

# 塗膜洗浄剥離のキャビテーション噴流工法



レーザーガンによる  
アクリル弾性タイル剥離



ジェットレーザーガン

製造：ヤマモトロックマシン株式会社  
施工：株式会社 ヤマコウ工業

# 高压温水洗淨車 YCJS-600-1

## キャビテーション噴流工法



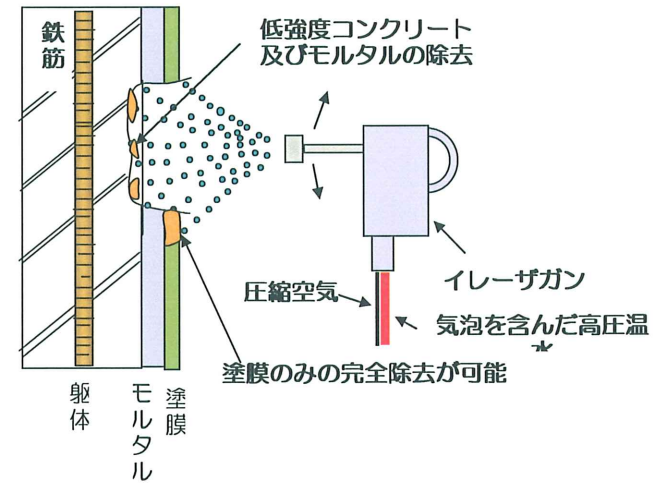
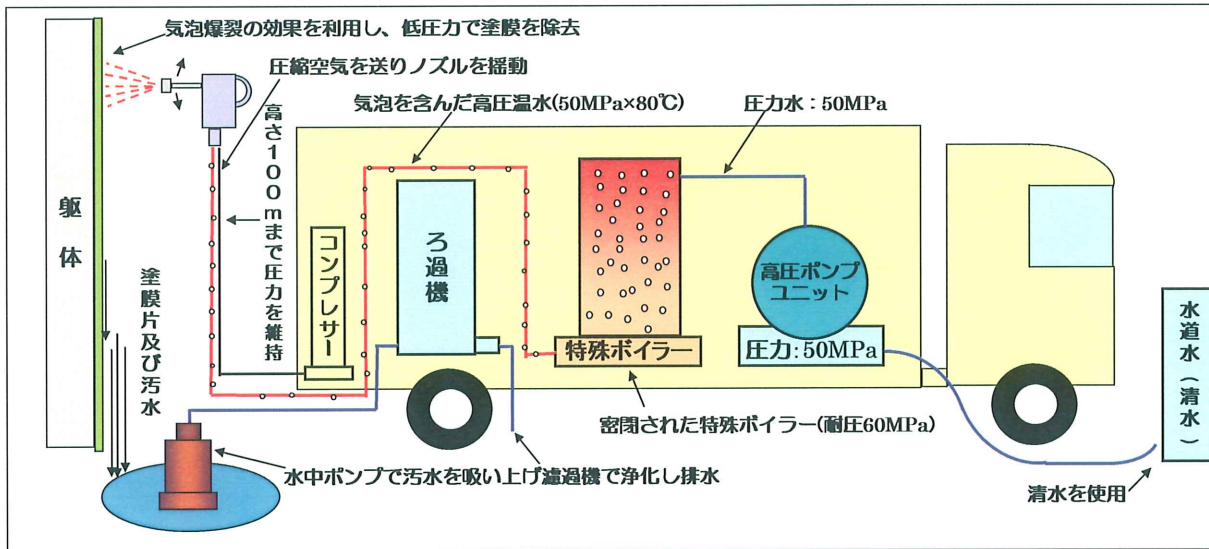
### キャビテーション噴流工法とは

キャビテーション噴流工法は、高压ポンプにより加圧された圧力水を特殊ボイラーで温水にし、専用ノズルを用いた特殊ガンによって塗膜面に噴射することにより、温水が塗膜部分に衝突した際に気泡が弾ける「温水キャビテーション効果」を作りだし、その作用を利用して  $1\text{c m}^2$  あたり  $600\text{kgf/cm}^2$  という処理面をいためる事の無い圧力で塗膜の完全除去を可能にした画期的な工法です。

