

Zahm & Nagelカーボネーティングストーン(シリーズ#16000と#19000)の使用方法(ed.2.1)

きた産業株式会社・株式会社ルーツ機械研究所

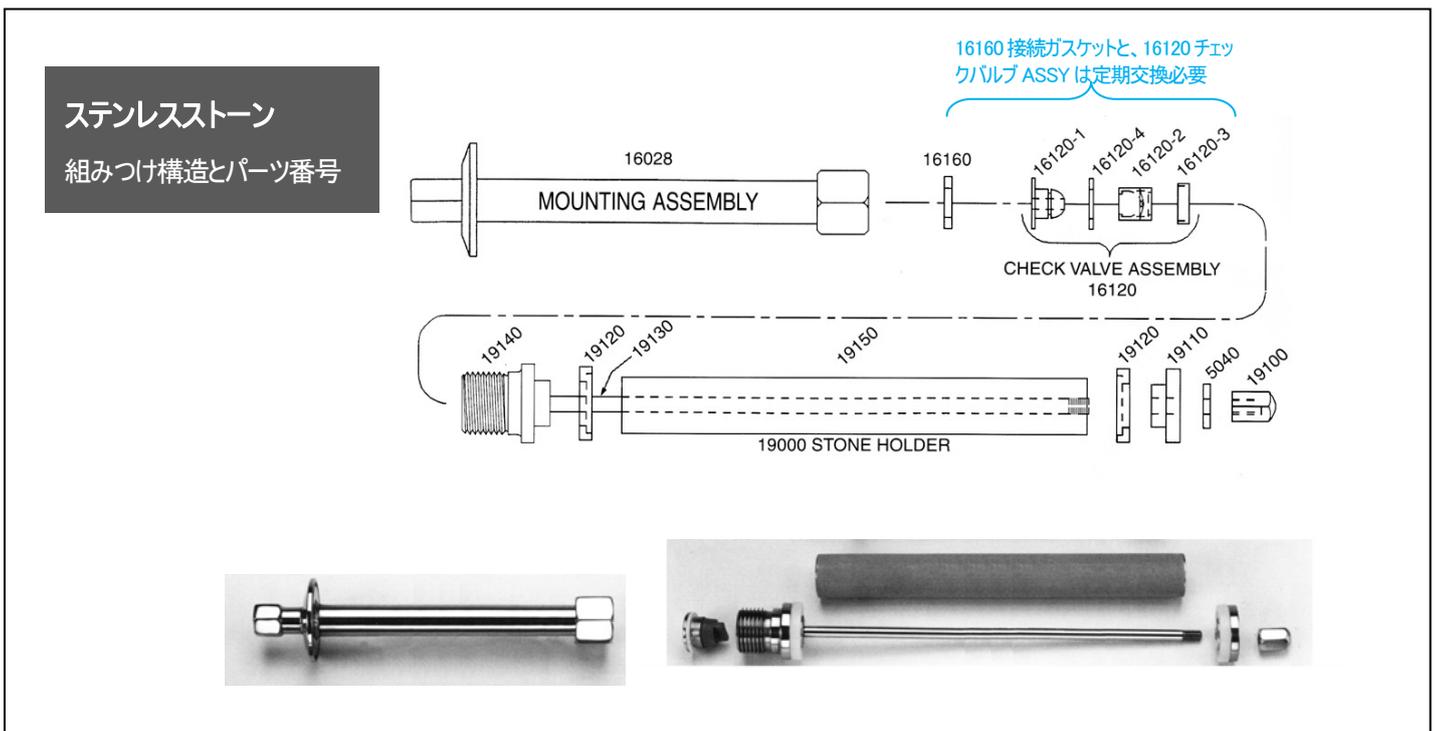
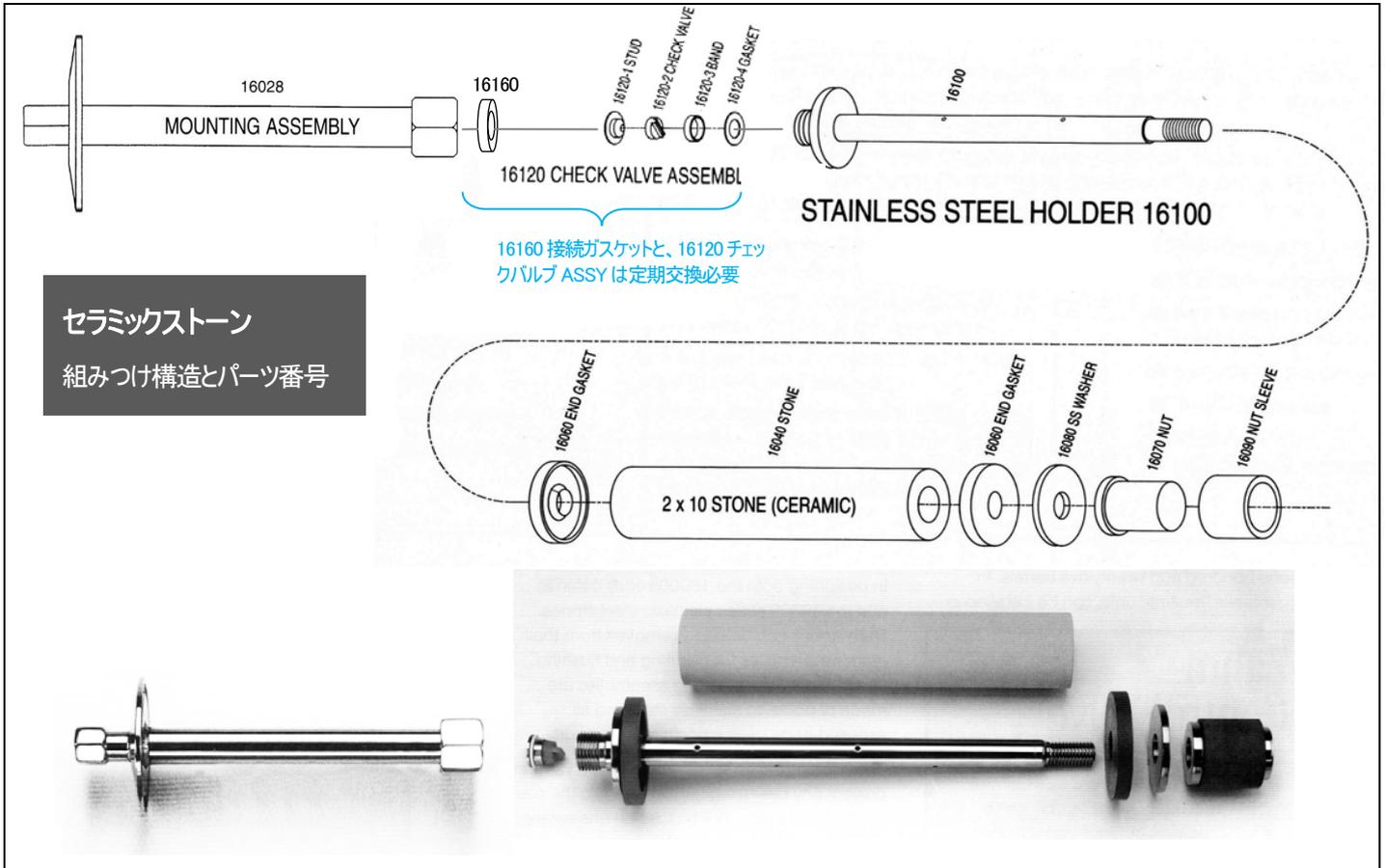
1. 概論

