

## 草津温泉などに於けるニューステンレスの適応

(二相ステンレス-YST130N)

沖 元 忠 司\*

## 1. 前 書 き

地球が保有する水の97.1%は海水です。雨が降り地下水へまた山から川へやがてこの水は海に注がれて行きます。

海水は蒸発し地球上の水は循環を繰り返しています。この循環している水には限り無い種類の流体となり私共の生活に結びついています。酸性温泉水、海水は腐食性が強くこれらの関連設備で使用される材料の選定には様々な問題をかかえています。ここに紹介します事例報告で群馬県草津温泉は本邦有数の硫化水素を含む酸性泉として著名であります、酸性に基づく腐食

作用が強いことから温泉利用施設の構築するに当たり温泉水と腐食する部分の金属材料の選定には慎重な対応が要求されておりますなかで経済的なニューステンレス(YST130N)の草津温泉及び皆生温泉、その他の事例での検証や材料の製品化につき報告します。

## 2. YST130N の概要

耐食、耐摩耗ステンレス鋼鋳物で二相ステンレス YST130N の概要と他のステンレスとの比較につき Table 1 に化学成分を、Table 2 に機械的性質を示している。なお、ハステロイ C はステンレスのなかで酸性液の耐食性が最も高い材料として知られている。

Table 1 化学成分

組 織	材 質	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他
二相ステンレス	YST130N	≤0.05	≤1.5	≤1.5	≤0.04	≤0.03	6-8	25-28	2-4	添加
	SCS10	≤0.03	≤1.5	≤1.5	≤0.04	≤0.03	4.5-8.5	21-26	2.5-4.0	N 0.08-0.3
	SCS11	≤0.08	≤1.5	≤1.0	≤0.04	≤0.03	4-7	23-27	1.5-2.5	—
オーステナイト	SCS14	≤0.08	≤2.0	≤2.0	≤0.04	≤0.04	10-14	17-20	2-3	—
	SCS16	≤0.03	≤1.5	≤2.0	≤0.04	≤0.04	12-16	17-20	2-3	—
	ハステロイ C	≤0.015	≤0.08	≤0.5	≤0.02	≤0.02	残分	20-22.5	12.5-14.5	W. Co. V

Table 2 機械的性質

組 織	材 質	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐 力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸 び (%)	硬 度 (HV)
二相ステンレス	YST130N	≥635	≥440	≥10	250-300
	SCS10	≥620	≥390	≥15	≥319
	SCS11	≥590	≥345	≥13	≥253
オーステナイト	SCS14	≥440	≥185	≥28	≥192
	SCS16	≥390	≥175	≥33	≥183
	ハステロイ C	≥690	≥310	≥45	190-220

\* (株)横田製作所

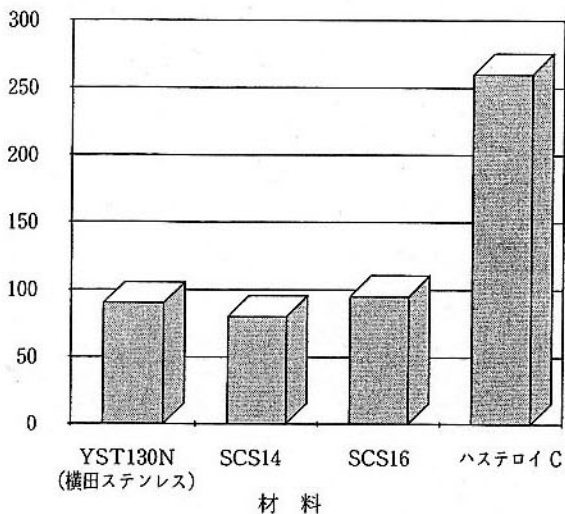


Fig. 1 ステンレス材価格比率

ステンレスの価格比率を Fig. 1 で示している。

1) 特徴

- (1) 耐食性：酸性温泉，化学液に強い  
海水の隙間腐食，孔食に強い
- (2) 耐磨耗性：SUS316 の 2 倍の硬度があり砂やスラリーに強い
- (3) 耐震性：機械的強度はSUS316 の 1.7 倍，回転体の振動に強い
- (4) 耐熱性：100℃近い酸性泉，120℃濃縮海水に耐えられる