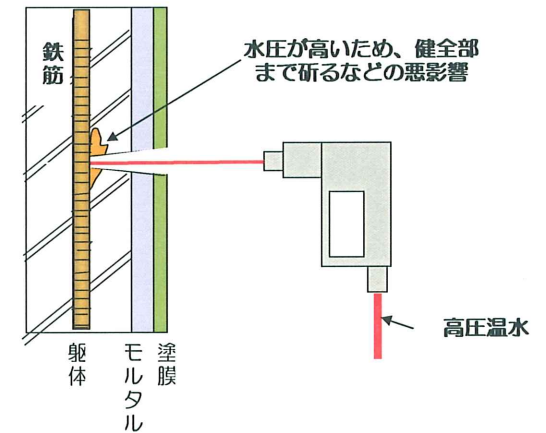
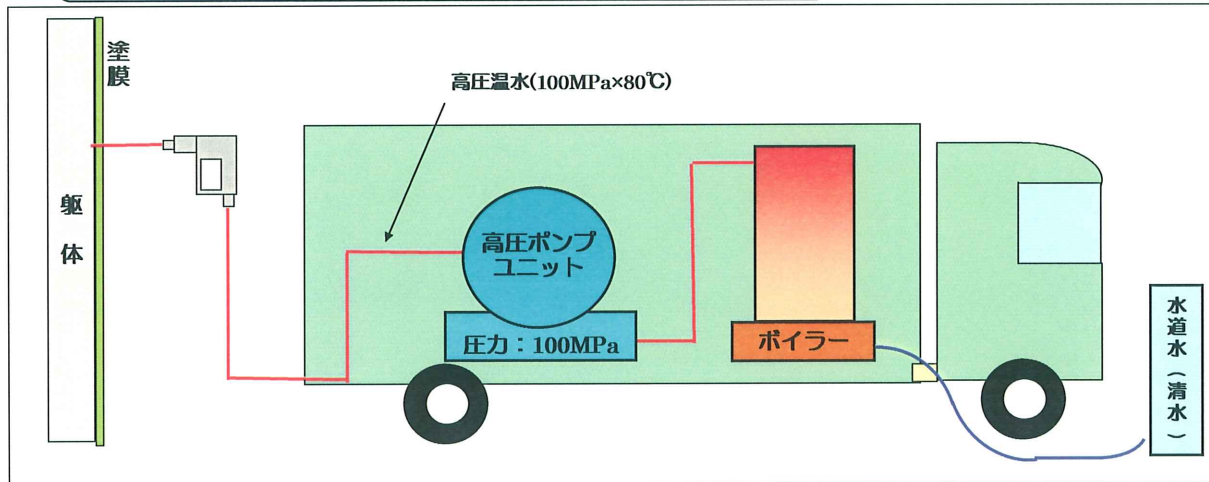
### 仕様諸元

車 輜	車種	三菱キャンター ワイド ロング全低床 3 トン積
	車両型式	KK-FE83DEN3
	エンジン出力	132kW (180PS)
	全長	6250mm
	全幅	2190mm
	全高	2510mm
	車両重量	6250kg
	最大積載量	500kg
	乗車定員	3人
	車両総重量	6915kg
燃料タンク	100ℓ	
原 動 機	原動機名称	三菱 4D34-TE1 型 ディーゼルエンジン
	原動機定格出力	53kW86PS
	使用燃料	J I S 2 号軽油
ポ ン プ	名称	水平3連プランジャーポンプ2基
	型式	P52/22-600
	給水量	22.8ℓ/min×2
	水タンク	500ℓ (実効)
加 熱 装 置	名称	高压加熱装置 (2基)
	形式	BR1000 700bar 100V
	発熱量	81,700kcal/Hr
	温水温度	MAX85°C
そ の 他	濁水処理装置	水中ポンプ他
	圧縮機	0.39MPa、165 ℓ/min
	ノズル	レーザーガン 2本
	燃料タンク	200ℓ

