

グラスライニング製新アクセサリ

「クリーンフラッシュバルブ」

「クランプレスマンホール」

「スーパーサイトマンホール」

Glasslined New Accessories

"CLEAN FLUSH VALVE", "CLAMPLESS MANHOLE"

& "SUPER SIGHT MANHOLE"



(左)技術部 GLグループ
徳岡 洋 由
Hiroyuki Tokuoka 也
阪上 達 也
Tatsuya Sakagami 彦
中村 隆 彦
Takahiko Nakamura 志
西 剛 志
Takeshi Nishi

グラスライニング製反応機は医薬・ファインケミカル分野で数多く使用されており、近年反応機の性能向上にとどまらず、アクセサリ部品まで含めた操作性や洗浄性の向上が望まれている。これらの要求にこたえるべく、アクセサリ部品について三つの新製品『クリーンフラッシュバルブ』、『クランプレスマンホール』、『スーパーサイトマンホール』を開発した。『クリーンフラッシュバルブ』は、分解組み立てが容易で洗浄性を向上させるとともに、ベローズ形状も工夫し、コンタミを防いでいる。『スーパーサイトマンホール』は、蓋板に覗きガラスを埋め込んでおり、従来のノズルの立ち上がりとガスケットがなくなり洗浄性にすぐれている。『クランプレスマンホール』は、多数のクランプに替わり中央のハンドル操作だけで開閉できる構造となっており、耐圧0.2 MPaを満足するとともに、開閉時間を大幅に短縮する。

Many glasslined reactors used in pharmaceutical and fine-chemical fields need improved operability and cleanability of the accessories in addition to the performance of reactors themselves. Three new products of the glasslined accessories "CLEAN FLUSH VALVE", "CLAMPLESS MANHOLE" and "SUPER SIGHT MANHOLE" have been developed to meet these needs. CLEAN FLUSH VALVE and SUPER SIGHT MANHOLE offers high cleanability. The former is easy to assemble and disassemble, having improved bellows to prevent contamination. The latter, a cover with an embedded sight glass, is of simple construction without conventional gaskets and riser nozzles. CLAMPLESS MANHOLE, withstanding the pressure of 0.2MPa, can be opened and closed quickly by only operating a handle instead of many clamps.

Key Words :

グラスライニング製アクセサリ	Glasslined accessory
操 作 性	Operability
洗 浄 性	Cleanability

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と攪拌翼のほかに、底排弁、マンホール、センサーなどのアクセサリ部品で構成されている。

容器が GL 製になれば、アクセサリ部品も GL 製を要求されることになり、当社もこれまで多種多様な部品を製作、納入してきた。

しかしながら近年、プラントの生産性を高めることを目的に反応機の操作性や、不純物除去の洗浄性を重視する顧客ニーズが高まってきており、既存の製品では対応しきれなくなっている。

当社では、これらのニーズにこたえるために、まず攪拌翼に着目し、2001年8月に新型攪拌翼『ツインスター®』を上市した。（神鋼パンテック技報 Vol.45 No.1）

続いて反応機の総合力を高めるため、アクセサリ部品にも着目し、GL 製底排弁とマンホールについて三製品を開発、販売を開始した。

本報ではこれら三つの新製品である、『クリーンフラッシュバルブ』、『クランプレスマンホール』、『スーパーサイトマンホール』について順をおってその特長、構造などを紹介する。

1. クリーンフラッシュバルブ

1.1 クリーンフラッシュバルブの特長

従来のフラッシュバルブは、弁棒の軸封部にグラウンドパッキンを使用しているタイプが最も標準的である。しかし、グラウンド部からの製品へのコンタミ、液漏れによるバルブの腐食や分解・洗浄が困難な構造であるなどの問題を有している。このため医薬・電子材料のような高付加価値製品を扱う分野におい

ては改善を求める声が多い。

また、PTFE 製ベローズを使用した既存タイプは切削形状であることや、ベローズ位置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っている。とくに結晶物を含む液体には使用できないという制約を受け、改善が望まれている。