(5) 価格：SUS316L と同価格で経済的

2) 用途

- (1) 石膏スラリー……発電所
- (2) 海水……発電所，水産設備，水族館，死海深層海水，海淡水設備，閘門トンネル
- (3) 塩水……製塩工場，食品，醤油
- (4) 温泉……塩泉（皆生，指宿），鬼首地熱発電
- (5) 化学液……磷酸，硝酸，硫酸，酸排水，フッ酸
- (6) 精錬……電解液，硫酸亜鉛

3. 草津温泉現場試験の事例報告

群馬県草津温泉に於いてニューステンレスの適合性を検証するために源泉の万代湖に於いてテストピースで浸漬テストを行い適正を確認し，引き続き実機テストである湯畑ポンプ室の運転試験を行いその結果を報告する。

1) 源泉成分

泉質を Table 3 で示す。

2) テストピース試験

源泉の万代湖に Fig. 2 の要領で各材質の腐食度は Fig. 3 に示すように YST130N が最も耐食性に優れて

Table 3 泉質（主要）

泉温(℃)	94.2		
PH	1.7		
泉質	酸性一塩化物，硫酸塩温泉		
温泉成分 (mg/kg)	陽イオン	ナトリウムイオン	149
		マグネシウムイオン	57.9
		カルシウムイオン	93.2
	陰イオン	塩素イオン	901
		硫酸イオン	826
溶存ガス	遊離硫化水素	0.3	

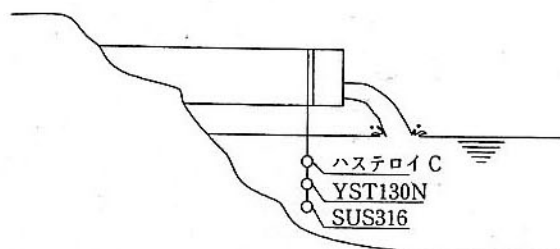


Fig. 2 試験状況

【腐食による減量】

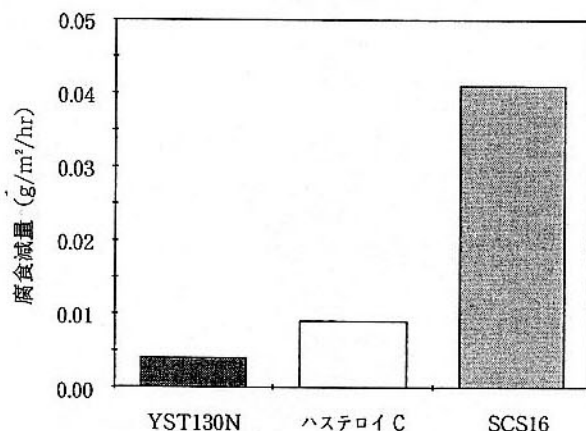


Fig. 3 万代湖における材質別腐食度  
期間 1999. 5. 26~1999. 12. 12

いる。

3) ポンプ運転試験

テストピースによる耐食試験をもとに湯畑ポンプ質でテストポンプを Fig. 4 の要領で設置し運転の検証を行った。テストポンプの仕様は Table 4 に示し 4416 時間の運転後開放点検し主要部品を写真で示した。ケーシングは Fig. 5，羽根車は Fig. 6-7，吸込カバーは Fig. 8 のとおりで腐食もなく本温泉に適應可能な材料であると判断する。

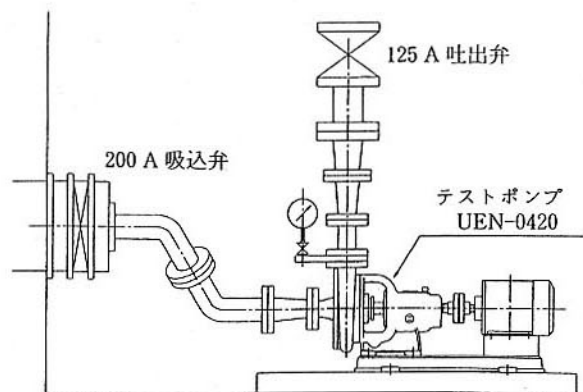


Fig. 4 テストポンプ外観

Table 4 テストポンプ

形 式	UEN-0420
仕 様	6 m <sup>3</sup> /h×55 m×3000 min <sup>-1</sup> ×5.5k W
材 質	二相ステンレス (YST130N)
軸 封	グランドパッキン
運転時間	4416 時間 (2000. 3. 6~2000. 9. 6)