## 高圧温水キャビテーション噴流工法



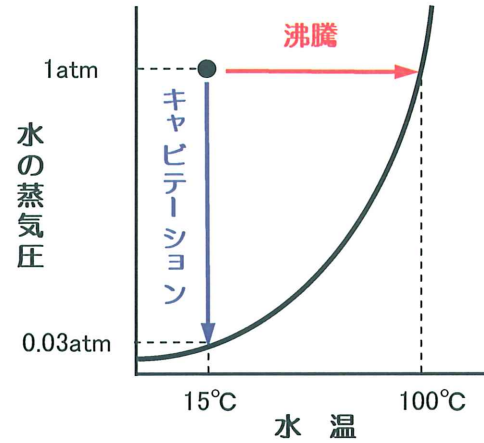
## 一般的な高圧温水洗浄車による工法



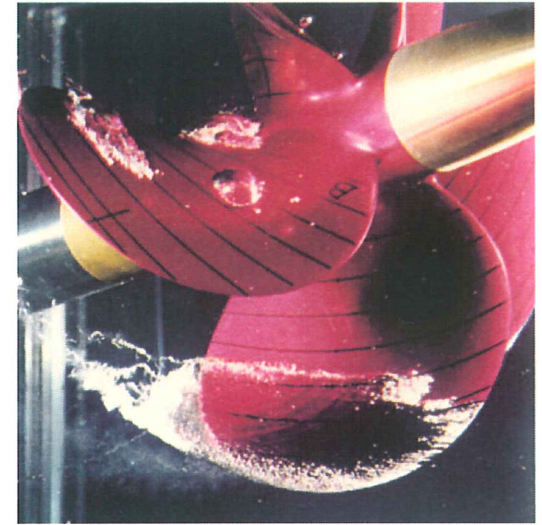
# キャビテーションとは

- 水中でスクリュやタービンなどの物体を高速回転させると
- ↓
- 流速の速い部分で圧力が低下することによって水が蒸発し、気泡が発生する
- ↓
- 気泡が圧力の高い部分へ流れて行くと気泡が崩壊する
- ↓
- 気泡が崩壊する時に発生する  
衝撃力：100MPa～Gpa  
温度環境：1,000℃以上

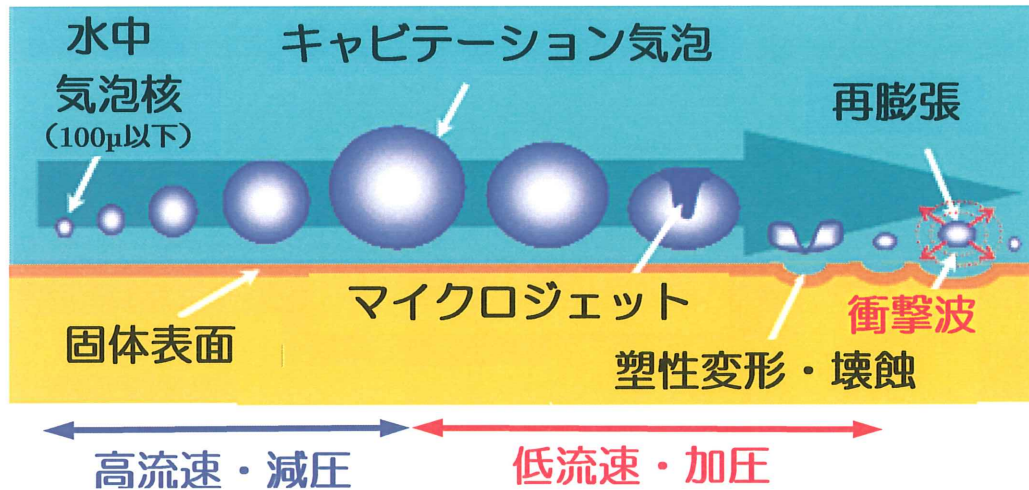
$$p + \frac{1}{2}\rho V^2 = \text{一定}$$



飽和蒸気圧曲線



水中翼のキャビテーション



キャビテーションの発達と崩壊の模式図  
(東北大学大学院工学研究科 ナノメカニクス専攻 祖山均教授の文献転載)



キャビテーションによる壊食

### キャビテーション発生による弊害

項 目	内 容
流体機器の性能低下	流れの加速、圧力の低下による流れのパターン変化のため、設計された推進力や効率を得ることができない。
流体機器の振動	居所的に圧力の変動が生じ、流体振動、脈動、サージングを引き起こす。
騒 音	圧力変動による固体壁面を経て高い騒音を引き起こす。
壊 蝕	気泡の崩壊時に発生する高い衝撃波により、固体表面上に壊蝕と呼ばれる破壊現象を引き起こす。

### キャビテーション現象の有効利用

項 目	内 容
キャビテーション洗浄	キャビテーション気泡の崩壊圧の利用による汚れ除去、超音波洗浄、歯周治療
水ジェット加工	噴流衝突面におけるキャビテーション崩壊圧力の利用による切削
高強度の表面改質	キャビテーション・ショットレス・ピーニングによる金属材料の圧縮残留応力導入、加工硬化、疲労強度の向上
化学反応の促進 (ソノケミストリー)	超音波に由来するキャビテーションの利用による各種有機金属化合物の合成と反応、反応促進

