

定着金物を用いた連続繊維シートによるRC構造物補強工法の開発

その2 定着金物を使用した連続繊維シート引張試験

正会員 ○高橋 茂治*1 同 福山 洋*2
 同 藤本 効*3 同 浅野 芳伸*4
 同 中村 洋行*5 同 加藤 貴久*6
 同 鈴木 英之*7 同 上田 正生*8

定着金物 炭素繊維シート 引張試験
 曲率半径 定着長さ 保証引張強度

1.はじめに

本定着金物は、炭素繊維シート（以下、CFシート）の端部を折り返し定着金物側面に炭素繊維を貼付け、定着することを特徴としている。従来、CFシートは隅角部で急激に折り曲げると引張強度が低下するとされており、コンクリート躯体に接着する際は躯体の隅角部を円弧状に面取りし、その影響を緩和させている。本定着金物は鉄鋼でできており、図1に示すように曲面を含む金物外面側で、CFシートの定着を確保している。このため、CFシートを180°以上折り返して鉄鋼に貼り付けたときの必要定着長さや曲線部分の最小曲率半径を明らかにする必要がある。そこで、実際にこの定着金物を使用し、折り返し部分の曲率半径と折り返し部分の必要定着長さを検証するための引張試験を行った。本報ではこの引張試験の概要と結果を報告する

調べる試験では、片側は全て半径15mmとし、もう片方の定着金物の曲率半径を変化させCFシートの破断箇所を調べた。使用したCFシートは目付量が300g/m²、厚さ0.167mm、保証引張強度が3400N/mm²である。

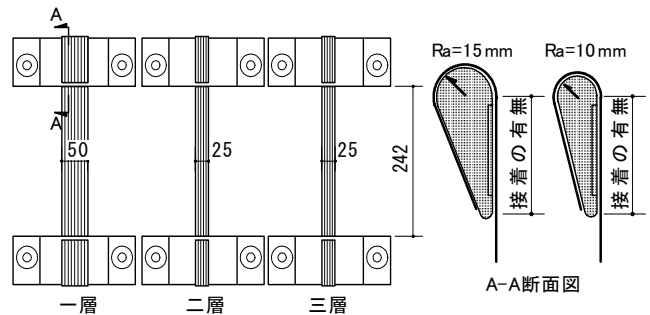


図2 引張試験片(タイプA)形状図

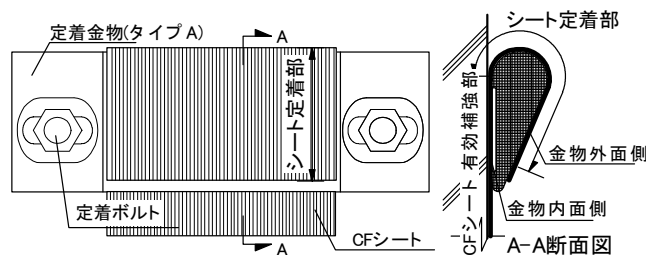


図1 CFシートのコンクリートへの定着(タイプA)

2. 試験体

図2に定着金物(タイプA)の引張試験片の形状を、図3に定着金物(タイプB)の引張試験片の形状を示す。試験片は上下に定着金物を設け、それぞれの定着金物を25mmから125mm幅のCFシートで連結し、上下に引っ張ることでその強度と破断位置を確認した。試験片一覧を表-1,2に示す。実験パラメーターは定着金物の曲率半径とCFシートの層数、定着金物内面の接着の有無、定着方向、仮止め用ボルトを回避する為のシート処理方法とし、各要因に対して3本の試験片を用意した。定着金物(タイプB)は施工時の段取りを考慮し、写真1に示すようにΦ12のボルトで仮止めできるようにしている。このためCFシートはボルトから150mm程度はなれた箇所から2つに割り裂き、各々のシートを定着する事とした。1層試験体は襟状に折曲げ定着したが、2層の試験体はV字状にシートを開き定着を行った。曲率半径の影響を

