

# 混気ジェットを活用したブラスト技術 実用化研究開発

— 成果報告 —

2010年10月

財団法人 日本船舶技術研究協会

混気ジェットブラスト技術実用化WG



# 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. 戻り錆防止効果と塗膜性能の確認**
  - (1)特殊メディアによる戻り錆防止効果
  - (2)混気ジェットブラストによる塗膜付着性
- **4. 実用化試験**
- **5. 混気ジェットによる下地処理写真**
- **6. プロジェクトの成果**
- **7. 今後の課題と展望**

# 1. 研究開発の背景

(1)PSPCの要件

(2)超高压水ブラスト

(3)陸上洗浄装置—混気ジェット洗浄装置

(4)混気ジェットの洗浄原理



# 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の損傷部：Sa2 ½

ショッププライマの健全部

- 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 ½
- 総面積の2%までの小さな損傷部はSt3
- タンク総面積の2%以上又は25 m<sup>2</sup>以上の連続した損傷部は、Sa2 ½



**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**

# 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(PSPC/塗装基準対応)

サンドブラストはクリーニングするツールではない

- 水ブラストは2次表面処理の最適

PSPCの規定: ①ショププライマーIZP\*)70%の除去不要

②クリーニングはSweep Blasting,

High Pressure water washing 又は同等

- 除錆作業とクリーニングの一元化
- 研掃材産業廃棄物と減少
- 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



