

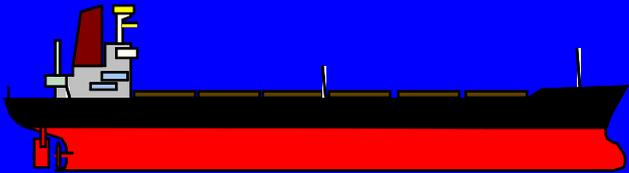
# 混気ジェットを活用したブラスト技術 実用化研究開発

—日本海事協会「業界要望による共同研究」スキーム—

2010年12月

株式会社 アイ・エイチ・アイ・アムテック

取締役業務部長 山上 和政



# 報告目次

1. 研究開発の背景
  - (1)PSPCの下地処理要件
  - (2)超高压水ブラスト
  - (3)陸上洗浄機
  - (4)混気ジェットの洗浄原理
2. 研究開発の経緯
  - (1)混気ジェット適用の可能性の検討
  - (2)基礎研究
  - (3)実用化研究
3. 実用化試験による確認
  - (1)実船ブロック
  - (2)実船外板
  - (3)試験結果
  - (4)安全操作マニュアル
  - (5)下地処理写真集
4. 成果
5. 今後の対応と展望

# 1. 研究開発の背景

## (1) PSPCの下地処理要件

### 2次表面処理

#### ■ 鋼材表面

溶接部及びショッププライマーの損傷部:Sa2 1/2

ショッププライマーの健全部

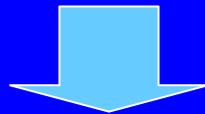
- ・主塗料との試験にパスしていないもの:Sa2で70%除去
- ・主塗料との試験にパスしたもの等:スイープブラスト、高圧水洗浄又は同等の方法でクリーニング

#### ■ ダスト

- ・ダストサイズ「3」以上は分量「1」以下
- ・「2」以下のものは、拡大鏡なしに見えるものは除去

### ブロック結合時の下地処理

- ・バット部はSt3以上、可能な箇所はSa2 1/2
- ・総面積の2%までの小さな損傷部はSt3
- ・25 m<sup>2</sup>又はタンク総面積の2%を超える連続した損傷部は、Sa2 1/2



