

鉄筋比を変化させた AFRP シート下面接着 RC 版の押抜きせん断実験

東急建設(株) 正会員 ○作田 大幸 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、既往の研究¹⁾において著者らが提案する AFRP シート下面補強 RC 版の押抜きせん断耐力評価式について、主鉄筋比が大きい場合における本式の適用性の検討を目的に、比較的鉄筋径の大きい鉄筋を用いて主鉄筋比を変化させた AFRP シート下面補強 RC 版を対象に静的押抜きせん断実験を実施した。

2. 試験体概要

表-1 に試験体の一覧を示す。試験体名の第1項目は主鉄筋比(A: 1.56%, B: 1.66%, C: 2.12%, D: 2.25%)を示し、第2項目はシート補強状況(N: 無補強, S1: 1層補強, S2: 2層補強)を示している。図-1 には、本実験に用いた試験体の概要を示す。RC 版の寸法は、2,000 × 2,000 × 180 mm である、主鉄筋は所定的主鉄筋比となるように、D16, D19, D22 を 100, 150, 200 mm 間隔で格子状に配置している。なお、主鉄筋は平均芯かぶりが 40 mm となるように配置している。

下面接着シートには、目付量 435/435 g/m² の二方向 AFRP シートを用い、各支点の 50 mm 手前まで貼り付けた。RC 版の支持条件は 4 辺単純支持であり、支持間隔は 1,750 mm である。また、支点部は回転を許容し、浮き上がりを拘束するピン支持に近い構造とした。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。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位関係

図-2 に各試験体の荷重と版中央変位の関係を示す。図-2 より、いずれの N 試験体も最大荷重を示した後、押抜きせん断破壊に伴う急激な荷重の低下が見られる。また、S1/2 試験体は N 試験体に比べて剛性勾配や最大荷重が大きくなっているものの、シート層数の違いによる剛性勾配や最大荷重の相違は顕著ではない。

3.2 ひび割れ分布性状

図-3 に実験終了後における B, D 試験体の版中央部切断面のひび割れ分布性状を示す。図より、鉄筋径、配筋間隔に関わらず、载荷点より斜め下方に押抜きせん断面が形成され、また AFRP シート下面補強した試験体ではひび割れ角度が増大していることが分かる。これは下面補強により、下縁かぶりコンクリートが押抜きせん断力に対して抵抗することで版の剛性が増大したためと考えられる。

3.3 押抜きせん断耐力の評価

著者らは、既往の研究¹⁾において、AFRP シート下面補強により RC 版のかぶりコンクリートが押抜きせん断耐力の向上に寄与するとの考

キーワード: AFRP シート下面補強 RC 版, 押抜きせん断耐力式, 主鉄筋比

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

表-1 試験体一覧

試験体名	主鉄筋 (主鉄筋比)	コンクリート強度 (MPa)	シート (層数)
A-N	D16	32.9	-
A-S1	@100	36.7	1
A-S2	(1.56 %)		2
B-N	D22	36.6	-
B-S1	@200		1
B-S2	(1.66 %)		2
C-N	D22	36.6	-
C-S1	@150		1
C-S2	(2.12 %)		2
D-N	D19	32.9	-
D-S1	@100		1
D-S2	(2.25 %)		2

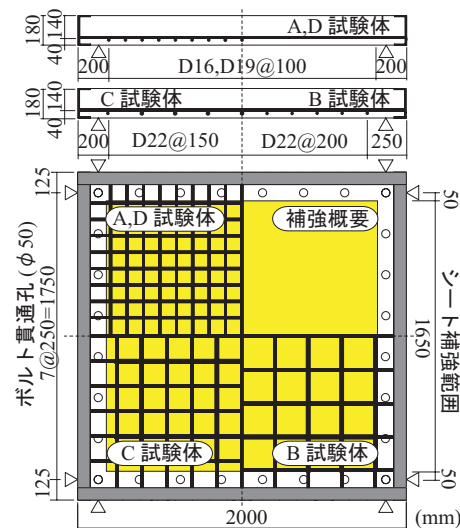


図-1 RC 版の形状寸法、配筋状況および補強概要

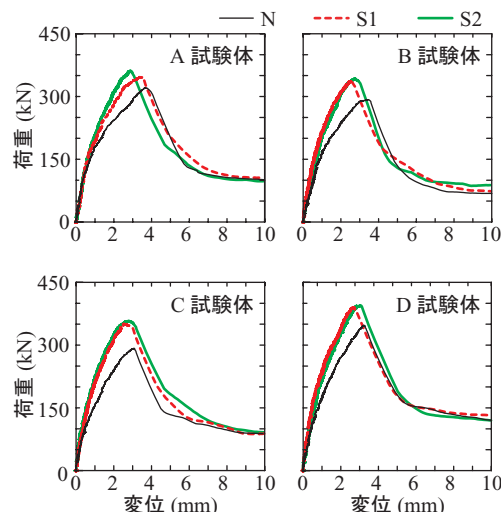


図-2 荷重-変位関係

えのもとに、コンクリート標準示方書²⁾の式を準用した押抜きせん断耐力増分評価式(1)を提案している。なお図-4にかぶりコンクリートの押抜きせん断抵抗のモデル図を示す。

$$CV_{pcd} = \alpha \cdot \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_r \cdot f_{pcd} \cdot u'_p \cdot d' \quad (1)$$

$$\alpha = 0.54/P_t, \quad f_{pcd} = 0.20\sqrt{f'_{cd}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d'} \quad (d': \text{m})$$

