

特集① 管をつなぐ

ガラス繊維強化ポリプロピレン排水管・継手

【商品名：排水用 フジGRPパイプ】

*渡邊 光章

1. まえがき

富士化工(株)は繊維強化プラスチック管FRP (Fiberglass Reinforced Plastics) パイプを製造する会社として、1957年(昭和32年)に設立された。現在は、高耐食性、耐熱性を特長とする「フジパイプ7000シリーズ」ならびに耐食性、耐圧性を特長とする「フジFWパイプ」をFRP配管材料として製造販売している⁽¹⁾。

また、1962年(昭和37年)には、国内で初めてポリプロピレン製パイプ、継手を商品化し「フジポリレンPP」として製造販売している。このフジポリレンPPをガラス繊維で強化した樹脂配管として「フジGRPパイプ」を1973年(昭和48年)に商品化し、耐薬品性、耐熱性を特長とする排水管として様々な施設に使用されている。

2. ポリプロピレンの特長

ポリプロピレンは汎用プラスチックの中で最も軽量で耐熱性が高く、酸やアルカリへの耐薬品性や耐ストレスクラッキング性にも優れている。フィルム、成型品あるいはシートにその優れた性能が認められており、廃棄燃焼時にも有毒ガスを出さない環境にやさしいクリーンな材料として広く使われている。

分子構造を図1に示す。化学構造式はアイソタクチック、シンジオタクチック、アタクチックの三種類があるが、アタクチック以外の立体規則性を持つ構造が結晶性の樹脂である。その中でもアイソタクチック構造は、側鎖のメチル基が全て同じ方向を向いていて、かつ、プロピレンが頭-尾結合している構造であるため、物理的、化学的にも安定している。弊社では、アイソタクチック構造のポリプロピレン

*富士化工(株)

の耐衝撃性を改良したタイプで、パイプ・継手類を製造している。

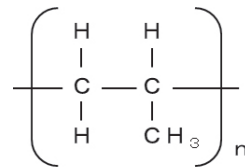


図1 ポリプロピレンの分子構造

3. 排水用フジGRPパイプの特性⁽²⁾

ポリプロピレンの特長を生かした製品が「フジポリレンPP」であるが、さらに高温領域での剛性を高めるために、ポリプロピレンをガラス繊維で

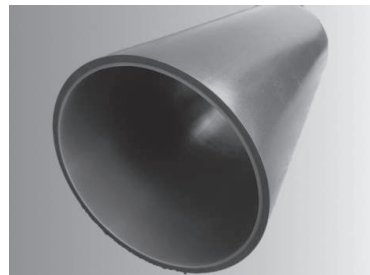


図2 フジGRPパイプ

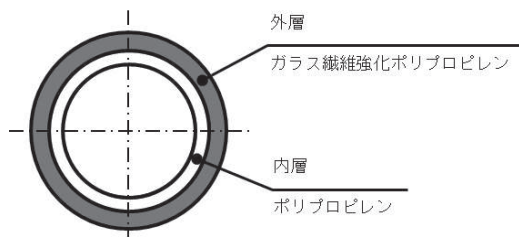


図3 フジGRPパイプの構造



図4 フジGRPパイプ (天井配管例)



図5 フジGRPパイプ (ピット配管例)

