# 緩衝材を用いた炭素繊維シートの付着性状

○清水建設㈱　正会員　前田　敏也 1)
清水建設㈱　正会員　村上　かおり 1)
日石三菱㈱　正会員　小牧　秀之 2)
日石三菱㈱　坪内　賢太郎 3)

## １．はじめに

コンクリート床版や梁などの下面に炭素繊維シート（以下 CFS）を接着して補強を行う際，CFS のはく離によって部材が破壊して期待した補強効果が得られない場合がある．このような現象を改善するため，CFS とコンクリートとの間に変形性能に優れた緩衝材を設置した工法が提案され，RC 梁の曲げ載荷試験により CFS のはく離抵抗性が向上することが確認されている [1)]．本報では，緩衝材を用いた CFS に対して引張型付着試験を行い，緩衝材および CFS の剛性が付着性状に及ぼす影響について検討を行った．

## ２．試験の概要

試験体の形状および種類を**図-1，表-1** にそれぞれ示す．試験体は，断面が 100×100mm のコンクリート角柱であり，CFS の定着長に応じて長さを 300mm および 500mm とした．試験体の断面中央には D19 異形鉄筋を埋め込み，これを引張って CFS に引張力を与えた．緩衝材は，プライマーの指触乾燥後，所定の厚さとなるように重量管理により塗布し，その後，含浸接着樹脂を用いて CFS(目付 300g/m²）を接着した．CFS はひずみ測定区間で必ず付着破壊を生じるように，測定を行わない側のコンクリート角柱には CFS を全周に巻き付けた．載荷試験は CFS 接着後，室温で７日間以上養生した後に実施した．載荷は変位制御で 0.2mm/min.とし，荷重と CFS のひずみを測定した．ひずみ測定間隔は定着長が 200mm の場合は 10mm，400mm の場合は 15mm とし，検長５mm のひずみゲージを用いた．**表-2** に CFS および緩衝材の物性を示す．コンクリートの圧縮強度は 28 日材齢で 32.0N/mm² であった．

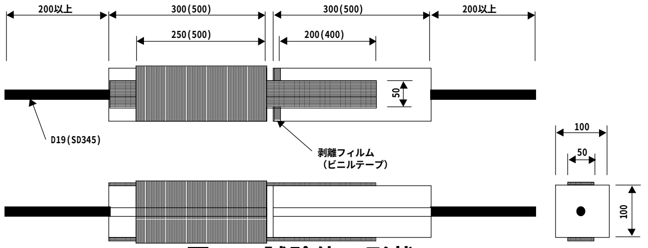


**図-1　試験体の形状**

**表-1　試験体の種類**

| 試験体 | 定着長 (mm) | 積層数 (層) | 緩衝材厚さ (μm) |
|---|---|---|---|
| C-200-1 | 200 | 1 | — |
| C-200-2 | | 2 | — |
| CE250-200-1 | | 1 | 250 |
| CE250-200-2 | | 2 | |
| CE500-200-1 | | 1 | 500 |
| CE500-200-2 | | 2 | |
| CE1000-200-1 | | 1 | 1000 |
| CE1000-200-2 | | 2 | |
| CE500-400-1 | 400 | 1 | 500 |
| CE500-400-2 | | 2 | |
| CE1000-400-1 | | 1 | 1000 |
| CE1000-400-2 | | 2 | |

**表-2　使用材料の力学特性**

| 材料 | 引張強度 ($N/mm^2$) | 引張弾性率 ($N/mm^2$) | 破断ひずみ ($\times 10^{-6}$) |
|---|---|---|---|
| CFS | 4,120 | $2.36\times 10^5$ | 15,500 |
| 材料 | 引張強度 ($N/mm^2$) | 引張弾性率 ($N/mm^2$) | 伸び率 (%) |
| 緩衝材 | 1.7 | 1.0 | 123 |

## ３．試験結果

### (1)付着耐力およびひずみ分布

**図-2** に試験における最大荷重を示す．破壊形態は，緩衝材無しではコンクリートの表層はく離，緩衝材有りでは緩衝材層内でのはく離であった．これらの結果から，付着耐力は CFS が１層より２層，定着長が 200mm より 400mm の方が高くなっている．一般に，有効付着長は CFS の剛性に影響され，定着長を有効付着長以上長くしても付着耐力は高くならないが，緩衝材有りでは定着長が 400mm で緩衝材無しと同程度となっている．ただし，緩衝材が厚いと荷重が低下する傾向にあり，CFS が２層で緩衝材が 1000μm の場合には定着長が 400mm でも耐力が低くなっている．これらのことから，有効付着長は緩衝材を

キーワード：炭素繊維シート，緩衝材，付着
1)　〒105-8007　東京都港区芝浦一丁目 2-3 シーバンスＳ館　Tel.03-5441-0624　Fax.03-5441-0508
2)　〒231-0815　横浜市中区千鳥町８番地　Tel.045-625-7250　Fax.045-625-7275
3)　〒105-8412　東京都港区西新橋一丁目 3-12　Tel.03-3502-9246　Fax.03-3502-9369

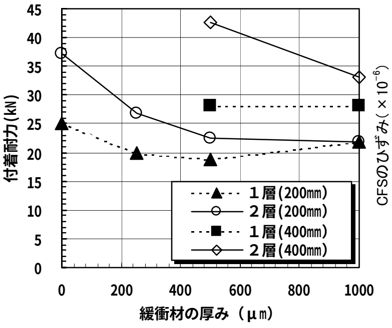


図-2 付着耐力

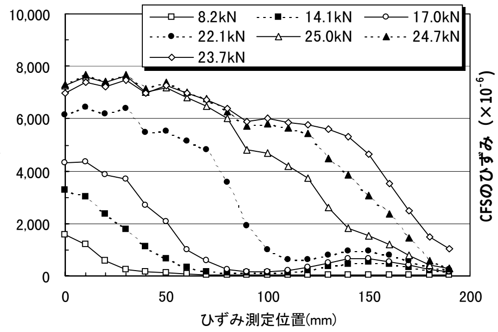


図-3 ひずみ分布(C-200-1)