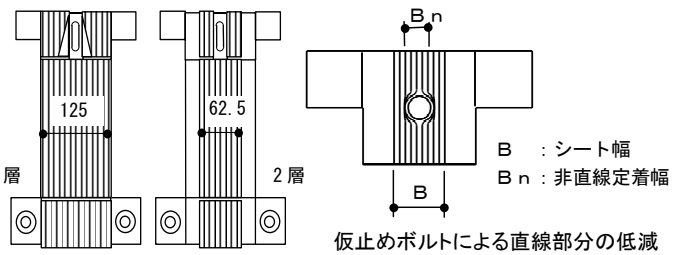
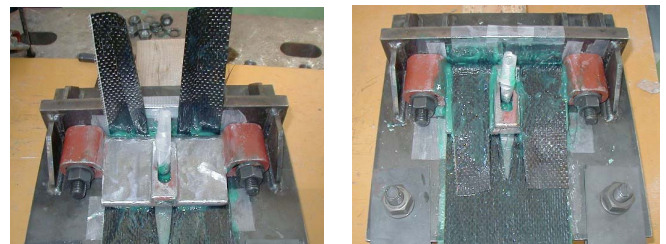


図3 引張試験片(タイプB)形状図



襟状折曲げ定着



V字状定着

写真1 定着要領

3. 加力方法

図4に加力装置図を示す。加力装置は2本のH形鋼とそれを端部で連結するピン、および押し広げる油圧ジャッキで構成されている。ピンと反対側の端部に試験片をボルトで固定し、上下鉄骨間に挟んだ油圧ジャッキで押し広げることで試験片に引張力を作用させた。加力は一方向単調載荷で、試験片に作用する引張力は式(1)から算出される。

$$T_{cf} = P_j \cdot L_j / L_{cf} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 T_{cf} : 試験片に作用する引張力(N), P_j : 油圧ジャッキの荷重(N), L_j : ピンからジャッキの芯までの距離(mm), L_{cf} : ピンから試験片までの距離(mm)である。

4. 試験結果

表1、2に引張試験結果の一覧を示す。表中の引張強度は各々3本の平均値とした。引張強度は多少のばらつきがあるものの、CFシートが2層までの試験片は直線部で破断しており、曲げ半径による影響は見られなかった。また、3層の試験片は曲線の開始部分での破断が認められたが、その強度は保証引張強度の3400N/mm²を満たしていた。金物内面側の接着の有無は定着性能に影響がなかった。

図5に水平定着金物(タイプA)の実験結果と既往の引張試験結果^{1) 2)}との比較を示す。定着金物の定着部にCFシートを接着している本工法による結果は、既往の試験結果を上回る定着性能を示しており、曲げ半径10mm以上であれば、CFシート2層までは直線部で破断することが確認され、同じく3層まではその強度が保証引張強度以上であった。

3層試験体に関しても付着はCFシートの破断まで健全であり、10R定着金物の付着長さ102.4mmから算出した平均付着力は、接着ありの場合で18.84 N/mm²、接着なしの場合で19.38 N/mm²となり、今回使用した含浸接着樹脂と鋼製定着金物とのせん断付着耐力は、20 N/mm²程度あると思われる。

また、縦型定着金物(タイプB)にCFシートを曲げたまま定着したものはシート幅に対する非直線定着部分の幅の比により破断耐力が低下した。定着部の研磨を行わなかった試験体も保証引張強度以下で定着部が破断した。

5. まとめ

以上の一連の実験から以下の知見を得た。

- 定着金物の曲率半径は、10mm以上であればCFシート2層までは直線部で破断する事が確認され、同じく3層まではその強度が保証引張強度以上であった。
- 中央部に施工用のアンカーを通す場合は、炭素繊維シートを折り曲げ、直線状に定着すれば保証引張強度が確保できる。
- せん断付着耐力を上げるには表面の研磨が必要である。
- 金物内側の接着の有無は定着性能に影響は無い。