表1 フジGRPパイプの耐薬品性

薬品名	濃度 %	温度 (°C)				薬品名	濃度 %	温度 (°C)				薬品名	濃度 %	温度 (°C)					
		20	40	60	80/100種			20	40	60	80/100種			20	40	60	80/100種		
[酸]																			
硫酸	5					水酸化ナトリウム	10					臭化カリウム							
	10						30						臭化ナトリウム						
	30						50						硫酸銅						
	50						水酸化カリウム	20						硫酸第一、第二鉄					
	70						飽和					[ガス]							
	90						アンモニア水	10					塩化水素	100					
98				(使用不可)	30					亜硫酸ガス	100								
塩酸	10					水酸化バリウム	飽和					アンモニア	100						
	20					水酸化カルシウム	飽和					弗化水素	100						
	30					水酸化マグネシウム	飽和					塩素(乾溜)	100			(使用不可)			
	38					[有機薬品]													
硝酸	10					[塩]					ベンゼン	100							
	15					炭酸ナトリウム	飽和					トルエン	100			(使用不可)			
	20					炭酸カリウム	飽和					スチレン	100			(使用不可)			
	40					炭酸アンモニウム	飽和					メチルアルコール	100						
	50				(使用不可)	10						エチルアルコール	100						
酢酸	10					20					グリセリン	100							
	40					亜硫酸ナトリウム	20					エチルエーテル	100			(使用不可)			
	50					30					エチレンジオール	100							
	80					安息香酸ナトリウム	35					酢酸エチル	100						
	97					塩化アルミニウム	飽和					酢酸ブチル	100						
	25					塩化カルシウム	飽和					酢酸アミル	100						
燐酸	50					塩化第一銅	飽和					酢酸ビニル	100						
	85					塩化第二銅	飽和					トリクロロエチレン	100			(使用不可)			
	95					塩化第一鉄	飽和					塩化メチレン	40						
	99					塩化第二鉄	飽和					塩化エチレン	40						
シュウ酸	30					塩化カリウム	飽和					ニトロベンゼン	100						
	55					塩化第一、第二錳	飽和					アニリン	100						
クロム酸	5					塩素酸ナトリウム	飽和					ピリジン	100						
	10					1					アセトアルデヒド	100							
弗化水素酸	20				(使用不可)	過酸化水素	3					ホルマリン	35						
	10				(使用不可)	10					アセトン	100							
弗化ケイ素酸	20					過塩素酸カリウム	10					シクロヘキサノン	100						
ホウ酸	飽和					過マンガン酸カリウム	10					メチルエチルケトン	100						
酪酸	100					酢酸鉛	飽和					[その他]							
炭酸	100					シアン化銅						ウセリン							
燐酸	100					シアン化ナトリウム						オリーブ油							
オレイン酸	100					硝酸銀						ひまし油							
クエン酸	100					硝酸ナトリウム						綿実油							
グリコール酸	100					硝酸アンモニウム						亜麻仁油							
コハク酸	100					臭素酸カリウム						ビール							
酒石酸	100					次亜塩素酸カルシウム	飽和					ウイスキー							
スルファミン酸	100					次亜塩素酸ナトリウム	飽和					ブドウ酒							
タンニン酸	10					重クロム酸カリウム	飽和					海水							
トリクロロ酸	10					明礬(各種)	飽和					水							
モノクロロ酸	100					重クロム酸ナトリウム	飽和					シロップ							
フェノール	100					食塩水	飽和					ミルク							
クロスルフォン酸	100				(使用不可)	弗化ナトリウム	飽和					果糖	飽和						
						弗化カリウム	飽和												
						弗化アルミニウム	飽和												

■ : ほとんど侵されない ■ : ある程度侵される (条件付きで使用可)

強化した繊維強化熱可塑性樹脂FRTP (Fiberglass Reinforced Thermo Plastics) を管外層に配置し、接液する内層にはポリプロピレンを配置した二層構造の配管材料が「フジGRPパイプ」である(図2、図3)。

軽量でかつ耐熱性、耐薬品性に優れた配管材料として、食品工場、厨房、給食センターならびに、製菓工場、研究施設、病院等の排水配管で使用されている。図4、図5に配管の使用例を示す。

3.1 耐薬品特性

表1に「フジGRPパイプ」の耐薬品性を示す。

一般的には、酸、アルカリ、塩類およびガス類には、高温、高濃度まで使用可能である。

特に食品工場、厨房、給食センター等で使用されている洗剤中に含まれる水酸化ナトリウム(苛性ソーダ)や界面活性剤に対しても優れた耐薬品性を示す。表2に主な厨房洗剤の成分に対する耐薬品性を示す。