## 高圧温水キャビテーション噴流工法の優位性

項目	対策事項	効果
低公害	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地下水や河川の汚染に繋がる溶剤等を一切使用しない。</li> <li>● 粉塵の発生がない。</li> </ul>	周辺環境に悪影響を及ぼさない。
低騒音	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ポンプ駆動部に十分な遮音対策を施している。</li> <li>● 温水噴射時の騒音や壁面衝撃音が低減されている。</li> </ul>	建物に居住しながら外壁塗膜剥離等の改修工事ができる。
低コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高圧、高温により僅かな水量（約25ℓ/min）で塗膜の完全除去が可能である。</li> </ul>	従来の剥離剤やサンドブラスト工法に比べて低コスト・省エネルギーである。
高品質	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 特殊レーザーガンの使用により、低強度の劣化した下地のみを除去する。</li> </ul>	健全な箇所の下地を傷めることがない。
工期短縮	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 雨天時でも施工が可能である。</li> <li>● 低騒音・低振動のため建物居住者に支障を与えない。</li> </ul>	作業工程に制約を受けないので、工期短縮が可能である。サンダーケレンに比べて3倍の工期短縮に繋がる。
濁水処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用した水や既存塗膜の剥離を車両搭載ポンプで回収し、二重の濾過装置で処理する。</li> </ul>	<p>噴射水として再利用できる。</p> <p>処理水は生活排水として下水に排出できる。</p>

## 従来工法の種類と問題点

従来工法	問題点
サンダー工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 剥離塗膜がサンダーに付着し、剥離効率が低下しやすい。</li> <li>● 騒音が非常に大きい。</li> <li>● 粉塵が出る。</li> </ul>
超高压水洗い工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 剥離塗膜だけでなく下地までも痛めやすい。</li> <li>● 超高压なために取り扱いの危険度が高い。</li> </ul>
剥離剤工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有効性が有機系の塗膜面に限定される。</li> <li>● 作業効率が悪い。</li> <li>● 水質への影響が懸念される。</li> </ul>
水洗い工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 塗装表面の汚れは除去するが塗装除去には効果がない。</li> </ul>

