

2方向AFRPシートを下面接着した4辺支持RC版の押し抜きせん断性状に与える補強量の影響

三井住友建設（株） フェロー ○三上 浩
室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

三井住友建設（株） 正 員 藤田 学

1. はじめに

本研究では、AFRPシート補強量がRC版の押し抜きせん断耐力の向上効果に与える影響に着目し、2方向AFRPシートを下面接着した4辺支持RC版を用いて押し抜きせん断実験を実施した。

2. 実験概要

表-1には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体数は、無補強試験体Nおよび、AFRPシートの補強層数を変化させたS試験体4体の全5体である。なお、S試験体に付随する数値はシート補強層数を示している。

図-1には、試験体の形状寸法と配筋状況をAFRPシートの補強概要とともに示している。RC版の寸法は、 $2,000 \times 2,000 \times 180$ mm、かぶり厚さは40 mmである。鉄筋にはD16を用い、版中央部より150 mm間隔で下端のみに配置している。シートの貼り付け範囲は、主鉄筋および配力鉄筋方向に両支点の50 mm手前までとした。なお、シート接着部のコンクリート表面には付着性能の向上に有効であるショットブラスト処理を施している。試験体の支持条件は、4辺単純支持で支持間隔が1,750 mmであり、支点部は回転を許容するが浮き上がりを拘束したピン支持に近い構造となっている。載荷版は直径60 mmの鋼製厚肉円板としRC版中央に配置した。実験時におけるコンクリートの圧縮強度は34.9 MPa、鉄筋の降伏強度は386 MPaであった。本実験に用いた2方向AFRPシートの力学的特性値は、弾性係数118 GPa、引張強度2.06 GPaである。

表-1 試験体一覧

試験体名	目付量 (g/m ²)	補強層数	厚さ <i>t</i> (mm)	引張剛性 <i>E</i> ・ <i>t</i> (MN/m)
N	-	-	-	-
S1	435/435 (2方向)	1	0.24	28.3
S2		2	0.48	56.6
S3		3	0.72	85.0
S4		4	0.96	113.3

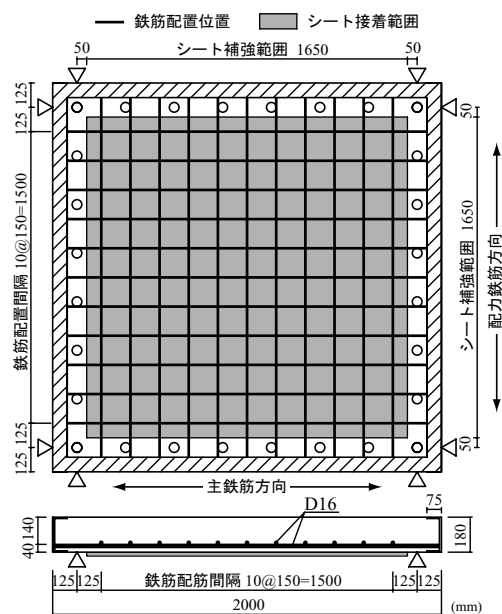


図-1 試験体の概要

3. 実験結果

3.1 荷重-変位関係

図-2には、各試験体の荷重と版中央部変位（以後、変位）の関係を比較して示している。図より、シート補強を施していないN試験体は170 kN程度でひび割れが発生して版の剛性が低下し、変位が増加し始めていることが分かる。

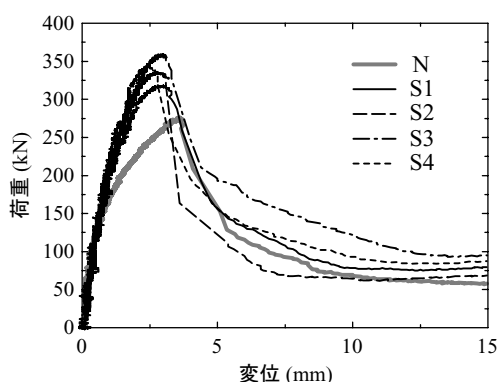


図-2 荷重-版中央部変位関係

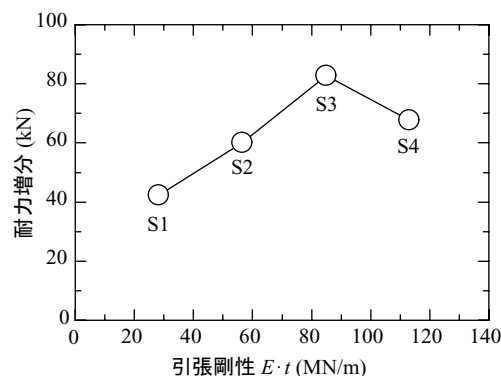


図-3 引張剛性と耐力増分の関係

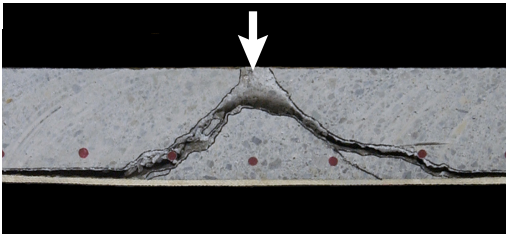
その後、変位が4 mm程度で押し抜きせん断破壊に至った。一方、シートで補強したS試験体はNの様な剛性低下が顕著には見られず、荷重の増加とともに徐々に変位が増大して押し抜きせん断破壊に至っている。また、S試験体の中では、S4の最大荷重時変位が最も小さいことが分かる。図-3に、引張剛性と耐力増分の関係を示す。S4の補強による耐力増分はS3のそれよりも小さいことから、 $E \cdot t$ の増加と耐力増分は線形比例関係になく、補強量を増加するキーワード：RC版、4辺支持、AFRPシート、押し抜きせん断性状