3.2 物理的特性

表3に「フジGRPパイプ」と「フジポリレンPP」の物理的特性を示す。

表2 厨房洗剤の成分に対する耐薬品性

洗剤名	成分	耐薬品性
洗剤A	アルキドアミンオキシド カルボン酸塩 アルキルポリグリコシド	◎
洗剤B	プロピレングリコール ベンジルアルコール モノエタノールアミン アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム塩	◎
洗剤C	ジプロピレングリコールモノメチルエーテル 水酸化ナトリウム アルキルポリグリコサイド	◎
洗剤D	非イオン界面活性剤 有機酸塩、増粘剤、染料	◎
洗剤E	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩 ポリオキシエチレンドデシルエーテル硫酸ナトリウム	◎
洗剤F (フライヤー洗浄剤)	アルキルベタイン 食用赤色2号	◎
洗剤G (除菌漂白剤)	次亜塩素酸ナトリウム 6% 20°C 次亜塩素酸ナトリウム 6% 40°C	◎
洗剤H (中性洗剤)	界面活性剤 ポリオキシアルキレンアルキルエーテル ヤシ脂肪酸アルカノールアミド 食用青色1号、赤色106号	◎
洗剤I (ゆで麺食器洗浄剤)	リン酸塩 陰イオン界面活性剤	◎
洗剤J	スルホン酸塩	◎
洗剤K	N-Nジメチルドデシルアミン=N-オキシド ドデシル硫酸ナトリウム ポリオキシエチレンドデシルエーテル硫酸エステルナトリウム エタノール	◎
洗剤L	ソルピタン脂肪酸エステル グリセリン脂肪酸エステル	◎
洗剤M	脂肪酸ナトリウム グリセリン	◎
洗剤N	ホスホノカルボン酸塩	◎

表3 物理的特性

項目	試験方法	単位	フジGRPパイプ	フジポリレンPP
比重	JIS K 7112	—	1.03	0.90~0.91
引張強さ	JIS K 7161	N/mm ²	39.2	24.5
曲げ強さ	JIS K 7171	N/mm ²	63.7	31.3
曲げ弾性率	JIS K 7171	N/mm ²	1,960	900
熱膨張係数	ASTM D 696	/°C	24×10 ⁻⁶	110×10 ⁻⁶
熱変形温度	JIS K 7191	°C	150~160	110~120
体積固有抵抗	ASTM D 257	Ω cm	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶
熱伝導率	—	W/mh°C	0.17~0.23	0.17~0.23

「フジGRPパイプ」は熱膨張係数が他のプラスチック管に比べて小さく、温度変化の大きい環境でも配管の伸びを抑えることができる。このため、温度変化に起因する配管の蛇行を抑制できることからラック配管や露出配管に適している。