# 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

### ウェットブラスト

### 溶接の処理



TOBO

### バキュームポンプ



# 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35～70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





# 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



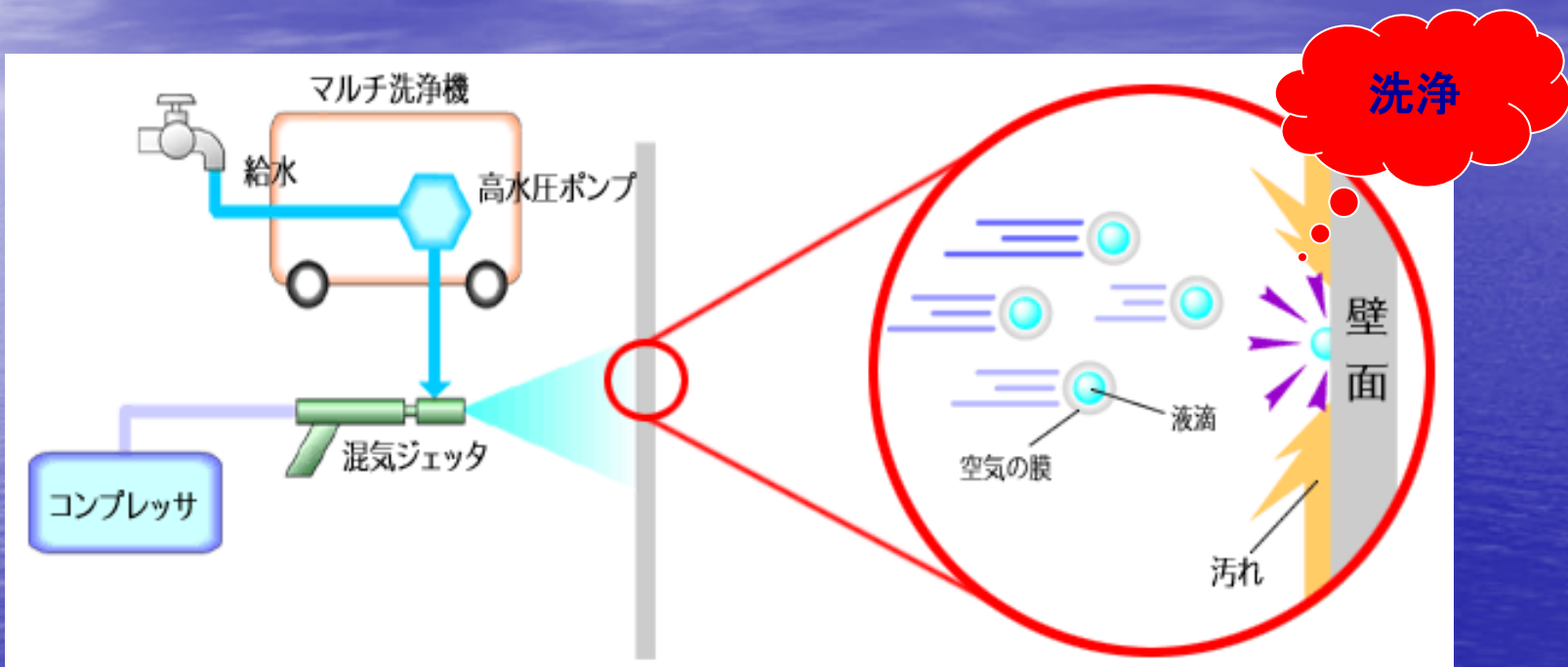
造船ブラスト作業への適用可能性？



マルチ洗浄機

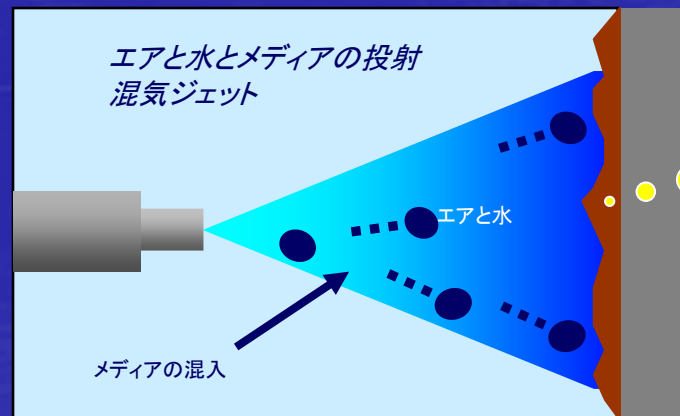


# 研究開発の背景 (4) 混気ジェット洗浄原理



水 + 空気

水 + 空気 + メディア



表面粗度

## 2. 研究開発の経緯

### 基礎技術の研究開発

- (1) 混気ジェットの適用可能性の検討
- (2) 基礎研究の成果

### 実用化研究開発

- (3) 混気ジェットブラスト技術の研究開発



# 開発経緯

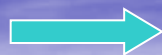
## (1) 混気ジェットの適用可能性の検討

### Feasibility Study

(2006年度)



14Mpa



- ・ 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!!

### 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



35MPa



# 開発経緯

## (2) 基礎研究の成果

### 【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能

ヒューム洗浄には、50~75Mpa

# 開発経緯

# 造船用混気ジェットブラスト装置

14Mpa



35MPa



100Mpa



既存マルチ洗浄機

造船ブラストの適用可能性

第1期開発プロトタイプ

混気ジェット+メディアによる  
表面粗度の確保  
洗浄能力不足

造船用混気ジェットブラスト装置

表面粗度と洗浄能力の確保

### 混気ジェットブラスト技術の実用化研究開発

NK共同研究開発事業 (2009.8~2010.10)

