

SDGs 各種産業洗浄分野でのファインバブル技術の社会実装化事例

テーマ：鋼構造インフラ設備の塩分防止に向けた付着塩分洗浄のファインバブル技術応用



ヘリコプターの塩分洗浄作業



UAV活用による高所の塩分洗浄作業



塩分洗浄装置



【 社会的な課題 】

沿岸地域で運用する輸送機やインフラ鋼構造物は、塩分環境に晒されて加速する塩害腐食による構造物の劣化現象により製品寿命が著しく短命化している。その予防のため主に水の噴流で塩分洗浄が実施されているが、表面の塗装や重要機器類の保護のための作業性、及び構造物の凹凸部分や隙間奥に残留する塩分などで十分に洗浄できず腐食が進み、修理の経費負担や運用停止防止の長寿命化対策が喫緊の課題である。

【 取組み内容 】

独自のファインバブル洗浄システムで以下の特長により従来の塩分洗浄における課題の解決を実現する。

- 1) 洗浄対象物に優しい洗浄：0.6Mpa以下の低圧ファインバブル洗浄水流
- 2) 高所の安全作業に対応：有効噴射距離10m以上のファインバブル噴射
- 3) 迅速な作業体制：ファインバブルのリアルタイム生成方式により装置セット後すぐに洗浄開始
- 4) 高所作業の発展性：UAVを活用したリモート洗浄による柔軟性を確保

【 ファインバブルの作用・原理 】

塩分が付着した表面にファインバブル（平均径 $50\mu\text{m}$ ）水流を噴射することにより、ファインバブルによる”界面活性作用”で塩分が除去される。（実証試験済み）

【 使用機器 】

本装置は空圧駆動型で、タンク内の水を空圧式圧送ポンプにて気液混合式ファインバブル生成ユニットに供給し、生成されたファインバブル噴流水を直接洗浄対象物に噴射して塩分を洗浄するシステムである。本装置に供給される駆動用空圧減の圧力（推奨圧力は0.6Mpa）がそのまま噴射水流の最高噴射圧力となるため、噴射距離に応じて噴射圧力は更に減少し、洗浄対象物に物理的損傷を与えるリスクが低い。

【 使用効果 】

- グリーン対応の塩分洗浄：塩分洗浄は洗浄剤を必要としない環境負荷の無い洗浄作業を実現
 - 作業安全性の向上：長距離噴射による高い作業効率及び高所作業のリスクの低い安全性を確保
- 活用事例：ヘリコプターの表面に付着した”塩分”及び”エンジン排気油”の洗浄実績報告（指定洗剤併用）
「従来の洗浄作業は6人工であったが、本装置の使用により2人工に減少し、67%の人員削減効果」