3.3 耐熱・耐寒性

耐熱性、耐寒性に優れており、-10°C~100°Cまでの温度領域で使用可能である。

3.4 軽量性

比重が鋼管やステンレス管に比べて約1/8と小さいことから軽量である。このため施工時の運搬が容易で、天井配管や地下配管での施工性が良好である。

3.5 耐候性

安定剤が配合されていることから、長期間の屋外使用に耐える。

3.6 電気絶縁性

電気抵抗が10¹⁶Ω cm以上と大きいことから、土壌・周辺環境や流体種類に依らず電食がない。

3.7 保温・保冷性

ポリプロピレンは熱伝導率が0.2 (W/m・h・°C) と鋼管の1/270と非常に小さいことから保温性能に優れている。また、結露が生じにくい特性を有している。

3.8 内面平滑性

管内面の粗度係数n=0.0081~0.0087と内面が平滑であることから、流体摩擦抵抗が小さく、スケールなどの付着物が付きにくい。

パイプを接続する継手の内面は、凹凸をなくす工夫がなされていることから、内部液体中に含まれる不純物やウエス等が堆積しにくい内面形状を特長とし、排水管に好適である。

3.9 環境対応

ポリプロピレンはハロゲン化合物を含まないことから、燃焼時に有毒ガスを発生しない。またREACH規制などの対象物質は含まれない。

4. 排水用フジGRPパイプ規格⁽³⁾

4.1 パイプ

表4に「排水用フジGRPパイプ」の規格表を示す。

2018年までは、呼び径40~100を厚肉管のH種、呼び径125~200までを薄肉管のL種でラインナップしていたが、軽量化を目的に呼び径75、100をL種に変更し、排水用フジGRPパイプ規格として確立した。

表4 排水用フジGRPパイプ規格

呼び径	管種	外径 (mm)	肉厚 (mm)	近似内径 (mm)	単重 (kg/m)
40	H	48.0	4.0	40	0.55
50	H	60.0	5.0	50	0.87
75	L	89.0	5.0	79	1.32
100	L	114.0	5.0	104	1.71
125	L	140.0	6.0	128	2.51
150	L	165.0	7.0	151	3.45
200	L	216.0	8.0	200	5.18

4.2 継手

表5に排水用フジGRPパイプの接合に使用する継手を示す。

接合部を熱で溶融するための電熱線を継手内部に埋め込んだ熱線融着継手と、この熱線融着継手を用いて接合するオス口の継手類からなる接合システムである。排水用フジGRPパイプの溶融接合はすべてこの熱線融着継手とバーコード式専用コントローラ(以下、コントローラ)を用いて施工できる。従来のスリーブ溶着接合、糸溶接等の施工者の技量を必要とする接合は用いなくても施工可能である。また、新商品として塩ビ管との接合部に使用する「変換アダプタ」をラインナップした。

表5 継手種類

継手名称	記号	呼び径	備考
熱線融着ソケット	EFS	40~200	熱線融着継手(図6)
熱線融着エルボ	EFL	40~100	
熱線融着45°	EF-45	40~100	
熱線融着TY	EF-TY	40~100	
排水エルボ	90° -WE	125~200	オス継手
排水45°エルボ	45° -WE	125~200	
排水TY	TY-WE	125~200	
排水チーズ	T-WE	40~200	
排水45° Y	Y-WE	40~200	
排水レジュサ	RE-WE	50~200	
排水バルブソケット	VS-WE	40~100	
排水フランジ付短管	PF-WE	40~200	
VP変換アダプタ	VP-WE	40、50	新商品※
HT変換アダプタ	HT-WE	40、50	

※呼び径75,100は2020年末販売開始予定

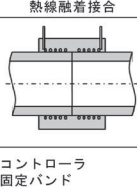
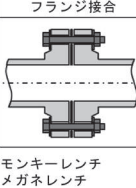
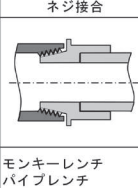


図6 熱線融着継手

5. 接合方法

ポリプロピレンが持つ高耐食性が逆に接着することができない理由であるため、接合方法としては溶着(加熱溶融した樹脂を圧着すること)あるいは機械的な接合で接続する。表6に代表的な接合方法を示す。

表6 フジGRPパイプの接合方法

	熱線融着接合	フランジ接合	ネジ接合
接合方法			
主要工具	コントローラ 固定バンド	モンキーレンチ メガネレンチ	モンキーレンチ パイプレンチ

5.1 熱線融着接合

熱線融着継手にパイプを挿入した後、コントローラから継手内部に埋め込まれた電熱線に電気を供給して発熱させ、継手内面と管外面を溶融することに



図7 熱線融着継手の融着状況

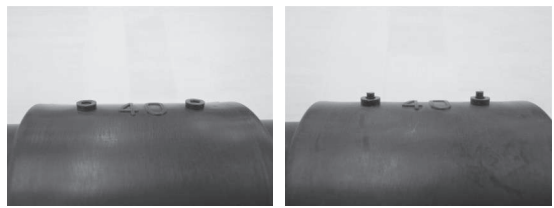
より融着接合するものである⁽⁴⁾。

実際の融着作業では、図7に示すようにコントローラからケーブルのコネクタを継手のターミナルピンに接続し、バーコードリーダーでバーコード情報を読み取った後、コントローラのスタートボタンを押すと通電が開始する。