*1 川口テクノソリューション
*2 建築研究所 工博 *3 ベターリビング 工博
*4 奥村組 *5 コンステック *6 三菱化学産資
*7 安藤建設 工博 *8 北海道大学院教授 工博

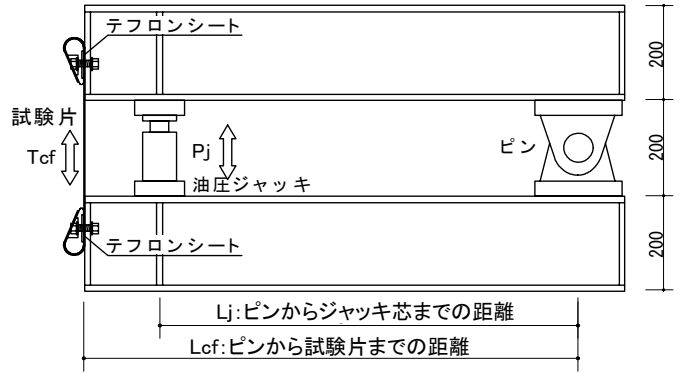


図4 加力装置

表1 引張試験片(タイプA)および試験結果の一覧

試験片記号	要因					試験結果	
	CFシート		R部曲げ半径 R(mm)	金物内側の接着	引張強度 (N/mm ²)	破断位置	
	層数	幅 Wcf(mm)					断面積 Acf(mm ²)
S10B	1	50	8.35	10	有り	4050	直線部
S10N	1	50	8.35	10	無し	3616	直線部
S15B	1	50	8.35	15	有り	4284	直線部
S15N	1	50	8.35	15	無し	4808	直線部
W10B	2	25	8.35	10	有り	4437	直線部
W10N	2	25	8.35	10	無し	3958	直線部
W15B	2	25	8.35	15	有り	3943	直線部
W15N	2	25	8.35	15	無し	4263	直線部
T10B	3	25	12.5	10	有り	3859	直線部1 R部2*
T10N	3	25	12.5	10	無し	3969	R部

*T10Bの破断位置は直線部1本R部2本

表2 引張試験片(タイプB)および試験結果の一覧

試験片記号	要因				試験結果		
	CFシート		定着金物の研磨	CFシートの定着方法	引張強度 (N/mm ²)	破断位置	
	層数	幅 Wcf(mm)					断面積 Acf(mm ²)
V S	1	125	20.875	無し	ボルト回避のみ	3199	直線部
VW	2	62.5	20.875	無し	ボルト回避のみ	2934	直線部
V S10	1	125	20.875	無し	襟状折曲げ定着	3686	直線部 *1
VW10	2	62.5	20.875	無し	V字状定着	3506	定着部 *2
VWB10	2	62.5	20.875	有り	V字状定着	3595	直線部

*1 1体のみ保証強度以上で定着部が剥離

*2 2体定着部で剥離したが1体は保証強度を確保した

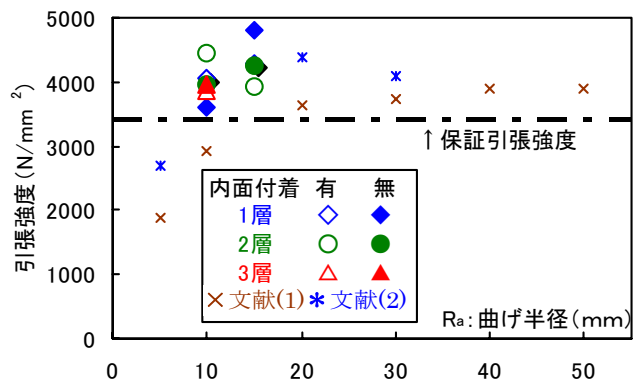


図5 面取り半径と引張強度の関係

【参考文献】

- 1) CFルネサンス協会：リペラーク技術データ集，1998.12
- 2) 鉄道総合技術研究所 地下鉄炭素研究会：炭素繊維シートによる地下鉄RC柱の耐震補強設計・施工指針，山海堂，1997.8