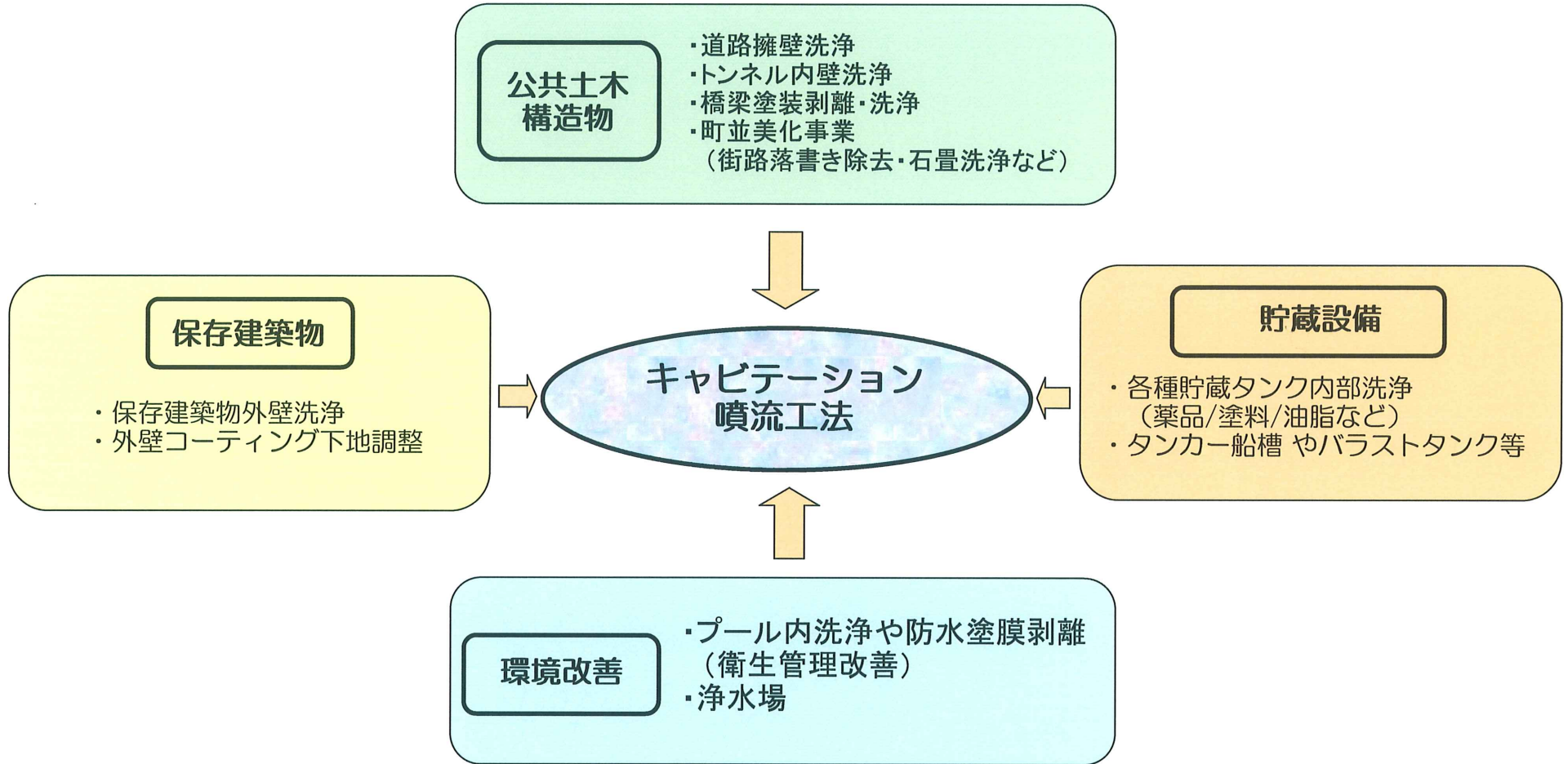
## 塗膜の種類による各工法の有効性比較

剥離方法	一般塗装	リシン	アクリル系	弾性系	エポキシ系	セメント系	騒音	粉塵
手動ケレン	△	●	△	×	×	×	無	有
サンダーケレン	△	△	△	×	△	●	有	有
剥離剤	●	△	●	△	△	×	無	無
キャビテーション 噴流	◎	◎	◎	◎	◎	◎	無	無
サンドブラスト	●	●	●	●	●	●	有	有
バーナー剥離	△	×	△	●	×	×	無	無