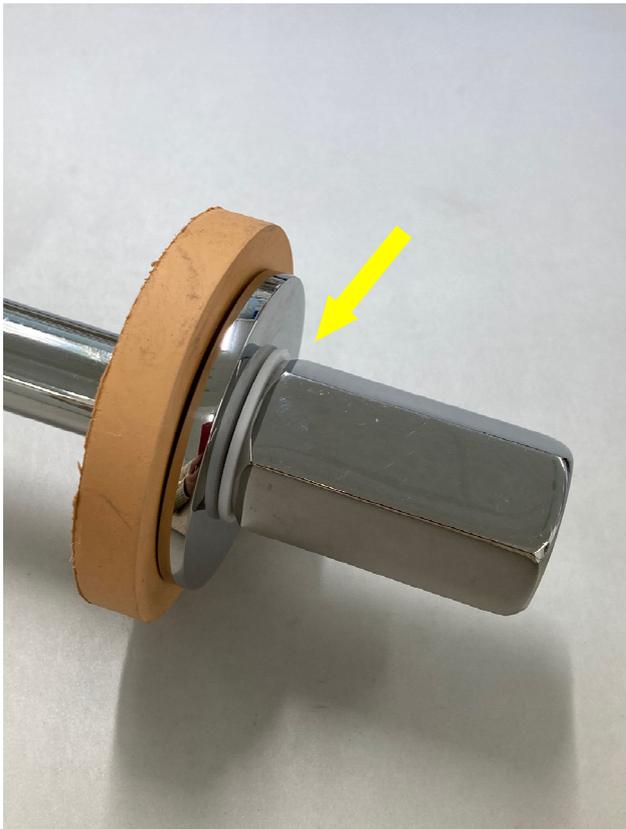
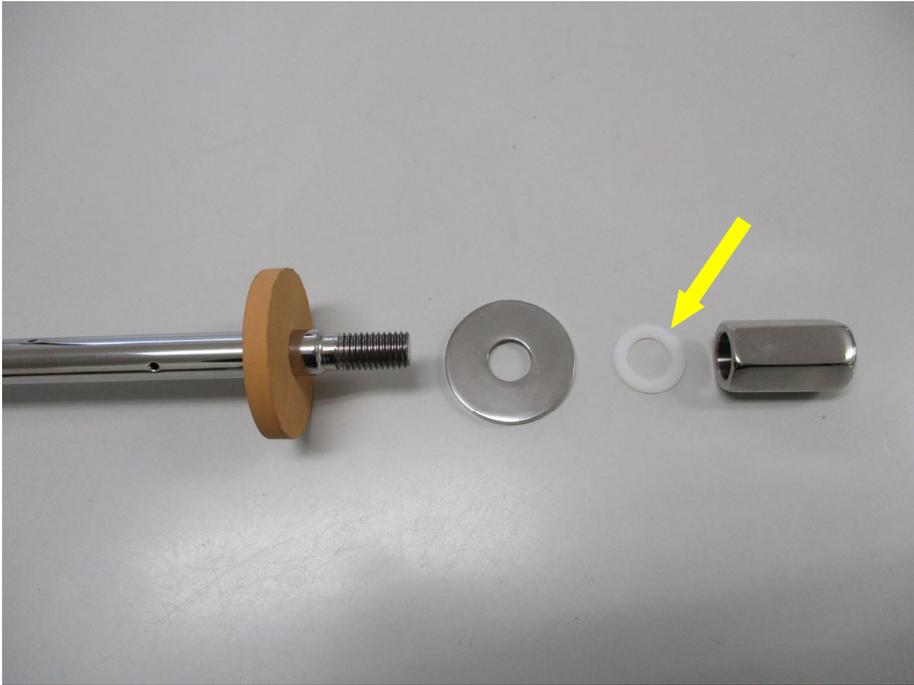
- ◆ カーボネーティングストーン(シリーズ#16000—セラミックス製、シリーズ#19000—ステンレス製)は表面に多数の微細孔を持つガス放出装置(micro porous gas purging element)で、マウンティングアッセンブリー(#16028)と組み合わせて圧力タンク下部に装着して使用します。
- ◆ ビールに炭酸ガスを付加する場合、醸造方法やタンク設備にもよりますが、醗酵工程で 1~1.5CO₂GV(炭酸ガスボリューム)程度にしたあと、ストーンで適切なレベル(通常は 2.3~2.9CO₂GV 程度)に引き上げます。
- ◆ ガスなしのアルコール飲料(ワイン、清酒、スピリッツなど)や、ノンアルコール飲料に炭酸ガスを付加する目的にも使用します。ピンポイントインジェクションやカーボネーターによる方法に比べて、飲料を激しく流動させることなくガス添加が可能です。
- ◆ 窒素ガスを放出して液中の溶存酸素を低減させること(ワイン、清酒など)、窒素・炭酸混合ガスを放出して窒素を液中に溶存させること(ビール)も可能です。
- ◆ 清酒に使用する場合、セラミックス製を推奨します(鉄イオン放出のリスクが小さい)。また、酸素を放出してワインのマイクロオキシジェネーションを行う場合もセラミックス製を推奨します(泡のサイズが小さい)。



