

顧客ニーズに応えるグラスライニング新商品群

Technological Introduction of Glass Lining New Products
That Live Up to Customer Needs



プロセス機器事業部
技術部 GL 設計室

井 嶋 優 介

Yusuke Ijima

徳 岡 洋 由

Hiroyuki Tokuoka

当社では長年にわたりグラスライニング製反応機を製造してきた。この間、顧客ニーズの変化に合わせ、蓄積したノウハウをもとにガラスの改良、攪拌技術の改善、アクセサリ類のブラッシュアップをおこない新商品を上市してきた。これら新商品は、すでに技報で紹介されたものではあるが、本稿ではグラスライニング新商品群の総まとめをおこない、従来品と比較した特長を中心に紹介する。

We have manufactured glass-lined reactors for so many years. According to the variation in customer needs, we have improved material of glass, technology of agitation system and glass-lined accessories. And we have put a lot of new products on the market. In this paper, we summarize these new products and introduce mainly their selling points compared with the conventional products.

Key Words :

顧 客 ニ ー ズ	Customer needs
新 商 品	New products
グラスライニング (GL)	Glass Lining (GL)
耐 食 性	Resistance to corrosion
洗 浄 性	Cleanability
コ ン タ ミ レ ス	Contamination-free
操 作 性	Operability

【セールスポイント】

グラスライニングは、素地金属を腐食環境等から保護するために鋼の表面にガラスを結合させるという複合技術である。耐食性を要求される化学・医薬分野でグラスライニング製品は多数採用されている。

ま え が き

グラスライニング（以下、GL と呼ぶ）製反応機は、図 1 に示すように主要部品である容器、攪拌翼、パツフルのほかに、排出弁、マンホール、軸封装置、センサーなどのアクセサリで構成されている。容器が GL 製になれば、アクセサリ部品なども全て GL 製を要求されることになり、当社はこれまで多種多様な GL 製品を納入してきた。しかし、近年ブ

ラントの生産性を高めることを目的にガラス性能の向上や反応機の操作性、不純物除去の洗浄性、補修技術などさまざまな顧客ニーズが高まってきており、既存の製品では対応が困難になってきた。

当社はこれらのニーズにこたえるために、表 1 に示す新商品を開発してきた。これら商品はすでに個別に神鋼パンテック技報、神鋼環境ソリューション技報で紹介し、多数の実績を有している。本稿では

これらの新商品群の総まとめをおこなうとともに、「PPG」、「ツインスター」、「クリーンフラッシュバルブ」、「E-マンホール」、ガラス専用補修材の「レジグラス」を取上げ、特長や性能、構造などについて紹介する。

