

炭素繊維シートとコンクリートの環境設定による付着特性に関する研究

京都大学工学部 学生員 ○ 後藤真吾 京都大学大学院工学研究科 正会員 小野紘一
 京都大学大学院工学研究科 正会員 杉浦邦征 京都大学大学院工学研究科 学生員 大島義信

1. はじめに

CFS(Carbon Fiber Sheet)工法において複合構造物が高い耐荷力を維持するためには、それらの複合構造独特のメカニズムを考慮した合理的な付着応力の推定が重要である。本研究においては、接着剤あるいは CFS の種類、また養生時の条件を実験におけるパラメータとして CFS とコンクリートに関する付着試験を行った。

2. 実験概要

CFS とコンクリートの付着性状を調べるために引張用鉄筋を挿入した 100×100×200mm のコンクリートブロック 2 つをつなぎ合わせ、鉄筋方向に引張る付着試験を行った。試験ケースを表 1、供試体の図を図 1 に示す。接着剤はエポキシ樹脂とユニモルの 2 種類、また CFS 接着時の環境のパラメータとして、接着時温度、CFS 積層数、水の介在について設定した。

Case No.	供 試 体 湿 潤 条 件				使 用 材 料				定着長 (cm)	接着時 養生 条件
	接 着 時		試 験 時		炭 素 繊 維 シ ー ト		接 着 樹 脂			
	乾 燥	湿 潤	乾 燥	湿 潤	HM300	SYBER シ ー ト	E2500	ユニ モ ル		
1	○		○		2 層		○		20	20℃
2	○		○					○		
3	○		○				○			
4	○		○					○		
5	○		○				○		20	60℃2hr
6	○		○				○			80℃2hr
7	○			○			○			20℃
8		○	○				○			
9	○			○				○		
10		○	○					○		
11	○		○		1 層	2 層	○			
12	○		○				○			

表 1.付着試験の試験ケース

3. 実験結果および考察

ひずみ分布図においてひずみが 0 となる位置をもって有効定着長と定義する。本研究では、最大付着応力を付着強度と定義する。付着試験より得られたひずみ分布から付着強度を導く際には、 τ を付着応力、 t を CFS の層厚、 E を CFS の弾性係数、 ε を CFS のひずみとして次式(1)を用いる。

$$\tau = tE \left(-\frac{d\varepsilon}{dx} \right) \quad (1)$$

(1)式から明らかなように、CFS のひずみ勾配(CFS の単位長さ当りのひずみ)の絶対値が最大となる点において付着応力は最大となる。よって、この位置をもって最大付着応力と定義できる。ここで Case No.1 のひずみ分布図を図 2 に示す。図 2 を参照した場合、破壊時のひずみ分布においてマスキング位置近傍でひずみが増加する区間が存在する。この傾向は付着試験の各々のケースにおいても比較的に現れている。(1)式から判断するとマスキング位置近傍において付着応力の向きが逆転する現象が起きていることになる。この現象に関しては付着部の破壊が接着面全体について一定ではなく、供試体接合部においてコンクリートを挟り取る形態の破壊が生じていることの影響が関与していることが推測できる。つまり、接合部でコンクリートが挟り取られる破壊を示すことによってコンクリートの断裂部が接合部でなくなっていることから応力の集中部位が中心ではなくなっていることが推測できる。ひずみ分布図と破壊形態からおおよそこの推測と合致する傾向が見られる。接合部破壊の概要図を図 3 に示す。また、図 4 は付着試験の各々のケースにおける付着破壊荷重、図 5 は各々のケースの最大付着応力、図 6 は有効定着長を示している。付着破壊形態としては Case No.7, 8 の水を介在させた場

キーワード:炭素繊維シート, 最大付着応力, 有効定着長

京都市左京区吉田本町京都大学工学部地球工学科 複合構造デザイン分野 Tel・Fax 075-753-4791

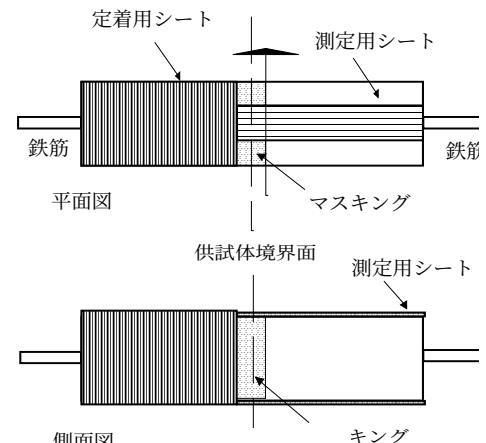


図 1.供試体図

合の、E2500 を用いた付着試験においてプライマー部における破壊が起こった他、供試体をあらかじめ湿潤状況にさらした後ユニモルを塗布した付着試験である Case10 でコンクリート全面においてほぼ均等な表面破壊が生じた以外、残りのケースは全て供試体接合部におけるコンクリート隅角部を挟り取る破壊が起こった。次に、環境のパラメータに関する付着に関して考察する。まず、積層数についてだが Case1 と 11 を比較すると明らかに付着強度が 1 層の時に下がっていることが分かる。だが、同等の荷重時におけるひずみの値は大きくなっている。次に接着剤に関して E2500 とユニモルを比較した場合、乾燥環境においては E2500 の方が強い付着強度を示しているが、水を介在させた付着試験 Case7～10 を鑑みた場合ユニモルの方が水分に対する優位性を示している。また、接着時の温度環境を変化させた場合では高温で養生した場合付着強度が大きく低下している。しかし、60℃あるいは 80℃での付着試験を比較した場合その低下具合に収束値が存在することが予想される。CFS の HM300 と CYBER シートでは HM300 の方が付着強度は大きくなっている。