①長さ10インチのセラミックス製ストーン(#16040)とホルダー(#16005)、②長さ8インチのステンレス製ストーン(#19000-8)、③チェックバルブアッセンブリー(#16120)、④3インチヘッレルのマウンティングアッセンブリー(#16028)、⑤2インチヘッレルのマウンティングアッセンブリー(#16028)、⑥1-1/2インチヘッレルのマウンティングアッセンブリー(#16028)

2. 組みつけ構造

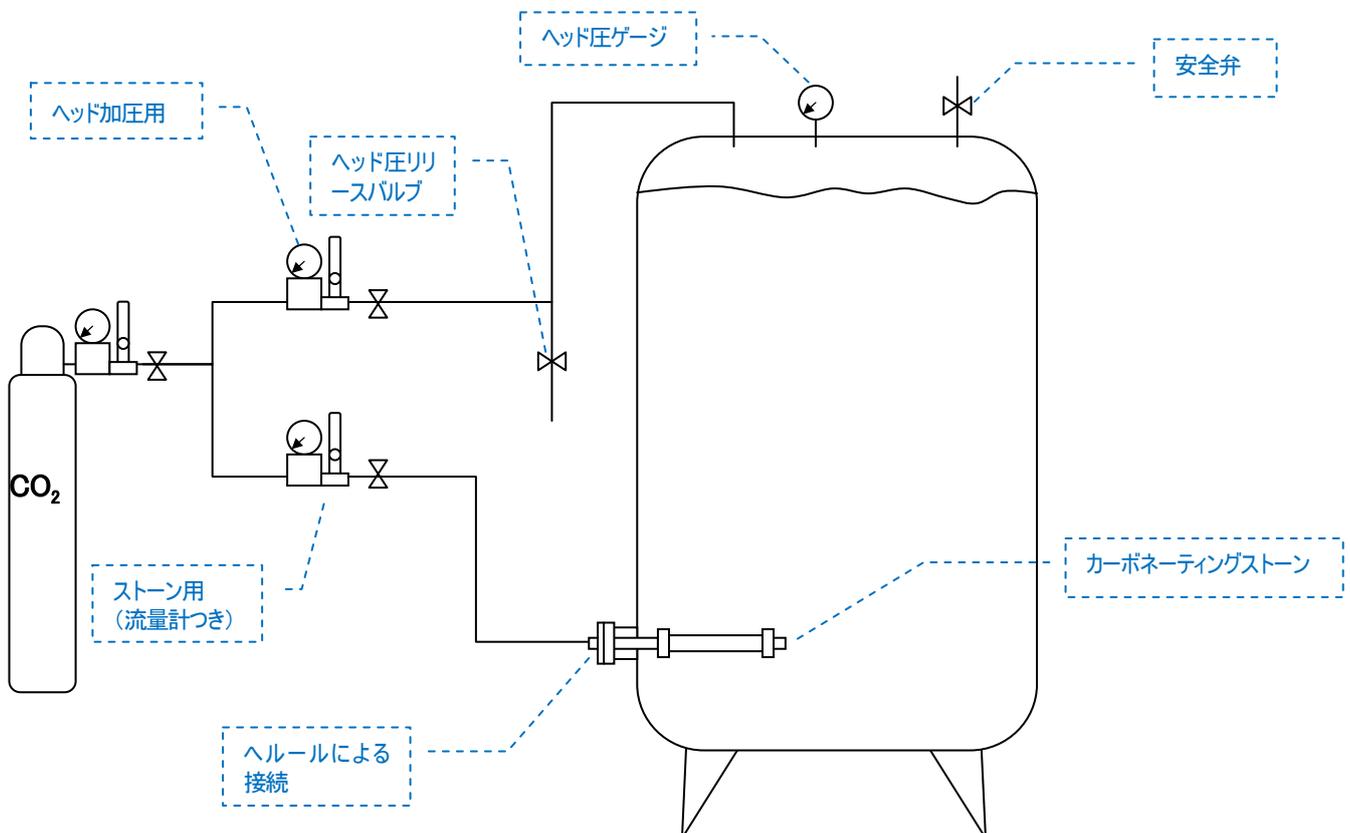




パーツ NO.#16085

3. タンクへの接続方法など

- ◆ カーボネーティングストーンを使用するには、シリーズ#16000—セラミックス製の場合は 3 インチ、#19000—ステンレス製の場合は 1-1/2 インチ以上のヘルール接続部が設けられていることが必要です。マウンティングアッセンブリー(#16028)にストーンをセットした状態でヘルール接続部に挿入し固定します。(注意！) 圧力がかかりますから、ヘルール接続部への固定はしっかり確実に行ってください。
- ◆ 使用するタンクは「圧力タンク」であること、「安全弁」が設けられていることが必要です。液温は低いほうが効率よくガス添加できますので、一般的には「温度制御タンク」を使用します。
- ◆ 効率のよい炭酸ガス添加のためには、ストーンの設定位置は、1)タンク下部でタンク中心からずらした位置にあることが好ましい(対流を起こすことで溶解効率が高まる)。また、2)ストーンから液面まですくなくとも 1m 以上あることが好ましい(液面までの距離が短いと溶解する前に泡がヘッドスペースに放散されてしまう。ヘッドスペースに泡を放出することは、液中の芳香をヘッドスペースに逃がすことにもつながる。セラミックス製に比べステンレス製は泡径が若干大きいのでこの点により留意)。
- ◆ セラミックス製ストーン(10 インチ長さ)、ステンレス製ストーン(8 インチ長さ)で、効率的にカーボネーション作業ができるタンク容量はそれぞれ 5 および 2 キロリットル程度までです。それ以上の容量では、ストーンを 2 本以上装着することをお勧めします。
- ◆ 窒素や酸素を溶存させる場合には、液面まで 2m 以上あることが好ましい(窒素や酸素は炭酸ガスに比べて溶解しにくい)。
- ◆ 炭酸ガスボンベとストーンを接続します。配管途中のストーンに近い位置に流量計つきの圧力計をはさみます。接続例を以下の図で示します。



