

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 正会員 高木宣章
立命館大学大学院理工学研究科 正会員 濱田 譲 学生員 〇阪上徳行
立命館大学理工学部 学生員 今道 洋

1. はじめに

本研究は、プレートルージョン法により板状に加工した連続繊維プレートを、コンクリート構造物の補強用緊張材に適用することを目的として引張試験を行い、連続繊維プレートの力学的特性および定着具の定着性能を実験検討した。

2. 実験概要

表-1 に使用材料の設計値を示す。連続繊維には炭素繊維およびアラミド繊維を使用し、プレート定着具には定着用膨張材を充填した付着型定着具を用いた。定着具は外径 60.5mm の圧力配管用炭素鋼鋼管を加工し作製した。供試体の寸法および概要を図-2 に示す。シリーズ1では定着具の断面形状を楕円形、アーチ形、円形の3種類とし、断面形状が定着性能に及ぼす影響について検討した。シリーズ2ではシリーズ1の実験結果をもとに、円形断面を有する定着具の定着長さを10, 15, 20, 25cmの4水準とし、定着長さが定着性能に及ぼす影響について検討した。定着用膨張材の注入後、7日間以上高湿恒温恒湿室（温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $90 \pm 5\%$ ）で気中養生し、その後引張試験を実施した。

3. 実験結果および考察

表-2 に引張試験結果を示す。シリーズ1の定着部断面形状が楕円形とアーチ形の供試体では、連続繊維プレートの抜け出しにより破壊するものが多くみられた。これは定着用膨張材の膨張圧により定着部中央が大きく変形し、内圧が不足したためと考えられる。アラミド繊維プレートを使用した供試体では、急激に生じた抜け出しの反作用により、抜け出しが生じていない方の定着具近傍の連続繊維プレートが屈曲し破壊した。一方、炭素繊維プレートでは、数ミリ程度ずつ連続的に抜け出したため、抜け出しの反作用が小さく、連続繊維プレート自体には損傷が生じないものもみられた。円形断面の供試体では、両連続繊維プレートとも抜け出しを生じることなく破断により破壊した。

シリーズ2では定着長さ10, 15cmの供試体は全て

表-1 使用材料の設計値

連続繊維プレート	設計幅 (mm)	設計厚 (mm)	弾性係数 (N/mm^2)
炭素繊維プレート	50	2	148000
アラミド繊維プレート	50	2	68400

定着具	外径 (mm)	肉厚 ^{*1} (mm)	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)
圧力配管用炭素鋼鋼管	60.5	3.9, 4.9	216	373

*1: 円形断面のみ肉厚3.9mmを使用

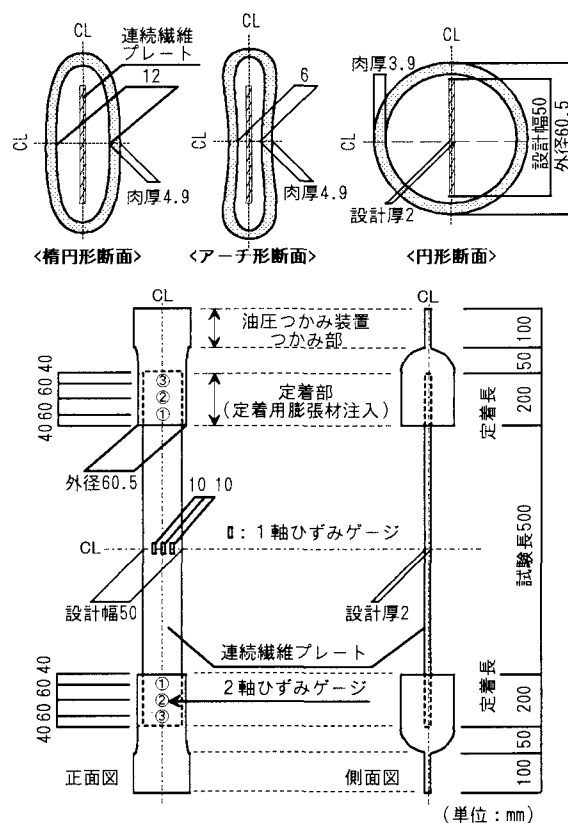


図-2 供試体の寸法および概要
(CQ20-1の例)

抜け出しにより破壊し、定着長さ 20cm では抜け出しにより破壊するものと、連続繊維プレートの破断により破壊するものがあった。定着長さ 25cm では全ての供試体が連続繊維プレートの破断により破壊した。