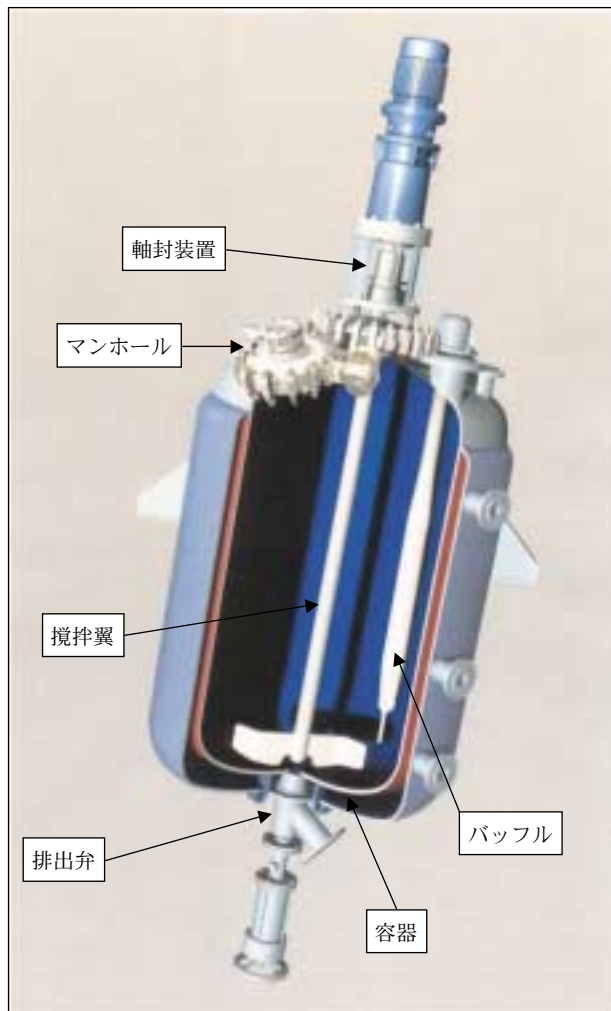


図1 GL製反応機

1. ファーマグラス「PPG」

医薬品製造業で必要な製造管理および品質管理の基準（GMP）に適した仕様が要求される医薬産業用機器に対しては、従来とは異なったGL機器の特性が要求されている。とくに洗浄性の向上や、機器のアルカリ洗浄のための酸アルカリ交互使用時の耐食性向上など、医薬のみならず、電子材料、ファインケミカル分野においても新しい性能を持つガラスが必要となってきた。

当社においても、GL機器の用途が、大型機器を必要とする従来の石油化学、樹脂工業などから、中小型機器が中心の医薬、ファインケミカル分野へと移り変わっている現状を踏まえ、PWG社との技術提携により2003年10月より日本国内でPPGの販売を開始した。

1.1 PPGの特長

1.1.1 明るく見やすいライトブルーカラー

これまで、グラスライニングのガラスの色は濃紺色が標準色で、ユーザの要求により白色も製作してきた。標準色の濃紺色の場合、缶内が暗く、覗き窓から缶内が観察しづらく、また、白色の場合は、内容物が白色であることの多い医薬品などで容器洗浄後のガラス面への付着が確認しづらいという欠点が見られた。PPGのライトブルーカラーについては次のような点が考慮されている。

- 欧州でのユーザ調査の結果、ライトブルーカラーと同系色の色の製品が見られなかったこと。
- 淡色の製品のガラス面への付着でもコントラストがよく、付着状況がはっきりわかること。
- 従来の暗い缶内と比較して格段に缶内が明るく缶内の視認性が改善されること。

その結果、洗浄後のガラス壁面への付着物の有無

表1 新商品一覧

分類	商品名	概要
ガラス	PPG ECOGL	医薬用途向けガラス 導電性ガラス
攪拌翼	ツインスター	三枚後退翼に替わる高機能攪拌翼
軸封装置	ノンコンタクトシール	シール部からのコンタミを防止する軸封
アクセサリ	クリーンフラッシュバルブ サンプリングバルブ クランプレスマンホール E-マンホール ガラスセンサー ST	コンタミ、液漏れを解消した軽量バルブ バルブの開閉だけでサンプリングが可能 ハンドル操作だけで開閉できるマンホール 使いやすくクリーンなマンホール 応答性に優れたGL製温度計
補修材	レジグラス	新しいガラス専用樹脂補修材