4. 原理とカーボネーション操作の一例

- ◆ 最終目標とする炭酸ガス含有量(CO₂GV)を得るための炭酸ガス圧力は、あらかじめ炭酸ガス吸収係数表を参照して決定しておきます。
- ◆ ストーンを液につけたとき、その微細孔には毛細管現象による抵抗が発生します。「ブレークスルー圧」または「ウエットプレッシャ」と呼ばれるもので、#16000—セラミックス製の場合 0.43—0.50kgf/cm² (6—7psi 相当。フリーフロー仕様で、2—3psi のセラミックス・ストーンもあります)、#19000—ステンレス製の場合、約 0.07kgf/cm² (1psi 相当) です。それに加えてストーンより上の液体の圧力(液体の比重によるが、ほぼ 1m ごとに 0.10kgf/cm²)、タンクのヘッドスペースの圧力)を加算したものが、泡を出させるための必要圧力です。
- ◆ 具体例を述べましょう。品温 5°C の無炭酸の液体に、2.8CO₂GV (一般的ラガービール並みの炭酸ガス含有量)を入れることを目標にしてみます。炭酸ガス吸収係数表より 5°C の欄で 2.8GV のでてくるところを探し、その数字を縦にさかのぼると 1.0kgf/cm² であることが読みとれます。これが均衡圧力です。
- ◆ 次のステップはストーンから泡を出せる必要圧力の決定です。タンク液面最上部からストーンまで約 2m とすれば水圧約 0.2kgf/cm²、ストーン自体のブレークスルー圧が 0.45kgf/cm² とすれば、合計の 0.65kgf/cm² が、泡が出始める圧力です。液中に炭酸ガスを効率よく溶解させるには、時間をかけてゆっくりカーボネーションをおこなうのが望ましいので、ごくわずか、例えば 0.05 だけ高い 0.70kgf/cm² 程度でスタートします。実際には流量計でごく僅か流れ出すところが上記の数字に一致するはずです。
- ◆ 「0.05 だけ高い 0.70kgf/cm² 程度でスタート」: 一般的にゆっくりしたカーボネーション(必要最低圧力)が良い結果を生みます。ゆっくりする事により、1) ヘッドスペースに放出される炭酸ガスが最小限におさえられてガスが無駄にならない、2) 揮発性のエステル香などを逃がさずにガス添加ができる 3) ごくゆっくりとした対流にとどめられる(飲料液を激しく流動させない)といったメリットがあります。
- ◆ 一方、泡をある程度大きくし、液面ではじけるようにした場合、醸造途中に生じた望ましくない酸素や香りを炭酸ガスと一緒にヘッドスペースに「追い出す」効果があるので、このプロセスを初期または後期に一定時間取り入れるテクニックもあります。(液中の酸素(や気体)が、酸素分圧ゼロの気泡内に取り込まれて一緒に排出される:「スクラブ」効果)
- ◆ 数時間から 1 日かけてガス圧を徐々に上げて最終的に目標値の 1.0kgf/cm² がタンクのヘッドスペースの圧力計に現れるまで圧力をあげていきます。ヘッドスペース圧が 1.0 になるためにはストーンには最終的に 1.0+0.2+0.45=1.65kgf/cm² の圧力をかけることになります。
- ◆ 以上の例では液温が 5°C と仮定しましたが、実際にはタンク内で液温に相当ばらつきがあることに注意しなければなりません。また、厳密に言えば高さ方向でガスボリュームに差ができます。実際のガスボリュームは、カーボネーション作業終了後一定時間をおいてからタンクから実液をサンプリングし、Zahm & Nagelの#1000 SS-60 ボリュームメーターで測定する、などの方法で確認することをお勧めします。
- ◆ ガス圧を早くあげてやれば、泡が液面からヘッドスペースに放出され短時間でタンクのヘッド圧が 1.0kgf/cm² になりますが、これは均衡圧としての 1.0kgf/cm² ではないので、目標のガス含有量にしてやるためには、いったんヘッドスペースのガスを逃がしてやらねばなりません。

5. メンテナンスと洗浄方法

<5.1 セラミックス製とステンレス製、共通事項>

- ◆ ストーンは洗浄しないと残液の固形分で孔が塞がり、汚染の原因になったりうまくカーボネーションができなくなったりします。ストーンは分解して洗浄してください。すぐに分解洗浄できない場合には、とりあえず水道水でフラッシュし、クリーンエアでブローを行って、洗浄までの間、水または適宜の薬品の入ったバケツに入れておいてください。
- ◆ ストーン本体をワイヤブラシやヘラなどでこすると孔を塞いでしまうので、**決して物理的な力をかけて洗浄してはいけません。必ず温水や薬品などの化学的方法で洗浄してください。(注意！) 薬品や高温水を使用する場合には、保護めがねと保護手袋を着用して安全に十分配慮してください！** うまくメンテナンスを行えばストーンはきわめて長期間の使用が可能です。汚れが取れなくなってしまった場合、また表面が傷ついた場合などはストーン全体を取り替えることをお勧めします。
- ◆ プラスチック系のパーツは、ストーン本体やステンレスパーツとは別途に洗浄してください。チェックバルブアッセンブリー(#16120)の洗浄は耐熱性の面からお湯は使用しないでください。また、**チェックバルブアッセンブリー(#16120)と接続ガスケット(#16160)は定期的に変換してください。**使用頻度の高いところで数ヶ月、頻度の少ないところでも1年程度で交換を推奨します。バルブ機能面以外に、汚染対策の観点からも交換が必要です。

<5.2 シリーズ#16000—セラミックス製の洗浄>

- ◆ お湯またはアルコール溶液につけたのち、水圧をかけて十分に孔の内部までフラッシュします。その後、水中に沈めてエアがガスを接続して圧力をゆっくり上げて、ブレークスルー圧をチェックします。洗浄がきちんとできていれば $0.43\text{--}0.50\text{kgf/cm}^2$ (6—7psi)でガスが出始めるはずです。(フリーフロー仕様の場合、2—3psi) もしそれ以上の場合には孔がまだふさがっているということですから再度洗浄を行ってください。またストーン表面全体から均一に泡が放出されるかも確認してください。
- ◆ **専用薬剤として、Thermo scientific PCC-54があります**(Dichromate-Sulfuric系の洗浄剤。50°Cの水 1 リットルに 20ccの割合で溶かす。ルーツ機械研究所にご注文ください。定期的な使用のほか、汚れが激しい場合にも有効です。数時間から一昼夜漬け込み、その後、先述の水圧による洗浄を行います。
- ◆ 洗浄後は乾燥状態で保管するか、ごく薄い界面活性剤溶液のなかで保管(この場合は当然、使用前に十分なフラッシュが必要)するようにしてください。