■ 企業名称 アキモク鉄工株式会社 <https://www.akimoku-iw.jp/>

■ お問い合わせ先 代表取締役 花下智之 hanashita@akimoku-iw.jp

Comparison of Salt Removal Performance

Feb-12-2020

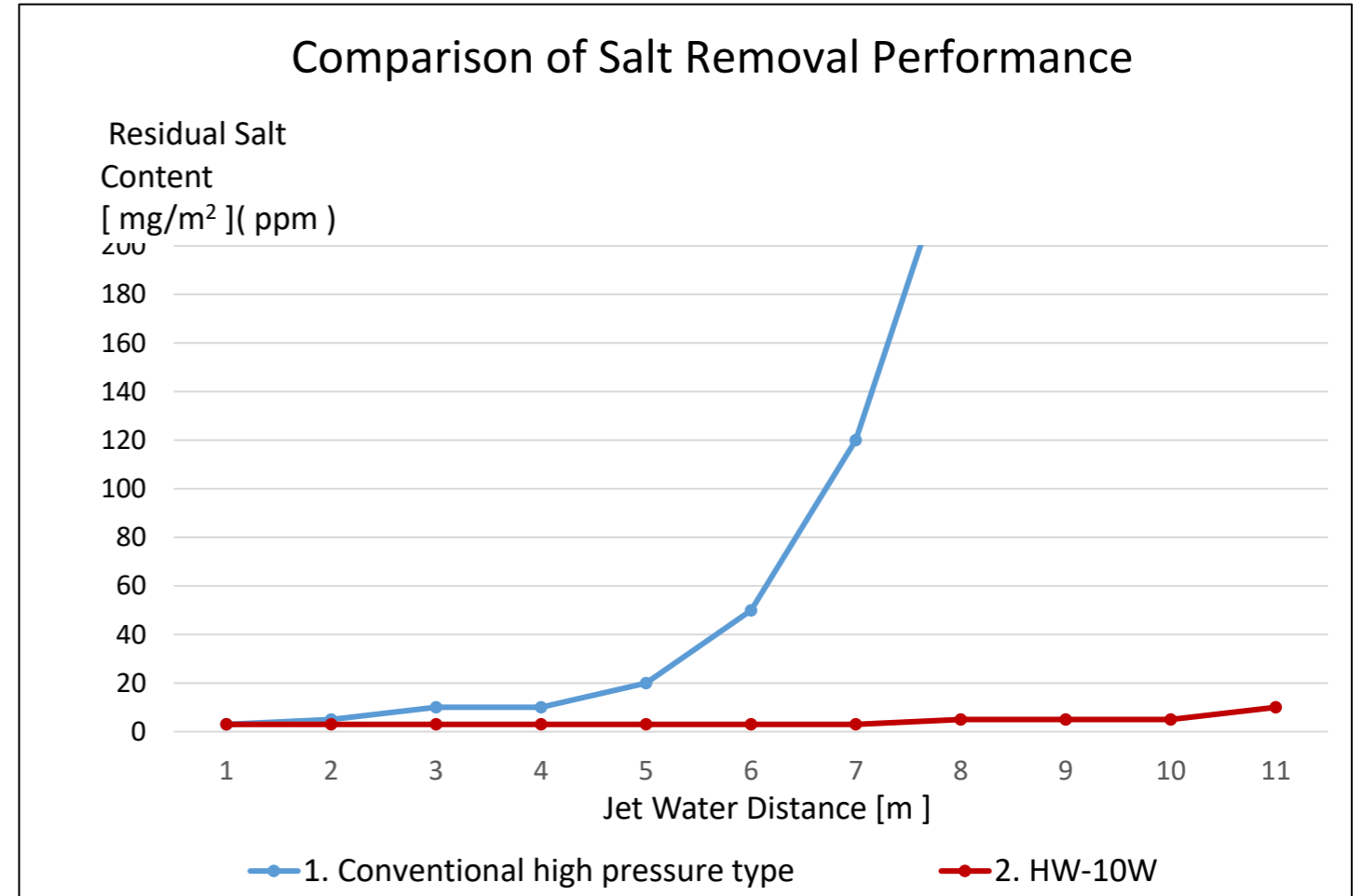
Measuring method	Measure the salt content on the surface of the test piece using a Kitagawa chloride ion detector tube.
	1. Immerse the test piece in simulated seawater with a salt concentration of 3.5% for 3 days, dry it, and spray-wash it at each spray distance. 2. Use a damp gauze to collect the salt content on the surface of each test specimen, and measure the salt concentration dissolved in distilled water using an ion detector tube.

Washing equipment	Water flow rate	Date and time	Weather	Temp.	Water temp.
1. Conventional high pressure type (injection pressure: 10Mpa)	6.6L/min	March-22-2016	Sunny	6°C	6°C
2. HW-10 W (injection pressure: 0.6Mpa)	29L/min	Feb-5-2020	Cloudy	5°C	5°C