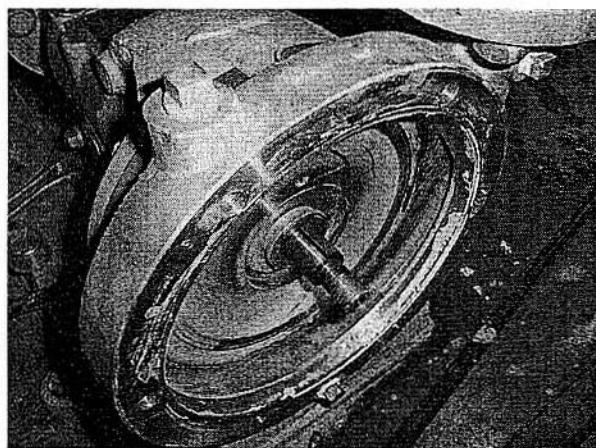


Fig. 5 写真—ケーシング

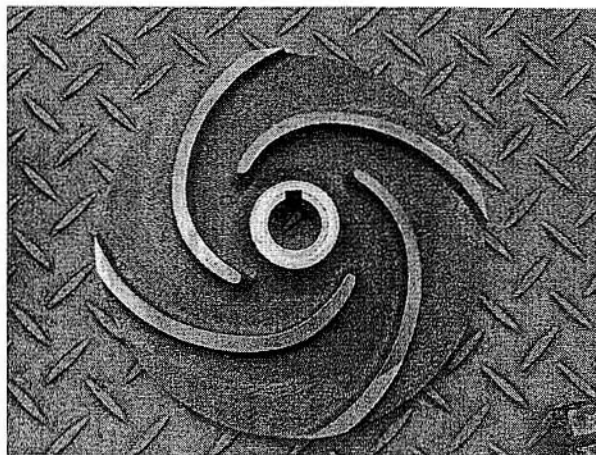


Fig. 6 写真—羽根車 表側



Fig. 7 写真—羽根車 裏側

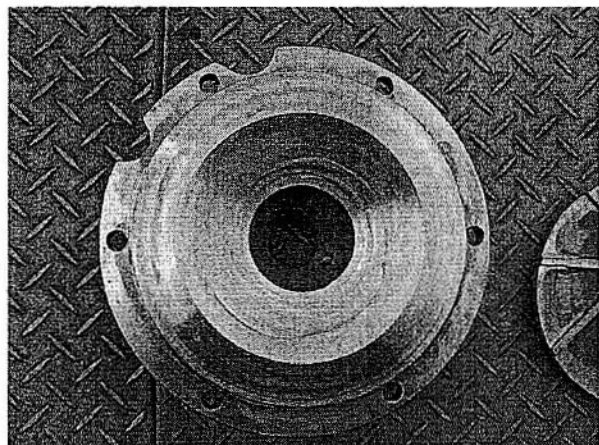


Fig. 8 写真—吸込カバー

#### 4. 皆生温泉の場合

鳥取県の皆生温泉は食塩泉として知られている。ステンレスポンプの実績は Table 5 に、泉質は Table 6 に示している。納入後 20 年経過したポンプについては腐食は無くポンプの取替はされていない。

#### 5. その他事例報告

##### 1) 有害ガス除去装置のノズルテスト

タンク内排気ガス状下ノズルから噴霧された液が飛散する状態にテストピースを Fig. 9 の要領で吊り下げて Table 7 のテスト条件により各材質の損傷度を測定しノズルの適合を検証した。テスト結果は Fig. 10 に示す。

噴霧によりテストピースの干渉による磨耗が認められた。YST130N ハステロイ C は金属光沢は残り、SCS10, SUS316L は白濁していた。

##### 2) 脱臭装置アルカリ循環テスト

次亜塩素酸ソーダ (NaClO) によるアルカリ洗浄塔に各材質のテストピースを浸漬してステンレス材の

Table 5 納入実績

ポンプ形式	自吸式片吸込渦巻ポンプ
口径	40 A ~ 100 A
材質	横田, 二相ステンレス-YST130N
軸封	グランドパッキン
納入台数	34台
納入年	昭和55年から平成12年まで