<5.3 シリーズ#19000—ステンレス製の洗浄>

- ◆ ストーン部分は SUS316L、その他のステンレス部分は SUS304 でできています。孔に入り込んでいるもの(ビール、お酒、ワインの固形分など)を溶かす液体で、かつステンレスや微細孔を侵さないものを選定します。具体的には、熱水、苛性ソーダ、アルコール溶液などで、ばらした状態で数十分から数時間のあいだ漬けておき、その後水ですすいで、最後にクリーンエアか蒸気でブロー(または加熱して水分除去)する、という手順となります。
- ◆ 硝酸(max15%、酸化鉄の除去)と苛性ソーダ(max20%、アルミ系パーティクルの除去)を組み合わせるのも有効です。また超音波洗浄機の使用もよい方法です。孔が詰まった場合には有機溶剤を使うことも可能ですが、この場合はストーンを 150—200°C以上に加熱して有機溶剤残留分を完全に飛ばしてください。

(付録1)「水」の炭酸ガス吸収係数表

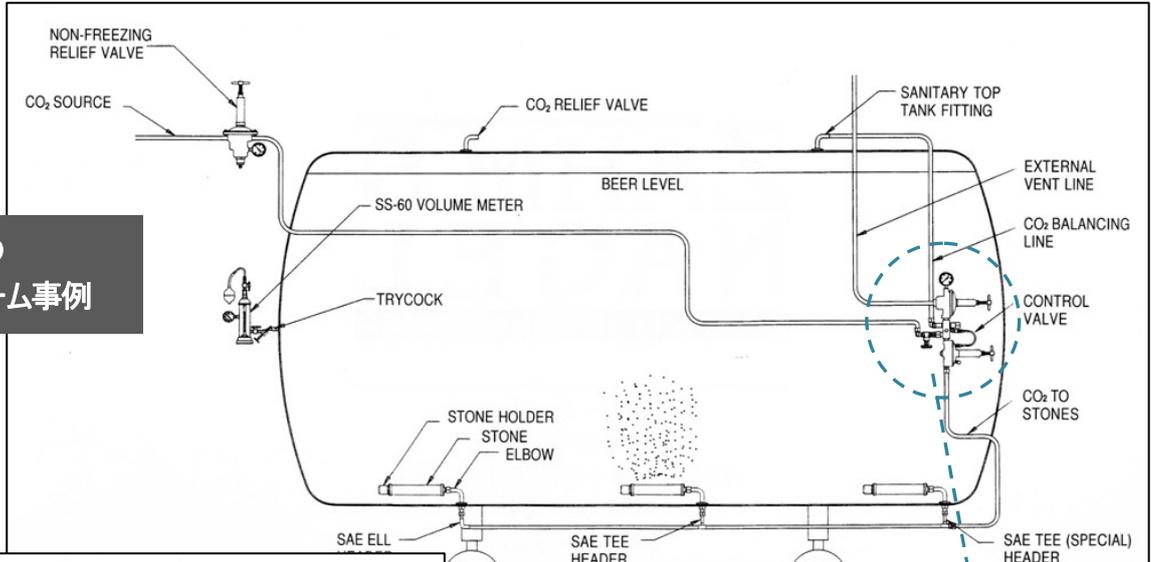
kg/cm ²	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
lb/in ²		1.4	2.8	4.3	5.7	7.1	8.5	10.0	11.4	12.8	14.2	15.6	17.1	18.5	19.9	21.3	22.8	24.2	25.6	27.0	28.4	29.9	31.3	32.7	34.1
°C																									
0	1.713	1.88	2.05	2.21	2.38	2.54	2.71	2.87	3.04	3.21	3.37	3.54	3.70	3.87	4.03	4.20	4.36	4.53	4.70	4.86	5.03	5.19	5.36	5.53	5.69
1	1.646	1.81	1.97	2.12	2.28	2.44	2.60	2.76	2.92	3.08	3.24	3.40	3.56	3.72	3.88	4.04	4.19	4.35	4.51	4.67	4.83	4.99	5.15	5.31	5.47
2	1.584	1.74	1.89	2.04	2.20	2.35	2.50	2.66	2.81	2.96	3.12	3.27	3.42	3.58	3.73	3.88	4.04	4.19	4.34	4.50	4.65	4.80	4.96	5.11	5.26
3	1.427	1.68	1.82	1.97	2.12	2.27	2.41	2.56	2.71	2.86	3.01	3.15	3.30	3.45	3.60	3.74	3.89	4.04	4.19	4.34	4.48	4.63	4.78	4.93	5.07
4	1.473	1.62	1.76	1.90	2.04	2.19	2.33	2.47	2.61	2.76	2.90	3.04	3.18	3.33	3.47	3.61	3.75	3.90	4.04	4.18	4.32	4.47	4.61	4.75	4.89
5	1.424	1.56	1.70	1.84	1.98	2.11	2.25	2.39	2.53	2.66	2.80	2.94	3.08	3.22	3.35	3.49	3.63	3.77	3.90	4.04	4.18	4.32	4.46	4.59	4.73
6	1.377	1.51	1.64	1.78	1.91	2.04	2.18	2.31	2.44	2.58	2.71	2.84	2.98	3.11	3.24	3.38	3.51	3.64	3.78	3.91	4.04	4.18	4.31	4.44	4.58
7	1.331	1.46	1.59	1.72	1.85	1.98	2.10	2.23	2.36	2.49	2.62	2.75	2.88	3.01	3.13	3.26	3.39	3.52	3.65	3.78	3.91	4.04	4.16	4.29	4.42
8	1.282	1.41	1.53	1.65	1.78	1.90	2.03	2.15	2.27	2.40	2.52	2.65	2.77	2.89	3.02	3.14	3.27	3.39	3.52	3.64	3.76	3.89	4.01	4.14	4.26
9	1.237	1.36	1.48	1.60	1.72	1.84	1.96	2.07	2.19	2.31	2.43	2.55	2.67	2.79	2.91	3.03	3.15	3.27	3.39	3.51	3.63	3.75	3.87	3.99	4.11