◎：極めて有効、●：ほぼ有効、△：場合により有効、×：無効・不可

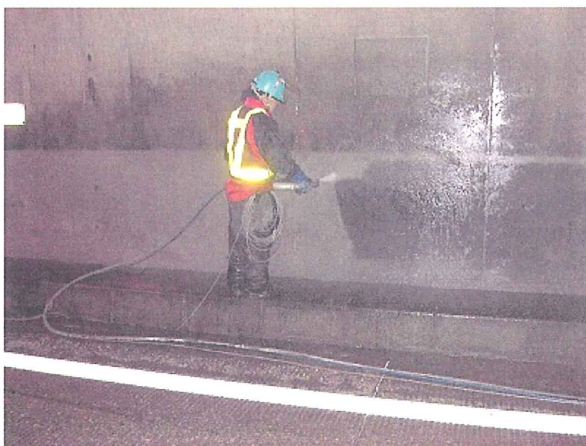


# キャビテーション噴流工法の用途

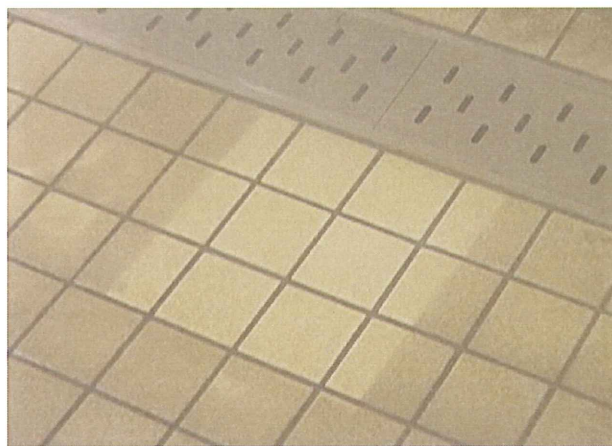


応 用 例

トンネル壁面の清掃



トイレのタイルや  
インターロッキングの清掃



劣化塗膜の剥離や落書き落とし



## キャビテーション噴流塗膜洗浄剥離車の機械損料

キャビテーション噴流工法による洗浄剥離機の損料算定表（排水性機能回復機を準用して損料算定）

機械名	規 格			(1)	(2)	年間標準			(6)	(7)	残存率 (%)	運転1時間当り		供用1日当り		参 考					
	諸 元	機関出力 KW(PS)	機械 質量(t)	基礎価格 (千円)	標準使 用年数	(3)	(4)	(5)	維持 修理 費率 (%)	年間 管理 費率 (%)		(8)	(9)	(10)	(11)	運転1時間当り換算値		供用1日当り換算値		運転1時 間当り燃 料消費率	燃 料 消費量 ℓ/h
						運 転 時 間 (時間)	運 転 日 数 (日)	供 用 日 数 (日)				損 料 率 ( $\times 10^{-6}$ )	損 料 (円)	損 料 率 ( $\times 10^{-6}$ )	損 料 (円)	(12)	(13)	(14)	(15)		
高圧洗浄剥離機	ポンプ圧力 50MPa (510kgf/cm <sup>2</sup> ) 吐出力 22.8ℓ/min	59(80)	7.2	32,500	12.0	210	40	60	35	9.0	7	323	10,500	2,146	69,700	937	30,400	3,278	107,000	0.063	3.7
									0.35	0.09	0.07										

各欄の項目	算出式	算出値	表示値
(8) 損料率/h	$[(1/2) * \{(1 - \text{残存率}) + \text{維持修理費率}\} / (\text{標準使用年数})] * \{1 / (\text{年間標準運転時間又は年間標準運転日数})\}$	0.000323	323
(9) 損料/h	[(8)の損料率] * (基礎価格)	10,511	10,500
(10) 損料率/day	$[(1/2) * \{(1 - \text{残存率}) + \text{年間間利率}\} / (\text{標準使用年数})] * \{1 / (\text{年間標準供用日数})\}$	0.0021458	2,146
(11) 損料/day	[(10)の損料率] * (基礎価格)	69,740	69,700
(12) 換算損料率/h	$\{[(1 - \text{残存率}) + \text{維持修理費率}] / \text{標準使用年数} + \text{年間管理費率}\} * (1 / \text{年間標準運転時間又は運転日数})$	0.000936508	937
(13) 換算損料/h	[(12)の換算損料率] * (基礎価格)	30,437	30,400
(14) 換算損料/day	$\{[(1 - \text{残存率}) + \text{維持修理費率}] / \text{標準使用年数} + \text{年間管理費率}\} * (1 / \text{年間標準供用日数})$	0.003277778	3,278
(15) 換算損料/day	[(14)の換算損料率] * (基礎価格)	106,528	107,000

### 機械損料の補正

豪雪地域では、積雪等によって建設機械の年間稼働率が低下するため、機械損料のうち、固定費に属する供用日当たり損料の補正として、北海道地域については15%増の補正を行う。

各欄の項目	算定式	算定値	表示値(円/日)
(15)の換算補正值	[(9)運転1時間当り損料] + [(11)供用1日当り損料] * (1 + 補正值) / [(4)運転日数/(5)供用日数]	130,812	131,000

## 運転単価

キャビテーション噴流塗膜洗浄剥離車の日当たり運転単価表

円/日当たり

経費項目	明細	単位	数量	単価	金額	摘要
労務費						
	土木一般世話役	人	1.0	15,900	15,900	機械1台に対してガンノズル2式を使用
	特殊作業員	人	4.0	13,300	53,200	
	普通作業員	人	2.0	11,000	22,000	
	小計				91,100	
材料費						
	高圧洗浄剥離車損料	日	1.0	131,000	131,000	
	燃料費(エンジン)	ℓ	22.3	117	2,609	59kw×0.063×6h=22.3ℓ
	燃料費(ボイラー)	ℓ	36.0	117	4,212	
	小計				137,821	
諸雑費		式	1.0	9,110	9,110	労務費の10%(防災面、防護服等)
計					238,031	
諸経費		式	1.0		33,324	計の14%
	合計	式	1		271,000	