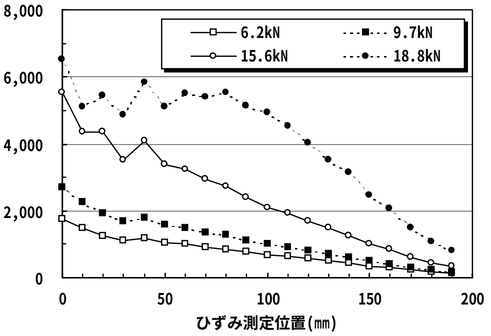


図-4 ひずみ分布(CE500-200-1)

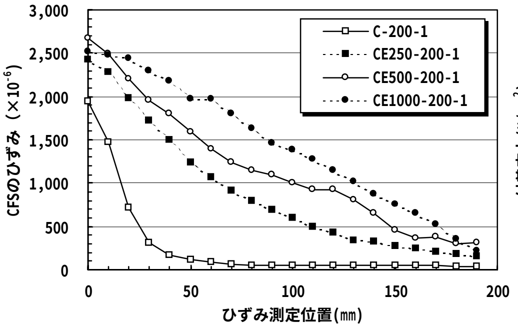


図-5 ひずみ分布(10kN 時)

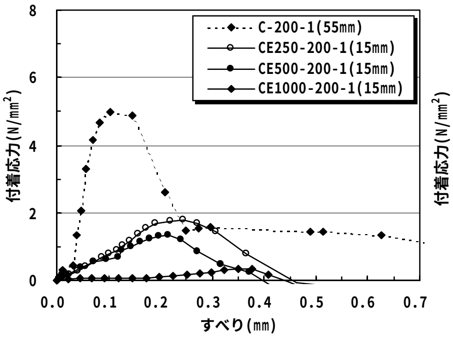


図-6 付着応力－すべり関係
(CFS１層)

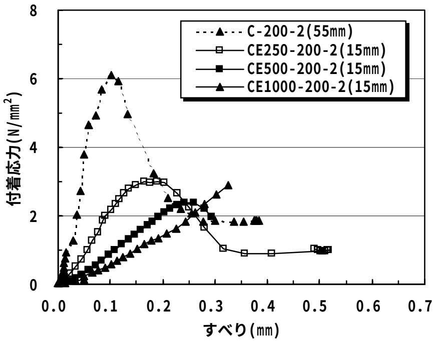


図-7 付着応力－すべり関係
(CFS２層)

厚くすると長くなり，有効付着長を確保すれば付着耐力は緩衝材無しの場合と同等であると考えられる．

次に，CFS のひずみ分布の一例を**図-3,4** に示す．ここで，CFS のひずみは隣接する２点のひずみを加えた３点の平均値により表した [2)]．これらの結果から，緩衝材無しでは付着力を分担しているのは有効付着長の領域のみであり，荷重の増加に伴ってはく離を生じた領域の CFS のひずみが一定になるとともに，有効付着領域が移動して終局に至っていることがわかる．これに対し，緩衝材有りでは載荷初期の段階から定着の全領域でひずみが発生しており，付着力を広い範囲で分担していることがわかる．また，**図-5** に荷重 10kN 時における CFS のひずみ分布を示す．これらの結果から，緩衝材を厚くするとひずみ勾配が緩やかになっており，有効付着長が長くなることがわかる．

### (2)付着応力－すべり関係

**図-6,7** に CFS のひずみから求めた付着応力－すべり関係の一例を示す．ここで，すべりは各点のひずみを積分して算出した．これらの結果から，CFS が１層よりも２層の方が付着剛性および付着強度が高くなっており，CFS の剛性が高くなると有効付着長とともに付着強度も高くなって付着耐力が高くなると考えられる．また，緩衝材の影響については，緩衝材無しの場合が付着強度が最も大きく，緩衝材が厚くなるほど付着剛性および付着強度が低下する傾向にある．しかし，付着応力が付着強度に達するまでのすべりは緩衝材が厚いほど大きくなっており，変形性能は高くなると考えられる．すなわち，緩衝材を用いることにより CFS の付着強度は低くなるが付着剛性が小さくなり，同じすべりに対する付着応力が低減できるとともに，付着強度に達するまでのすべりが大きくなるため，部材の変形が大きくなっても CFS のはく離が発生せずに付着が確保されると考えられる．

## ４．まとめ

①緩衝材を用いた CFS の有効付着長は緩衝材が厚く CFS の剛性が高いほど長くなり，付着耐力は有効付着長を確保していれば緩衝材を用いない場合と同等である．

②緩衝材を用いた CFS の付着剛性および付着強度は緩衝材が厚く CFS の剛性が低いほど低くなるが，付着応力の低減および変形性能の向上により，CFS のはく離が発生せずに付着が確保される．

【参考文献】1)森,小牧,前田,村上: 緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法の補強効果について,土木学会第 55 回年次学術講演会Ⅴ-581,平成 12 年 9 月 2)佐藤,浅野,上田:炭素繊維シートの付着機構に関する基礎研究,土木学会論文集 No.648/Ⅴ-47,pp71-87,2000.5