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

ここで、式(1)中の各定数は、 α :補強効果係数、 P_t :主鉄筋比、 f'_{cd} :コンクリートの圧縮強度、 u'_p :設計断面の周長、 d' :平均芯かぶり、 $p (=n_f \cdot A_f / (b \cdot d'))$: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 (FRPシート/鉄筋) である。

表-2に実験および計算結果の一覧を示す。計算結果は α_1 を 45° と仮定し、 α_2 を実測値として算出したものである。また、表中の耐力増分の計算値は、式(1)中の α を1.0とした場合の値である。なお、せん断耐力比および耐力増分比は、それぞれの実験値を計算値で除した値である。

せん断耐力比を見ると、A, D試験体はシート補強の有無にかかわらず、概ね1.0程度と提案式を用いることで良く一致することが分かる。しかしながら、鉄筋径がD22と比較的大きいB, C試験体では0.9程度と危険側の結果となっている。これは、無補強B, C試験体においてせん断耐力比が0.82および0.89となっていることから、示方書式によるN試験体の計算押抜きせん断耐力が実測値を大きく上回っていることが要因と考えられる。

3.4 補強効果係数 α と主鉄筋比の関係

図-5に計算耐力増分に対する実測耐力増分の割合を示す補強効果係数 α と鉄筋比 P_t との関係を示す。補強効果係数 α と表-2に示した耐力増分比は同義である。図-5より、A試験体で提案式 $1)(0.54/P_t)$ を若干下回っているものの、全体的に補強効果係数 α が提案式と同等、あるいは上方に位置していることから、大略安全側に評価していることが分かる。

4. まとめ

- 1) 本提案式を用いて算出したFRPシート下面接着RC版の押抜きせん断耐力と実験結果は概ね対応する。ただし、無補強の計算せん断耐力が実測値と異なる場合には若干の差異が生じる可能性がある。
- 2) 押抜きせん断耐力増分は、提案の補強効果係数 $\alpha = 0.54/P_t$ を用いることで、鉄筋径および配筋間隔にかかわらず、本実験結果を大略安全側に評価できる。

参考文献

- 1) 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
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書 (構造性能照査編), 2002



図-3 切断面のひび割れ分布性状

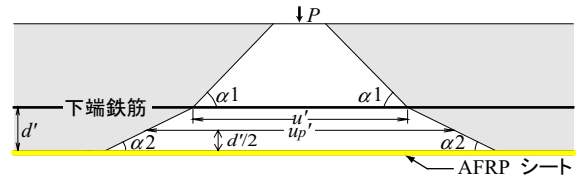


図-4 押抜きせん断性状のモデル化

表-2 実験結果一覧

試験体名	α_2	せん断耐力		せん断耐力比	耐力増分		耐力増分比
		実験 (kN) (i)	計算 (kN) (ii)		実験 (kN) (iii)	計算 (kN) (iv)	
A-N	-	320.9	306.9	1.05	-	-	-
A-S1	11.7	346.1	354.1	0.98	25.2	109.6	0.23
A-S2	11.7	361.1	362.7	1.00	40.2	134.5	0.30
B-N	-	292.4	327.7	0.89	-	-	-
B-S1	10.5	336.5	360.1	0.93	44.1	99.5	0.44
B-S2	10.4	342.6	368.7	0.93	50.2	125.9	0.40
C-N	-	292.1	355.6	0.82	-	-	-
C-S1	9.8	351.6	381.6	0.92	59.5	102.3	0.58
C-S2	17.0	357.3	382.6	0.93	65.2	106.2	0.61
D-N	-	347.0	346.8	1.00	-	-	-
D-S1	9.2	390.9	370.9	1.05	43.9	100.5	0.44
D-S2	11.5	394.8	374.6	1.05	47.8	115.7	0.41

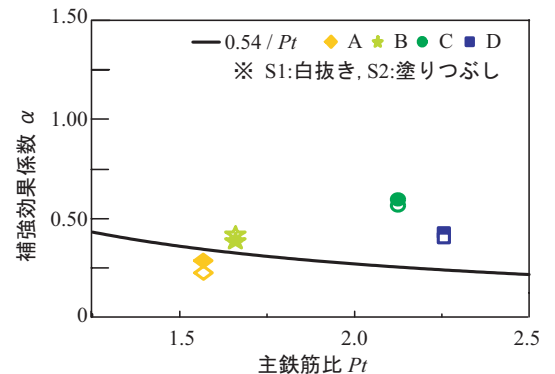


図-5 補強効果係数 α と主鉄筋比の関係