日本の主張

健全なショッププライマーは除去不要  
水ブラストは下地処理の手法として残った

# 1.研究開発の背景

## (1)PSPCの下地処理要件

健全IZP\*の除去は不要だが表面をクリーニングする必要がある

サンドブラスト → 除錆(ミルスケール/錆びの除去)、表面粗度  
クリーニングのツールではない

高圧水ブラスト → クリーニングに最適  
新たな粗度はつけれない



除錆／目粗し作業とクリーニング作業の一元化

環境負荷の低減  
作業環境の改善

\* IZP=PSPC Annex 1 事前承認試験に合格した塗装システムのIZP活膜

# 1.研究開発の背景

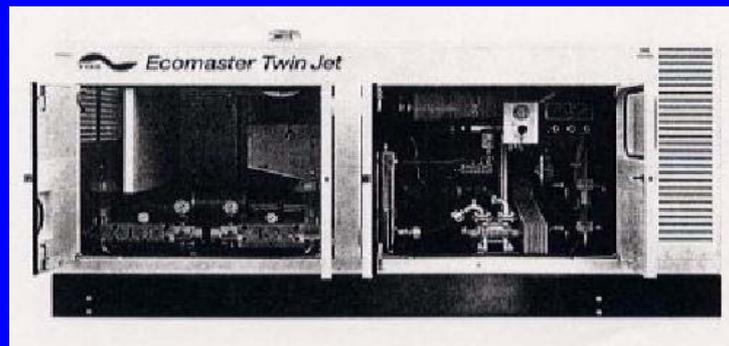
## (2) 超高压水ブラスト

### 超高压水ブラストポンプ



NLB Corp. Ultra Clean 36K (米国製)  
Max. capacity of 2500 bar

### 一般部洗浄



WOMA HTS 200/4 D マリン (ドイツ製)  
Max. capacity of 2000 bar

### ウエットブラスト

### 溶接の処理



TOBO

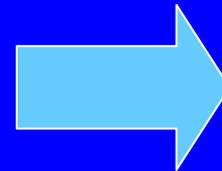
### バキュームポンプ



# 1. 研究開発の背景

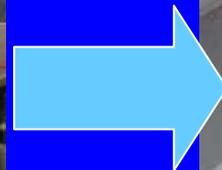
## (2) 超高压水ブラスト

- 溶接ビードのヒートスケール除去不可能
- 表面粗度は30~75ミクロンは得られない
- 表面粗度を得るには装置とメディアが必要



- 複数の高価な装置
- 戻り錆
- 工数削減に限界

ウエット ブラस्टィング 作業前



超高压水ブラストと  
溶接部のウエットブラスト処理後



# 1.研究開発の背景

## (3) 陸上洗浄装置

### 混気ジェット洗浄装置(マルチ洗浄機)

水圧:14Mpa  
メディア:洗剤液、粉体・液体等



外壁洗浄・カーボン除去  
塗装剥離・剥離洗浄・錆落とし  
治具洗浄・台車洗浄、ケール落とし他



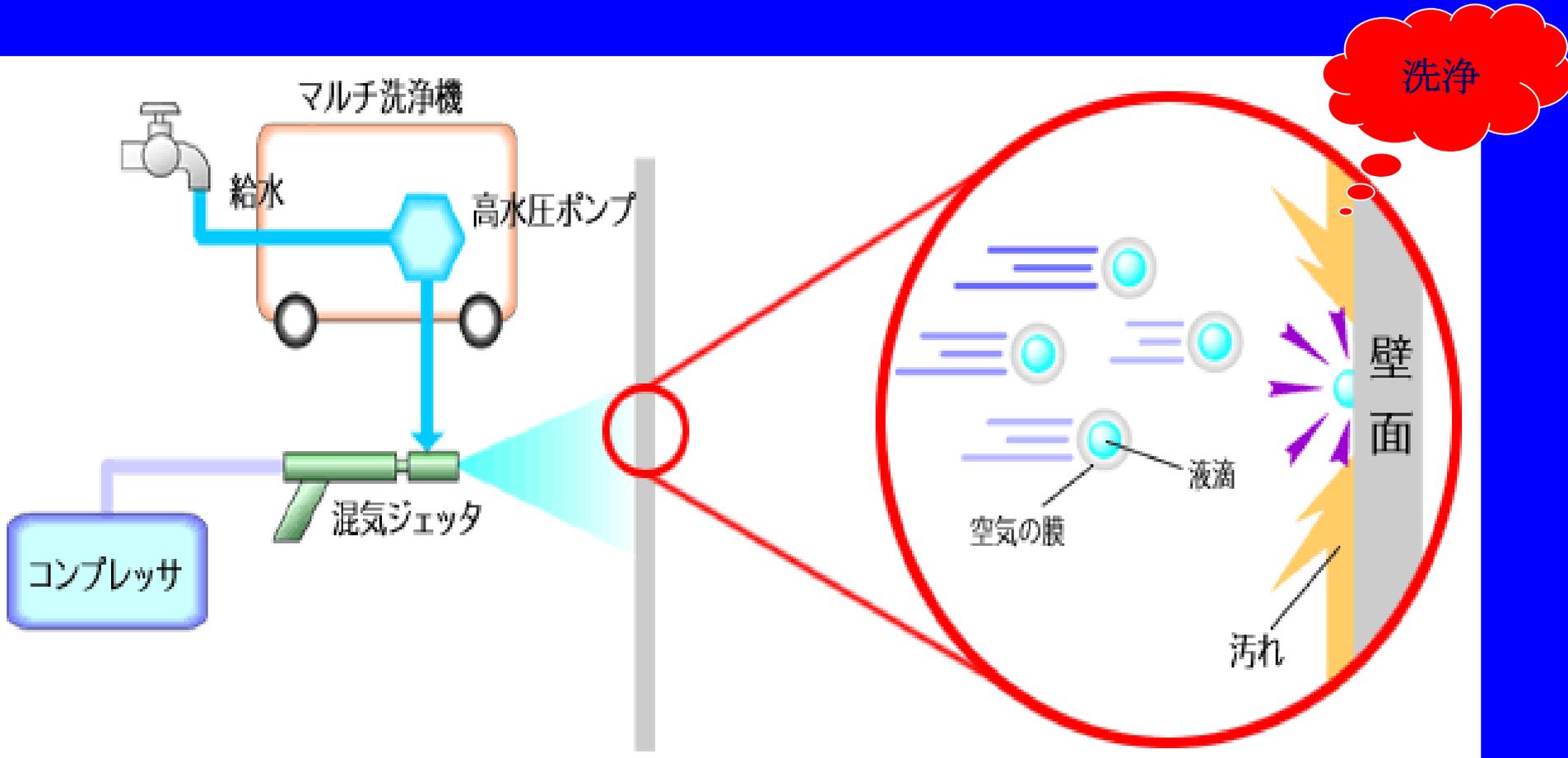
造船ブラスト作業への適用可能性？



マルチ洗浄機

# 1. 研究開発の背景

## (4) 混気ジェットの高圧洗浄原理



水 + 空気

## 2. 研究開発の経緯

### (1) 混気ジェットの適用可能性の検討

Feasibility Study

(2006年度)



- 溶接部ヒートスケール除去
- 溶接部目粗し
- ヒューム等洗浄

洗浄と下地処理を1台の装置で実現可能性！！

14Mpa

エアと水とメディアの投射  
混気ジェット

表面粗度

基礎技術開発  
日本財団助成事業 (2007.4~2009.3)