#### プロジェクトの目標

- ・ 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



## (1) 混気ジェットブラスト技術の要件

- ・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) 混気ジェットブラスト装置の仕様

### 【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

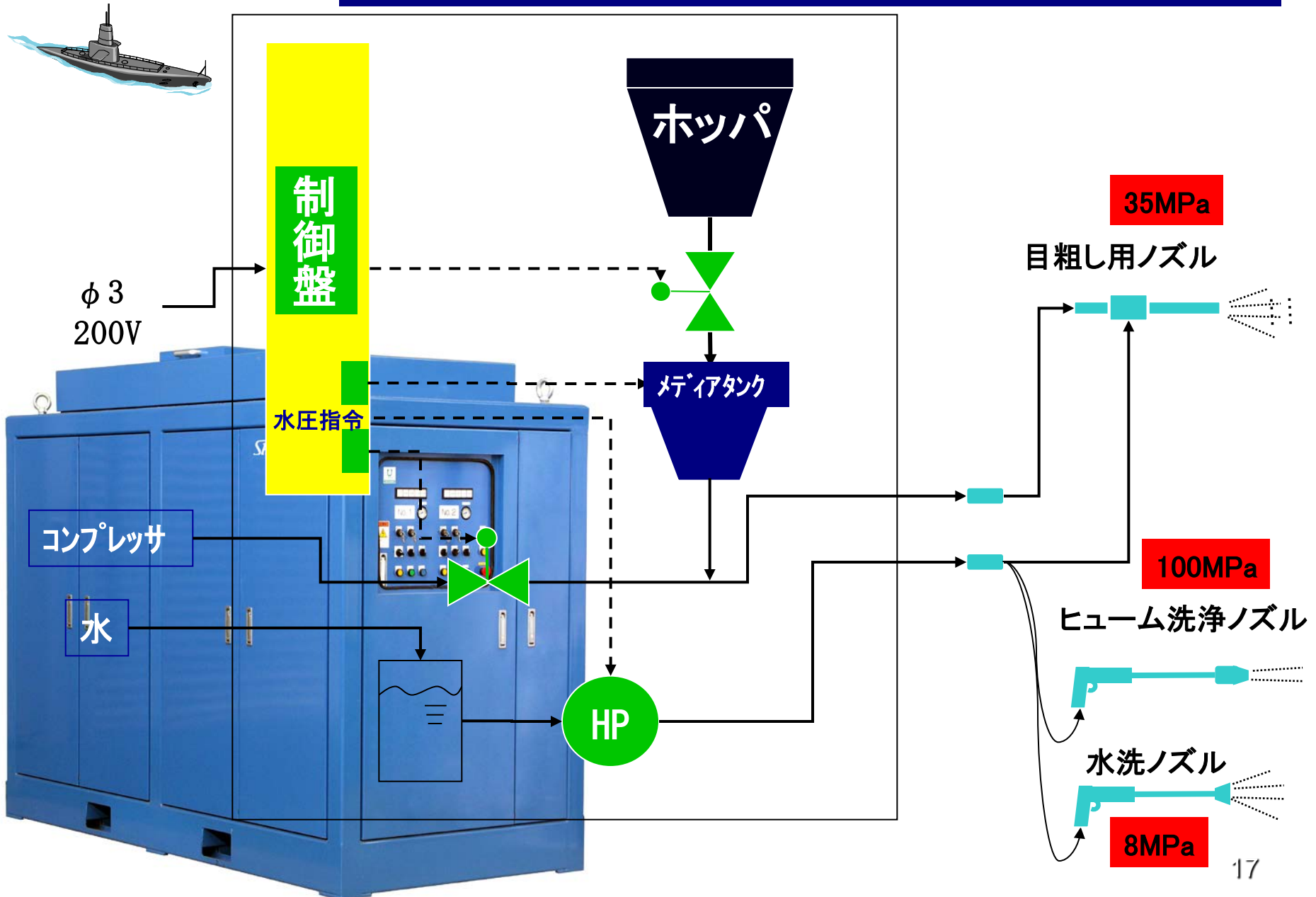
変)

### ※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)

# (3) プロトタイプ混気ジェットブラスト装置





実用化研究開発  
ブラスト用ノズル

(4) 各種ノズルの開発と選定



高圧水洗浄用ノズル(回転ノズル)