当社はこのたびこれら従来品の問題点を改善すべく GL 製新底排弁『クリーンフラッシュバルブ』（以下クリーン FV と呼ぶ）を開発した。

クリーン FV の外観を写真 1 に示す。また、従来品との構造比較を図 2 に示す。クリーン FV は軸封

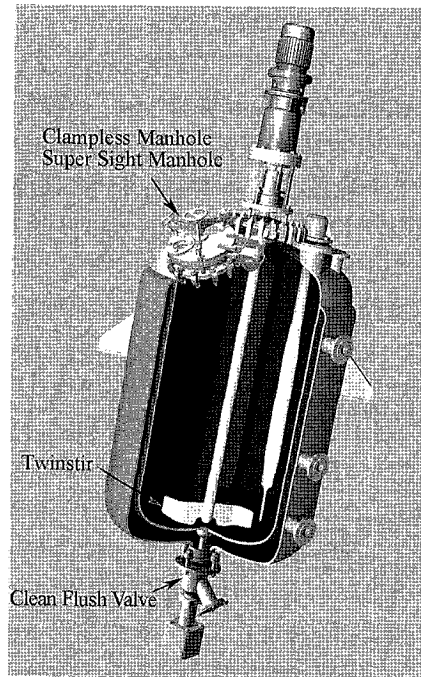


図 1 グラスライニング製反応機
Fig.1 Glasslined reactor

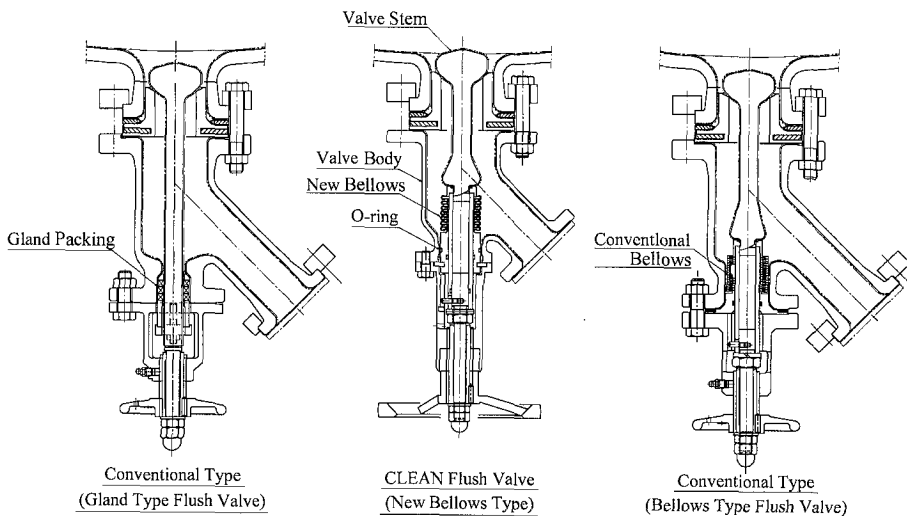


図 2 構造比較図

Fig.2 Comparison of structure between CLEAN FV and conventional type

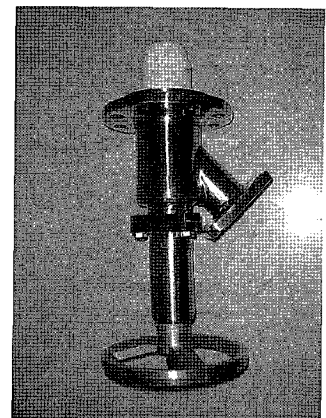


写真 1 クリーン FV
Photo 1 CLEAN FV

部に新開発の PTFE 製波型ベローズを採用し、軸封の取り付け方法の見直しと弁本体の形状見直しにより次の特長を有している。

- ①コンタミ、液漏れ、噛み込みを解消
 - ・グランド部を持たないので、コンタミ、液漏れが無い
 - ・新開発 PTFE 製ベローズは結晶物などの噛み込みが無い
- 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
 - ・開口面積が向上し、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
 - ・80-50A 手動タイプで13 kg
 - ・自動タイプは複作動型エアシリンダの採用で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

