

鉄筋比を変化させた FRP シート下面接着 RC 版の押し抜きせん断性状に関する一考察

鹿島建設(株) 正 会 員 ○近藤 雅俊 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

三井住友建設(株) フェロー 三上 浩 室蘭工業大学 正会員 澤田 純之

1. はじめに

本研究では、FRP シートを下面接着した RC 版の押し抜きせん断耐力評価法の確立を目的に、鉄筋比およびシート層数を変化させた RC 版を用い、四辺支持条件の下、押し抜きせん断実験を実施した。

2. 試験体概要

図-1 には、本実験に用いた試験体の概要を示している。RC 版の形状寸法は、2,000 × 2,000 × 180 mm であり、下端鉄筋には D13、D16、D19 を用い、鉄筋比に合わせて 100 ～ 200 mm 間隔で版中央より配筋している。なお、下端鉄筋は有効高さが 140 mm となるように配筋している。下面接着シートには、目付量 435/435 g/m² の二方向 AFRP シート (引張強度: 2.06 GPa, 弾性係数: 118 GPa, 破断ひずみ: 1.75 %) を用い、各支点の 50 mm 手前まで貼り付けている。表-1 には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体は、鉄筋比を 4 種類とし、シート補強量を各々 0 ～ 2 層とした全 12 体の RC 版である。なお、実験の支持条件は四辺単純支持とし、支持間隔は 1,750 mm である。支点部は回転を許容するが浮き上がりを拘束するピン支持に近い構造となっている。载荷盤には直径が 60 mm の鋼製厚肉円盤を用い、RC 版中央部に設置した。

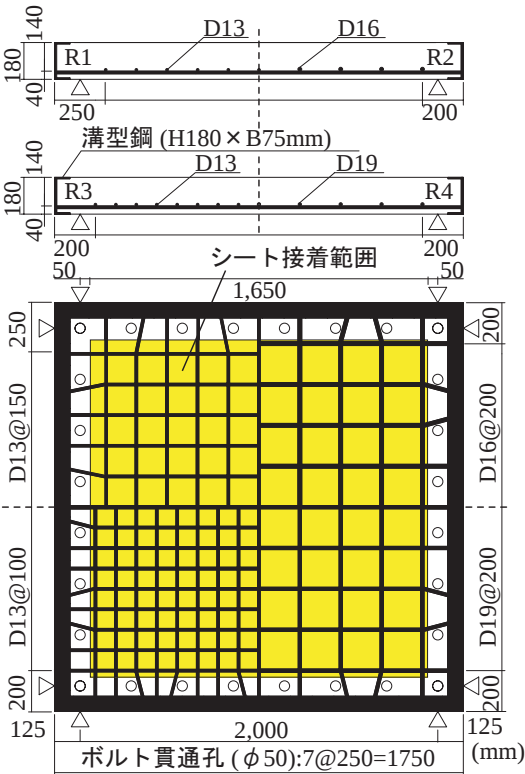


図-1 試験体の概要図

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位関係

図-2 には、試験体ごとに载荷荷重と版中央点変位の関係を示している。図より、いずれの N 試験体も最大荷重を示した直後、荷重が急激に低下する性状を示している。このことから押し抜きせん断破壊に至っていることが分かる。また、S 試験体は補強層数の増加とともに押し抜きせん断耐力が増加していることが分かる。

3.2 押し抜きせん断耐力増分の評価

表-2 には、図-2 より得られる実験および計算結果の一覧を示している。表中、実測耐力増分は各 RC 版の N 試験体に対する S 試験体の耐力増分を示している。また、FRP シート

表-1 試験体一覧

試験体名	下端鉄筋 (鉄筋比 P_t)	シート 層数	引張剛性 $E \cdot t$ (MN/m)
R1-N	D13	0	0
R1-S1	@150	1	28.3
R1-S2	(0.69 %)	2	56.6
R2-N	D16	0	0
R2-S1	@200	1	28.3
R2-S2	(0.85 %)	2	56.6
R3-N	D13	0	0
R3-S1	@100	1	28.3
R3-S2	(1.00 %)	2	56.6
R4-N	D19	0	0
R4-S1	@200	1	28.3
R4-S2	(1.23 %)	2	56.6

