

FRPシートで補強したRC版の押し抜きせん断性状

三井建設(株)フェロー 三上 浩 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 北海道開発土木研究所 正員 池田 憲二 室蘭工業大学 フェロー 松岡 健一

1. はじめに

本研究では、FRPシートによる面部材の効率的な補強方法を検討することを目的として、シートの材料特性、補強方法および補強量がRC版の押し抜きせん断性状に与える影響を実験的に検討した。

2. 実験の概要

表-1に試験体の一覧と実験結果を示す。試験体は無補強RC版(N)とその下面に表-2に示す各種FRPシートを接着した全5体である。A1, C1は、各々AFRP, CFRP 1方向シートを直交して1層ずつ接着し、A2-1, A2-2はAFRP 2方向シートを各々1層, 2層接着したRC版である。なお、シートの接着範囲は配筋方向に全域、主鉄筋方向には両側支点の50mm手前までとした。各試験体のシートの引張剛性(E・t)はA1, C1, A2-1でほぼ同等であり、A2-2はその他の約2倍である。図-1に試験体の形状寸法、配筋状況、歪ゲージ貼付位置を示す。RC版の寸法は1,650×1,650×150mm、主鉄筋、配筋にはD13を150mmピッチに配筋している。なお、一对辺の支点部はピン支持に近い構造とし、他対辺は自由とした。また、載荷板には直径60mmの鋼製円柱を用い、載荷点は版中央とした。実験時のコンクリートの圧縮強度は16.7MPa、鉄筋の降伏強度は354.5MPaであった。

3. 実験結果および考察

3.1. 荷重 - 版中央変位関係

図-2に荷重と版中央変位(以後、単に変位)の関係を示す。Nは40kN程度で配筋方向に曲げびびわれが発生し、版の曲げ剛性が大きく低下して変位が急増した。その後、荷重は変位7~8mmで140kNまで増加した後、押し抜きせん断破壊に至って荷重が急激に低下した。一方、補強試験体は、Nのような急激な剛性の低下がみられず、荷重増加と共に徐々に変位が増加し、変位が5mm程度で押し抜きせん断破壊に至った。なお、シートの破断は生じていない。最大荷重時の変位が最も小さい試験体はA2-2であり、また剛性低下が最も少ないのもA2-2であった。表-1に示す様にシートの引張剛性(E・t)がほぼ同等のA1, C1, A2-1の最大荷重はシートの種類、補強方法に関わらずNの1.3倍程度である。一方、シートのE・tが他の約2倍であるA2-2の最

表-1 試験体の一覧と実験結果

試験体名	補強方法	最大荷重 (kN)	Nに対する荷重の増分(kN)	Nに対する荷重比率
N	無補強	141.5	-	1.00
A1	AFRP 1方向シート直交	186.4	44.9	1.32
C1	CFRP 1方向シート直交	183.4	41.9	1.30
A2-1	AFRP 2方向シート1層	187.8	46.3	1.33
A2-2	AFRP 2方向シート2層	206.4	64.9	1.46

表-2 FRPシートの力学的特性

名称	繊維目付け量 (g/m ²)	厚さ t (mm)	引張強度 (GPa)	弾性係数 E (GPa)	引張剛性 E・t (kN/mm)
AFRP 1方向シート	415	0.286	2.48	126.5	36.2
CFRP 1方向シート	300	0.167	4.07	230.4	38.5
AFRP 2方向シート	435/435	0.3/0.3	2.48	126.5	38.0/38.0

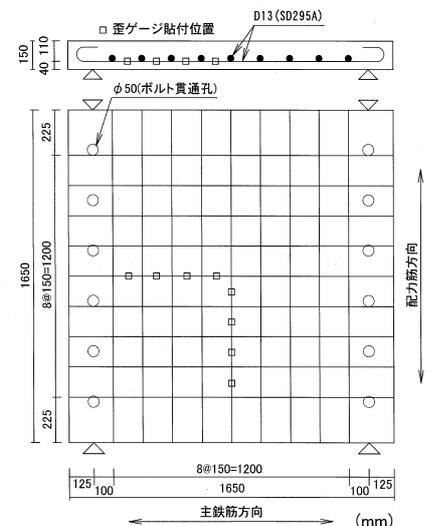


図-1 試験体の概要

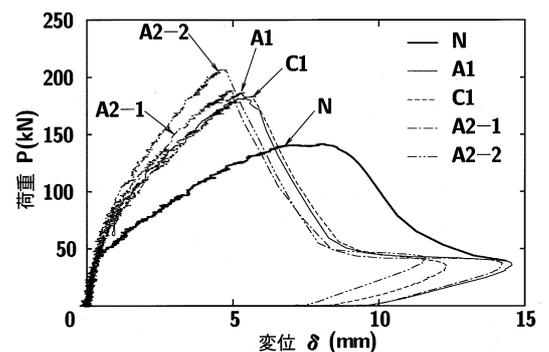


図-2 荷重 - 版中央変位関係

キーワード：RC版、AFRP2方向シート、引張剛性、押し抜きせん断耐力
 連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井建設(株)技術研究所 TEL 0471-40-5202 FAX 0471-40-5216