写真1 従来標準ガラス#9000（左）とPPG（右）

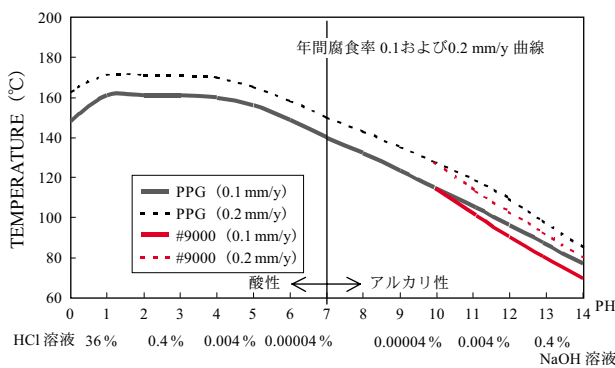


図2 PPGの耐食性能

の認識が確実におこなえるようになった。PPGガラスと従来のガラス#9000のガラス色の対比を写真1に示す。

1. 1. 2 洗浄性の向上

PPGはガラスの軟化流動性を向上させることにより、従来のガラス表面より滑らかなガラス表面を実現している。従来のガラスと比較してPPGにはマイクロなレベルでの微小なうねり、へこみが少ない。これにより、付着物の減少が期待でき、付着物の洗浄プロセスにおけるダウンタイムが期待できる。

1. 1. 3 優れた耐食性

欧州においては、医薬品製造設備の多くはFDA（米食品医薬品局）によって規定され、またそれらのプロセスの多くは中性から酸性であるが、洗浄時には熱アルカリ（70℃/pH10-12）による定置洗浄（Cleaning in place）をおこなうことが多い。PPGは耐アルカリ性能の向上がはかられており、当社の標準ガラス#9000に対しても耐アルカリ性が20%向上した性能を持っている。また耐酸、耐水性については、従来の当社標準ガラスと比較して同等の性能を有している。PPGの耐食性能を図2に示す。

現在では医薬用途以外でも採用されるケースが増加しており、納入後の顧客評価も高い。

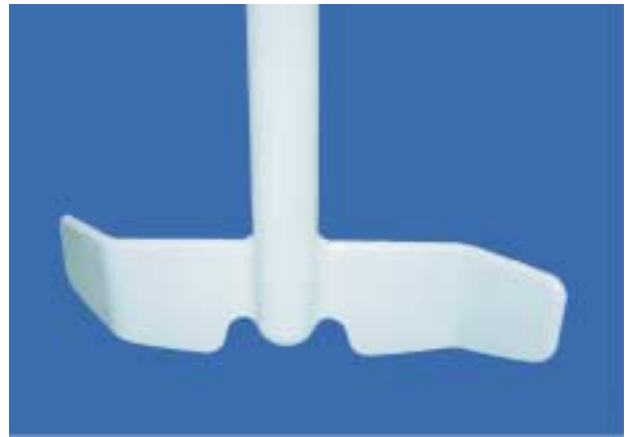


写真2 ツインスターの形状

2. 「ツインスター」

GL製反応機の攪拌翼としてはオーバル型三枚後退翼やアンカー翼の他に、当社が開発したフルゾーン翼などがある。このうちフルゾーン翼はその優れた攪拌性能から、中高粘度液の高負荷攪拌、水素添加、酸化反応などの表面ガス吸収攪拌、また、晶析などの用途でプロセス改善ならびに効率化に貢献している。

一方、低中粘度液攪拌では従来からオーバル型三枚後退翼が使用されており、GL施工の容易さ、低コストなどを理由にGL製攪拌翼全体の約60%以上を占めてきた。

この低中粘度液攪拌においても顧客ニーズは次のように多様かつ高度化し、従来のオーバル型三枚後退翼ではこれらのニーズを満足することが困難となってきた。

- ① 少液量から呼称容量まで攪拌ができること。
- ② 三枚後退翼よりも優れた攪拌性能を有すること。
- ③ 攪拌翼の洗浄性が良いこと。

当社では、上記のニーズを満足する新型攪拌翼としてGL製「ツインスター」を開発した。

2. 1 ツインスターの形状

ツインスターの形状を写真2に示す。ツインスターは二枚板翼であり、翼先端を一部折り曲げ後退させた非常にシンプルな形状である。また、攪拌翼下面を攪拌槽底面（鏡部内面）に沿う形状としており、攪拌翼位置（高さ）が従来のオーバル型三枚後退翼よりも低い位置となっている。この形状は攪拌混合実験によって性能確認をおこない最適化した結果としてえられた。