継手に貼付されているバーコードには、ISO13950「Plastics pipes and fittings-Automatic recognition systems for electrofusion joints」に準拠した内容が記載されている。具体的には、「管の呼び径」、「継手種類」、「通電時間」、「通電時間の環境温度補正係数」等が記載されている。バーコードリーダーで読み取った情報をもとに環境温度を考慮した最適な通電時間で融着が終了する。

適切に融着が完了したことを目視あるいは触手で確認できるように、インジケータ機能が付いている。施工者は融着後、継手表面よりインジケータが隆起していることを確認することで、融着が適切に完了したことを目視または触手で確認することができる。

また、このインジケータ機能により融着し忘れを防止することができる。図8にインジケータ部の隆起前、隆起後の状態を示す。



(a)隆起前

(b)隆起後

図8 インジケータ隆起状況

コントローラには融着異常検知機能および融着履歴記憶機能が装備されている。

融着異常検知機能は、融着時に接合品質に影響を与えるような異常が発生した場合にコントローラの液晶画面に異常内容を表示して、警告音とともに通電を停止する機能である。接合品質に影響を与えるような異常とは、入力側の電源電圧が低下した場合や継手へのパイプ挿入不足により隣接する熱線同士が短絡した場合などである。

また、融着履歴記憶機能は、融着に関するデータ(通電開始年月日時刻、継手種類、通電時間、異常の

有無などをコントローラ内部のメモリーに記憶し、後日データで呼び出して確認できる機能である。

5.2 フランジ接合

フランジ接合法は、取り外し継手として利用する。フランジは外径、ピッチサークルおよびボルトの穴径はJIS10Kに準じ、図9に示す溶着フランジ(PF-WE)のボルト締め付けトルク値は、呼び径40が14.7N・m、呼び径50以上が19.6N・mである。

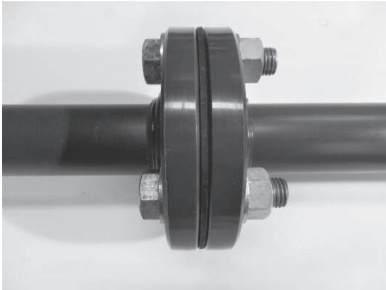


図9 溶着フランジ (PF-WE) 接合

5.3 ネジ接合

排水バルブソケット (VS-WE) を鋼管やバルブに接合する場合は、ネジ部にテフロンテープを2回程度巻き、2山だけ手締め後、モンキーレンチ等を用いてねじ込む。図10は排水バルブソケットに鋼管継手を接続した状態である。



図10 排水バルブソケットと鋼管継手の接続

5.4 変換アダプタの接合

変換アダプタとは、フジGRPパイプと塩ビ管継手 (VP、HT) を接合するために開発した新商品である。排水管が使用される施設によっては、排水の温度条件や薬液条件が厳しくない管路とフジGRPパイプとの接続が必要な場合が発生する。

例えば手洗い場の排水管やエア抜き管などに使用される塩ビ管との接合部に使用される管種を変換する継手である。従来の変換部の接合方法は、接着も融着もできないため双方の管端にフランジを配置し、フランジ同士の接続で実施していた。しかし、狭隘部に配管する際のボルトナットの締め付け作業のやり辛さや、フランジ部のせり出し等の影響で非常に作業性が悪く、また、接合部の重量負担が大きいため配管サポート数の増大などの諸問題を抱えていた。