Wash time	15 seconds / 1 test piece
-----------	---------------------------

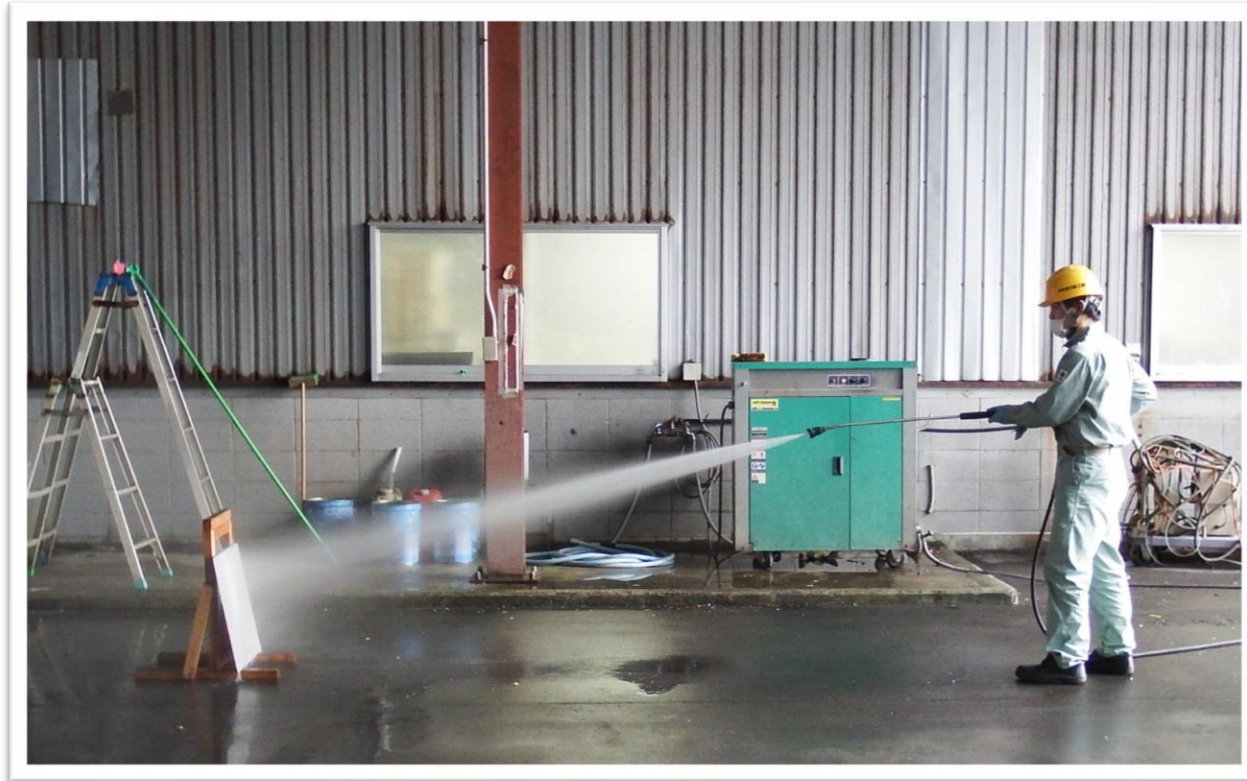
Test piece	Aluminum plate, Size: □ 500mm × 500mm , Area: 0.25m ²
	Chloride ion concentration before washing : 200 mg / m ² or more

Distance [m]	Residual salt content [mg / m ²]	
	1. Conventional high pressure type	2. HW-10W
1	3	3
2	5	3
3	10	3
4	10	3
5	20	3
6	50	3
7	120	3
8	Over 200mg / m ² of measurement upper limit	5
9		5
10		5
11		10



HW-10W : SPECIFICATIONS	
Recommended Washing Distance	10m
Micro-Bubble Diameter	50µm (avg)
Water Consumption	28L/min
Pneumatic Source	0.6 Mpa ~ 1.0 Mpa
Water Tank	200L
Nozzle Gun Connection Horse	5m ~ 20m
Electric Power Supply	Not required
External dimensions	H 1.3m x W 1.2m x L 1.1m
Weight	275Kg (Net)

