない RC はり部材のせん断耐力に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.3, pp181~186, 1999.
- 3)二羽, 山田, 横沢, 岡村: せん断補強筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価, 土木学会論文集, 第 372/V-5, 1986.8