

立命館大学 学生員〇品川幸二郎 立命館大学大学院 学生員 高橋弥成 学生員 日比野憲太
立命館大学 正会員 高木宣章 正会員 児島孝之

1. はじめに

式 (1)に、現行の土木学会「コンクリート標準示方書（構造性能照査編）」で規定されている、せん断補強鋼材を用いない棒部材の設計せん断耐力式の基本となった二羽らの式を示す。式 (1)では、コンクリートの圧縮強度に関する適用範囲を $f'_c \leq 80 \text{ N/mm}^2$ としており、公称せん断応力度 (f_{vcd}) に $f_{vcd} \leq 0.72 \text{ N/mm}^2$ という上限値を設けている。このため、 $f'_c \geq 50 \text{ N/mm}^2$ の範囲では、 f_{vcd} の上限値の影響によってせん断耐力が頭打ちになり、高強度コンクリートを用いた RC はりのせん断耐力を過小評価する可能性がある。そこで、本研究は f_{vcd} に着目し、 f_{vcd} の式中の定数 0.2 を脆度係数 (f'_c/f_t) をパラメータとして定式化することで、 f_{vcd} に上限値を設けることなく、高強度コンクリートを用いた RC はりの斜めひび割れ発生荷重 P_{scr} を精度良く算出可能な補正式を提案する。

$$P_{scr} = 2 f_{vcd} \cdot \beta_d \cdot \beta_p \cdot \{0.75 + 1.4 / (a/d)\} \cdot b \cdot d \quad \text{式 (1)}$$

ここで、 $f_{vcd} = 0.2 f'_c \cdot \beta_d \cdot \beta_p$ ($f_{vcd} \leq 0.72 \text{ N/mm}^2$)、 $\beta_d = (1/d)^{1.4}$ ($d: \text{m}$) ($\beta_d > 1.5$ のとき、 $\beta_d = 1.5$)

$$\beta_p = (100 p_v)^{1.3} \quad (\beta_p > 1.5 \text{ のとき、} \beta_p = 1.5), \quad p_v = A_s / (b \cdot d)$$

P_{scr} : 斜めひび割れ発生荷重 (kN)、 d : 有効高さ、 b : 梁幅、 A_s : 引張鉄筋の断面積

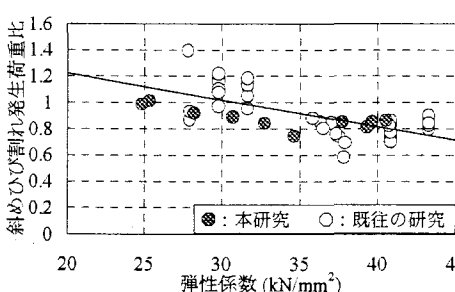
2. 本研究の実験要因

表 1 に、本研究の実験要因および実験結果を示す。

3. 斜めひび割れ発生荷重比とコンクリートの弾性係数および脆度係数の関係

前田らは、軽量骨材コンクリートの斜めひび割れ発生荷重へ及ぼす脆度係数の影響について報告している。そこで本研究では、前田らの報告を高強度コンクリートに適用する検討を行った。本研究実験結果と既往の研究結果から、弾性係数および脆度係数をパラメータとして、斜めひび割れ発生荷重比（実験値 / 式 (1) による計算値）の関係について検討した。ここで、式 (1) を用いた斜めひび割れ発生荷重の計算には、 f_{vcd} の上限値は適用しないもの

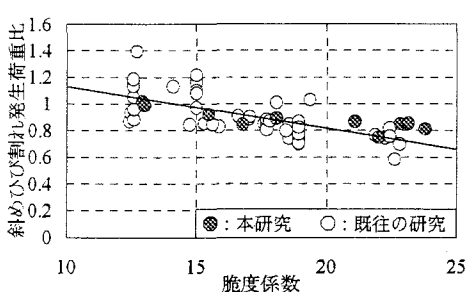
とした。図 1 に、斜めひび割れ発生荷重比とコンクリートの弾性係数および脆度係数の関係を示す。両者の相関係数は、弾性係数を用いた場合は -0.68、脆度係数を用いた場合は



(a) 弾性係数

表 1 本研究の実験要因および実験結果

f'_{ck} (N/mm^2)	使用鉄筋	f'_c (N/mm^2)	f'_c/f_t
40	SD345	35.5	12.9
60		52.7	18.1
80		61.8	16.8
100		90.6	22.8
120		107.7	21.1
40	SD490	32.6	13.0
60		43.8	15.4
80		82.4	22.0
100		99.7	23.1
120		107.8	23.8



(b) 脆度係数

図 1 斜めひび割れ発生荷重比とコンクリートの弾性係数および脆度係数の関係

-0.76 となり、脆度係数を用いた場合の方が相関性の良いことが確認できる。

4. 本研究で提案する斜めひび割れ発生荷重計算式の補正式の定式化手法

コンクリートの強度に最も影響を受ける項として、式 (1) の f_{vcd} に着目し、検討を行った。式 (1) を f_{vcd} に

Kojiro SHINAGAWA, Mitsushige TAKAHASHI, Kenta HIBINO, Nobuaki TAKAGI, Takayuki KOJIMA