- 造船に適用可能な水ブラスト装置の開発
- ノズルの開発
- メディア及び水の回収技術の検討
- 戻り錆防止対策の検討

水 + 空気 + メディア

## 2. 研究開発の経緯

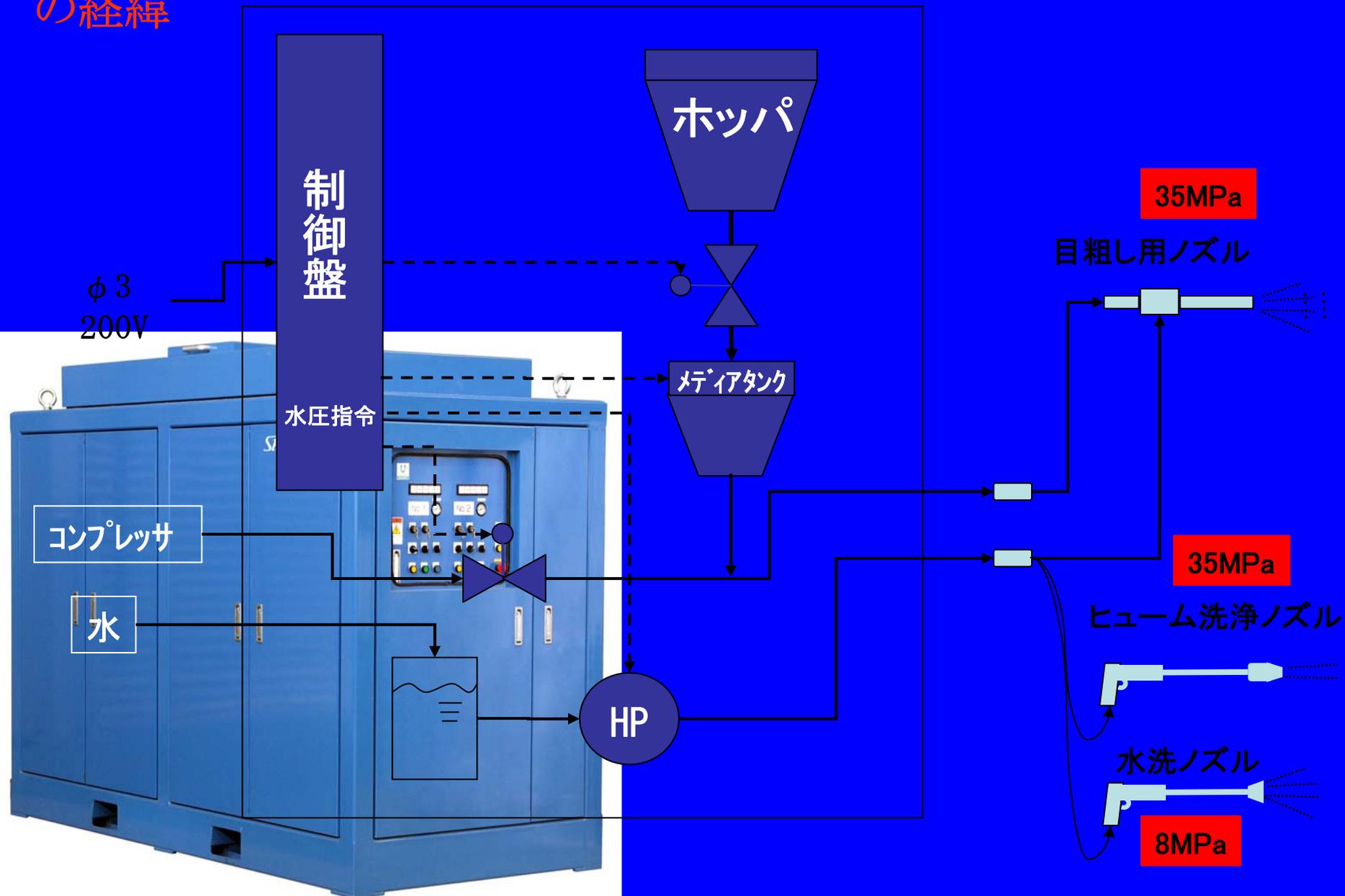
### (2) 基礎研究開発

#### (2-1) 混気ジェット開発課題

- 溶接ビード部 Sa2.5 表面粗度30~75  $\mu$
- ヒューム, 汚れ, 塩分除去
- 戻り錆び防止
- メディア消費量の極小化
- ブラスト(目粗し), クリーニングが一台で可能

## 2. 研究開発 の経緯

# プロトタイプ混気ジェットブラスト装置



## 2. 研究開発 の経緯

### (2-2) 基礎研究結果

#### 【ブラスト装置仕様】

空気消費量	2× 4~5Nm <sup>3</sup> /min
空気使用圧力	0.6~0.7MPa
吐出水量/圧力	ビード目粗し時2× 4L/min/35MPa ヒューム除去時2× 20L/min/35MPa 水洗時2× 16L/min/8MPa
使用ポンプ	20L/min/35MPaポンプ×2台
メディアホッパー	容量500L×1基
メディアタンク	容量35L×2基
機械重量	2500kg(乾燥重量)



35Mpa混気ジェットで粗度30~75  $\mu$ mは満足

35Mpaではヒューム洗浄は不可

ヒューム洗浄には、50~75Mpa

## 2. 研究開発の経緯

### (3) 実用化研究開発

NK共同研究開発事業 (2009.8～2010.10)