水洗用ノズル



エアブロー用ノズル

(5) 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	×
-----	----	---

### 3. 戻り錆防止効果と塗膜性能の確認

(1) 特殊メディアの戻り錆防止効果

(2) 混気ジェットブラストによる塗膜付着性

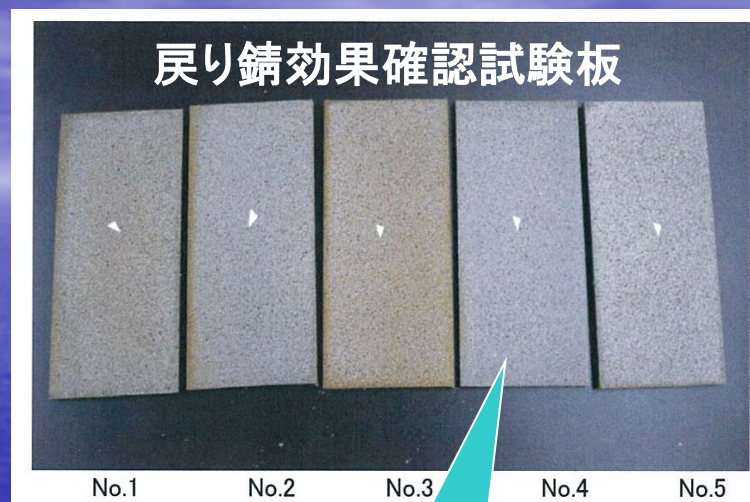




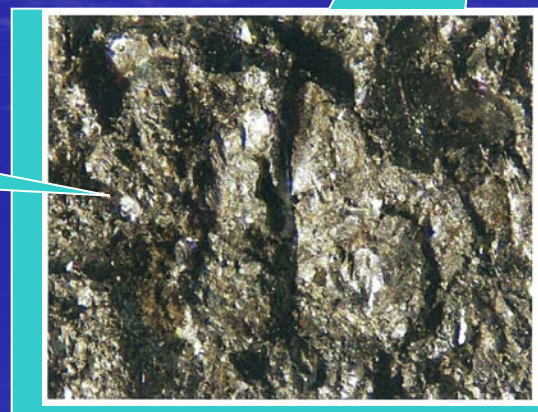
# (1) 特殊メディアの戻り錆防止効果



特殊メディア \* : 特許取得済



防錆顔料を混合したメディアの防錆効果を確認



ブラスト板の表面写真

光学顕微鏡写真  
abt x50



# 戻り錆防止対策 (1) 特殊メディアの戻り錆防止効果

混合比率 5%  
吐出量 1000  
(IP-プロのみ)

2時間後

11.01



混合比率 5%  
吐出量 1000  
(IP-プロのみ)

1時間後



混合比率 5%  
吐出量 1000  
(IP-プロのみ)

ブラスト直後

11.01



混合比率 5%  
吐出量 1000  
(IP-プロのみ)

24時間後

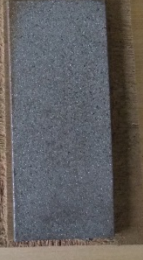
11.01



混合比率 5%  
吐出量 1000  
(IP-プロのみ)

6時間後

11.01



混合比率 5%  
吐出量 1000  
(IP-プロのみ)

4時間後



ブラスト後の戻り錆の発生状況

## (2) 混気ジェットブラストによる塗膜付着性

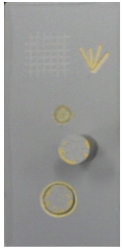



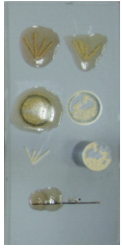
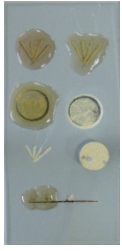






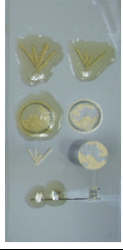
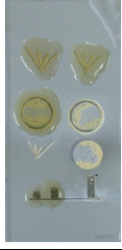


混気ジェット処理の有無		ブラスト鋼板			S/P70%以上除去			S/P約30% 除去			高圧水洗のみ (CB2000板)		
初期 付着	一般部の外観	○			○			○			○		
	付着強度(MPa)	6.0			5.5			5.3			5.6		
二次付着性													
試験期間(～カ月)		1	3	6	1	3	6	1	3	6	1	3	6
高温 高湿	一般部の外観	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	付着強度(MPa)	-	5.0	5.4	-	4.5	4.6	-	4.0	4.1	-	4.5	4.0
	クリープ幅(mm)	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
塩水 浸漬	一般部の外観	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	付着強度(MPa)	-	5.4	4.7	-	5.3	5.1	-	5.0	5.3	-	4.6	4.1
	クリープ幅(mm)	1	3	3	1	2	7	0	1	5	0	0	0
Zn電防 浸漬	一般部の外観	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	付着強度(MPa)	-	5.0	5.1	-	4.6	4.8	-	4.5	4.4	-	5.0	4.3
	クリープ幅(mm)	0	4	5	4	5	14	4	6	14	4	7	15

