

2方向AFRPシートで補強した各種RC版の押し抜きせん断性状

三井建設（株） フェロー ○三上 浩 （独）北海道開発土木研究所 正 員 田口 史雄
 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光 室蘭工業大学 フェロー 松岡 健一

1. はじめに

本研究では、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実験を行い、シート補強 RC 版の押し抜きせん断性状に与える RC 版の特性の影響を検討した。

2. 実験概要

表－1 に試験体の一覧を示す。A- 試験体は基準試験体であり、B- 試験体はかぶり厚さを、C- 試験体は鉄筋比を、D- 試験体は有効高さを、各々 A- 試験体に対して変化させた試験体である。各断面種類の試験体は、無補強試験体とその下面に2方向 AFRP シート (AK-50/50) を1層もしくは2層接着した3種類であり、その総数は12体である。AK-50/50の厚さは0.3/0.3 mm、引張強度、弾性係数は各々2.48、126.5 GPaである。なお、コンクリートの圧縮強度はA- 試験体で16.7、その他の試験体で19.8 MPaであった。また、鉄筋はすべてSD295Aを使用した。図－1 に試験体の概要をB- 試験体を例に示す。一对辺の支点部はピン支持に近い構造とし、他対辺は自由としている。また、載荷板には直径60 mmの鋼製円柱を用い、載荷点は版中央とした。本実験では、試験体の載荷荷重および変位を動的に計測し、実験終了後には主鉄筋方向に版中央を切断して破壊面の観察を行った。

3. 実験結果および考察

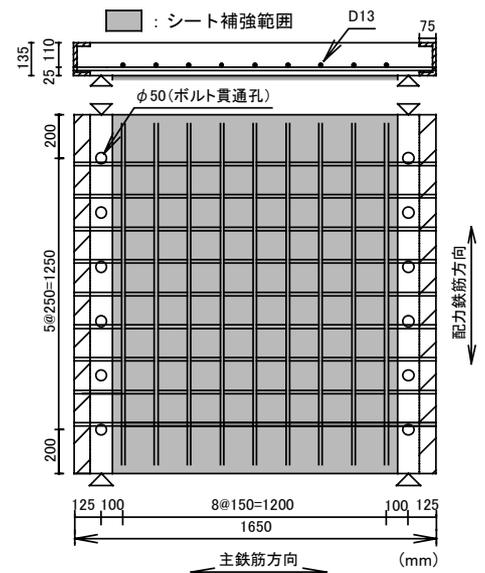
3.1. 荷重－版中央変位関係

図－2 に無補強および2方向 AFRP シートを2層接着した試験体の荷重－版中央変位関係を示す。(a) 図の無補強試験体の結果より、かぶり厚さが押し抜きせん断耐力に与える影響は小さいものの、かぶり厚さが薄くなることにより小さな変位で押し抜きせん断破壊することが分かる。また、鉄筋比や有効高さが大きいC-N、D-N 試験体では、曲げひび割れ発生後の剛性低下が抑制され、押し抜きせん断耐力が増大していることが分かる。しかし、押し抜きせん断破壊時の変位は基準試験体 (A-N) に比べて小さい。

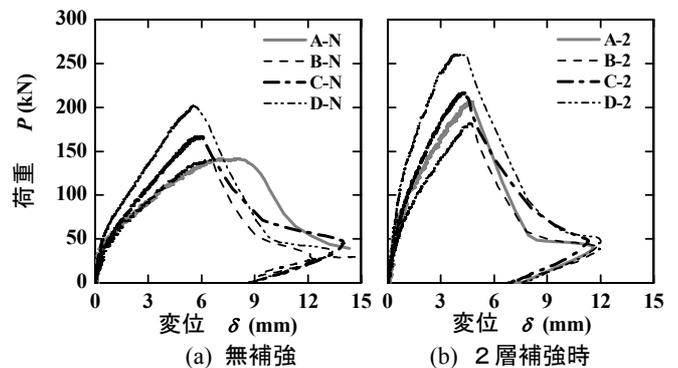
(b) 図の2層補強時の結果より、かぶり厚さや鉄筋比が曲げひび割れ発生後の版の剛性や押し抜きせん断耐力に与える影響は大きいものの、押し抜きせん断破壊時の変位には大差がないことが分かる。また、D-2 試験体の結果より、有効高さを高くすることで押し抜きせん断耐力は大きく増大するが、押し抜きせん断破壊時の変位は他の試験体と大差がないことが分かる。このような性状は、1層補強時も

表－1 試験体の一覧

試験体名	断面種類	版厚 (mm)	かぶり厚さ (mm)	有効高さ (mm)	配筋 (mm) (鉄筋比)	2方向シート層数
A-N	A	150	40	110	D13@150 (0.88%)	-
A-1						1層
A-2						2層
B-N	B	135	25	110	D13@150 (0.88%)	-
B-1						1層
B-2						2層
C-N	C	150	40	110	D16@150 (1.38%)	-
C-1						1層
C-2						2層
D-N	D	180	40	140	D16@200 (0.85%)	-
D-1						1層
D-2						2層



図－1 試験体の概要 (B- 試験体)



図－2 荷重－版中央変位関係

キーワード：2方向 AFRP シート、RC 版、押し抜きせん断性状

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井建設（株）技術研究所 TEL 0471-40-5202 FAX 0471-40-5216