- 造船用ブラスト装置の製作
- 戻り錆防止技術
- 作業手順の確立
- 作業性・コストの把握
- 実用性確認試験
- 水ブラスト技術の普及
- 標準写真集の作成

## 2.研究開発の経緯

### (3) 実用化研究開発

#### (3.1) 混気ジェット実用機の仕様

##### 【ブラスト装置仕様】

空気消費量	2 × 4～5Nm <sup>3</sup> /min
空気使用圧力	0.6～0.7MPa
吐出水量／圧力	ビード目粗し時2 × 4L/min／35MPa
ヒューム除去時	2 × 20L/min／70～100MPa
水洗時	2 × 20L/min／8MPa
使用ポンプ	WOMA社製150Z-P22型プランジャポンプ 1台
メディアホッパー	ホッパー容量500L × 1基(カッパースラグで1000kg)
メディアタンク	タンク容量39L × 2基
メディア自動供給	供給量 35kg、供給時間20秒
メディア使用量	2 × 1000～3000g/min(5段セレクトスイッチで可変)
※カッパースラグ使用時	
ホース長さ	目粗しノズル 最大48m(8m+20m+20m) ヒューム除去ノズル 最大60m(30m+30m) 水洗ノズル 最大60m(30m+30m)
遠隔操作	φ3 200V A.C. 92kw
機械寸法	3500L × 1300W × 2500H
機械重量	3900kg(乾燥重量)

## 2. 研究開発の経緯

### (3) 実用化研究開発

#### (3. 1) 混気ジェット実用機



## 2. 研究開発経緯

### (3) 実用化研究開発

#### (3. 2) 混気ジェット実用機の特徴

- 1台の装置でブラスト作業と洗浄作業が可能
- 従来の水ブラストに比較して低圧
- 水量及びメディア量が少量
- 屋外作業が可能
- 作業環境の改善
- 産廃量の低減

## 2. 研究開発の経緯

### (3. 3) 各種ノズルの開発と選定

ブラスト用ノズル(一般部)



ブラスト用ノズル(45度エルボ付き)



ブラスト用ノズル(狭所用アタッチ)



ブラスト用ノズル(高所用アタッチ)



高圧水洗浄用ノズル(回転ノズル)



低圧水洗用ノズル



## 2. 研究開発の経緯

### (3. 4) 各種ホース



目粗し(ブラスト)用ホース35Mpa



高圧水洗用ホース100MPa

## 2. 研究開発の経緯

### (3. 5) 回収装置の開発/製作

#### 回収装置(バキュームコンベア)



#### レシーバータンク



## 2. 研究開発の経緯

### (3. 6) メディアの選定



硬度	回収性	価格
7.5~8	良	△



6.5~7	良	○
-------	---	---



5~6	泥状	×
-----	----	---

## 2.研究開発 の経緯

### (3.7) 戻り錆防止対策

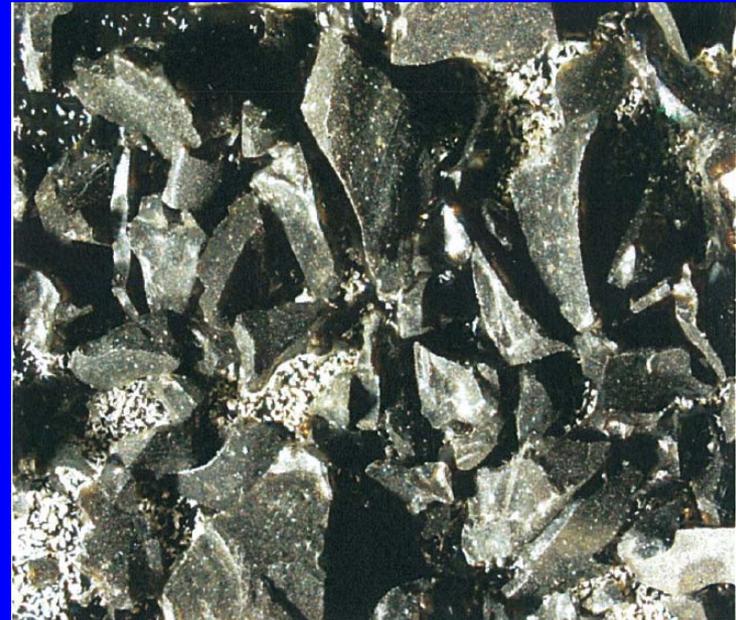
戻り錆び防止効果確認 系統試験実施 (H22.8.10)