2. 2 ツインスターの特長

以下にツインスターの特長を示す。

- ① 密閉型の攪拌槽への取付けが可能（センターマ

ンホールからの挿入が可能)であり、サニタリー性が良い。またクライオロック化も容易である。

- ② オーバル型三枚後退翼の1.4～2倍の混合性能を有する。
- ③ 図3に示すように攪拌槽呼称容量の3%程度の液量から混合可能である。
- ④ オーバル型三枚後退翼の50～80%の動力で粒子の均一浮遊および液滴の分散が可能である。
- ⑤ シンプルな形状であり、洗浄性が良好である。
- ⑥ 製作が容易である。
- ⑦ オーバル型三枚後退翼と軸サイズの互換性があり、既存の攪拌翼の改造にも対応可能である。

ツインスターは優れた攪拌性能と少液量対応からオーバル型三枚後退翼に替わる汎用攪拌翼として多数の製作実績を有している。

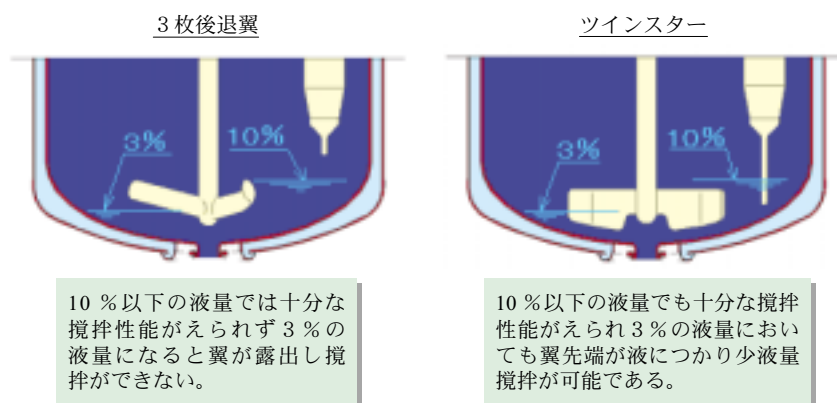


図3 少液量攪拌の比較

3. 「クリーンフラッシュバルブ」

従来のフラッシュバルブは、弁棒の軸封部にグランドパッキンを使用しているタイプがもっとも標準的である。しかしグランド部の製品へのコンタミ、液漏れによるバルブの腐食や分解・洗浄作業が困難であるなどの問題を有していた。また、切削形状のPTFE製ベローズを使用したタイプは、ベローズ位置や形状の問題によりバルブ内部に液が溜まりやすくコンタミ発生の原因となる。