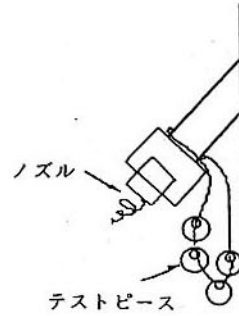


Fig. 9 テストピースの吊り下げ状況

Table 6 泉質 (主要)

泉温(°C)	79.8		
泉質	ナトリウム, カルシウム塩化物泉		
温泉成分 (mg/kg)	陽イオン	ナトリウムイオン	2156
		マグネシウムイオン	40
		カルシウムイオン	1658
	陰イオン	塩素イオン	5846
		硫酸イオン	669.8

Table 7 テスト内容

テスト場所	広島市環境局安佐北工場
テスト装置	ゴミ焼却, 有害ガス除去装置, 2号機
テスト条件	排気ガス: 260°C, HCl, SO <sub>2</sub> 液体: 70°C, NaOH 8%, PH 7~8
浸漬時間	387日 (9288 Hr)

Table 8 テスト内容

テスト場所	広島市環境局出島処理場
テスト装置	し尿処理, 脱臭処理アルカリ洗浄環境
テスト条件	液名: NaClO 12%, NaOH 25% 液体: 70°C, NaOH 8%, PH 7~8
浸漬時間	274日 (6660 Hr)

適合性を検証した。Table 8 はテスト内容, Fig. 11 はテスト結果を示す。SUS316 金属表面は白濁し線状にピッチングが進行, YST130N, ハステロイ C は光沢が残っていることから本設備に適合するものと判断する。

### 3) 海水

海水に次亜塩素酸 100 ppm を加え隙間腐食と孔食のテスト結果を Fig. 12 に示す。

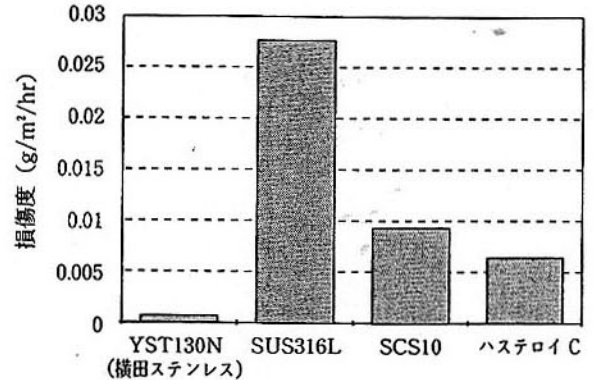


Fig. 10 テスト結果

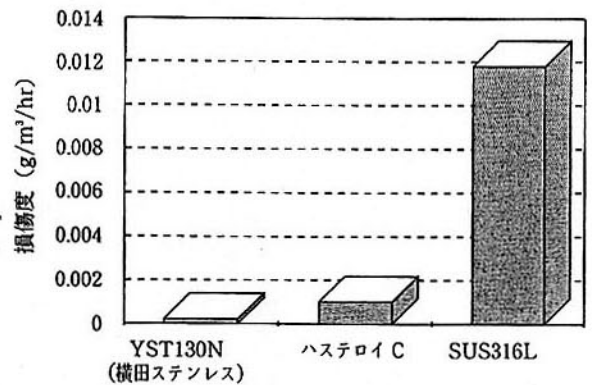


Fig. 11 テスト結果

## 6. YST130N の製品化

### 1) 自吸式渦巻ポンプなど各種ポンプ

Fig. 13 に示します国際特許の優れた自吸機構 (気水分離機構) により極限に近い使い方が出来る。

### 2) 弁類 (無水撃チェック弁, 可変定流量弁, ボール弁等)

ヨコタ無水撃チェック弁は水撃も音もないシンプル構造です。流量に即応して弁が開閉する特許構造により閉鎖遅れがなく, ウォーターハンマーが発生しないポンプ停止後の経過時間と圧力変化を一般のチェック弁と比較と外観を Fig. 14 に示す。