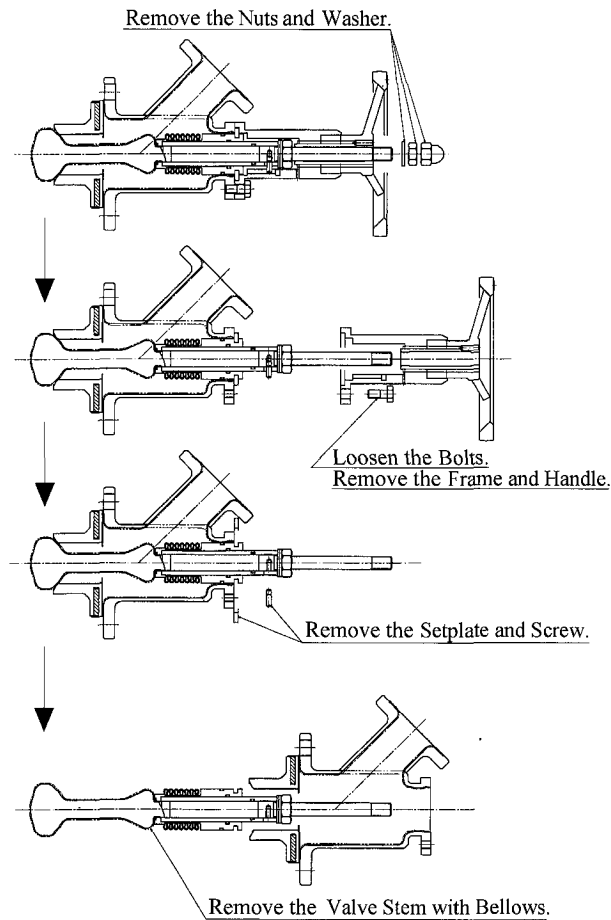


図 3 分解手順
Fig. 3 Disassembling steps

なお分解手順を図 3、断面積（開口面積）比較を図 4 に示す。

1. 2 新開発 PTFE 製ベローズ

1. 2. 1 軸封部形状検討

グランドパッキンはコンタミ、液漏れの問題があるため、軸封部には PTFE 製ベローズを採用した。

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とした。弁棒および弁本体とのシール部には O リングを採用することにより液漏れがない構造となっている。また、分解・組立を容易とするため、弁棒に軸封部を組み込んだまま分解できるよう寸法、構造の最適化をおこなった。

1. 2. 2 伸縮耐久テスト

新開発 PTFE 製ベローズの耐久性確認のため、温度 -35℃、圧力 0 MPa の条件、および温度 158℃、圧力 0.3 MPa の条件において各々 10 000 回の伸縮耐久テストを実施した。

いずれの場合においてもベローズ部からの漏洩はなかった。また、ベローズのひび割れ、極度な変形もなく、当社の過酷な伸縮耐久テストに合格した。

1. 3 設計仕様

クリーン FV の基本設計仕様を以下に示す。

- ①材 質：炭素鋼+GL またはステンレス鋼+GL
- ②設計圧力：-0.1~0.5 MPa
但し、ベローズは-0.1~0.3 MPa
- ③設計温度：-35~158℃
- ④サイズ：50-40A, 80-50A, 100-80A
- ⑤開閉操作：手動型または自動型