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木518-1 三井住友建設（株）技術研究所 TEL 04-7140-5201 FAX 04-7140-5216

加させても補強効果には上限があることが分かる。

3.2 押し抜きせん断性状

写真－1 には、版中央部切断面の状況を示している。写真より、版上部から下端鉄筋までのひび割れ角度 ($\alpha 1$) とかぶりコンクリート部のひび割れ角度 ($\alpha 2$) とが異なることが分かる。切断面より得られた各試験体のひび割れ角度を 表－2 に示す。表より、 $\alpha 1$ はいずれの試験体も同程度であることが分かる。一方、 $\alpha 2$ はいずれの試験体においても $\alpha 1$ を下回っており、かぶり部において押し抜きせん断面が緩やかになり、広がりを有する傾向にあることが分かる。



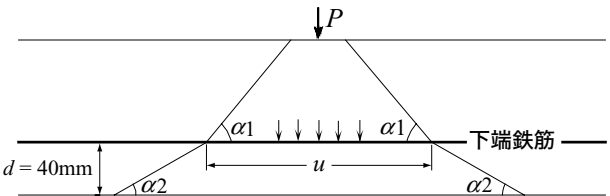
写真－1 版中央部切断面の状況 (S4 試験体)

表－2 ひび割れ角度、耐力増分および押し抜きせん断耐力

試験体名	ひび割れ角度		耐力増分			押し抜きせん断耐力		(iii)/(iv)
	$\alpha 1$ (度)	$\alpha 2$ (度)	実験値 (i) (kN)	計算値 (ii) (kN)	(i)/(ii)	実験値 (iii) (kN)	計算値 (iv) (kN)	
N	35	11	-	-	-	276.2	273.0	1.01
S1	40	13	42.3	88.1	0.48	318.5	361.1	0.88
S2	47	13	60.0	111.0	0.54	336.2	384.2	0.88
S3	48	15	82.8	121.2	0.68	359.0	394.1	0.91
S4	44	16	67.6	130.7	0.52	343.8	403.7	0.85

3.3 押し抜きせん断耐力

表－2 には、補強したことによる耐力増分および押し抜きせん断耐力の一覧を示している。かぶり部の押し抜きせん断耐力は、押し抜きせん断面を 図－4 に示すようにモデル化し、下端鉄筋が配筋されている面の直径 u の領域に分布荷重が作用してかぶり部に押し抜きせん断面が形成されるものと仮定して算出した。なお、版下面の AFRP シートは、鉄筋に対する弾性係数比を用いて補強筋比として考慮した。本手法は 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として先に著者らが提案した方法¹⁾である。表には、かぶり部の計算耐力増分 (ii) に、N の計算耐力を加算した計算押し抜きせん断耐力 (iv) を実測耐力 (iii) と比較して示している。ここで、耐力増分の実験値 (i) は S 試験体の押し抜きせん断耐力から N の耐力を差し引いた耐力である。なお、N の計算値は示方書に基づき下端鉄筋より上側の断面を対象に、押し抜きせん断面の角度 $\alpha 1$ を 45° と仮定して算出した値である。



図－4 押し抜きせん断面のモデル化

表より、実験値 (i) は、かぶり部の耐力負担として算出した計算値 (ii) の $50 \sim 70 \%$ と小さいことが分かる。これは、本実験での版厚が 18 cm 、下端主鉄筋が D16 であるためと考えられる。なお、既往の研究¹⁾でも、基準版厚を 15 cm から 18 cm に増大した場合や主鉄筋径を増加した場合に、実測値/計算値が $0.5 \sim 0.7$ 程度に低下していることから、本実験結果は既往の研究とも良好に対応していることが分かる。なお、押し抜きせん断耐力の計算値 (iv) は、かぶり部の耐力負担が最大でも全体の約 20% 程度と小さいことから、実測の耐力と比較的良好に対応している。このように、シート補強による押し抜きせん断耐力の増加は主としてかぶりコンクリートが押し抜きせん断耐力の向上に寄与するためと考えられるが、版厚や主鉄筋量が大きい場合には、かぶり部の耐力寄与を計算結果は過大に見積もる傾向にある。これは、版厚や主鉄筋量が大きくなることで押し抜きせん断破壊時の変位量が小さくなることと密接に関連するものと推察される。

4. まとめ

- 1) シートの引張剛性を増大させることにより、最大荷重が増大し、最大荷重時変位は小さくなる傾向にある。しかしながら、耐力増加には上限があり、 $E \cdot t$ の増加と耐力の向上効果は線形比例関係にはない。
- 2) かぶりコンクリートの耐力寄与を仮定した計算押し抜きせん断耐力は、多少危険側であるが実験値と対応する。

参考文献

1) 三上 浩，岸 徳光，田口 史雄，松岡 健一：2 方向 AFRP シートを下面接着した各種 RC 版の押し抜きせん断性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.24, No.2, pp.1435-1440, 2002