今回開発した変換アダプタは、そうした諸問題を解決する新しい継手である (図11、図12)。従来のフランジ接合に比べて重量を約1/10に軽量化し、施工時間の大幅な短縮を実現した。

変換アダプタによる接合は、図13に示すように塩



図11 変換アダプタ (VP用)



図12 変換アダプタ (HT用)

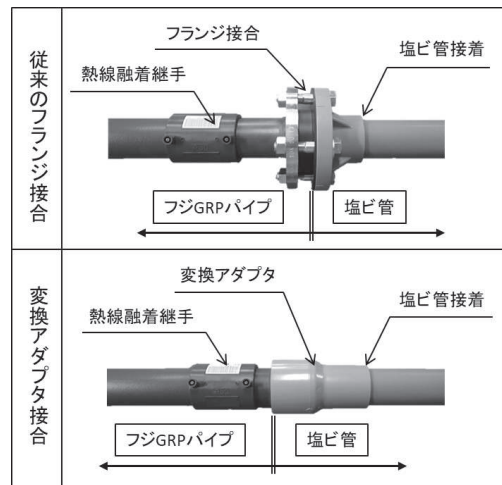


図13 従来のフランジ接合(上)と変換アダプタ接合(下)

び製ソケット側に塩ビ管を接着し、フジGRPパイプ側に熱線融着継手を融着して施工する。

6. 施工

6.1 支持間隔

表7に「フジGRPパイプ」の支持間隔例を示す。間隔例の数値は、内容液比重1.0、許容たわみ量10mmを想定して算出した値である。

表7 サポート支持間隔

呼び径	液比重 = 1.0			
	30℃	60℃	80℃	100℃
40	1.7	1.5	1.4	1.3
50	1.9	1.7	1.6	1.5
75	2.2	1.9	1.8	1.7
100	2.3	2.1	2.0	1.8
125	2.6	2.3	2.1	2.0
150	2.8	2.5	2.3	2.1
200	3.1	2.8	2.6	2.4

6.2 サポート方法

管の受け部のサポート形状は、軸・周方向ともに管の外径以上の長さとし、ゴムシート等の緩衝材を介して偏平・応力集中等の偏荷重、局部荷重が管に直接かからない構造とする。図14に推奨するサポート形状を示す。

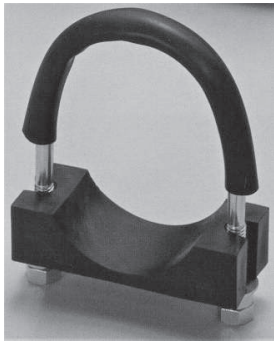


図14 サポート形状

6.3 埋設施工

地下埋設時に尖った岩石、ガラス片などが直接パイプに当たると、時間経過とともにパイプがへこみついには亀裂が生じることから、埋戻しは良質な砂質土で行う必要がある。

7. おわりに

排水用フジGRPパイプとして、管・継手のラインナップが充実し配管材として成熟期に入ったものと考えている。今回は新商品として変換アダプタ継手を紹介できたが、今後もより施工し易い新たな製品や工法を生み出し、施工技術の向上という付加価値を高める開発を心掛けたい。

また、本稿が「排水用フジGRPパイプ」の特長、留意事項をご理解いただき、より安全に安心してご使用いただくためのご参考になれば幸甚である。

〈参考文献〉

- (1)富士化工カタログ フジパイプ7000シリーズ
富士化工カタログ フジFWパイプ
- (2)浅野：配管技術研究協会誌 2018 秋・冬季号
- (3)富士化工カタログ 排水用フジGRPパイプ
- (4)斎藤ら：配管技術 52(3)75-79 (2010)

【筆者紹介】

渡邊 光章

富士化工株式会社 技術本部 開発部
〒416-0937 静岡県富士市前田90番地
TEL : 0545-61-1372