

定着用膨張材を用いたFRP緊張材の二段階緊張定着法に関する研究

(株)富士ビー・エス
長崎大学 構造工学科
鹿児島大学 海洋土木工学科

正会員O 徳光 卓
正会員 原田 哲夫
正会員 ミヨーキン

1. まえがき

FRP緊張材が有する軽量・非磁性・耐蝕性という特長を生かすためには、定着部のノンメタリック化が必要であることから、筆者らはFRP定着具を開発し、その耐力などについての基礎的な確認を行ってきた。

FRP定着具は緊張材と同様に剪断に弱くネジ加工が難しい特質があるため、現場での施工性と耐久性を両立させる工法として、予め緊張した状態でノンメタリック定着具に膨張材を充填し、支圧板突き当てに定着する工法「二段階緊張定着法」を考案した。

本工法はFRP緊張材のポアソン効果により定着効率の向上が期待できる反面、定着具の口元部における局部的な剪断応力の発生などによって引張耐力の低下なども懸念される。そこで、その基礎的な定着特性の把握を行うため、定着具に従来のネジ切り鋼管を用い、FRP緊張材に炭素繊維・アラミド繊維を使用して緊張定着・引張試験を行った。

2. 実験概要

二段階緊張定着（以後Ⅱ法と呼ぶ）の試験方法は図-1に示される通りである。

- ①定着具A・Bに定着用膨張材を充填、膨張圧発現ののち、定着具Bを緊張し仮固定する。
- ②定着具Cに定着用膨張材を充填、膨張圧発現ののち、定着具Bを再緊張・除荷して定着具Cに荷重を移す。
- ③定着具Bを除去し、定着具A側から緊張することにより引張試験を行う。

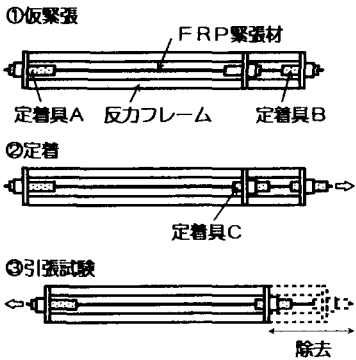


図-1 二段階緊張定着法による試験要領

炭素繊維・アラミド繊維緊張材は各々径φ12.5mm、φ14.7mmのものを用い、定着具C定着時の緊張荷重を各々12tf、10tfとした。定着具は外径φ40mm、内径φ24mmのネジ切り鋼管を使用し、表面にストレインゲージを貼付して、各段階におけるひずみの変化を測定した。さらに定着方式は定着具Cのロックナットを定着具A側にしたもの、後端にしたもの二種類により試験した。

比較のため、仮緊張を行わない従来工法（以後Ⅰ法と呼ぶ）を併せて実施した。

表-1 FRP緊張材の緊張定着・引張試験結果総括表

種類	緊張方式	スリーブ長	ナットの位置	仮緊張定着			引張試験			
				緊張力 tf	膨張圧 kgf/cm ²	勾配k tf/cm	耐力 tf	膨張圧 kgf/cm ²	勾配k tf/cm	破壊形式
炭素繊維	Ⅱ法	200mm	後	12	248	1.25	17.0	248	0.61	破断
		200mm	前	12	382	1.14	16.9	382	0.48	破断
		300mm	後	12	366	0.88	17.3	429	0.68	破断
		300mm	前	12	225	1.21	16.1	259	0.49	破断
	Ⅰ法	200mm	後	—	—	—	15.6	441	0.68	抜け
		200mm	前	—	—	—	15.6	392	0.62	抜け
		300mm	後	—	—	—	16.3	395	0.62	破断
		300mm	前	—	—	—	16.0	440	0.78	破断
アラミド	Ⅱ法	200mm	後	10	436	1.00	16.6	466	0.57	抜け
		200mm	前	10	533	1.02	16.8	561	0.47	抜け
		300mm	後	10	312	0.50	12.0	341	—	抜け
		300mm	前	10	416	0.94	18.4	445	—	抜け
	Ⅰ法	300mm	後	—	—	—	17.0	412	0.50	抜け
		300mm	前	—	—	—	17.1	390	0.50	抜け

3. 実験結果とその考察

緊張定着・引張試験結果を表-1に示す。試験時の膨張圧は鋼管のポアソン変形などにより変化するが、表に示される膨張圧とは試験実施直前の値である。炭素繊維使用の場合、緊張方法による引張耐力の低下は見られなかったが、アラミド繊維使用の場合は抜けにより破壊したため、緊張方法の差異による破断耐力低下の有無は確認できなかった。