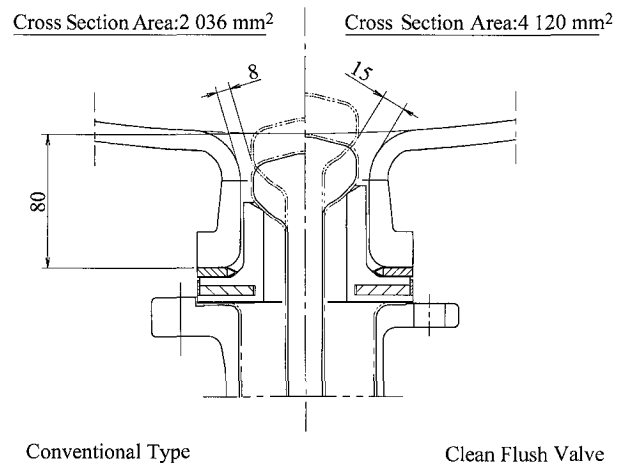


図 4 断面積（開口面積）比較
Fig. 4 Comparison of cross section area

1.4 クリーンFVのバリエーション

クリーンFVは、オプション品を含め以下に示すように、豊富なバリエーションを備えている。

- ・測温抵抗体付：手動、自動型ともオプション
- ・自動型：複作動と単作動型の2型式を用意

自動型の手動ハンドルは、複作動型ではオプションとし、単作動型では標準装備としている。

2. クランプレスマンホール

2.1 クランプレスマンホールの特長

GL製反応機のマンホールは、通常8～16個のクランプで固定されている。図5に従来のマンホールを示す。マンホールを開閉する場合、これらのクランプを緩めたり締めたりすることになるが、とくに締め付け時は均等なトルクで締め付けねばならないため、大変な手間が必要である。また、原料の投入などで頻繁な開閉の必要があるマンホールでは、この作業性の悪さが作業効率を大きく悪化させている。作業性の悪さから、クランプを間引いて使用されているケースもあり、これではマンホール本来の気密性が損なわれ、加圧時には事故につながる恐れも考えられる。

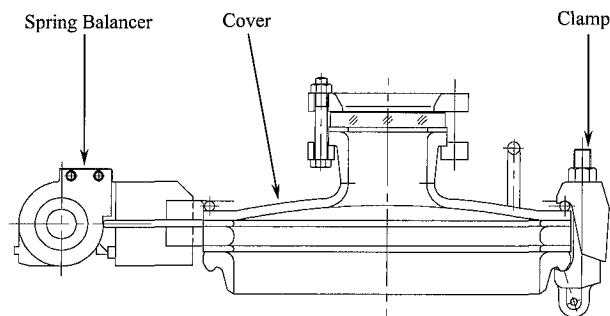


図5 従来のマンホール
Fig.5 Conventional manhole

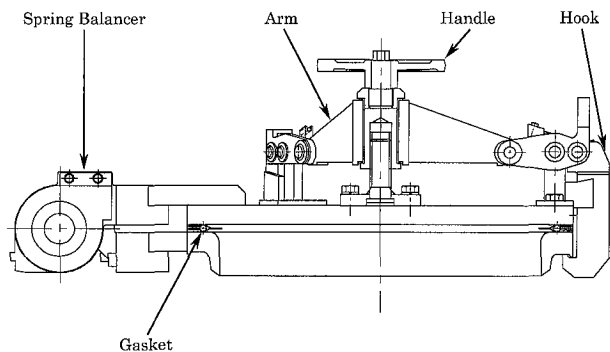


図6 クランプレスMH
Fig.6 CLAMPLESS MANHOLE

従来にもマンホール蓋の締め付け操作をワンタッチ化した商品はあったが、大気圧程度でしか使用できず、GL製反応機の一般的な仕様である内圧0.2MPaに耐えるものはなかった。当社では、従来品の耐圧度を改善する新タイプのクランプレスマンホール(以下クランプレスMHと呼ぶ)を開発した。クランプレスMHの外観を写真2に示す。

クランプレスMHは従来のクランプを使用しない構造で、次の特長を有している。

- ①中央のハンドル操作だけで蓋の締め付け、締め付け解除がおこなえる。
- ②缶内圧0.2MPaまで適用が可能。
- ③バネバランス装置付で蓋の開閉がスムーズである。

2.2 外観と動作

図6にクランプレスMHを示す。クランプレスMHは蓋を缶体に締め付けるフック部、蓋と缶体の気密性を保持するためのガスケット、3個のフックを連動させるアーム部そしてアームを上下に昇降させるハンドル部から構成されている。

クランプレスMH蓋中央に取付けられたハンドルを回転させることによりアームが上下に移動する。アームの上下動により蓋周辺部に取付けられたフックは同時に動作する。つまり1個のハンドルを回転させるだけで蓋の缶体への締め付け、締め付け解除操作が完了することになる。ここでフック部の動作を図7に示す。

クランプレスMHにおいて蓋の締め付けを解除させるには中央のハンドルを反時計廻りに回転させる。これによりアームは上方へ移動し、レバーが回転しフックが下方へ移動する。(図7(b))

さらにハンドルを回転させると、フック左右の突起部が固定支持金具に乗り上げ、フックが回転し始める。(図7(c))