当社はこれら従来品の問題点を改善すべく「クリーンフラッシュバルブ」を開発した。クリーンフラッシュバルブの外観を写真3に示す。また従来品との構造比較を図4に示す。

3.1 クリーンフラッシュバルブの構造

グランドパッキンはコンタミ、液漏れの問題があ



写真3 クリーンフラッシュバルブ

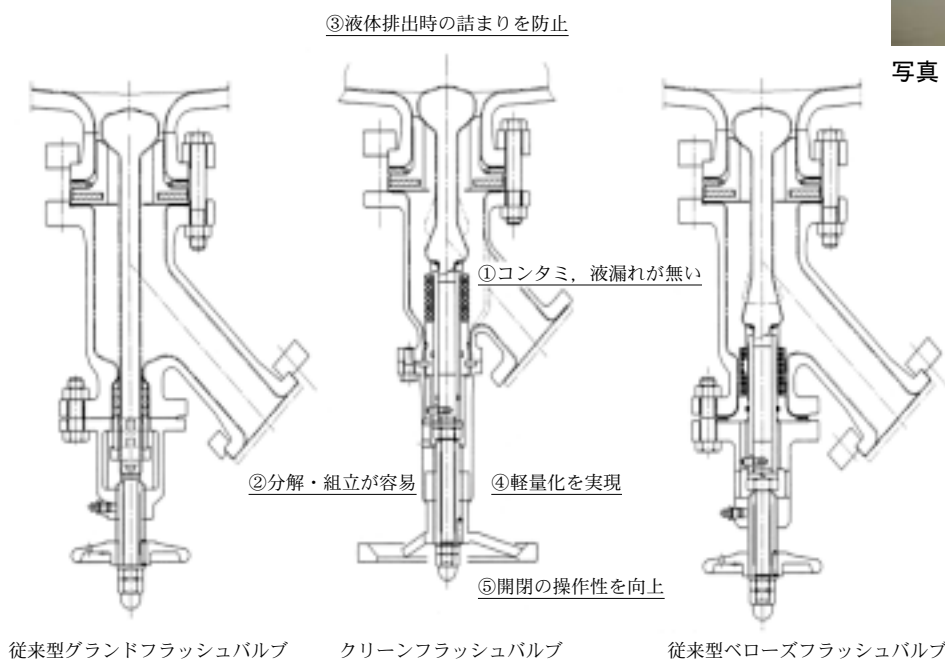


図4 構造比較図



写真4 E-マンホール外観



写真5 従来型マンホール外観

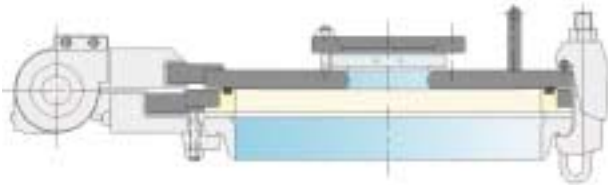


図5 E-マンホール

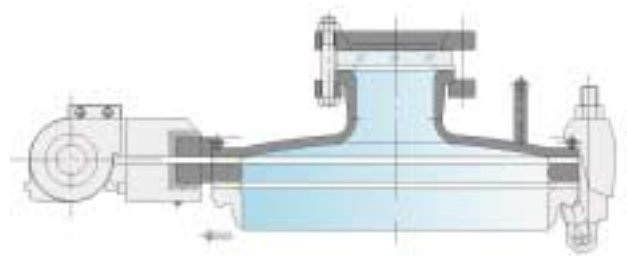


図6 従来型マンホール

るため、軸封部には PTFE 製ベローズを採用している。

従来の PTFE 製切削ベローズは内容物の噛み込みが問題であったためベローズ形状は波型を採用した。弁棒および弁本体とのシール部には Oリングを採用していることにより液漏れのない構造となっている。

また、分解・組立を容易にするため、弁棒に軸封部を組込んだまま分解できるよう寸法、構造の最適化がなされている。

3.2 クリーンフラッシュバルブの特長

クリーンフラッシュバルブの特長を以下に示す。

- ① コンタミ、液漏れ、噛み込みを解消
 - ・グランド部をもたないので、コンタミ、液漏れがない。
 - ・新開発 PTFE 製波型ベローズは結晶物などの噛み込みがない。
- ② 分解・組立が容易で洗浄性が向上
 - ・主要パーツは丸洗いが可能
- ③ 結晶物を含む液体排出時の詰まりを防止
 - ・弁頭位置の最適化で結晶物の詰まりを防止
 - ・開口面積増加により、排出時間を短縮
- ④ 軽量化を実現
 - ・当社従来品と比較して約30%軽量
 - ・自動タイプは複作動形エアシリンダの採用で総

重量16 kg を実現

⑤ 開閉の操作性を向上

- ・手動タイプは大型ハンドルを採用

GL 製反応機には、通常 GL 製フラッシュバルブが付属されるが、そのほとんどにクリーンフラッシュバルブが採用されている。とくに液もれがなく、軽量で分解・組立が容易な点で高い顧客評価をえている。

