

低強度コンクリート部材の耐震性能評価に関する基礎的研究 (その4)

正会員 ○南 宏一*¹ 準会員 川上 裕佳*¹ 正会員 高月 行治*²
準会員 藤原顕太郎*¹ 正会員 根口 百世*³

低強度コンクリート せん断柱 大野・荒川式
耐震性能 F 値 丸鋼

1. 実験結果

実験によって得られた履歴曲線を図-1 に示す。せん断力と部材角の関係 (Q-R 関係) およびせん断力と材軸方向の平均ひずみ度 (Q-ε_N 関係) を示している。Q-ε_N 関係は、部材角 0.016 rad. までの値を示している。Q-R 関係の履歴曲線において、全試験体について共通して認められる特徴的なことは、最大耐力以後の履歴過程において、p_w = 0.21% の場合には若干の耐力低下は見られるが、p_w = 0.42% の場合は、耐力低下はほとんどみられない著しい逆 S 字形の履歴曲線を示すことである。一方、材軸方向の残留伸びひずみが、繰り返すとともに引張側に蓄積される傾向にあることが示された。

低強度コンクリートで主筋が丸鋼である場合は、いわゆるせん断ひび割れが生じにくく、最大耐力以後の耐力低下があまり生じない逆 S 字形の履歴曲線を描くのが特徴である。⁴⁾ このことは、実験変数に関係なく、その傾向が見られる。p_w が 0.42% の場合は、部材角 0.032 rad. が実験終了時でも耐力は維持されているということが示された。一方、p_w が 0.21% の場合は、最大耐力の 70% 程度に

とどまった。このような履歴曲線を描くのは、主筋が丸鋼でかつ、せん断補強筋比が少ないため、早期に主筋の付着力が喪失し、コンクリートが斜め圧縮力を受ける束材として働き、両サイドの主筋は引張力を生ずる抵抗機構を形成することによると考えられる。

2. 大野・荒川式による検討

終局せん断耐力を求める耐力式として(1)式に示す大野・荒川式がある¹⁾。

$$Q_{sU1} = \left[0.053 p_t^{0.23} \frac{\sigma_B + 18}{\frac{M}{Q \cdot d} + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy} + 0.1 \sigma_0} \right] b \cdot j \quad (1)$$

この大野・荒川式によって本試験体のせん断耐力を求めた結果を表-1 の Q_{sU1} に示す。その計算結果は、いずれの試験体においても実験結果を上回り、低強度コンクリートの部材に大野・荒川式を適用することは適切でないことが示される。このような結果になることは山本によ