パラメーター: ①防錆顔料\*濃度、②粒度、③メディア吐出量、  
④ノズルと対象物との距離 ⑤エアブロー有無

\*特許取得済

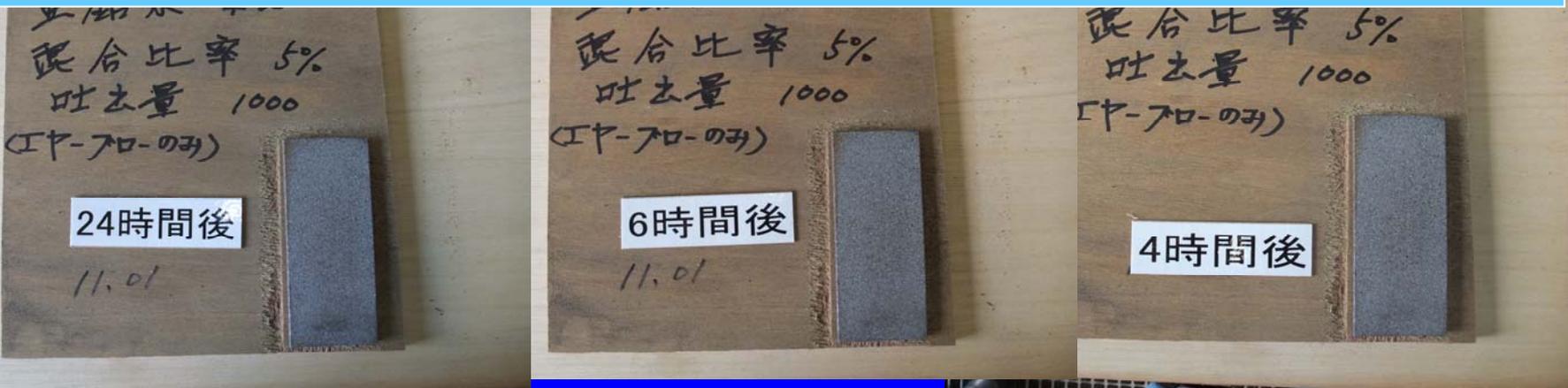


防錆顔料がよく付着



防錆顔料がほとんど付着していない

# 戻り錆 防止効果の確認

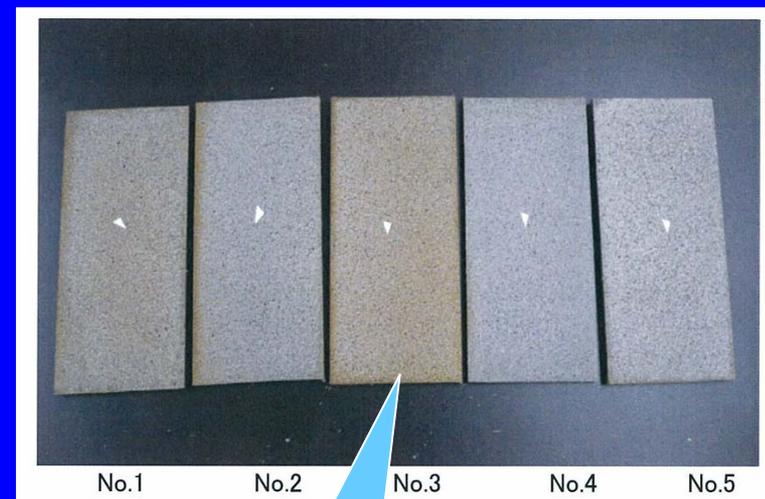


ブラスト後の戻り錆の発生状況の観察

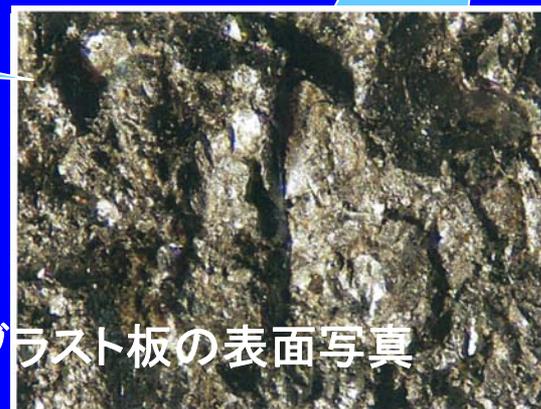
# 戻り錆防止対策結果

防錆顔料の適正粒度,濃度を確認。  
ブラスト後のエアブローの効果大。  
ノズル距離は近い程効果大。

戻り錆効果確認試験板



防錆顔料を混合したメディア  
の防錆効果を確認



光学顕微鏡写  
真abt x50

ブラスト板の表面写真

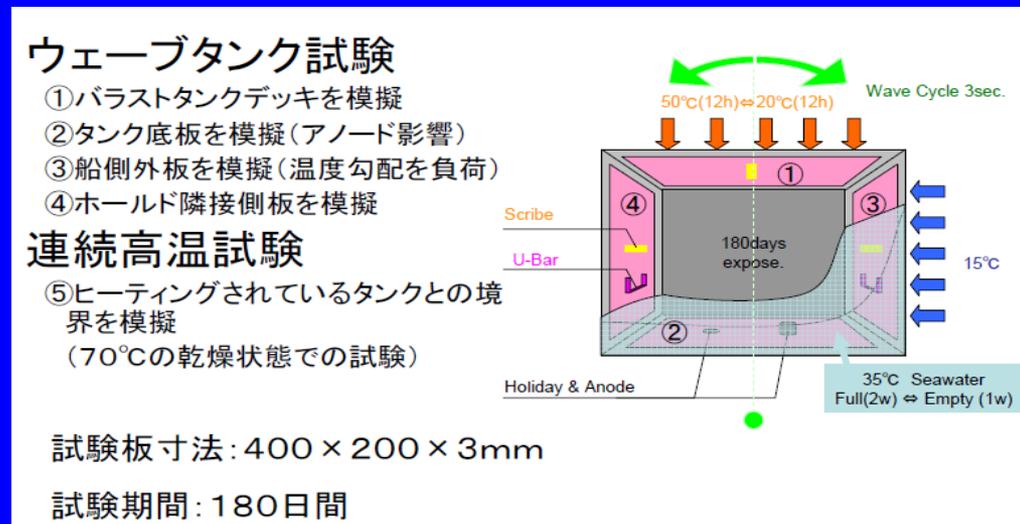
## 2.研究開発の経緯

### (3.8) 塗膜付着性試験の実施

#### (3.8.1) 塗料メーカーに於ける塗装膜付着性試験(6ヶ月)

- ・温度差試験(20°C/50°C連続試験) 良好
- ・高温高湿試験(50°C連続試験、 $\geq 95\%$ RH) 良好
- ・塩水浸漬(40°C連続浸漬試験、3%食塩水) 良好
- ・亜鉛電防付き浸漬試験  
(40°C連続浸漬、3%食塩水、亜鉛アノード) 良好

#### (3.8.2) PSPC ANNEX1 認証試験



平成23年2月

完了予定

