

せん断破壊する実大 RC 梁の実験と終局せん断強度に関する研究 ～荒川最小式における補正係数の改良について～

長谷川研究室
01612037 菅野 崇

1. はじめに

RC 建物の耐震設計においては、大地震時に曲げ降伏を先行させ、せん断破壊を確実に防止することが重要である。このためには、終局曲げ強度よりも終局せん断強度を大きく設計する必要がある。一般に建築設計では、終局せん断強度の耐力評価式として荒川最小式が用いられる¹⁾。これは下限値を与える経験式であって、実験を行ってみると、荒川最小式より大きな荷重でせん断破壊する場合がある。そこで、より合理的にせん断強度を予測・評価するため、荒川最小式における補正係数 η の改良を試みた。

2. RC 梁のせん断破壊実験

実大 RC 梁の終局せん断強度を実測するため、15 体の試験体を設計・施工して二点載荷実験を行った²⁾。試験体は図 1 に示す通り、上端筋は 2-D13、下端筋は 3-D25(7 体)、3-D22(5 体)、3-D19(3 体)の 3 種類とした。また、脆性的なせん断破壊を先行させるため、あばら筋は D10@1000mm(10 体)と D10@500mm(5 体)の 2 ケースとした。実験方法は油圧ジャッキで RC 梁に二点載荷し、このときの荷重をロードセルで計測した。また、RC 梁の中央に 100mm 変位計を取り付け、梁中央部の変位を計測した。15 体の試験体のうち、引張鉄筋比 P_t とあばら筋比 P_w が異なる 4 体の試験体の荷重～変形関係 ($Q \sim \delta$ 関係) を図 2 に示す。これから分かるように、いずれもせん断耐力に達した時点で、脆性的な破壊に到っている。

3. 荒川最小式と実験結果の比較

ここでは、実験によるせん断耐力を設計で良く用いられる荒川最小式と比較してみる。荒川最小式を表 1 に示す。同式はコンクリートと引張鉄筋による Q_p 、さらにあばら筋による Q_w との和で構成される。また、設計式としてせん断耐力の下限値を与えることができるように、補正係数として $\eta_{\min}=0.053$ が設定されている。

実験値 Q_E と荒川最小式による設計値 Q_{Dmin} の比較を図 3 に示す。これから分かるように、いずれも荒川最小式による設計値は実験値と良い対応を示している。しかしながら詳細に見ると、 P_t が小さな場合ほど、実験値に対して設計値が過少となる傾向にある。これは曲げ降伏に移行しやすくなるためと考えられる。そこで、つぎには終局せん断強度をより精度良く予測・評価するため、 P_t に応じた荒川最小式の補正係数 η を改良してみる。

4. 荒川最小式における補正係数の改良

荒川最小式の改良にあたっては、その設計値が実験値 Q_E と等価になるよう、新たに P_t に応じた補正係数 $\eta(P_t)$ を導入した。改良方法の概要を図 4 に示す。各試験体について、同図中(1)式から求めた η を図 5 にプロットして示す。これから分かるように、 P_t が大きくなると η は直線的に低下し、せん断耐力の下限値を与える $\eta_{\min}=0.053$ に漸近する。プロットした η を P_t について直線近似すると、回帰式として図 5 の(1)式： $\eta = -0.0124P_t + 0.0717$ を得る。同式を用いると、 P_t に応じて終局せん断強度を予測・評価することができる。ただし、 $\eta(P_t) < \eta_{\min}$ の場合は $\eta=0.053$ を下限値とする。

5. まとめ

RC 梁部材の終局せん断強度を合理的に評価するため、建築設計で用いられる荒川最小式の補正係数 η を改良し、引張鉄筋比 P_t の関数として回帰した。この回帰式により、RC 梁の終局せん断強度を精度良く予測・評価できることから、せん断破壊実験における安全性向上が期待できる。