4. 「E-マンホール」

GL 製反応機には缶体内部の点検用として、上部にマンホールが設けられている。一方、マンホールは原料の投入口としてももちいられることが多く、そのため開閉の頻度も多く、マンホールの蓋は多数のクランプにより締め付けられており、開閉作業に時間がかかる。さらに、近年では製品の高純度化に対する要求の高まりにともない、製造設備に対してコンタミレス化および洗浄性の良さが求められている。当社ではこれらの問題を解決するため、GL 機器用「E-マンホール」の開発をおこなった。

4.1 E-マンホールの構造

E-マンホールと従来型マンホールの外観をそれぞれ写真4、5に、形状をそれぞれ図5、6に示す。従来のマンホールではグラスライニング用ガスケット「CRTN」を使用しているが、接触面積が広く、材質的にも固いものであるため、シールを確実に

表2 当社の従来樹脂材料

樹脂名	ベルゾナ R	ベルゾナ S	Fフィラーコート	タフジン
主な用途	化工機用	食品用	補修用充填材	食品用
MSDSの有無	有	有	有	有
食品向け使用	可	可	—	可
環境ホルモンの溶出	無	有	—	無
耐熱性 ※ドライ時カタログ値	-40~250℃	-40~200℃	<190℃	<60℃
密着性	良	良	不良	良
耐食性	良	弱い	(良)	弱い
施工性	易(固め)	普通(柔らかめ)	—	難(垂れる)

表3 従来材料と新規材料の基本情報

樹脂名	従来材料 (ベルゾナ R)	新規材料 (レジグラス)
主な用途	化工機用	防食コーティング用
材料タイプ	主剤&硬化剤 2液混合型	主剤&硬化剤 2液混合 + 下地プライマー処理
主剤：硬化剤比 (重量比)	5 : 1	5 : 1
完全硬化条件 (メーカー推奨条件)	50℃-10h	60℃-6h
耐熱性 (ドライ時カタログ値)	-40~250℃	<300℃
特長	機械加工性に優れる	ガラスとの密着が 良好 耐食性の向上

こなうためにはクランプが14本必要となる。しかし、E-マンホールはシール部に FEP 被覆 Oリングを使用している。Oリングは線接触であり、心材にはやわらかなゴムを使用しているため所要つぶし力が小さく、少数のクランプで十分な締付け力をえることができる。サイズφ400mmのE-マンホールの場合、クランプの必要数量は4本である。このため、マンホールの締付けおよび締付け解除の作業の手間を大幅に削減できる。また、視窓は蓋板に直接取り付け、立上りノズルが無い形状としているため視界が広くなり、洗浄性も向上している。

4.2 E-マンホールの特長

E-マンホールは従来のマンホールと比較し、以下の特長を有する。

- ① クランプが少なく、開閉操作が容易である。
- ② Oリングを使用しているためガasket調整が

不要である。

- ③ Oリングは容易に取外すことができるため、Oリングへの付着物等の拭取りが容易である。
- ④ 視窓の立上りノズルが無いため視界が広い、また、洗浄性も向上している。

E-マンホールは、缶体設計圧0.19MPa以下の低圧容器用として開発しており、開閉頻度の多い反応機で多数採用いただいている。また第一種圧力容器缶体への適用も可能である。

5. 「レジグラス」

使用中の不測の事故等により、ライニングされたガラス層が破損することがあり、そのような場合には直ちに補修をおこなう必要がある。当社では樹脂の肉盛り補修や耐食金属ピースによる補修等、種々の補修を現地で実施しているが、樹脂をもちいた補修は、どのような形状でも補修できる反面、剥離しやすい等の問題を抱えている。そのため、マイルドな環境にしか適用できず、過酷な条件下でも使用可能な樹脂材料への改良をユーザより強く要望されていた。