## 2.研究開発の経緯

### (3.9)排水処理

#### 1.排水設備

- ・1100mm 立方(漉し籠付き)集水ピット

#### 2.ブラスト排水分析結果

基準値

・水素イオン濃度(ph)	7.9	5.8～8.6
・銅及びその化合物(mg/l)	0.05	3
・亜鉛及びその化合物(mg/l)	0.85	5
・クロム含有量	0.2未満	2

# 3. 実用化試験による確認

## (1) 2010年4月28日 実船ブロック



### 3. 実用化試験による確認

(2) 2010年8月23日 実船外板ブラスト



### 3. 実用化試験による確認

#### (3) 試験 結果

##### 1. 作業能率:

###### 1) 新造ブロック

混気ジェット 0.095 h/m<sup>2</sup> (2ブロック 合計300m<sup>2</sup>)

サンドブラスト 0.086 h/m<sup>2</sup> (1ブロック 900m<sup>2</sup>)

###### 2) 新造 外板

海洋環境船 #2 1034m<sup>2</sup>      サンドブラスト 0.062h/m<sup>2</sup>

掃除 0.259h/m<sup>2</sup>

海洋環境船 #3 778m<sup>2</sup>      混気ジェット 0.125h/m<sup>2</sup>

掃除 0.099h/m<sup>2</sup>

##### 2. メディア使用量:

混気ジェット 3.4kg/m<sup>2</sup>(目盛2) 5.0kg/m<sup>2</sup>(目盛3)