Washing Test Scene



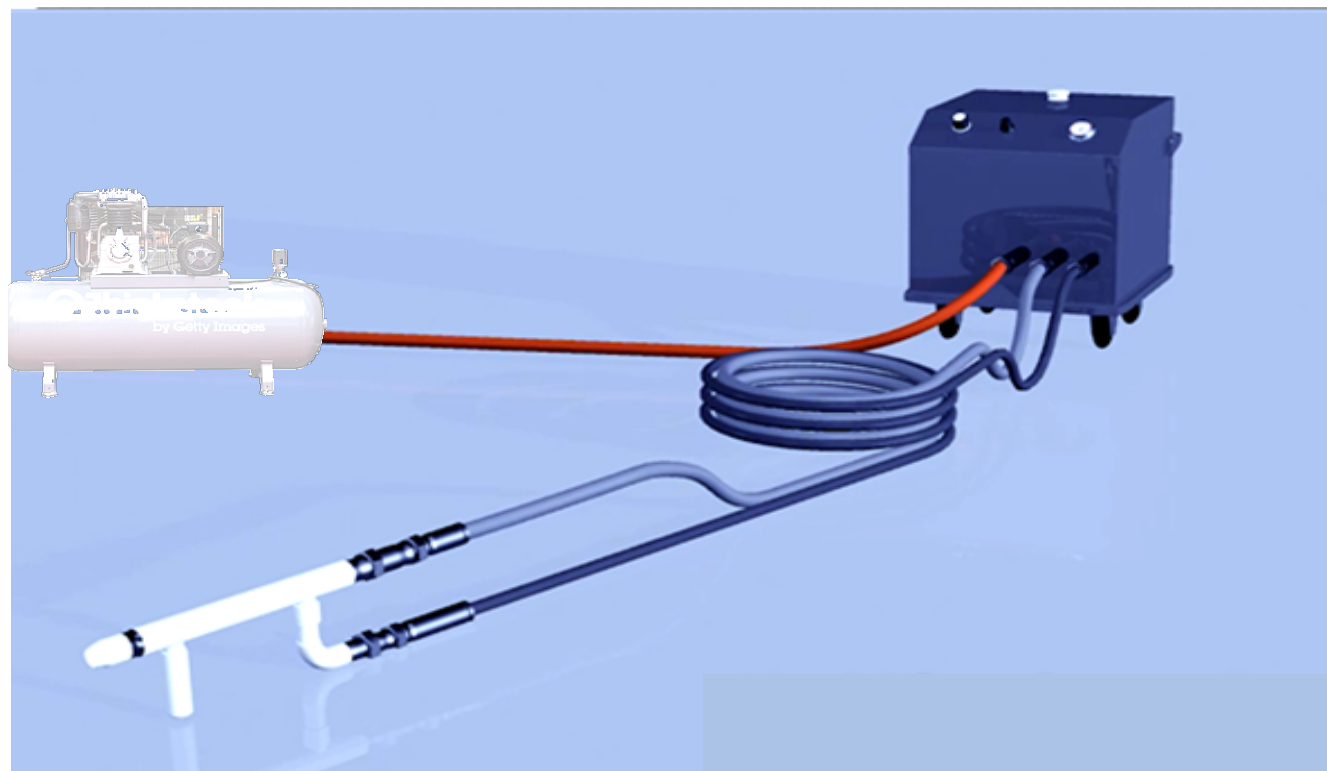
Conventional high pressure type



HW 10 (Prototype)

マイクロバブル噴射型 塩分除去装置

Hyper Washer



改良型 ハイパーウォッシャー〔HW-10W〕

【特長】

◇ “長距離噴射”

10m以上のマイクロバブルミスト有効到達距離により、能率の良い塩分除去作業が可能です

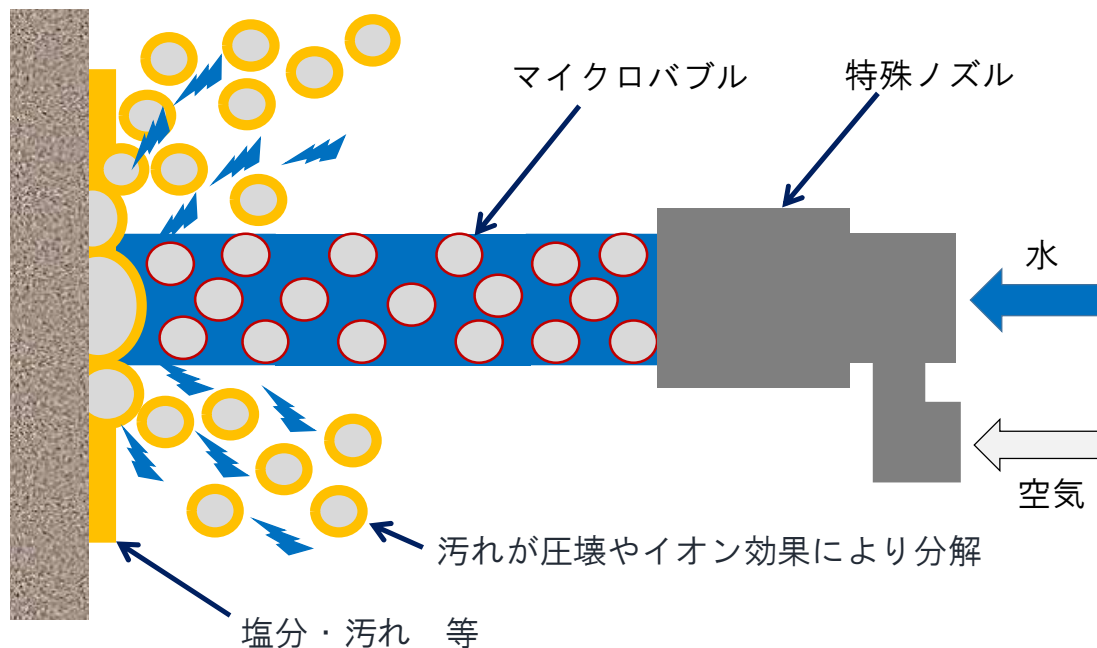
◇ “低圧洗浄”