【参考文献】

- 1) 前田匡樹：建築分野におけるせん断耐力算定式の発展，コンクリート工学会，Vol. 51，No. 9，743-749，2013. 9
- 2) 西芝拓也ほか：静的載荷実験に基づいた実大 RC 梁の耐力評価に関する研究(その 1)～(その 6)，2015～2017 年度ものつくり大学卒業研究・制作・設計梗概集

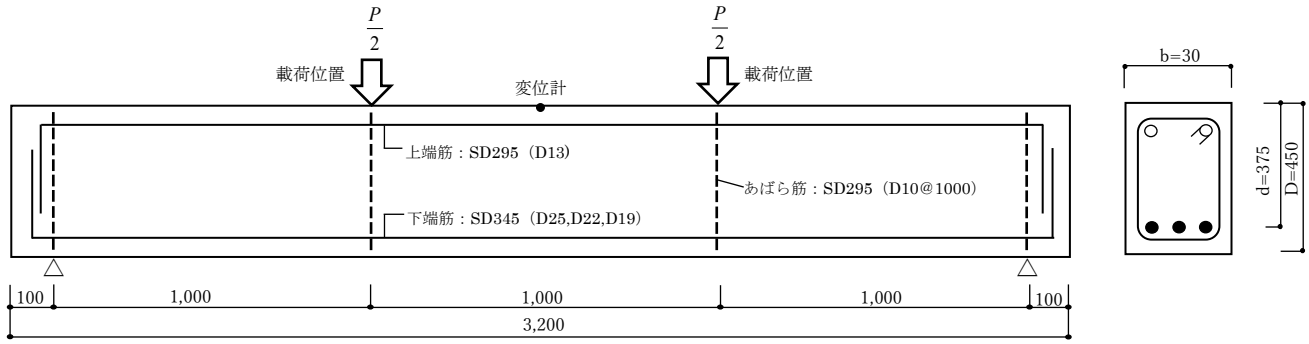


図1：実大RC梁の試験体概要 (P_w=0.048%の場合)

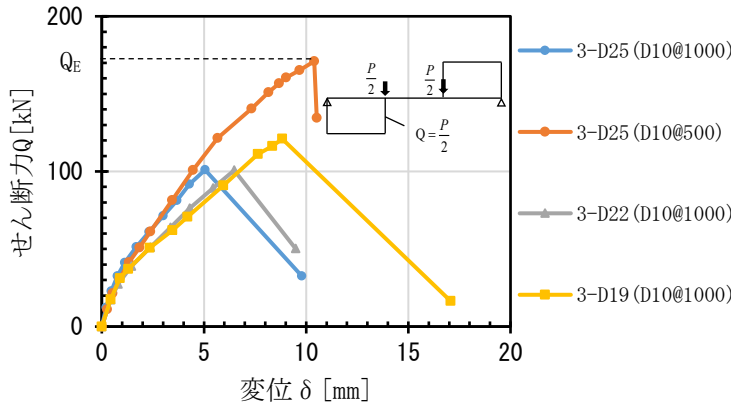


図2：実験による荷重～変形関係

表1：荒川最小式による終局せん断力の構成諸式

荒川最小式	$Q_{Dmin} = (\eta_{min} \times Q_P + Q_W)$... (1)
Q_P	$\frac{(P_t \times 100)^{0.23} \times (18 + \sigma_B)}{M/Qd + 0.12} \times b \times j$... (2)
Q_W	$0.85 \sqrt{P_w \times w \sigma_y} \times b \times j$... (3)

$\eta_{min} = 0.053$, $P_t = a_t/bd$ (引張鉄筋比), $j = 7/8d$ (応力中心間距離),
 $P_w = a_w/bx$ (あばら筋比), σ_B : コンクリート圧縮強度,
 M/Qd : シアスパン比 (=2.67), $w \sigma_y$: あばら筋降伏点 (=295N/mm²)