下面接着 RC 版の計算せん断耐力は示方書式¹⁾に準拠して算出した押し抜きせん断耐力に、式(1)のシート補強時におけるかぶりコンクリート部の耐力寄与を想定した計算耐力増分を加えたものである。

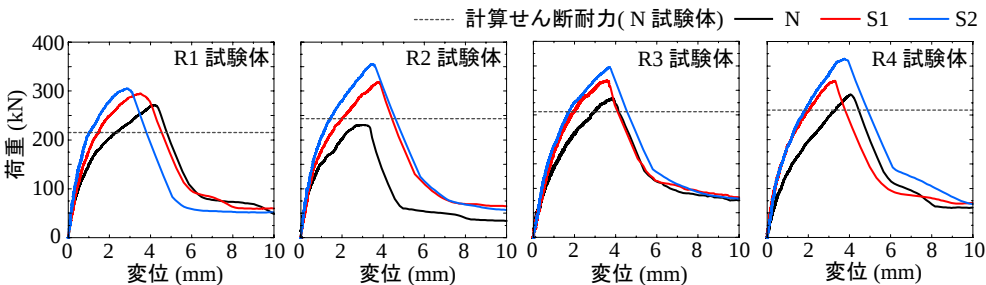


図-2 荷重-変位関係

キーワード：FRP シート、下面接着 RC 版、4 辺単純支持、押し抜きせん断耐力

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

ここに、かぶりコンクリートの押し抜きせん断耐力評価式²⁾を示す。

$$V_{pcd} = \alpha \cdot \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_r \cdot f_{pcd} \cdot u_p \cdot d \quad (1)$$

$$f_{pcd} = 0.20 \sqrt{f'_{cd}} \text{ (N/mm}^2\text{)}, \quad \beta_d = \sqrt[4]{1/d} \text{ (d: m)}$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p}, \quad \beta_r = 1 + 1/(1 + 0.25u/d)$$

α : 補強材の補強効果を示す係数(補強効果係数)

f'_{cd} : コンクリートの圧縮強度

$\alpha (= 0.54/P_t)$: 補強材の補強効果を示す係数

u : 載荷面の周長, u_p : 設計断面の周長

d : かぶり厚さ, $p (= n_f \cdot A_f / (b \cdot d))$: 補強筋比

A_f : AFRP シートの断面積, b : 幅

$n_f (= E_f / E_s)$: 弾性係数比 (AFRP シート/鉄筋)

なお、式(1)は、図-3に示される押し抜きせん断破壊時のモデルを基に算出している。また、本研究の計算耐力増分は実測の角度 α_2 を考慮し、式中の補強効果係数 α を1.0として算出した。表より、実測耐力増分を計算耐力増分で除した耐力増分比を見るとR1試験体を除き、鉄筋比の増加とともに小さくなる傾向にあり、この傾向は、既往の研究より得られた結果と同様である。なお、R1試験体の耐力増分比が鉄筋比の大きい試験体よりも小さく示されているのは、N試験体の実測耐力が計算耐力を大きく上回っており、実測耐力増分が小さく評価されたためと考えられる。

3.3 補強効果係数 α と主鉄筋比 P_t の関係

図-4には、補強効果係数 α と主鉄筋比 P_t の関係を示している。図中には既往の提案式を破線で示している。なお、補強効果係数 α は計算耐力増分に対して期待される実測耐力増分の割合であることから、表-2に示される耐力増分比としている。また、図には、R1-N試験体の計算せん断耐力を用いた結果も()付きで示している。図より、R1試験体は提案式に比べて補強効果係数 α が小さいものの、R1-N試験体の計算せん断耐力を用いた場合は、提案式の値を上回り、安全側に評価することができる。また、R2-S試験体の補強効果係数 α は提案式の値よりも大きく安全側に評価でき、R3-S、R4-S試験体の下限値は、ほぼ提案式の補強効果係数に合致していることが分かる。以上のことより、既往の提案式 $\alpha = 0.54/P_t$ は、本実験結果とも比較的良好に対応することが明らかとなった。