供給空圧〔標準空圧：0.6Mpa〕が吐出し最大圧力となり、低圧で噴射されたマイクロバブルミストが構造物の奥の隙間や損傷・破損しやすい塗装面・機器等に付着・残存している塩分を安全・容易に除去します

【用途】

- ◆ 航空機・車両・船舶等の塩害防止
 - ・ 海域運用により付着した塩分の除去
 - ・ 冬季の道路凍結防止剤の塩分の除去
- ◆ 沿岸地域等の各種鋼構造物の塩害防止
- ◆ その他 塩害の防止に向けた塩分除去

1. マイクロバブルによる塩分除去のメカニズム



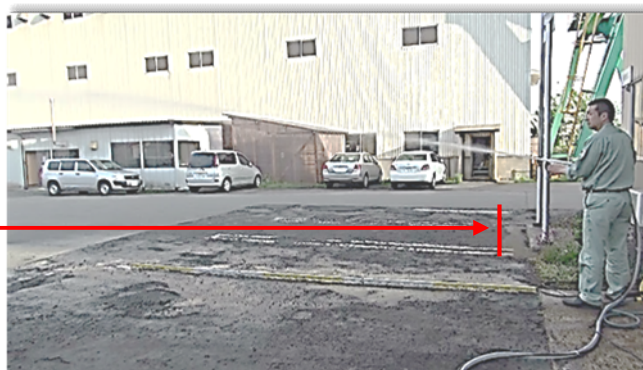
1. “負”に帯電したマイクロバブル表面に、塩分[NaCl]の陽イオン[Na⁺]や“正”に帯電した汚れが吸着し、陰イオン[Cl⁻]は反発することにより、付着塩分や汚れが物体の表面から脱離する。

2. マイクロバブルが物体の表面と付着した塩分結晶との間に浸透し、その刺激でバブル同士が結合・膨張して最後に破裂する自己圧壊のエネルギーで付着した塩分結晶が脱離する。

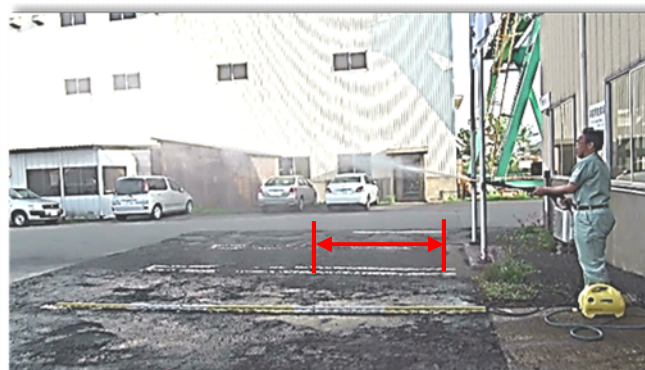
上記の通りイオンバランスの崩壊及び自己圧壊の相乗効果により、塩分除去が促進される！

2. 長距離噴射

洗浄有効噴射距離の比較試験 (写真は改良前の HW-10)



[Hyper Washer HW-10 = 10 m]