について整理し、実験より得られた斜めひび割れ発生荷重 P_{scr} を用いて式 (2) から f_{vcd1} を逆算した。ただし、 β_d と β_p の上限値はそれぞれ 1.5 とした。

$$f_{vcd1} = P_{scr} / [2 f_{vcd} \cdot \beta_d \cdot \beta_p \cdot \{0.75 + 1.4 / (a/d)\} \cdot b \cdot d] \quad \text{式 (2)}$$

f_{vcd} の定数 0.2 に着目し、式 (3) に実験結果から得られた f_{vcd1} を代入し、定数を α として求めた。

$$\alpha = f_{vcd1} / f_c^{1.3} \quad \text{式 (3)}$$

次に、式 (3) から得られた、 α とコンクリートの脆度係数の関係式を定式化する。その α を式 (4) に代入して得られる f_{vcd2} を式 (1) に代入して、脆度係数をパラメータとした斜めひび割れ発生荷重計算式の補正式の提案を行った。

$$f_{vcd2} = \alpha \cdot f_c^{1.3} \quad \text{式 (4)}$$

5. α —脆度係数の関係

本研究で行った実験結果と既往の研究結果から、有効高さ $d = 520$ mm 以下、鉄筋比 $p_w = 2.0$ % 以下のせん断補強鋼材を用いない棒部材の斜め引張破壊したデータを用いて、 $\alpha - f_c / f_t$ および $\alpha - f_t / f_c$

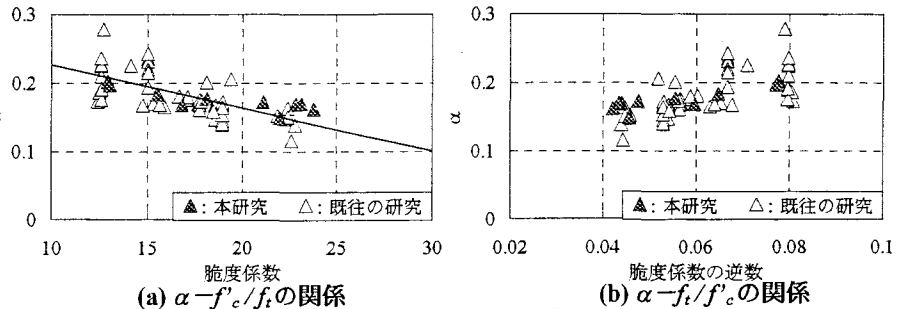


図2 α —脆度係数の関係

f_c の相関性について検討を行った。図2に、これらのデータを前節で示した手法により計算して得られた α —脆度係数の関係を、また式 (5)、式 (6) に、それぞれの関係を最小二乗法で直線近似した関係式を示す。

$$\alpha = -0.0063 f_c / f_t + 0.289 \quad \text{式 (5)} \quad \alpha = 1.7739 f_t / f_c + 0.0733 \quad \text{式 (6)}$$

式 (5)、式 (6) から求めた相関係数はそれぞれ -0.70、0.71 となった。式 (1) 中の f_{vcd} の係数 α は 0.2 で一定である。しかし、図2 (a) に示すように、脆度係数の増加に伴い α は低下する。

6. 斜めひび割れ発生荷重比—圧縮強度の関係

図3に、式 (1) および本提案式 (補正には、式 (5) を使用) を用いた場合の斜めひび割れ発生荷重比—圧縮強度の関係を示す。この図から、 $f_c = 120 \text{ N/mm}^2$ 付近で安全側を示していた値が、本提案式を用いることにより改善されたことが確認できる。また、式 (1) と本提案式の斜めひび割れ発生荷重比の変動係数はそれぞれ 17.0%、12.0% となった。本提案式を用いた場合、斜めひび割れ発生荷重比が 1.0 を下回るものもあるが、式 (1) と比較すると変動係数は小さくなり、全体的に変動が少ない結果となった。

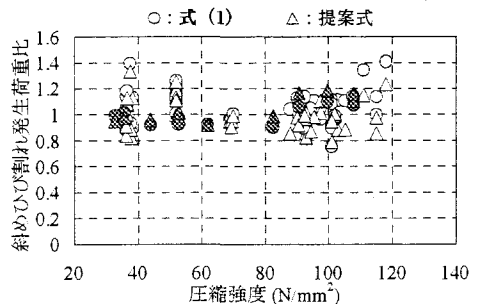


図3 斜めひび割れ発生荷重比—圧縮強度の関係

6. 結論

- (1) 脆度係数が大きくなる高強度域では、軽量骨材コンクリートと同様に、斜めひび割れ発生荷重比が低下する傾向が確認できた。また、その関係には一次の相関性があることが確認できた。
- (2) (1) の結果から、高強度コンクリートの斜めひび割れ発生荷重を算出する際には、本研究で提案した式 (4) および式 (5) を用いて補正することが推奨される。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多くの文献を参考にさせて頂きました。ここに、深甚なる敬意を表します。なお、これらの文献は本紙面では割愛し、本紙発表時に紹介させて頂きます。