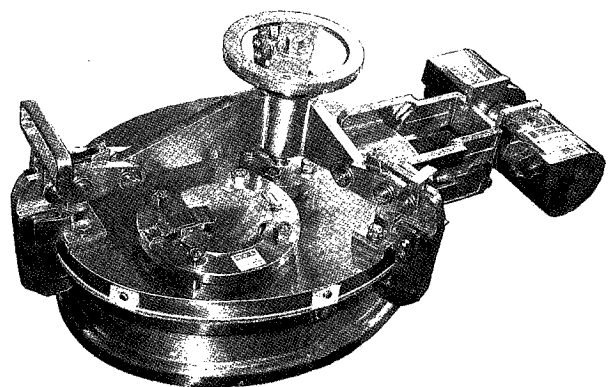


写真2 クランプレスMH
Photo 2 CLAMPLESS MANHOLE

その後ハンドルを廻し続けると図7(d)の状態となり、開放操作が完了する。蓋と缶体の締付けは解除され蓋は自由に開閉できる。

蓋を締付ける場合はハンドルを時計廻りに廻すことにより、開放時とは逆の動作がえられ、蓋と缶体は確実に締付けられる。

ハンドルの締付けトルクは、55 Nm としている。従来のクランプの場合、一本あたり100 Nm のトルクで何本も締付けなければならないが、クランプレス MH では1個のハンドルをこのトルクで締付けるだけでよい。作業効率は大きく改善されているが、蓋の締付け力は従来より低下している。したがって弱い締付け力でも気密性を保持するために、特殊ガスケットの開発も同時におこなった。この特殊ガスケットの使用に当たっては、ガスケットペーストの塗布を推奨している。

2.3 強度検証

缶体の内圧0.2 MPa に対し、3本のフックのみで MH 蓋を締付けている (φ450 mm の場合：4本フック)。このため従来のマンホールのクランプと比較すると、1本のフックに働く内圧による荷重は大きくなっている。そこで実際にフック各部の応力を測定し、強度の検証をおこなった。このうち最も大きな応力が発生した点の測定結果を図8に示す。

ハンドルの締付により34~43 N/mm² の応力が発生しさらに内圧による応力が付加され、最大値は120 N/mm² となった。これはフック材質の許容応力である150 N/mm² に対して20%の余裕があり、強度の点で問題のないことが立証できた。

2.4 設計仕様

クランプレス MH の基本設計仕様を以下に示す。

- ①設計圧力：-0.1~0.2 MPa
- ②設計温度：-30~158℃
- ③適用法規：消防法
- ④サイズ：300×400 mm 楕円または φ400 mm, φ450 mm 円形

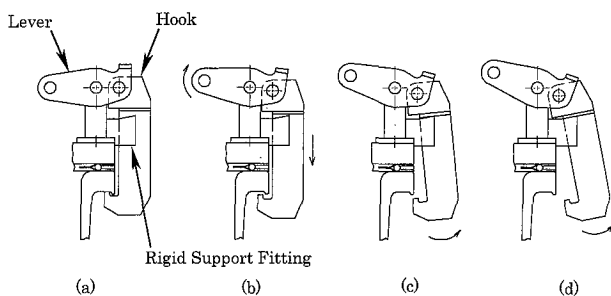


図7 フックの動作
Fig.7 Movement of hook

⑤蓋材質：炭素鋼+GLまたはステンレス鋼+GL

締付け機構主要部：ステンレス鋼

⑥視窓サイズ：φ80 mm, φ100 mm

⑦付属品：バネバランス装置

⑧オプション：視窓の安全カバー、ステンレス部外面の磨き処理

3. スーパーサイトマンホール

3.1 スーパーサイトマンホールの特長

このたび当社の開発したスーパーサイトマンホール（以下スーパーサイト MH と呼ぶ）は蓋と視窓が一体となっている。この一体構造は、GL 施工の過程において、蓋の中央に設けた穴部分に覗きガラスをはめ込み、高温で焼成することで、GL のガラスと覗きガラスを密着させるものである。同時にガラスと鋼板の熱膨張係数の違いにより、冷却時に覗きガラスに残留圧縮応力が発生し、覗きガラスを強化する構造となっている。

図9に従来型マンホールとスーパーサイト MH の構造図を示す。

このスーパーサイト MH は、従来もちいられてきた視窓付き MH と比較し以下の特長を有する。

- ① 一体構造であるため、コンタミの要因となるガスケットが不要である。
- ② 視窓取り付けに必要なノズルの立ち上がり部分がないため、洗浄性に優れ、視界も広い。