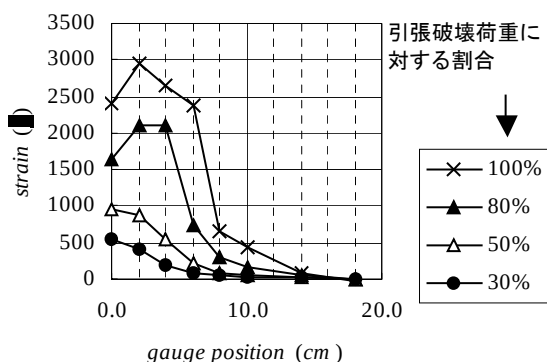


図 2. ひずみ分布図

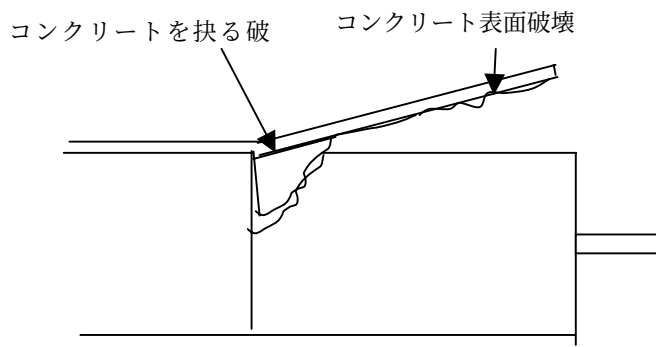


図 3. 付着部破壊状況

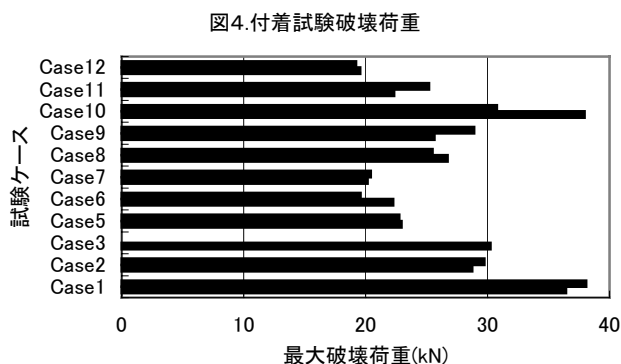


図4.付着試験破壊荷重

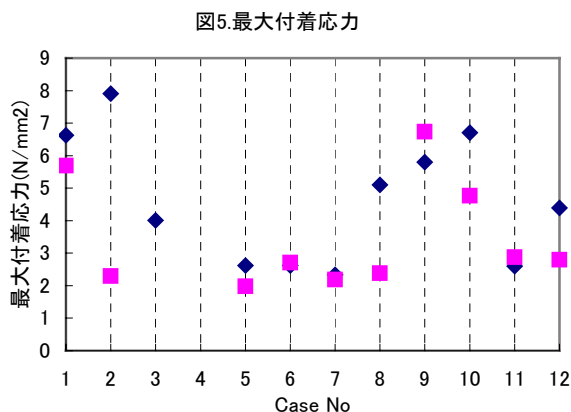


図5.最大付着応力

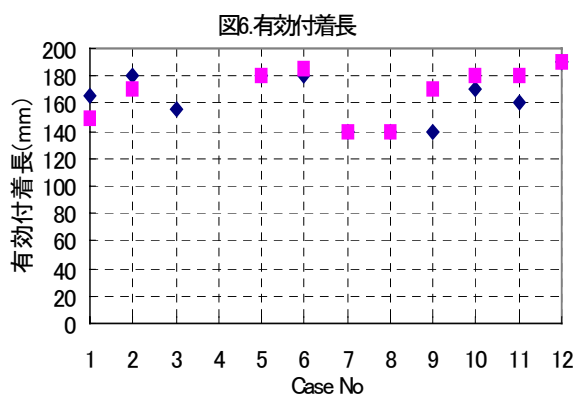


図6.有効付着長

4. 結論

- 1) マスキング端部近傍のある点を境に付着応力の向きが逆転する傾向が多くのケースの付着試験で現れている。このことは付着破壊の形態に依存していると推測できる。
- 2) 1 層貼り付着試験では付着強度が大きく減少したが、同じ荷重時では 1 層貼付けの方がひずみの値は大きい。
- 3) 接着時の養生温度を高温にすると付着強度は著しく低下する。ただし、養生温度の上昇に伴う付着強度の低下は 60℃あるいは 80℃環境での試験を比較するとある程度の収束値が存在することが予想される。

4) 付着試験供試体の接着時の環境において水が介在した場合の影響について接着剤 E2500 を用いた付着試験では大きく付着強度が減少したが、ユニモルは水の介在により付着強度が低下する傾向は見受けられない。このことから乾燥環境において接着を行う場合には E2500 を用いた方が強い付着強度を示すが、水が介在した環境で接着を行う場合にはユニモルの方が強い付着強度を示す。

[参考文献]: 佐藤裕一, 連続繊維シートを用いた鉄筋コンクリート梁のせん断補強, 博士学位論文, 2000.3