4. まとめ

- (1) FRPシート下面接着RC版の下縁かぶり部が寄与する実測耐力増分は、鉄筋比が大きいほど小さいことを確認した。
- (2) 提案式中の補強効果係数 α は、 $\alpha = 0.54/P_t$ とすることにより、本実験結果においても比較的良好に対応する。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書（構造性能照査編），2002
- 2) 三上 浩，岸 徳光，藤田 学，澤田 純之：鉄筋比の異なるAFRPシート下面接着RC版の押し抜きせん断性状に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，No.2，pp.1459-1464，2006

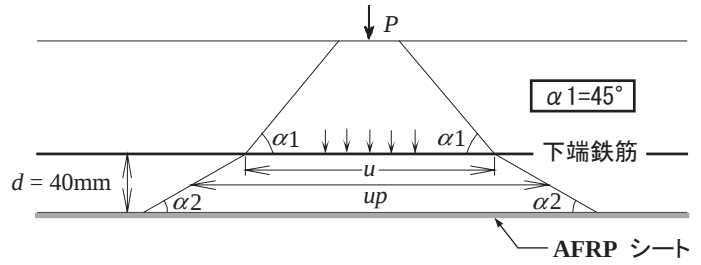


図-3 押し抜きせん断破壊時のモデル化

表-2 実験結果一覧

試験 体名	実測せん 断耐力 (kN)	実測耐 力増分 (kN) (i)	α_2	計算せん 断耐力 (kN)	計算耐 力増分 (kN) (ii)	耐力 増分比 (i)/(ii)*
R1-N	271.2	-	-	214.9	-	-
R1-S1	294.7	23.5	15.8	290.6	75.7	0.31 (1.05)*
R1-S2	305.0	33.8	20.5	303.4	88.5	0.38 (1.02)*
R2-N	230.6	-	-	243.4	-	-
R2-S1	318.6	88.0	16.4	322.5	79.1	1.11
R2-S2	354.9	124.3	18.6	339.4	96.1	1.29
R3-N	282.6	-	-	256.5	-	-
R3-S1	319.5	36.9	18.6	332.7	76.2	0.48
R3-S2	347.6	65.0	16.6	355.8	99.3	0.65
R4-N	291.6	-	-	260.0	-	-
R4-S1	337.0	27.9	14.9	319.5	77.9	0.36
R-S2	364.7	73.1	18.4	351.1	91.1	0.80

*: N試験体の計算せん断耐力を実測せん断耐力とした場合

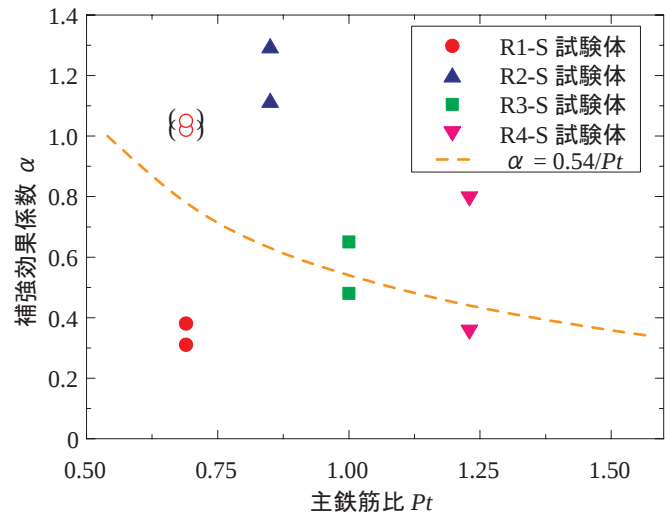


図-4 補強効果係数 α と主鉄筋比の関係