図-3に連続繊維プレートの応力ひずみ曲線の一例を示す。シリーズ1、シリーズ2ともに、最大荷重に至るまで連続繊維プレートの応力ひずみ曲線は直線的な形状を示した。

シリーズ2の定着長さ 25cm 供試体では、引張強度の平均値は炭素繊維プレートで 257kN、アラミド繊維プレートで 168kN となった。引張強度の変動係数はそれぞれ 3.07%、2.95% となり、3 σ 法による保証耐力は炭素繊維プレートで 233kN、アラミド繊維プレートで 153kN となった。弾性係数は最大引張荷重の 20%と 60%の時のひずみから算出し、その平均値は炭素繊維プレートで 150000N/mm²、アラミド繊維プレートで 79700N/mm² となった。

定着具の膨張ひずみの経時変化の一例を図-4に示す。2軸ひずみゲージは、図2に示すように連続繊維プレート側から順に①～③の番号を付けた。定着用膨張材注入後、膨張圧が発現するとともに、定着部周方向のひずみが大きく増加し、その値は定着具のつかみ側ほど大きくなった。これは定着具のつかみ側が閉合しているため、膨張圧が大きくなるためである。このとき定着具は降伏している。

4.まとめ

- (1) 本研究で用いた連続繊維プレートをコンクリート構造物の補強用緊張材に用いる場合、定着具の定着部断面形状を円形、定着長さを 25cm 以上とすれば、良好な定着性能を得られる。
- (2) 連続繊維プレートの 3 σ 法による保証耐力は炭素繊維プレートで 233kN、アラミド繊維プレートで 153kN である。

表-2 引張試験結果

連続繊維の種類別		炭素繊維				アラミド繊維			
定着部断面形状	供試体名	最大強度 (kN)	弾性係数 (N/mm ²)	破壊形式	供試体名	最大強度 (kN)	弾性係数 (N/mm ²)	破壊形式	
シリーズ1	楕円形 *1	CQ-01#	260	144000	B	AQ-01	65	74200	S
		CQ-02#	269	148000	S	AQ-02#	172	78500	S
	アーチ形 *1	CP-01	68	140000	S	AP-01	58	76500	S
	円形 *1	CQ-01	270	139000	B	AQ-01	182	76200	B
		CQ-02	275	146000	B	AQ-02	174	78000	B
シリーズ2	定着長さ (cm)	供試体名	最大強度 (kN)	弾性係数 (N/mm ²)	破壊形式	供試体名	最大強度 (kN)	弾性係数 (N/mm ²)	破壊形式
	10 *3	CQ10-01	136	155000	S	AQ10-01	119	82500	S
		CQ10-02	129	-----	S	AQ10-02	109	-----	S
	15 *3	CQ15-01	204	144000	S	AQ15-01	150	78300	S
		CQ15-02	182	-----	S	AQ15-02	145	-----	S
	20 *3	CQ20-01	254	150000	S	AQ20-01	167	79500	B
		CQ20-02	216	-----	S	AQ20-02	166	-----	S
	25 *3	CQ25-01#	245	149000	B	AQ25-01#	175	79400	B
		CQ25-02#	269	151000	B	AQ25-02#	169	79900	B
		CQ25-03#	265	150000	B	AQ25-03#	167	79800	B
		CQ25-04	252	-----	B	AQ25-04	170	-----	B
		CQ25-05#	250	-----	B	AQ25-05	165	-----	B
		CQ25-06#	266	-----	B	AQ25-06	173	-----	B
		CQ25-07#	252	-----	B	AQ25-07	173	-----	B
		CQ25-08#	261	-----	B	AQ25-08#	169	-----	B
		CQ25-09#	254	-----	B	AQ25-09#	165	-----	B
		CQ25-10	259	-----	B	AQ25-10#	158	-----	B
		平均値	257	150000	---	平均値	168	79700	---

#: 油圧つかみ装置で片側または両側の定着部をつかんで載荷、S: 抜け出し破壊、B: 破断により破壊

*1: 定着長 20cm 試験長 50cm、*2: 定着長 25cm 試験長 40cm、*3: 定着部円形断面・試験長 50cm

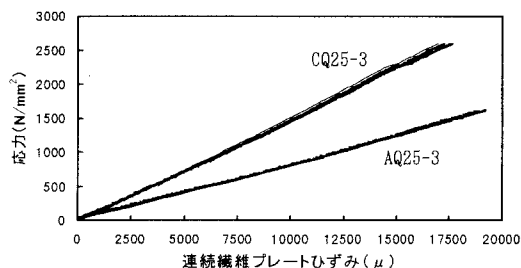


図-3 連続繊維プレートの応力ひずみ曲線

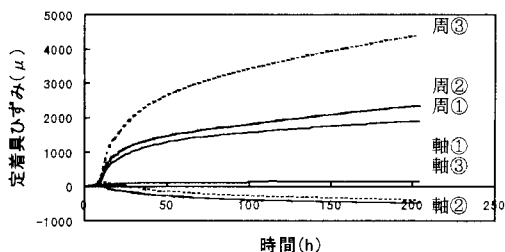


図-4 定着具の膨張ひずみの経時変化 (CQ20-1 上側定着具の例)