図-2に仮緊張定着時の定着具Cのひずみと導入力の関係、図-3に仮緊張定着後引張試験を行ったときのひずみと引張力の関係の一例を示す。定着具のひずみは定着具端部付近から順に変化しており、FRP緊張材があたりかブレテンション桁におけるPC鋼線の定着のごとく、定着具内部で一定の定着長を持って定着されていることがわかる。

この荷重～ひずみ曲線における各ゲージ位置の変曲点と荷重の相関の一例を図-4に示す。表-1中の勾配 k はこのグラフの勾配を表しており、勾配が急になるほど単位鋼管長さあたりの緊張力保持能力が優れることを示している。膨張圧が異なるため直接的な比較は困難であるが、I法による k の値は炭素繊維で0.6～0.7程度、アラミド繊維で0.5程度となる。

II法で仮緊張定着を行った場合の k 値は、ばらつきはあるもののいずれの緊張材とも、I法の2倍程度となっており、定着の効率に優れている。これはI法ではFRP緊張材が細りながら抜け出しを起こすのに対して、II法では仮緊張時にポアソン変形により細ったFRP緊張材が、定着時除荷されることによって戻り、接触圧が増すことに起因するものと思われる。

これに対して仮緊張定着後の引張試験における勾配 k は、I法における値に対して、ナット位置が後ろの時はほぼ同一、前の時は若干低下する傾向にあり、II法による定着効率の向上は見られなかった。これはナット位置が後ろの場合、引張試験時の内部応力状態がI法による場合とほとんど変わらないのに対し、ナット位置が前の場合は仮緊張定着時に鋼管が膨れるため、若干の定着効率低下が起きたものと推察される。

4. まとめ

実験結果をまとめると下記のとおりである。

- ① II法による引張耐力の低下は、炭素繊維でほとんどなく、アラミド繊維では抜けにより確認できなかった。
- ② II法における仮緊張定着時の定着特性値 k は、I法によるものに比べて優れ、仮緊張定着後に引張試験を行ったときの定着特性値 k は、I法による値と変わらないか、若干低下する傾向が見られる。

本試験により二段階緊張定着法の基礎的な定着特性について明らかにしたが、その定着機構などは現在解析中である。材料提供等の協力を賜った(株)小野田、東京製綱(株)、三井建設(株)に深謝致します。

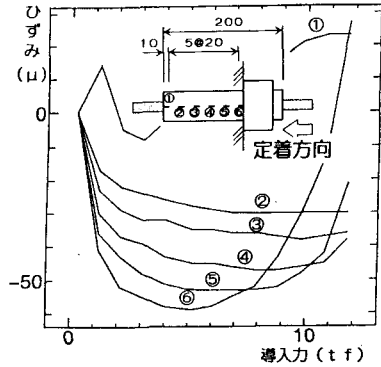


図-2 仮緊張定着時のひずみと荷重の関係
(炭素繊維200φ・ナット位置=後)

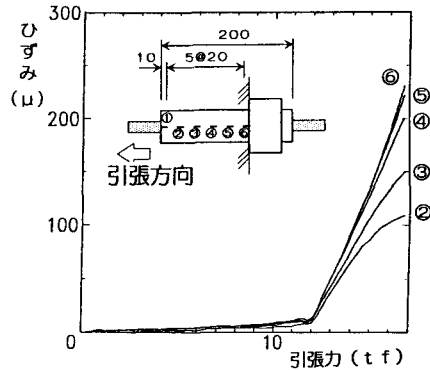


図-3 引張試験時のひずみと荷重の関係
(炭素繊維200φ・ナット位置=後)

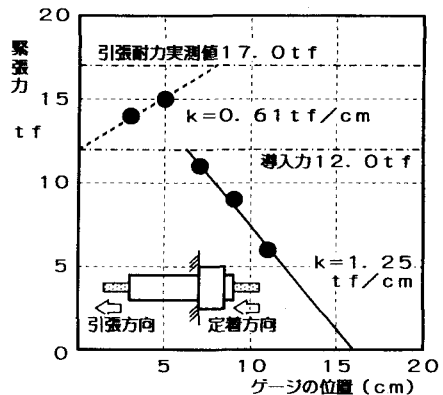


図-5 荷重ひずみ変曲点の荷重とゲージ位置の関係(炭素200φ・ナット=後)