10	1.194	1.31	1.43	1.54	1.66	1.77	1.89	2.00	2.12	2.23	2.35	2.47	2.58	2.70	2.81	2.93	3.04	3.16	3.27	3.39	3.51	3.62	3.74	3.85	3.97
11	1.154	1.27	1.38	1.49	1.60	1.71	1.82	1.94	2.05	2.16	2.27	2.38	2.49	2.61	2.72	2.83	2.94	3.05	3.16	3.28	3.39	3.50	3.61	3.72	3.83
12	1.117	1.23	1.33	1.44	1.55	1.65	1.77	1.87	1.98	2.09	2.20	2.31	2.41	2.52	2.63	2.74	2.85	2.95	3.06	3.17	3.28	3.39	3.50	3.60	3.71
13	1.083	1.19	1.29	1.40	1.50	1.61	1.71	1.82	1.92	2.03	2.13	2.24	2.34	2.45	2.55	2.66	2.76	2.86	2.97	3.07	3.18	3.28	3.39	3.49	3.60
14	1.050	1.15	1.25	1.35	1.46	1.56	1.66	1.76	1.86	1.96	2.07	2.17	2.27	2.37	2.47	2.57	2.68	2.78	2.88	2.98	3.08	3.18	3.29	3.39	3.49
15	1.019	1.12	1.22	1.31	1.41	1.51	1.61	1.71	1.81	1.91	2.01	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.79	2.89	2.99	3.09	3.19	3.29	3.39
16	0.985	1.08	1.18	1.27	1.37	1.46	1.56	1.65	1.75	1.84	1.94	2.03	2.13	2.22	2.32	2.42	2.51	2.61	2.70	2.80	2.89	2.99	3.08	3.18	3.27
17	0.955	1.05	1.14	1.23	1.33	1.42	1.51	1.60	1.70	1.79	1.88	1.97	2.07	2.16	2.25	2.34	2.44	2.53	2.62	2.71	2.81	2.90	2.99	3.08	3.18
18	0.928	1.02	1.11	1.20	1.29	1.38	1.47	1.56	1.65	1.74	1.83	1.92	2.01	2.10	2.19	2.28	2.36	2.45	2.54	2.63	2.72	2.81	2.90	2.99	3.08
19	0.902	0.99	1.08	1.16	1.25	1.34	1.43	1.51	1.60	1.69	1.78	1.86	1.95	2.04	2.12	2.21	2.30	2.39	2.47	2.56	2.65	2.73	2.82	2.91	3.00
20	0.878	0.96	1.05	1.13	1.22	1.30	1.39	1.47	1.56	1.64	1.73	1.81	1.90	1.98	2.07	2.15	2.24	2.32	2.41	2.49	2.58	2.66	2.75	2.83	2.92
21	0.854		1.1	1.18	1.27	1.35	1.43	1.51	1.60	1.68	1.76	1.85	1.93	2.01	2.09	2.18	2.26	2.34	2.42	2.51	2.59	2.67	2.76	2.84	
22	0.829			1.15	1.23	1.31	1.39	1.47	1.55	1.63	1.71	1.79	1.87	1.95	2.03	2.11	2.19	2.27	2.35	2.43	2.51	2.59	2.67	2.75	
23	0.804				1.19	1.27	1.35	1.43	1.50	1.58	1.66	1.74	1.82	1.89	1.97	2.05	2.13	2.20	2.28	2.36	2.44	2.52	2.59	2.67	
24	0.781					1.23	1.31	1.39	1.46	1.54	1.61	1.69	1.76	1.84	1.92	1.99	2.07	2.14	2.22	2.29	2.37	2.44	2.52	2.60	
25	0.759						1.27	1.35	1.42	1.49	1.57	1.64	1.71	1.79	1.86	1.93	2.01	2.08	2.15	2.23	2.30	2.37	2.45	2.52	