## 施工単価

外壁改修工事における高圧温水キャビテーション噴流塗膜除去の平米当り施工単価

品名	形状寸法・品質・規格	日当り施工面積 (m <sup>2</sup> /day)	日当り運転単価 (円/day)	平米当り施工単価 (円/m <sup>2</sup> )	備考
高圧温水剥離工法 (リシン面)	高圧ポンプ50MPa程度 剥離剤不使用	110	271,355	2,470	
高圧温水剥離工法 (吹付タイル面)	高圧ポンプ50MPa程度 剥離剤不使用	70	271,355	3,880	
高圧温水剥離工法 (リシンー化粧型枠面)	高圧ポンプ50MPa程度 剥離剤不使用	90	271,355	3,020	
高圧温水剥離工法 (吹付タイル面ー化粧型枠面)	高圧ポンプ50MPa程度 剥離剤不使用	60	271,355	4,520	
塗膜洗浄	高圧ポンプ10MPa程度	600	271,355	450	
水洗浄	高圧ポンプ10MPa程度	1,000	271,355	270	

※1 「形状寸法・品質・規格」欄で条件設定が難しい場合は、当施工単価の設定について別途見積を行う。

※2 施工単価には、窓枠等支障物の養生費を含む。

※3 施工場所は道内全域とし、施工面積は3,000平米程度とする。

※4 既存塗膜除去の程度は、レベルⅡとし、クラックの長さが確認できるまで除去する。

※5 工事用水(水道水並み)及び高所作業のための足場は支給されるものとする。また、既存塗膜の発生ガラ(搬出処分費とも)は別途費用とする。

## 経済調査会の建築施工単価による公表単価

経済調査会の建築施工単価による外壁改修工事の塗膜除去工法の公表単価

名称	規格・摘要			施工規模	単位	公表価格	
キャビテーション噴流工法 (ウォータブリット工法)	塗膜除去	80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>	(膜塗)	リシン	1,000	m <sup>2</sup>	1,800
		80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>		アクリルタイル	1,000	m <sup>2</sup>	2,200
		80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>		複層E	1,000	m <sup>2</sup>	3,000
		80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>		エポキシ	1,000	m <sup>2</sup>	6,500
		80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>		スキン	1,000	m <sup>2</sup>	2,500
		80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>	A6021	複層弾性	1,000	m <sup>2</sup>	3,500
		80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>		マスチックAS	1,000	m <sup>2</sup>	4,500
		80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>		ウレタン塗り床	1,000	m <sup>2</sup>	3,000
		80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>	A6909	単層弾性	1,000	m <sup>2</sup>	3,500
	高圧温水洗浄	80℃温水300kg/cm <sup>2</sup>		レベル1	1,000	m <sup>2</sup>	800
				レベル0	1,000	m <sup>2</sup>	600
	温水洗浄	80℃温水300kg/cm <sup>2</sup>			1,000	m <sup>2</sup>	400
	タイル下地目荒し	80℃温水500kg/cm <sup>2</sup>		2.5分/m <sup>2</sup>	1,000	m <sup>2</sup>	1,300

## お問い合わせ先

### 製造：ヤマモトロックマシン株式会社

#### 本社

〒100-0005 東京都千代田区丸の内 3-2-3 富士ビル 713 区  
TEL (03) 3201-0701 FAX (03) 3201-5702  
E-mail : [tokyo@yrm.co.jp](mailto:tokyo@yrm.co.jp)

#### 東城工場

〒729-5124 広島県庄原市東城町東城 36  
TEL (08477) 2-2137 FAX (08477) 2-2140  
E-mail : [info@yrm.co.jp](mailto:info@yrm.co.jp)

#### 札幌事務所

〒004-0878 札幌市清田区平岡 8 条 2 丁目 1-1  
TEL & FAX (011) 883-3212  
携帯 090-9759-5799  
E-mail : [seaeagle-n@jcom.home.ne.jp](mailto:seaeagle-n@jcom.home.ne.jp)

### 施工：株式会社 ヤマコウ工業

#### 本社

〒061-1123 北広島市朝日町 6 丁目 1-8  
TEL (011) 376-8777 FAX (011) 376-8778  
E-mail : [honsya@yamakou-k.com](mailto:honsya@yamakou-k.com)

#### 札幌事務所

〒004-0878 札幌市清田区平岡 8 条 2 丁目 1-1  
TEL & FAX (011) 883-3212  
携帯 090-9759-5799  
E-mail : [seaeagle-n@jcom.home.ne.jp](mailto:seaeagle-n@jcom.home.ne.jp)