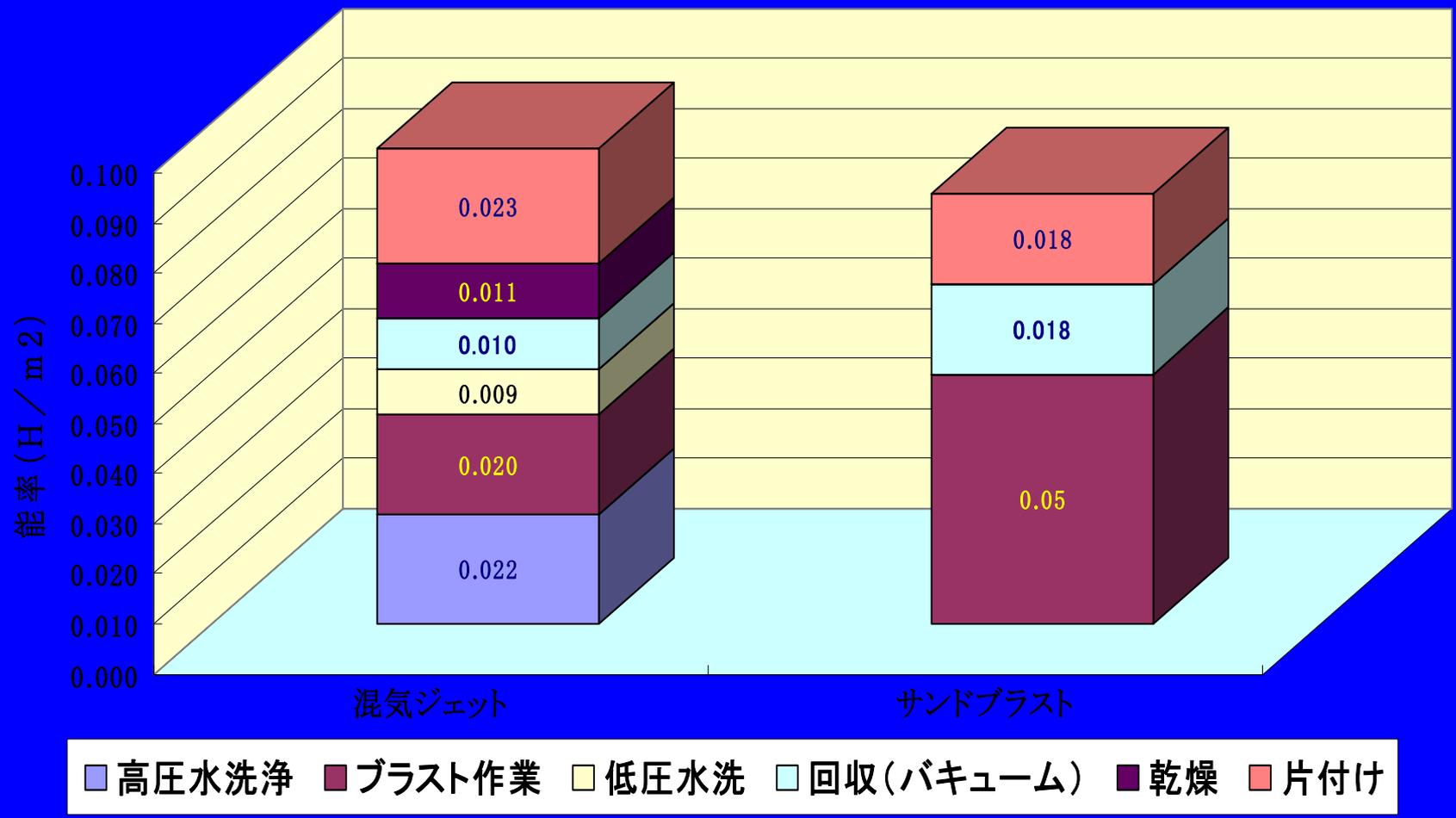
サンドブラスト グリット 25~30 kg/m<sup>2</sup>

##### 3. 作業手順:

高圧水洗浄 → ブラスト → 水洗 → 乾燥・掃除

# 3. 実用化試験による確認

## 混気ジェット能率



# 3. 実用化試験による確認

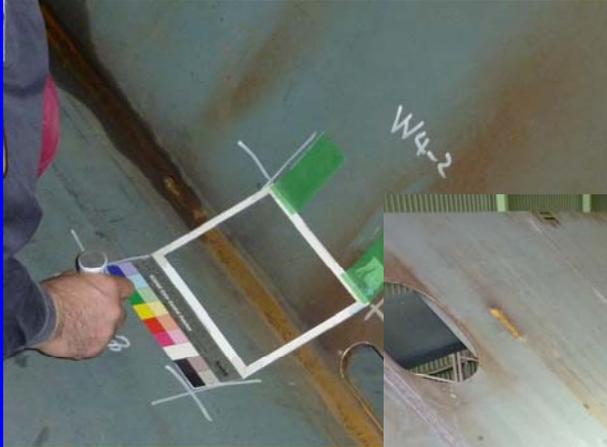
## (4) 安全操作マニュアル

混気ジェット2号機作業手順及び安全ポイント(案)

手順	作業ステージ	技能、技術上の注意事項	安全上の注意事項
1、	水ブラスト操作手順		
①	メディアの投入	本体側面に取り付けている垂直梯子を上りメディア補給口を開放する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎垂直梯子昇降時は3点タッチを励行する。</li> <li>◎メディア補給時は防塵マスクを必ず着用して下さい。</li> <li>◎メディア投入後はハッチを必ず閉鎖する。 (指先及び足元を挟まれないよう注意する)</li> <li>◎補給時 命綱を使用して墜落防止対策をする。</li> </ul>
②	本体起動スイッチ	<p>起動前確認</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)電源は入っているか。(主電源ON)</li> <li>2)メディアは適正な量が投入されているか。 (使用予想量<math>m^3</math>/約6kg)</li> <li>3)エアー圧力は正常か(0, 6~0,7MPa)</li> <li>4)水量は確保されているか。(2×20L/min)</li> <li>5)リモコン側は停止スイッチのみ点灯している。 (電源を入れた時 確認する)</li> </ol> <p>※本体起動させてから一分間作業開始されなかった場合、起動スイッチは切断される。 (本体側起動ボタン消える!!)</p>	
③	リモコン側起動スイッチ ON		
	水ブラスト起動 (作業開始)	同時に使用出来る2本のノズルは必ず同一作業用のものとなります。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎作業はエアーラインマスクまたは防護面を必ず着用する。</li> <li>◎作業は雨カッパ及び長靴を必ず着用する。</li> <li>◎ブラスト者がノズルを持っているのを確認する。</li> <li>◎本体側での操作の時は ①水 ②エアー ③メディアの手順で吐出します。</li> <li>◎本体側での操作ブラストノズル1本だけの使用するときには必ずもう一方のノズル側はリモコン操作にして置く。 (なぜ?) 2本共 本体側操作にしておくと 同時2本とも吐出するので必ず本体側操作キーの確認を行う。</li> <li>◎水洗ノズル(水洗)・回転ノズル(ヒューム洗浄)を使用時は必ずNo1, No2(2本共)本体に接続する事。</li> <li>◎1本だけの接続だと、もう片方のガラーから水が吐出してしまふ!!</li> </ul>
	溶接ビード目粗し時圧力 33~35Mpa レギュレーターでの圧力調整可能。	リモコン1台のみの接続場合、もう片方のリモコン接続個所にタミーを必ず取り付けること!!	
	 溶接ビード目粗し時吐出水量 2×4L/min	 	
		メディア使用量 2×1000~4000g/min (5段セレクトスイッチで可変) 作業能率 錆及び表面状態によりメディア吐出量を調整する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎混在作業の場合 約5M以内は人払いをして下さい。 「10M以上ではメディアの飛散は認められない」</li> <li>◎ブラストホースを延長する時 そのジョイント部には必ず安全ピンを1ヶ所差し込む事!!</li> <li>◎安全通路を確保して ホース類は束ねて設置する。</li> </ul>
2、	ブラストホース接続について	※ブラストホース及びリモコン線がもつれないよう配置に注意して下さい。	
			
