多軸繊維シートとコンクリートのせん断付着特性

倉敷紡績㈱　正会員　○堀本　歴
金沢工業大学　学生会員　星野　章仁
金沢工業大学　正会員　宮里　心一
弘前大学　正会員　上原子　晶久

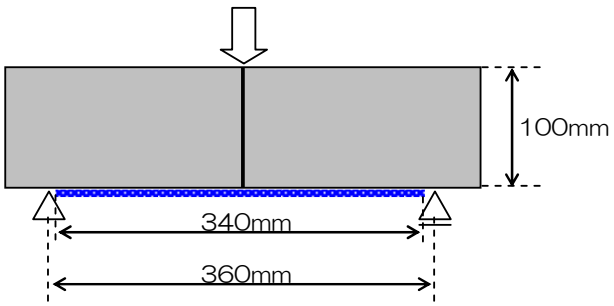
１．はじめに

多軸繊維シートによる鉄筋コンクリート部材の補強性能評価として，一軸圧縮試験や小型梁部材のせん断試験を行い，その特徴を見いだしてきた．連続繊維シートによる補修・補強については，土木学会の指針[1)]により評価・設計手法が示されており，シートとコンクリートとの付着特性は重要な因子である．多軸繊維シートは，連続繊維を任意の方向に編成した層を基本とし，複数積層した構成である．ゆえに，一方向連続繊維シートの付着特性とは異なる特性を示すことが予想される．本研究では，多軸繊維シートとコンクリートのせん断付着特性に関する実験的検討を行った．

２．実験概要

供試体，および載荷方法の概要を**図－1** に示す．供試体は 100Ｘ100Ｘ400mm のコンクリートブロックを半分に切断し，両片を付き合わせた状態で底面に繊維シートを貼り付けた．繊維シート貼付けの部材軸方向長さは 340mm，幅は 50mm とした．繊維シートの貼付け面はグラインダーによる表面処理を施し，エポキシ樹脂プライマー塗布後，接着含浸用エポキシ樹脂により貼り付けた． 1 週間の養生期間の後，試験に供した．コンクリートの示方配合は**表－1** に示す通りである．載荷方法はスパン 350mm の 3 点曲げとした．

実験ケースを**表－2** に示す. 部材軸方向を 0° として表記した．本研究では炭素繊維により編成した繊維シートを用いた．繊維の編成角度は，0° ，+45°



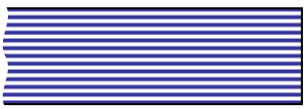
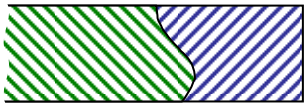
図－1　供試体および載荷方法概要

表－1　示方配合

Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				
			W	C	S	G	AE 剤
25	50.5	44.4	155	307	801	1021	3.377

スランプ　8cm

表－2　実験ケース

Name	編成条件（角度・目付け）	概要図
S 0(110)	0°（110g/m²）	
S 0(220)	0°（220g/m²）	
S 0(330)	0°（330g/m²）	
S +45/-45(110)	+45° ／-45°（各層 110g/m²）	
S +45/-45(220)	+45° ／-45°（各層 220g/m²）	
S 0/+45/-45(110)	0° ／+45° ／-45°（各層 110g/m²）	
S 0/+45/-45(220)	0° ／+45° ／-45°（各層 220g/m²）	

キーワード　多軸繊維シート，繊維補強，せん断付着特性
連絡先　〒572-0823　大阪府寝屋川市下木田町 14-5　倉敷紡績（株）技術研究所　ＴＥＬ072-823-8145

/-45°，0°/+45°/-45°の３水準とし，繊維量もパラメータとした．

３．結果と考察

実験結果を**表－３**に示す．繊維量の少ない ***S 0(110)*** では繊維シートが破断した．軸方向繊維のない斜め方向に編成したタイプについても，軸方向強度が低いため繊維シートが破断する結果となった．はく離破壊したケースについては，コンクリート母材の破壊を伴っており，付着特性を検討できると判断した．

繊維シートに作用する最大引張力 T_{max} は次式により算出した．

$$T_{max} = \frac{P_{max} \cdot \ell}{4h} \qquad (1)$$

P_{max} ：曲げ試験による最大荷重

ℓ ：載荷スパン(360mm)

h ：供試体高さ(100mm)

