

— 耐食関連特集 —

ガラス繊維強化ポリプロピレン排水管・継手 「排水用フジGRPパイプ」

安本 敏伸*

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(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(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(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さまざま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。このため自動車部品や医療用品をはじめ、幅広い分野でその優れた性能が評価されており、さらには廃棄時に燃焼して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用されている。

分子構造を図1に示す。ポリプロピレンの分子構造は、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。その中でもアイソタクチック構造は、側鎖のメチル基がすべ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、物理的にも、化学的にも安定している。弊社では、このアイソタクチック構造のポリプロピレン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。

*富士化工(株) 技術本部 開発部 開発室

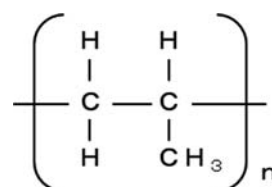


図1 ポリプロピレンの分子構造

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「排水用フジGRPパイプ」である(図2, 3)。



図2 排水用フジGRPパイプ

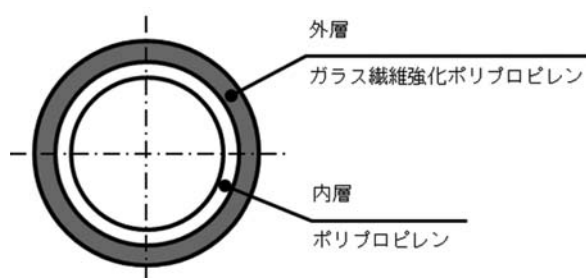


図3 排水用フジGRPパイプの構造

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、ならびに製薬工場、研究施設、病院等の排水配管で使用されている。図4、5に配管の使用例を示す。

3.1 耐薬品特性

表1に「排水用フジGRPパイプ」の耐薬品性を示す。一般的には、酸、アルカリ、塩類及びガス類には、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「排水用フジGRPパイプ」の主要な厨房洗剤に対する耐薬品性を示す。

3.2 物理的特性

表3に「排水用フジGRPパイプ」の物理的特性を示す。

表2 排水用フジGRPパイプの厨房洗剤に対する耐薬品性

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℃ 次亜塩素酸ナトリウム 6% 40℃	◎
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	ソルビ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 排水用フジGRPパイプの物理的特性

項目	試験方法	単位	排水用フジ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	$\Omega \cdot \text{cm}$	$> 10^{16}$	$> 10^{16}$
熱伝導率	—	W/mh°C	0.17~0.23	0.17~0.23

「排水用フジGRPパイプ」は、他のプラスチック管と比較して熱膨張係数が小さく、温度変化の大きい環境においても配管の伸縮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・変形が生じにくく、ラック配管や露出配管に適している（図6）。



(a) 排水用フジGRPパイプ (b) ポリエチレンパイプ

図6 配管状態の比較

3.3 耐熱・耐寒性

耐熱性、耐寒性に優れており、 $-10 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 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

体積固有抵抗が $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 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 $0.2 (\text{W}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 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 $n=0.0081 \sim 0.0087$ 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も凹凸をなくす工夫がなされていることから、単に流体摩擦抵抗が小さいだけでなく、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。

呼び径40及び50は、圧力用ならびに排水用配管の両用途に適応可能なH種、呼び径75～200までを排水用配管に適応可能なL種でラインナップしている。

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	0.55
50	H	60.0	5.0	50.0	0.87
75	L	89.0	5.0	79.0	1.32
100	L	114.0	5.0	104.0	1.71
125	L	140.0	6.0	128.0	2.51
150	L	165.0	7.0	151.0	3.45
200	L	216.0	8.0	200.0	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

表5 排水用フジGRPパイプ接合継手種類

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8)
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°スムース	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	125~200	
VP変換アダプタ	VP-WE	40~100	塩ビ管接合継手
HT変換アダプタ	HT-WE	40~100	
GRPフランジ	GR-F	40~100	新商品
GRPフランジ用アダプタ	GR-FA		