3、	水洗ノズル(水洗)・回転ノズル(ヒューム洗浄)操作手順	※工水は不純物が多くフィルターが目詰しやすいので上水を使用。 接続前に水を排出して、異物のないのを確認してからフィルターに接続する。	
①	混気ジェットで使用する水は必ず上水を使用すること。	水洗い時圧力 7~8Mpa (ゲージで圧力確認)	
②	操作盤操作キーを水ブラストから水洗またはヒュームに切り替え、水洗ノズルもしくは回転ノズルを接続し本体起動スイッチを押し、作業開始。	水洗い時吐出水量 2×20L/min (水量を事前に確認する) (フィルターの出口で)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎水洗ノズル(水洗)・回転ノズル(ヒューム洗浄)の作業を行うときは、操作盤操作キーをリモコンから本体側に切り替え、作業を行う。</li> <li>◎回転ノズル突先連結部の緩みを点検する。</li> </ul>
	 		

# 3. 実用化試験による確認

## (5) 下地処理写真集



# 混気ジェットブラストによる下地処理結果

高圧水洗浄

処理前

混気ジェットブラスト



処理後



健全シヨッププライマ

ヒューム

突合溶接ビード

三差部溶接ビード

# 混気ジェットブラストによる下地処理写真集

## Guideline for the Preparation of Steel Substrate for PSPC

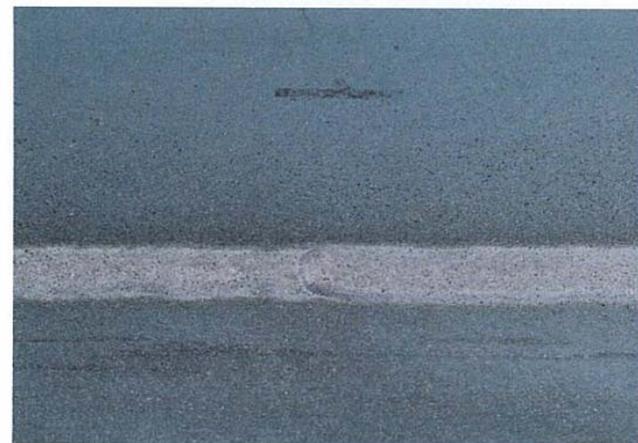


**ClassNK**  
R&D PROJECT

Damaged shop primer and welds (Mixed-air high pressure water blasting)



C1.3 Automatic fillet weld



C1.3 Sa2½

## 4. 成 果

- (1) 35MPaタイプのブラスト装置及び各種ノズルを開発。
- (2) 溶接ビード部の表面粗度30～75  $\mu\text{m}$ 、洗浄度Sa2.5を確保。
- (3) 造船のヒューム洗浄は、75MPa～100MPaの高圧ポンプで十分。
- (4) メディアについては、コストの面からカッパースラグを選定。

### 3. 4kg/m<sup>2</sup>(目盛2)

- (5) 戻り錆防止対策としてショッププライマーに使用される防食顔料が効果的。
- (6) 回収装置は、コスト、機能の面で市販装置で十分。
- (7) 水ブラストでは、専用ブラスト工場は不要。工業用テントでも可

# 5. 今後の対応と展望

## 4. 1改善項目の折込

- ・ホース捌きの改善
- ・メディア補給方法の改善
- ・リモートコントロールの改善

## 4. 2普及体制の確立

- ・技術サポート、メンテナンス体制整備
- ・消耗品(メディア) 支給体制整備

## 4. 3修理船への適用

- ・外板処理作業用装置の開発
- ・他産業への適用



本プロジェクトは、日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームにより同協会の研究支援を受け、日本船舶技術研究協会を事務局とした下記プロジェクトメンバーの共同研究として実施された。

#### プロジェクト参加メンバー

株式会社 アイ・エイチ・アイ・アムテック

シブヤマシナリ株式会社

内海造船株式会社

三上船舶工業株式会社

中国塗料株式会社

財団法人 日本海事協会 (ClassNK)

財団法人 日本船舶技術研究協会 (JSIRA)

ご清聴 ありがとうございます