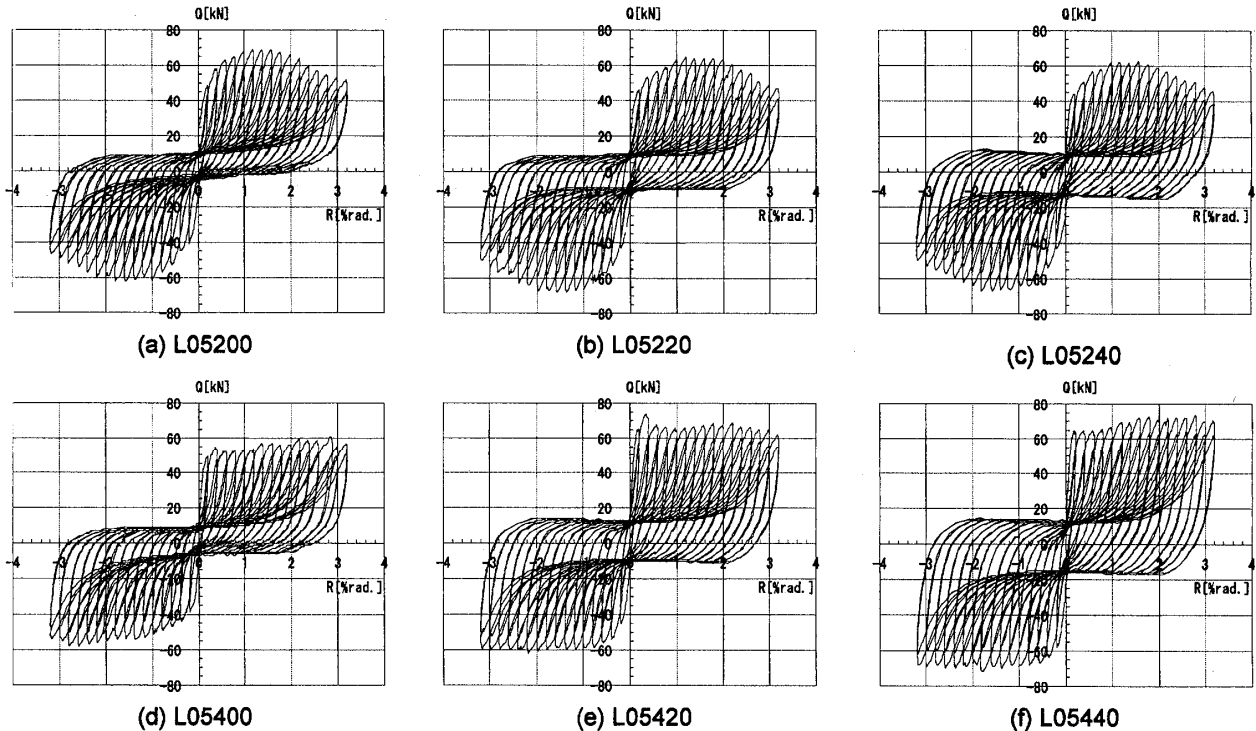


図-1 履歴曲線

表-1 実験結果の検討

試験体名	コンクリート強度 σ_B [N/mm ²]	せん断補強筋比 p_w [%]	実験結果		大野・荒川式		
			Q_{sU} [kN]	Q_{sU} [kN]	Q_{sU1} [kN]	Q_{sU2} [kN]	Q_{sU3} [kN]
L05200	3.7	0.21	68.9	-61.94	71.4	32.2	62.6
L05220			64.9	-67.93	76.4	34.5	67.5
L05240			62.9	-66.93	81.4	36.7	72.5
L05400		0.42	60.9	-57.94	94.1	42.5	85.3
L05420			73.9	-61.94	99.1	44.7	90.2
L05440			73.9	-71.93	104.1	46.9	95.2

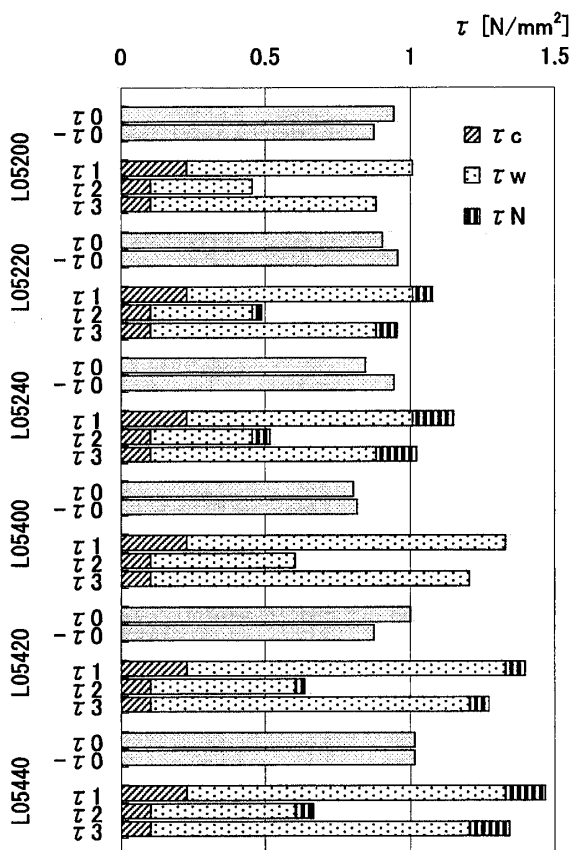


図-2 大野荒川式による検討

って指摘されており、低強度コンクリートに対するせん断耐力の修正の方法として、(2)式に示されるようなコンクリート強度に応じて耐力を低減させる低減係数 k_r の導入が山本によって提案されている²⁾。

$$Q_{sU2} = k_r \times \left[0.053 p_t^{0.23} \frac{\sigma_B + 18}{\frac{M}{Q \cdot d} + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right] b \cdot j \quad (2)$$

$$k_r = 0.244 + 0.056 \sigma_B \quad (\text{ただし, } k_r \leq 1.000) \quad (3)$$

$\sigma_B = 3.7 \text{ N/mm}^2$ のとき $k_r = 0.451$

この(2)式に基づいて計算した結果が、表-1の Q_{sU2} である。その結果はいずれの試験体についても過小評価となり、安全側の値を与えることが示される。

そこで、低強度コンクリートとしての影響が大野・荒川式の第1項のコンクリートの項のみに影響するものとして、(3)式による低減係数 k_r を第1項のみに乗じたものを(4)式に示す。

$$Q_{sU3} = \left[k_r \times 0.053 p_t^{0.23} \frac{\sigma_B + 18}{\frac{M}{Q \cdot d} + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right] b \cdot j \quad (4)$$

(4)式による結果を Q_{sU3} として表-1に示す。 Q_{sU3} は、 Q_{sU1} と Q_{sU2} の中間値を示すこととなり、全体的に Q_{sU2} よりも整合性を示した値となるが、十分な対応を示すものになっていないことが示される。

(1)式の大野・荒川式は、第1項目がコンクリートの項 τ_c 、第2項目がせん断補強筋の項 τ_w 、第3項目が軸力の項 τ_N で構成されている。図-2は、実験結果を正側を τ_0 、負側を $-\tau_0$ とし、 Q_{sU1} 、 Q_{sU2} 、 Q_{sU3} をそれぞれ τ_1 、 τ_2 、 τ_3 とし、 τ_c 、 τ_w 、 τ_N の項目ごとに表したものである。大野・荒川式に基づいて検討された $\tau_1 \sim \tau_3$ は、コンクリートの影響は全体に対して小さく、せん断補強筋が非常に大きく影響していることが示される。(3)式によって与えられた低減係数 k_r は、今回の実験結果に対しては、良い対応が得られないことが示される。

3. まとめ

大野・荒川式では十分な耐力の評価を行うことはできず、低強度コンクリートを用いた柱のせん断耐力を評価するためには、さらに検討を行うことが必要である。

*1 福山大学工学部建築学科

*2 高月ナマコン

*3 福山大学大学院博士課程地域空間工学専攻・修士(工学)

*4 福山大学工学部建築・建設学科 教授・工博

Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Fukuyama Univ.

TAKATSUKI Ready Mixed Concrete

Course of Regional Space Planning and Systems Eng., Doctoral Program, Grad. School, Fukuyama Univ., Ms. Eng.

Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Fukuyama Univ., Dr. Eng.