次に、スーパーサイト MH の耐圧テストの結果について紹介する。

3.2 ガラス厚み・配置の最適化

当初試作したスーパーサイト MH は当社が目標としていた耐圧強度を満足することができなかった。そこで FEM による解析をおこない、ガラスの厚みと配置の最適化を試みた。図10に視窓部に発生する円周方向応力の応力分布を示す。

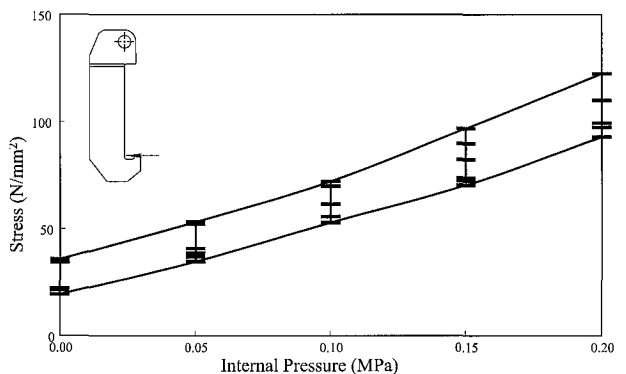


図8 缶内圧と応力
Fig.8 Internal pressure and stress

覗きガラスには内圧が作用した際、ガラス中心部に最大応力が発生するが、厚み方向の配置を変化させると、発生応力が変化することがFEM解析から分かった。この結果をもとに発生応力が小さくなる位置にガラスを配置することで、耐圧強度を高めることが可能になった。なお、最適化により発生応力を約20%減少させることができた。

3.3 耐圧テスト結果

最適化による試作品で耐圧テストをおこなった。写真3にテスト装置を示す。

テストは水圧テストとし、覗きガラスにクラックが発生するまで順次加圧を繰り返した。

図11, 12にその結果を示す。

図11, 12より、クラックが発生した圧力条件では、覗きガラス中心部に約90~110 N/mm²の応力が発生していることがわかる。同時に鋼板部には240 N/mm²を越える応力が発生しており、母材であるSF390Aの公称降伏点195 N/mm²を大きく上回っている。

この耐圧テストの結果より母材が降伏点に達しなければ、覗きガラスにクラックが発生しないことが確認された。

表1にテスト結果をまとめる。

なお、安全率=クラック発生圧力/設計圧力と定

義する。

表1に示すとおり、設計圧力に対して安全率が11.5と8であるから、十分な強度を有している。また、覗きガラスに発生するクラックは覗窓の中心部であり、GLと覗きガラスの密着強度も十分である。このことから、スーパーサイトMHが高い安全性を有していることが立証された。