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雄口の継手類からなる接合システムである（図7）。

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。また、新商品としてフランジ接合部に使用する「GRPフランジ」および「GRPフランジ用アダプタ」をラインナップした。

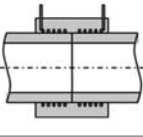
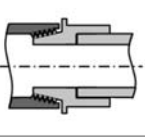
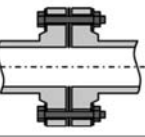


図7 熱線融着継手

5. 接合方法

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 排水用フジGRPパイプの接合方法

	熱線融着接合	ネジ接合	フランジ接合
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 パイプレンチ	モンキーレンチ メガネレンチ

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より融着接合するものである⁴⁾。

実際の融着作業では、図8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。



図8 熱線融着継手の融着状況

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。

さらに、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9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9 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及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 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

5.3 フランジ接合

5.3.1 排水フランジ付短管による接合

図11に示す従来の排水フランジ付短管（PF-WE）は、フランジ部とパイプ部が一体型の継手構造であり、フランジ同士のボルト穴を同一の位置に合わせ、ボルトを締めこみ接合する。



図11 排水フランジ付短管

排水フランジ付短管は、取り合いフランジを起点として配管ルートを決することから、フランジ接合後の配管ルートの調節が難しいため、事前に配管ルートを検討した上で施工を行っていた（図12）。

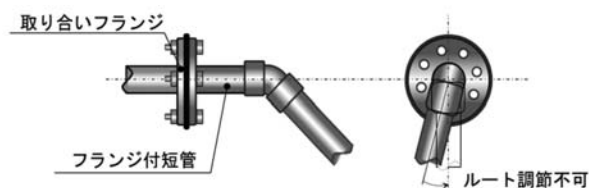


図12 排水フランジ付短管の接合

5.3.2 GRPフランジ及びアダプタによる接合

GRPフランジ（GR-F）及びGRPフランジ用アダプタ（GR-FA）は、ルーズ式のフランジ構造とし、接合部材をフランジとアダプタに分けることで、施工性を大幅に改善した新商品である（図13）。



図13 GRPフランジ及びGRPフランジ用アダプタ

GRPフランジを自由に回転させることができるため、取り合いフランジのボルト穴との位置合わせは容易であり、フランジ接合後においても配管ルートの調節が可能である（図14）。

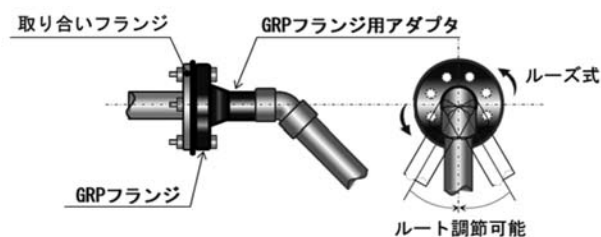


図14 GRPフランジの接合

GRPフランジは、ガラス繊維強化ポリプロピレン樹脂を使用することで、高い剛性を確保している。

一方、GRPフランジ用アダプタはポリプロピレン樹脂を使用することで、排水用フジGRPパイプと同等の耐薬品性を有している。

この新商品は、フラットフェイスフランジに適合した継手であり、二重シールリング付きパッキンの使用に加え、適正のトルク値（20N・m以上）でボルトを締めつけることにより、確実なシール性能を発揮する（図15）。



(a) 適合継手-フラットフェイスフランジ



(b) シール材-二重シールリング付きパッキン



(c) 締め付トルク-20N・m以上

図15 GRPフランジの取扱いについて

6. 施工

6.1 支持間隔

表7に「排水用フジ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 排水用フジGRPパイプのサポート支持間隔（単位：m）

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16に推奨するサポート形状を示す。



図16 サポート形状

6.3 埋設施工

地下埋設時に尖った岩石，ガラス片などがパイプに直接接触すると，長期間の使用に伴い局所的な変形や亀裂の原因となるため，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GRPフランジ，ならびにGRPフランジ用アダプタを紹介できたが，今後もより施工しやす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) 渡邊：配管技術研究協会誌 2020 秋・冬季号