ほぼ同様であった。

3.2. 押し抜きせん断性状

版中央切断面の観察結果より、版上部から下端鉄筋までのひび割れ角度 (α_1) とかぶりコンクリート部のひび割れ角度 (α_2) が異なることが明らかとなった。各試験体のひび割れ角度を表-2に取りまとめた。表より、 α_1 は無補強に比べてシート補強した方が大きくなる傾向にあることが分かる。これは、シート補強することで剛性低下が抑制されるためと考えられる。

鉄筋比や有効高さが大きい C-, D- 試験体は、曲げひび割れ発生後の剛性低下が A- 試験体 に比べて小さく、シート補強による α_1 の増大は顕著ではない。なお、かぶり厚さが薄い B- 試験体の α_1 は A- 試験体と大略同等である。一方、 α_2 はかぶり厚さが薄い B- 試験体 で小さくなる傾向にあり、また、鉄筋比や有効高さが大きい C-, D- 試験体も A- 試験体に比べて全般的に小さくなる傾向にある。この様に、シート補強によるひび割れ角度 α_1 , α_2 の変化状況は RC 版の特性によって大きく変化している。

3.3 押し抜きせん断耐力

表-2にかぶり部の耐力負担と押し抜きせん断耐力の関係を示す。ここでは、シート補強によりかぶり部が押し抜きせん断耐力の向上に寄与するものと仮定し、コンクリート標準示方書 (以後、示方書) に準拠してかぶり部の押し抜きせん断耐力を計算した。すなわち、図-3に示すように $\alpha_1 = 45^\circ$ の角度で下端鉄筋位置までひび割れが進展した際の周長を載荷面の周長 (u) とし、実測の α_2 でかぶり部に押し抜きせん断断面が形成されるとして設計周長を求める。なお、版下面の AFRP シートは鉄筋との弾性係数比を用いて補強筋比として考慮した。耐力増分の計算値を表-2中の (2) に示した。また、表-2中の (4) に示す押し抜きせん断耐力の計算値は、示方書に準拠した -N 試験体の計算耐力に (2) の計算値を加算した耐力である。

表より、実験でのシート補強による押し抜きせん断耐力の増分 (1) は A- 試験体で最も大きく、B-, C- 試験体の場合は小さくなる傾向にあることが分かる。一方、D- 試験体も A- 試験体に比べて耐力増分は小さくなっているが、その傾向は B-, C- 試験体ほど顕著ではない。従って、シートの耐力向上効果は RC 版の剛性に影響されるものの、RC 版の剛性のみで一義的には決まらないことが分かる。なお、押し抜きせん断耐力の計算値は実測値とほぼ対応しているものの、C-, D- 試験体は (実測耐力 / 計算耐力) が 1.0 を下回り多少危険側になる傾向にある。以上より、シート補強による押し抜きせん断耐力の増加はかぶり部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ものの、その程度は鉄筋比や有効高さに影響されることが明らかとなった。これは、鉄筋比や有効高さの変化に対応してかぶり部に生じるひび割れの性状が大きく変化するためと考えられる。

4. まとめ

- 1) 押し抜きせん断面の角度はシート補強することで大きく変化するが、その性状は RC 版の特性によって異なる。
- 2) 計算押し抜きせん断耐力は実測値とほぼ対応するが、鉄筋比や有効高さが大きい場合には危険側の評価を与える。これは、ひび割れ幅や間隔が鉄筋比や有効高さの増大に関連して拡大するためと推察される。

表-2 ひび割れ角度とかぶり部の耐力負担および押し抜きせん断耐力の一覧

試験体名	ひび割れ角度*		耐力増分		(1)/(2)	押し抜きせん断耐力		(3)/(4)
	α_1 (度)	α_2 (度)	実測値 (1) (kN)	計算値 (2) (kN)		実測値 (3) (kN)	計算値 (4) (kN)	
A-N	23	12	-	-	-	155.3	120.1	1.29
A-1	41	22	50.8	53.3	0.95	206.1	173.4	1.19
A-2	37	22	71.3	66.8	1.07	226.6	186.9	1.21
B-N	26	10	-	-	-	141.7	120.1	1.18
B-1	42	11	36.7	39.6	0.93	178.4	159.7	1.12
B-2	37	12	41.6	49.1	0.85	183.3	169.2	1.08
C-N	29	18	-	-	-	168.3	139.5	1.21
C-1	36	14	30.6	61.8	0.50	198.9	201.3	0.99
C-2	35	18	49.3	71.2	0.69	217.6	210.7	1.03
D-N	34	12	-	-	-	203.2	182.6	1.11
D-1	34	13	43.1	70.4	0.61	246.3	253.0	0.97
D-2	45	16	58.7	83.7	0.70	261.9	266.3	0.98

* 図-3 参照

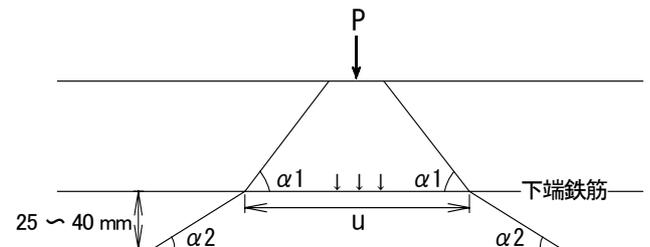


図-3 押し抜きせん断性状のモデル化