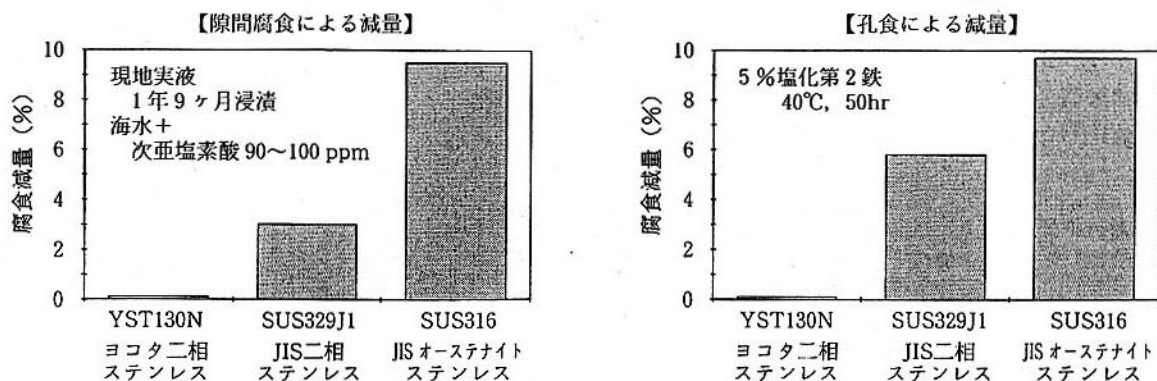


Fig. 12 海水に対する耐食性

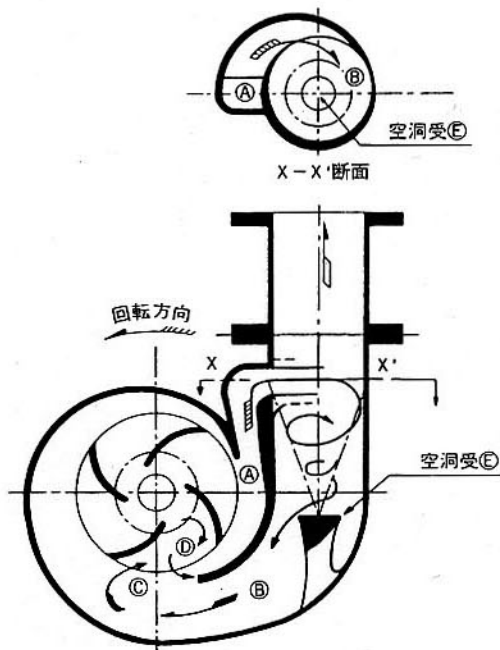


Fig. 13 国際特許自吸機構

### 3) 無注水メカニカルシール

メカニカルシールの部に YST130N を採用することにより耐食性、耐磨耗性が増す事により Fig. 15 に示す様に海水、汚泥、スラリーなどに対し無注水型のメカニカルシールが可能となった。

### 4) その他の部品

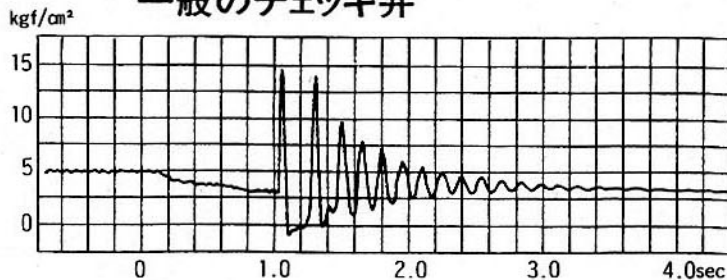
丸棒、板材、パイプを除く鋳造部品でポンプ、バルブ以外の製品も可能です。

## 7. あとがき

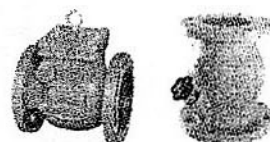
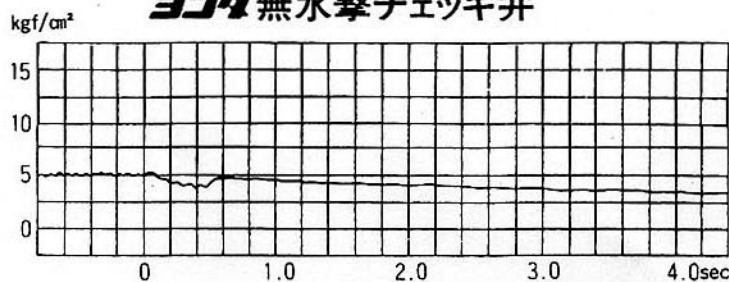
ここに紹介しました二相ステンレス—YST130N は経済性と耐食、耐磨耗材料として開発したものです。現在世の中で望まれる商品はより安く、より高い品質でありますがこの意味では今日的な材料として評価頂くものと確信しています。

