

III-591

棒状補強材におけるビニロン製FRP芯材の適用

(株)クラレ 岡崎正樹 江部 勉
 (財)鉄道総研 館山 勝
 東急建設(株) 田村幸彦
 (株)テノックス 上 周史

1. はじめに

筆者らはこれまで、鉄筋を芯材とした棒状補強材により鉄道盛土のり面を急勾配化する工法の開発を行ってきた。しかし鉄筋を芯材とする場合には、腐食に起因した永久構造物としての信頼性や、斜面上での作業性などに問題が生じ、改善を図る必要があった。今回これらの改善を図る目的で、ビニロン製FRPロッドの芯材を開発し、各種試験を実施したのでその結果について報告する。

2. 試験概要

今回開発したビニロン製FRP芯材は、浮上式鉄道における鉄筋代替えとして開発された単線のものを集束して製作したものである。素材であるビニロン繊維は、耐アルカリ、耐塩、耐発錆に優れ、軽量で高強度であり、芯材として十分な物性を有している。しかし、集束した場合のロッドの物性や、補強材端部での壁面との定着方法を検討する必要があるため、各種試験を実施した。

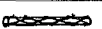
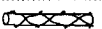
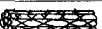
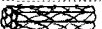
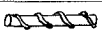
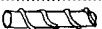
2-1 FRPロッドの作製方法及び物性

用いた繊維素材は、表-1に示す高強力ビニロン(クラレ、品番7901)で、繊維結合材としてエポキシ樹脂を用いた。高強度ビニロン繊維を集束し、エポキシ樹脂を含浸しながら、引抜成形法により繊維含有率が60%以上とし、樹脂を硬化させながらロッド表面に同一繊維を綾状に巻き付け、熱処理をすることにより表面異形化したロッド(単線)を得た。それらの単線をエポキシ樹脂で平行に接着集束し7本束となし、一定長さの集束ロッドとした。その単線と集束ロッドの物性を表-2に示した。

表-1 高強力ビニロンの物性(単繊維)

太さ(直径 μm)	強度(kg/mm^2)	弾性率(kg/mm^2)	密度(g/cm^3)	熱分解温度($^{\circ}\text{C}$)
14	230	6100	1.3	240

表-2 ビニロンFRPロッドの物性

項目 種類		呼 称	比 重 (g/cm ³)	呼 直 径 (mm)	断 面 及 び 側 面 形 態	単位重量 (kg / m)	引 張 破 断		
							荷重(tf)	強度(kg/mm ²)	弾性率 (kg/mm ²)
ビニロン FRP ロッド	単線	6D	1.25	6		0.04	2.3	81	3000
		10D	1.25	10		0.11	6.3	80	3000
	集束 ロッド	6D-7	1.25	23		0.32	12.5	65	—
		10D-7	1.25	35		0.82	37.1	67	—
鉄 筋		D-19	7.89	19.1		(2.25)	(14.3)	(50)	(JISG3112)
		D-32	7.89	31.8		(6.23)	(39.1)	(50)	(21500)

ビニロンFRP集束ロッド6D-7、10D-7をほぼ同等の引張破断荷重を有する鉄筋D-19、D-32と比較して1/7程度の重量であり、大変取り扱い易いものである。ロッドの弾性率は低いので鉄筋と比較してたわみは大きいが生土を補強するには十分な剛性を有している。

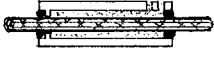
2-2 FRPロッドの端部処理試験

ビニロンFRPロッドを芯材として用いた場合、端部の定着を現場で容易に、かつ信頼性の高い施工を行う必要がある。今回金属のケーシングを用いて定着する方法と現場曲げ加工によるコンクリート埋設定着方法の2種類の定着方法を検討したのでその結果について示す。

(a) 金属ケーシング定着

本定着方法はロッドの外側にネジ加工した金属ケーシングをかぶせ、ロッドとケーシングの間にエポキシ樹脂を注入し一体化する方法である。表-3には試作した2種類のケーシングの試験結果を示す。

表-3 金属ケーシング定着方法

施工性（ロッド芯出し、樹脂充填性、シール加工性等）	ケーシング形式	概要図	ケーシング重さ(kg)	定着強度(T/TK)
はテーパタイプも突起リング付ストレートタイプとも差はなかった。又、定着強度はT/TK（Tは現場定着時強力、TKは破断強力）とし、	テーパタイプ		1.44	0.90
	突起リング付ストレートタイプ		0.63	0.87

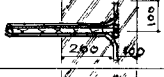
両者の差はほとんどなかった。しかし、テーパタイプの方はケーシングが重く、加工面から内削加工

が必要で、経済性の点からもストレートタイプの方が良好である。

(b) 曲げた定着

ビニロンFRPロッドを、熱風加熱機を用い所定の形状に曲げることが可能である。本定着方法は、この曲げたロッドをコンクリート壁面に埋設定着する方法である。定着用のケーシングも不要で簡単に施工できる。

表-4 曲げたロッドのコンクリート埋設定着方法

ビニロンFRPロッド	加熱条件(噴・鼓)	埋設定着の図	コンクリート埋深さ(mm)	曲げ長さ(mm)	埋設定着力(ton/本)
6D-7	3~5分 150~200℃		200	100	8
10D-7	10~15分 150~200℃		200	100	27

ビニロンFRPロッドの破断荷重の60~80%の埋設定着力があることが判った。

3. 結果

- (1) ビニロンFRPロッドは単線を集束した集束ロッドを作製し、その引張り強力当り重量は鉄筋の1/7程度で取り扱い性が良く、かつ、強力は鉄筋と同等又は、それ以上である。
- (2) 金属ケーシング定着方法は、テーパタイプケーシングと突起リング付ストレートタイプケーシングの2種の検討を行った。定着性にほとんど差はないもののケーシングの経済性、取扱い性からストレートタイプが良いと考えられる。
- (3) 曲げたロッドのコンクリート埋設定着方法は7本集束ロッドを一定条件下で加熱することにより、容易に曲げることができ、現場施工性が良く、かつ埋設定着力も高い。

参考文献

- 1) 館山、村田 鉄道総研報告 RTRI REPORT VOL5・NO.8 (1991.8)
- 2) 館山ら 土と基礎 39-4(399)1991
- 3) 垂水 鉄道経営 12(1991)
- 4) 館山ら 土木施工 32巻12号(1991.12)
- 5) 角田 コンクリート工学 29巻(1991.11)