そこで安定した補修を可能にしユーザ満足度を向上させるために、新樹脂材料「レジグラス」を開発した。

5.1 当社の従来の補修樹脂材料とレジグラス

従来当社では表2に示すように計4種類の補修用樹脂材料を有しており、破損箇所や用途によって使い分けていた。しかし、いずれも塗布式補修材として単独でもちいるのは困難であり、寿命保証することができない状態であった。そのためユーザからより安定した補修を要望されていた。

従来材料(ベルゾナ R)とレジグラスの基本特性の対比を表3に示す。どちらもエポキシ系樹脂材料であるが、硬化剤と含有する充填材が異なるため、硬化後の耐薬品性、密着性には大きな差が生じる。

表4 従来材料と新規材料の密着強度の比較

基材材質および試験条件		施工条件	各材料とその密着強度 (MPa)	
			従来材料	レジグラス
金属ガラス	プライマーあり	50℃-6h	—	7
	プライマーなし		5.6	5.1
ガラス	プライマーあり	80℃-20h	—	9.2
	プライマーなし	50℃-6h	3.4	7.3
ガラス HCl 浸漬300h後	プライマーあり		液相	2.7
		気相	0.2	9.8

※表中の密着強度は10点の平均密着強度を示した。
 ※ガラス面への施工は粗面化していないガラス面にサンプルを施行した。
 ※従来材料の硬化条件は、50℃-10hである。(メーカー推奨硬化条件が異なるため)

表5 新商品の主な特長と従来品の問題点

分類	商品名	主な特長	従来品の問題点
ガラス	ECOGL	静電気の帯電を防止する導電性ガラス	静電気によるガラス層の破損
軸封装置	ノンコンタクトシール	シール面が非接触のため磨耗粉が出ない	シール面の魔耗によるコンタミ
サンプリング装置	サンプリングバルブ	缶内の圧力状態にかかわらずバルブの開閉のみでサンプリング可能	連続サンプリングができない
マンホール	クランプレスマンホール	中央のハンドル操作のみで蓋の締付け開放ができ、開閉作業時間を短縮	多数のクランプを使用しているため開閉作業に時間がかかる
温度計	ガラスセンサー ST	タンタルチップ付温度計と同等の優れた応答性	応答速度が遅く、誤差が大きい

従来材料とレジグラスの密着強度の比較を表4に示す。

5.2 レジグラスの特長

従来材料にくらべ、レジグラスは以下の特長を有する。

- ① 金属、およびガラス面に対する密着性が向上。
- ② 薬液の耐浸透性が向上。
- ③ 同等以上の低溶出性を有する。

レジグラスの性能については、フィールドテストを通して貯槽はもとよりGL反応機の気相部において直接塗布補修に採用され好評をえている。顧客施工用にはパッケージ商品の販売もおこなっている。

6. その他の新商品

これまで述べてきた以外の新商品の特長を表5に示す。

むすび

本稿では、ここ数年にわたり開発を進めてきたGL製新型商品群について紹介した。取上げた「PPG」、「ツインスター」、「クリーンフラッシュバルブ」、「E-

マンホール」についてはすでに多くの納入実績があり、ユーザからの高い評価をえている。また、GL補修用の「レジグラス」については今後、納入実績を積み、ユーザ満足度を向上できると確信している。

今後も顧客ニーズに合致した商品を探求し、グラスライニングのトップメカとして従来商品のブラッシュアップ、新商品の開発を継続し、ユーザ各位の生産性向上に寄与していく所存である。

[参考文献]

- 1) 中村隆彦ほか：神鋼パンテック技報，Vol.45，No.1 (2001)，p.33
- 2) 徳岡洋由ほか：神鋼パンテック技報，Vol.46，No.2 (2003)，p.54
- 3) 宮内啓隆：神鋼環境ソリューション技報，Vol.1，No.1 (2004)，p.66
- 4) 中尾末貴：神鋼環境ソリューション技報，Vol.1，No.2 (2005)，p.46
- 5) 多田篤志ほか：神鋼環境ソリューション技報，Vol.3，No.2 (2007)，p.21