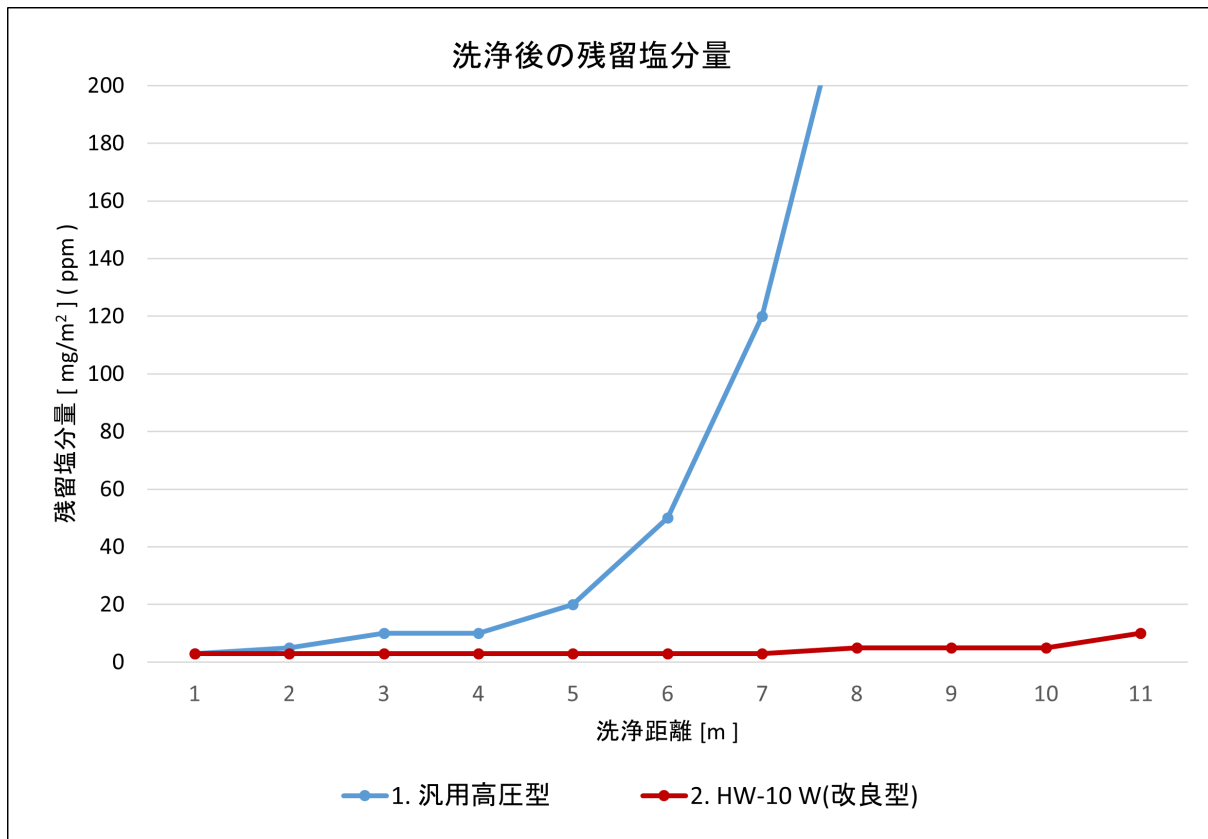


[汎用高圧水洗浄機 = 2 m]

3. 洗浄噴射距離別の塩分除去効果の検証

塩分除去装置 HW-10W と従来型高圧洗浄機の洗浄試験結果を以下の通り残留塩分量の測定グラフで示し、塩分除去能力を比較する。

噴射距離 10m以上まで一定の塩分除去能力を発揮する HW-10W の優位性を示す。



試験方法 1) 試験片に固着した塩分（濃度 200mg/m²以上の NaCl）の噴射洗浄比較
2) 残留塩分の測定方法：検知管方式

4. 塩分除去効果の検証における洗浄噴射距離別の噴射圧力

ノズル先端部の噴射圧力 [汎用高圧洗浄機：10.0 MPa = 1430.0 Psi]
[HW-10 : 0.6 MPa = 85.8 Psi]

HW-10W：各噴射距離における洗浄噴射圧力実測値

噴射距離 [m]	0.3	1	2	3	4	5
噴射圧力 [MPa]	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

0.1[MPa] ≒ 1.02 [kgf/cm²] ≒ 14.3 [Psi]

5. 仕様 【タンク・台車一体型】

- ◆ マイクロバブル径:50 μ m [平均]
- ◆ マイクロバブル・ミストの到達距離:10 m 以上
- ◆ 供給空圧: 0.6 ~ 1.0 Mpa [カプラー:40PM 相当]
- ◆ 空気流量: 800L/min 以上
- ◆ 洗浄水:水道水 等
- ◆ マイクロバブル・ミスト水の吐出量:33 L/min (最大)
- ◆ 駆動方式:圧縮空気(電源供給不要)
 - ・噴射ポンプ形式:空圧駆動型ダイヤフラムポンプ
 - ・制御方式:空圧制御
- ◆ ミスト吐出口ストレーナ:100メッシュ
- ◆ ノズルガン接続ホース:10m [標準]
- ◆ 水タンク容量:200L [標準]
- ◆ 寸法:幅 1.2m x 長さ 1.0m x 高さ 1.2m
- ◆ 重量:275 Kg [本体]

製品事例 : 200L タンク・台車一体型