\* 試験板: 2.3mm厚

\* 『1MPa≒10.2kgf/cm<sup>2</sup>』として換算した。



## (2) 混気ジェットブラストによる塗膜付着性

混気ジェット処理	サンドブラスト ト (無処理)	70%以上 S/Pを除去	30%程度 S/Pを除去	水洗のみ S/P鋼板
初期付着性				
高温高湿 (50℃、>95%RH)				
塩水浸漬 (40℃、3%食塩水)				
亜鉛電防付き塩水浸漬 (40℃、3%食塩水)				

### 3. 戻り錆防止効果と塗膜性能の確認結果

#### (1) 特殊メディアの戻り錆防止効果

- ・防錆顔料を混合したメディアによるブラスト処理した試験板により、戻り錆発生防止に効果的である。

#### (2) 混気ジェットブラストによる塗膜付着性

- ・特殊メディアによるブラスト処理板の6ヶ月浸漬試験の結果、塗膜付着性は良好である。
- ・PSPCの塗料認証試験(6ヶ月のウエーブタンク試験、連続結露試験)について準備中。

## 4. 実用化試験

### 目的

- ① 混気ジェットブラスト装置の機能確認
- ② 作業性の確認
- ③ 作業手順の確立
- ③ マニュアル作成

### 試験

- ① 実船ブロックを対象とした実用化のための試験
- ② 実船外板のブラスト
- ③ 一般公開



# 実用化試験①

- 2010年3月26日 実船ブロック
- 2010年4月28日 実船ブロック





## 実用化試験②

2010年8月23日 実船外板ブラスト



# 実用化試験による確認

## (1)作業性:

- 作業準備から作業完了まで、ドライブラストに比較して10~20%の工数増。

## (2)メディア使用量:

- ドライブラストに比較して1/5~1/10程度。更なる効率化により削減する。

## (3)作業手順:

- 高圧水洗浄→ブラスト→水洗→乾燥・掃除の手順確認。

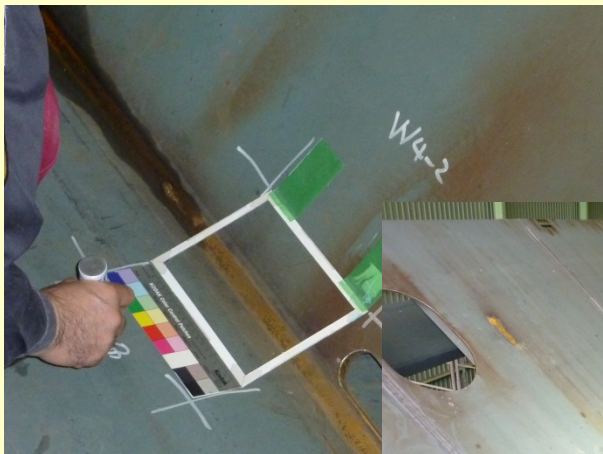
## (4)安全操作マニュアル

- 現場作業手順に沿った装置の操作マニュアルを作成した。





# 5. 混気ジェットによる下地処理写真



# 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

健全ショッププライマ

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



## 6. プロジェクトの成果

- (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プースラグを選定。
- (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。
- (8) 水ブラストの下地処理写真集を作成。

# 7. 今後の課題と展望

## (1) 今後の課題

### ○作業性の改善:

- ・ホースのさばき
- ・高圧洗浄時のミストの除去
- ・防護面の水洗、ヘルメットの改良
- ・リモートコントロールの改善
- ・短ノズルの改善

### ○メディア

- ・メディア使用量の更なる削減

## (2) 今後の展望

- 修繕船の塗膜剥離
- 他分野への適用



本プロジェクトは、日本海事協会から日本船舶技術研究協会に委託され、下記プロジェクトメンバーと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s

アイ・エイチ・アイ・アムテック

シブヤマシナリー株式会社

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 (JSTRA)



ご清聴 ありがとうございます

今後のご支援ご協力をお願いいたします