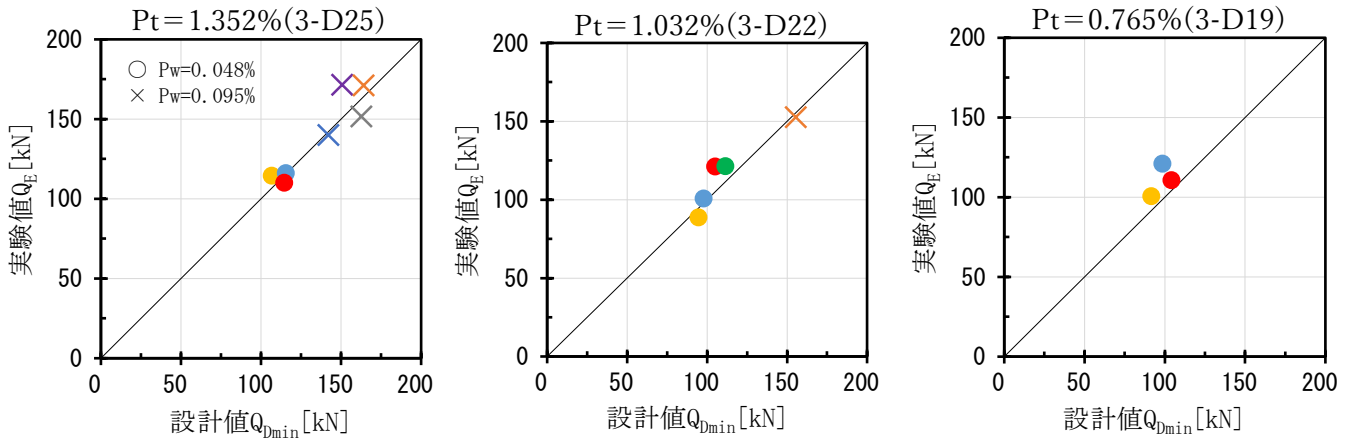


図3：終局せん断強度の実験値と設計値の比較

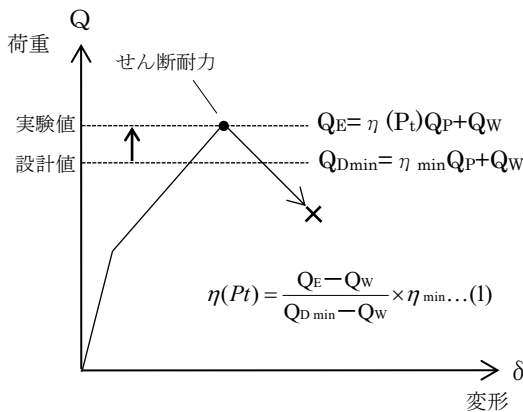


図4：荒川式における補正係数の改良方法

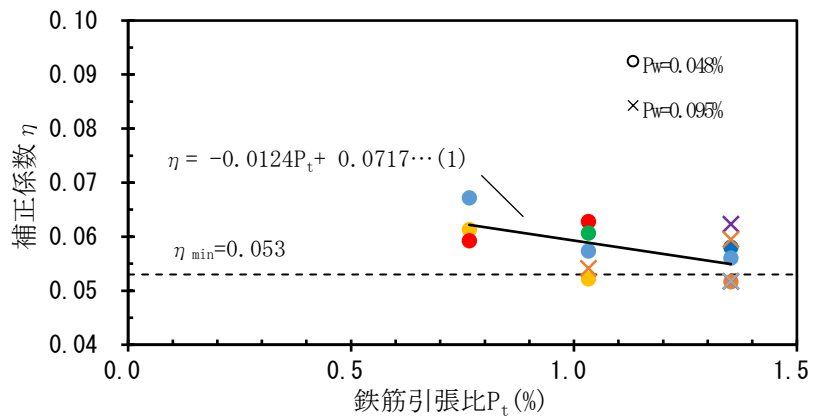


図5：引張鉄筋比 P_t と補正係数 η の関係