- ◆ BCOJ チャート、JAS チャートから抜粋したものです。
- ◆ ガス含有量の単位の換算式: $1\text{CO}_2\text{GV} \div 1.9\text{gr/l} = 0.19\% (\text{gr}/100\text{ml})$

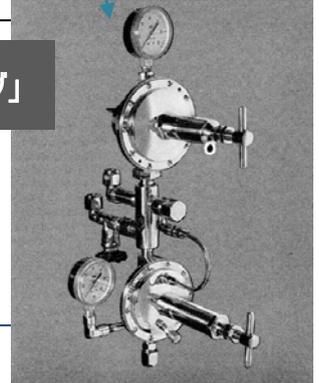
(参考 1)ヘルール以外での取り付けについて

- ◆ 「ヘルールとマウンティングアッセンブリー」でなく、「固定配管(溶接等)でストーンを取り付ける」場合の必要パーツ等についてはお問い合わせください。(ストーンは定期的な洗浄が必要ですから、マンホールがあることなど容易に取り外し可能であること) 既存タンクに穴あけや溶接を行う場合には、耐圧面で十分安全を確保できる専門業者に依頼することが必須です。

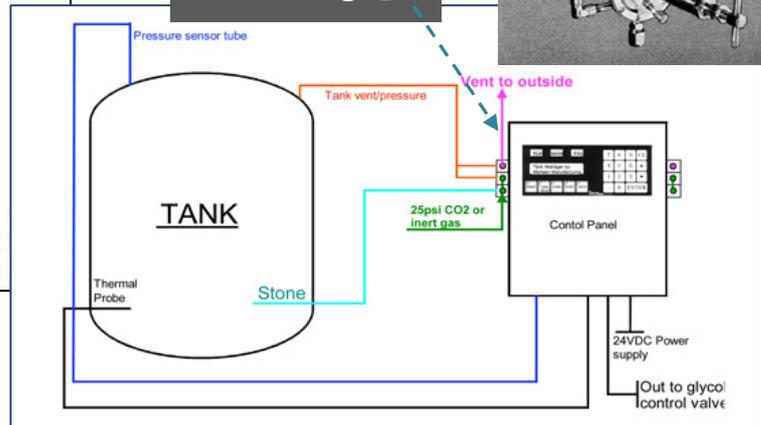
**大型タンクへの
取り付けスキーム事例**



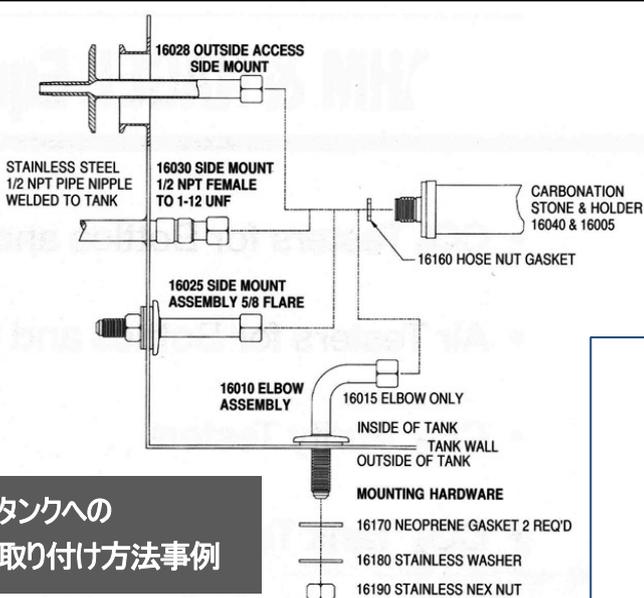
「コントロールバルブ」



「Tank Manager」



**タンクへの
取り付け方法事例**



(参考 2)自動的なカーボネーション装置

- ◆ **Zahn & Nagel製「コントロールバルブ」**: タンクのヘッドスペース圧とストーンの差圧を一定に保ちながらガスを供給する装置。
- ◆ **Meheen Mfg.社製「Tank Manager」**: タンクのヘッドスペース圧と温度をコンピューターに読み込んでストーンのガス放出を制御し、液晶タッチパネル上で設定したガス含有量まで自動的にガス添加を行う装置。「スクラブ」工程も搭載。

(参考 3)よくあるご質問: 非常に高いガスボリューム(シャンパン並み)を狙いたい

- ◆ シャンパンの炭酸ガス含有量はきわめて高く5.5 CO₂GVくらいです。炭酸ガス吸収係数表でみると、5.5GVは、5°Cで2.95kgf/cm²程度(本マニュアル記載の表では欄外)、0°Cで2.28kgf/cm²程度であることが読みとれます。タンク内液温は一定ではないので安全を見込むと、シャンパン並みの炭酸ガス含有量を添加するためには耐圧強度 4kgf/cm²程度のタンクが必要となります。
- ◆ 一般的な耐圧タンクの耐圧性能は2kgf/cm²程度で、実用上は1.5kgf/cm²付近で使用するのが安心ですし、びん充填のときにガスのロスもです。したがって一般的な耐圧タンクで商業生産できる製品は、3.5 CO₂GV くらい、(液温を低くしてうまく操作しても4.0 CO₂GV—コココーラよりやや強い程度の炭酸ガス含有量—が限度)と考えるべきでしょう。

本機に関するご照会やスペアパーツの発注は下記まで:

- 株式会社ルーツ機械研究所 tel. 0742-64-3129 email. rml@kitasangyo.com
- きた産業株式会社 (テクニカルロジスティクス担当:企画開発G) tel.06-6731-0251 email. info@kitasangyo.com

Zahm & Nagel 社、または/かつ、きた産業株式会社・株式会社ルーツ機械研究所は、本資料の記載内容に関して知的所有権を有します。書面による承諾のない無断転載やコピーを禁止します。

(マニュアル部分 970917/080721/tk、洗浄部分 000713/0830/080721/tk)

以上