3.4 設計仕様

スーパーサイトMHの基本設計仕様を以下に示す。

- ①サイズ：300×400 mm 楕円またはφ400 mm 円形

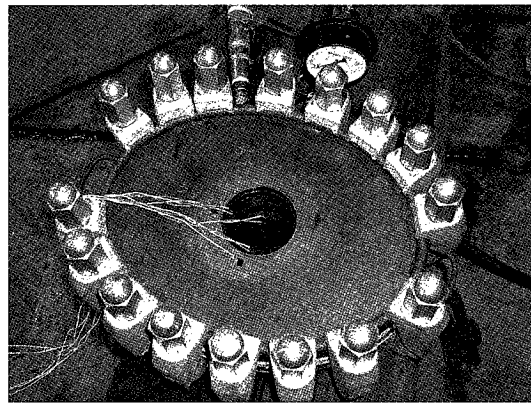


写真3 テスト装置
Photo 3 Test equipment

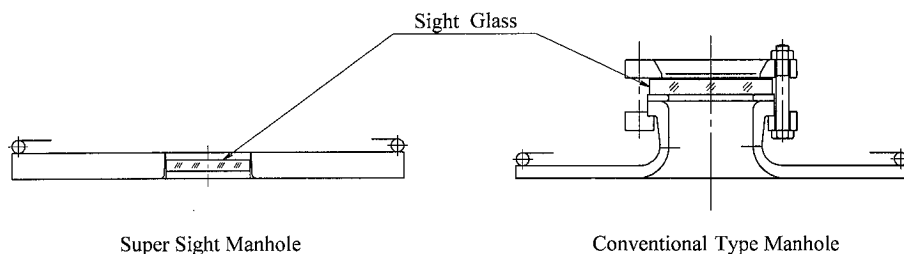


図9 構造比較図
Fig.9 Comparison of structure

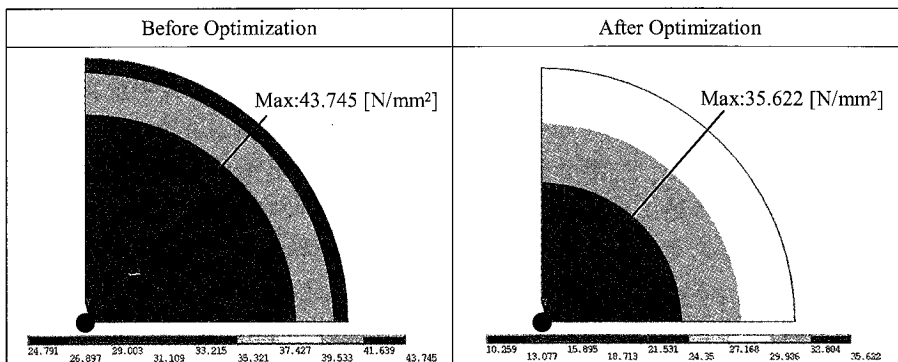


図10 覗窓部の応力分布図
Fig.10 Stress distribution of sight glass

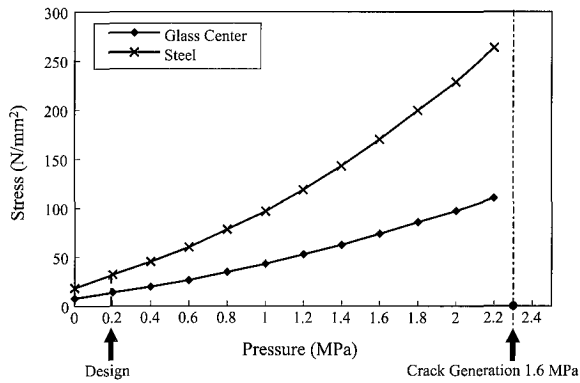


図 11 300×400 MH テスト結果
Fig.11 Pressure test of manhole (300×400 mm)

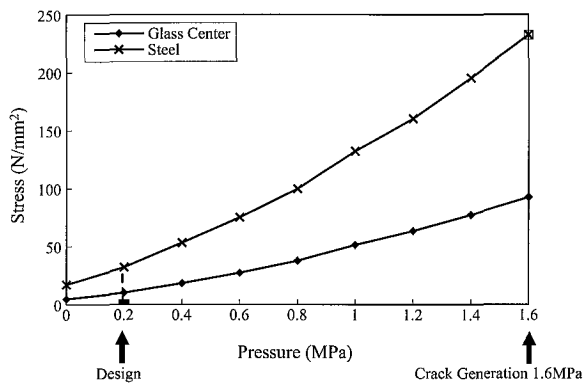


図 12 400 MH テスト結果
Fig.12 Pressure test of manhole (400 φ)

表 1 クラック発生圧力と安全率
Table1 Crack generation pressure and safety factor

Size [mm]	Crack Generation Pressure [MPa]	Design Pressure [MPa]	Safety Factor
300×400	2.3	0.2	11.5
400	1.6		8

- ②設計圧力：-0.1～0.2 MPa
- ③設計温度：-30～158 ℃
- ④適用法規：消防法

むすび

GL製アクセサリーの新製品について、開発過程でのテストを含め紹介した。ここに紹介した『クリーンフラッシュバルブ』『クランプレスマンホール』は、すでに納入実績もありユーザから高い評価を得ている。『スーパーサイトマンホール』も洗浄性やシンプルな構造など評価が高く、ユーザ各位の生産性向上に寄与するものと確信している。

また、これらアクセサリーは、既存缶体にも取り付けができる互換性を備えており、豊富なサイズとバリエーションから部品単独の納入が可能である。

当社では、新型攪拌翼『ツインスター®』とこれらアクセサリーを組み合わせ、ユーザニーズに沿った反応機を提供していく所存である。

連絡先

徳岡 洋由 プロセス機器事業部
技術部
GLグループ
グループ長
TEL 0794 - 36 - 2513
FAX 0794 - 36 - 2585
E-mail h.tokuoka@pantec.co.jp