表 - 3 ひびわれ角度一覧

試験体名	1 (度)	2 (度)
N	23.0	11.5
A1	34.5	25.3
C1	34.3	24.5
A2-1	41.3	21.8
A2-2	37.0	22.3

表 - 4 押し抜きせん断耐力一覧

試験体名	耐力増分 実験値(1) (kN)	耐力増分 計算値(2) (kN)	(1) / (2)	押し抜きせん断 耐力(実験値)(3) (kN)	押し抜きせん断 耐力(計算値)(4) (kN)	(3) / (4)
N	-	-	-	141.5	109.4*	1.29
A1	44.9	45.9	0.98	186.4	187.4	0.99
C1	41.9	47.2	0.89	183.4	188.7	0.97
A2-1	46.3	48.6	0.95	187.8	190.1	0.99
A2-2	64.9	60.8	1.07	206.4	202.3	1.02

* 示方書に基づいて算出

大荷重は N の 1.46 倍であり、 $E \cdot t$ の増加によって最大荷重が増加していることがわかる。ただし、A2-2 の補強による荷重増加量は 64.9 kN であり、他が 42 ~ 46 kN 程度であることから、 $E \cdot t$ の増加と荷重増加は線形比例関係にないことがわかる。

3.2. 押し抜きせん断性状

版中央切断面の観察結果より、試験体に発生したひびわれの角度は版上部から下端筋まで(1)とかぶりコンクリート部(2)では異なっており、さらにこれらは試験体によっても変化していることがわかった。各ひびわれ角度を整理すると表 - 3 のように示される。表より、1, 2 とともに無補強の N で最も小さいことが分かる。これは、ひびわれによる剛性低下が N 試験体で最も顕著であり、版中央部の曲率が大きくなることに関連しているものと考えられる。また、補強試験体の 1, 2 はそれぞれ N の 1.5 ~ 1.8 倍、2 倍程度といずれも N に比べて大きい。これは、シート補強することによって剛性低下が抑制されるためと考えられる。なお、補強試験体の下縁かぶりコンクリート部には押し抜きせん断ひびわれの発生が確認されたものの N のようなかぶりコンクリートの剥離等の著しい損傷は見られなかった。

3.3. 押し抜きせん断耐力

ここでは、かぶりコンクリート部がシート補強によって押し抜きせん断耐力の向上に寄与するものと仮定して、コンクリート標準示方書¹⁾(以後、示方書)に基づきかぶり部の押し抜きせん断耐力寄与分の算定を試みた。すなわち、その寄与分は図 - 3 に示す押し抜きせん断破壊のモデル図を参考に $\alpha_1=45^\circ$ で下端筋位置まで進展した際の下端筋位置での押し抜きせん断面の周長を載荷面の周長(u)とし、前述した α_2 の角度でかぶり部に押し抜きせん断面が形成されると仮定して設計周長を求め評価することとした。また、版下面の FRP シートはその厚さおよび鉄筋との弾性係数比を用いて補強筋に換算して考慮した。表 - 4 に上記に基づいて算出したかぶり部の耐力寄与分(増分)(2)と、N の実測耐力に(2)を加算した押し抜きせん断耐力の計算値(4)を実測耐力(3)と比較して示す。ここで、耐力増分の実験値(1)は補強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。表より、かぶり部の耐力寄与分として算出した計算値(2)は実験値(1)とほぼ対応していることがわかる。また、押し抜きせん断耐力の計算値(4)は、実験値(3)と数%の誤差内で対応していることがわかる。

4. まとめ

- 1) シートの引張剛性が同等の場合には、材料特性、補強方法に関わらず同程度の押し抜きせん断耐力の向上を期待できる。
- 2) かぶりコンクリートがシート補強によって押し抜きせん断に抵抗すると仮定した場合の計算押し抜きせん断耐力と実測耐力は数%の誤差内で対応する。

参考文献：

- 1) 土木学会コンクリート標準示方書(平成 8 年制定)設計編, 1996。

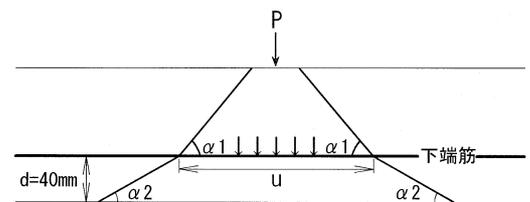


図 - 3 押し抜きせん断破壊のモデル図