最後になりますが検証試験の作業に当たり草津町温泉課の市川課長様、温泉基地の宮崎様には2年間余りに涉りご迷惑をお掛けし、多大なご協力を頂きました

## 一般のチェッキ弁



## ヨコタ無水撃チェッキ弁

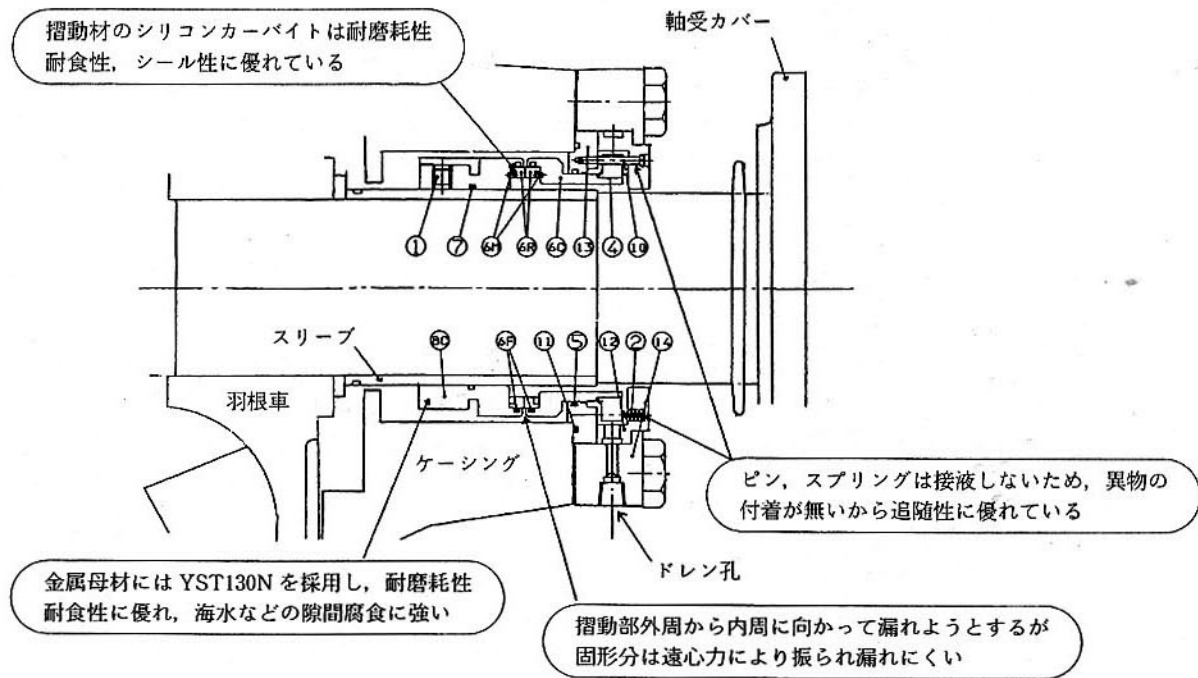


SL-SN SL-NU  
無水撃チェッキ弁®

Fig. 14 ポンプ停止後の経過時間と圧力変化

◆洗浄水の供給が不要な無注水メカニカルシールは

- グランドパッキンからケーシングを改造することなく取付可能
- 摺動面は経年磨耗を考慮して、スプリングの調整は不要
- 静止型バランスタイプのためシール性能が安定、広範囲に適用



部 品 表

No.	部 品 名	数量	材 質
1	セットスクリュウ	2	ハステロイ C
2	スプリング	※	SUS316
3	廻り止めピン	2	SUS316
4	コンプリング	1	SUS316
5	Oリング	1	フッ素ゴム
6R	シールフェイス	2	SiC
6C	シールバックメタル	1	YST130N
6F	Oリング	2	フッ素ゴム
6M	ピン	2	SUS316
7	Oリング	1	フッ素ゴム
8C	ロータリーバックメタル	1	YST130N
10	スプリングピン	2	SUS316
11	Oリング	1	フッ素ゴム
12	スプリングリテーナー	1	SUS316
13	リテーナー	1	YST130N
14	シールカバー	1	SUS304

Fig.15 無注水メカニカルシール

ことをここでお礼申し上げます。

また財団法人中央温泉研究所所長の甘露寺先生には

温泉工学の立場から力強いご指導を頂きました事を感

謝申し上げます。