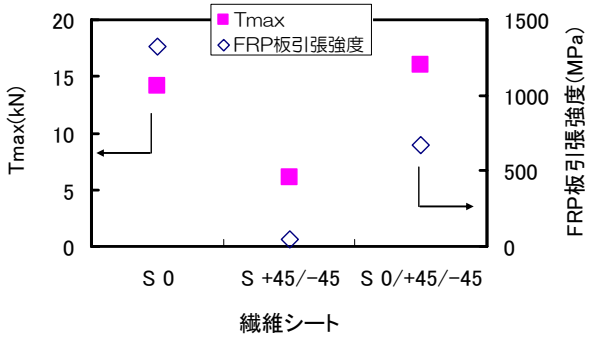
繊維量の等しい ***S 0(330)*** と ***S 0/+45/-45(110)*** を比較すると，軸方向にのみ繊維を編成した ***S 0(330)*** の方が繊維シートが負担する引張力は大きい結果となった．これは，斜めに配向した多軸繊維シートの特徴と考えられる．すなわち，引張力に対して斜めに配向しているため，力の伝達の点からシート幅が大きく影響すると思われる．本研究では貼り付けた繊維シートの幅が 50mm であり，繊維シート幅の影響については今後の検討課題である．

ここで ***S 0(220)***, ***S +45/-45(220)***, ***S 0/+45/-45(220)*** に関して，本研究で使用したエポキシ樹脂により板状に成形した FRP 板の引張強度と T_{max} の関係を**図－２**に示す．斜め方向に編成したシートに注目すると FRP 板の強度よりも T_{max} の方が相対的に高い値となった．これは，コンクリートに貼り付けることで斜め方向編成繊維が強度に寄与する割合が高くなることを示唆するものである．しかしながら，この関係を明確にするには実験本数を増やすなどして，さらに検討する必要がある．

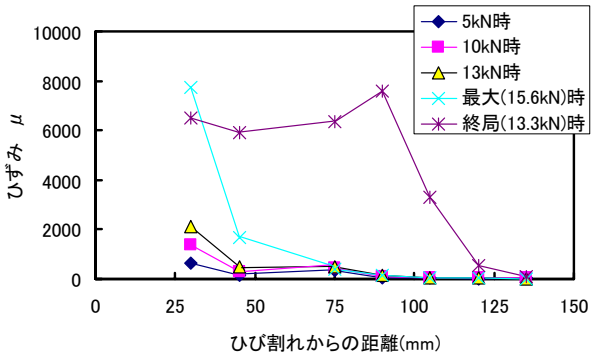
図－３は ***S 0/+45/-45(220)*** について，付き合わせ部からの距離（供試体中心からの距離）と当該箇所の繊維シートひずみの関係を，荷重ステップごとにプロットした図である．なお，ひずみゲージは部材軸方向に貼り付けた．繊維に働く引張力が大きくなるにつれて，付き合わせ部からの距離が 30mm の位置でのひずみが増加し，最大荷重時にひずみが大きくなる現象が見られた．しかし，ひび割れからの距離が 50mm 以上離れると，最大荷重時に至るまで繊維シートのひずみはほとんど変化していない．その後，最大荷重を過ぎてやや低い荷重を維持しながら，付き合わせ部からの距離が離れた位置でも順にひずみが増加し，はく離が進展する現象が観察された．この現象は一方向シートと異なり，多軸繊維シートの特徴と思われる．しかしながら，本研究の範囲では現象を解明できなかった．今後の検討課題とし，解明を試みる．

表－３　破壊状態と繊維シートに働く最大引張力

Name	破壊状態	T_{max} (kN)
S 0(110)	シート破断	11.6
S 0(220)	シートはく離	14.1
S 0(330)	シートはく離	15.3
S +45/-45(110)	シート破断	4.6
S +45/-45(220)	シート破断	6.1
S 0/+45/-45(110)	シートはく離	11.1
S 0/+45/-45(220)	シートはく離	16.0



図－２　T_{max} と FRP 板強度の関係



図－３　ひび割れからの距離とひずみの関係

参考文献

1）土木学会：連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針，コンクリートライブラリー101，2000.