

現場ブラスト作業の知識（第二版）

平成14年3月

概要

本マニュアルは施設管理者および会員を対象に現場ブラスト作業に関する最近の情報をお伝えするものです。

現場塗装の高品質化のために現場ブラスト作業を行うことが望ましいとされ、発注者の関心も高まっています。塗膜の高品質化によって橋梁などの大型鋼構造物の寿命が伸びることができればライフサイクルコストの低減に大きく寄与すると期待されるからです。しかし、粉塵、騒音などを防止するなど特別の配慮が必要な技術でもあります。

本書は現場作業における広い面積の鋼橋塗装の塗り替え作業を対象として、ブラスト工法の選択や、作業内容、品質管理について紹介するものですが、協会では平成7年に現場ブラスト作業の知識（第一版）を作成しており、今回、最新の情報を盛り込んで改訂しました。

手元に置いていただいて、計画時や施工時に活用して頂きますようお願い致します。

社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

目 次

1. 現場ブラスト	1
1. 1 塗装規格	2
1. 2 関連規格	4
2. 塗り替え時の配慮事項	8
3. ブラスト方法の種類と選択	9
3. 1 ブラスト方法の種類と特徴	9
3. 2 ブラスト方法の選択	24
4. 研削材の種類と選択	27
4. 1 研削材の種類	30
4. 2 研削材の要求性能	33
4. 3 研削材の選定と交換時期	35
4. 4 研削材の回収と廃棄処分	35
5. ブラスト作業	39
5. 1 防塵対策	39
5. 2 換気	40
5. 3 照明	44
5. 4 シート養生	45
5. 5 足場	45
6. ブラスト作業環境	50
6. 1 現場の温度、湿度および結露	50
6. 2 使用する圧縮空気の清浄度、乾燥度	51
7. ブラスト施工管理	52
7. 1 概要	52
7. 2 ブラスト作業	52
7. 3 ブラスト処理後の処置と検査	53
7. 4 ブラスト処理面の評価	53
8. ブラスト後処理	66
9. 見積項目	67

1. 現場ブラスト

塗り替え塗装工事では素地調整一種ケレンとしてブラストは位置づけられる。

この歴史は以下のようなものである。

ブラストの国内歴史

年 代	新 橋 へ の 適 用	塗 り 替 え へ の 適 用
昭和 39 年	ミルスケールのまま鋼材に塗装 1 級, 2 級, 3 級のグレードが提案されていた。	
昭和 44 年	阪神道路公団, 日本道路公団が新桁に ブラスト処理を行うよう規定。 阪神道路公団 「全面金属光沢を呈し, ぴかぴかに 光っている状態」に素地調整を行う ように定めた。 日本道路公団 「黒皮その他付着物を完全に除去 した状態」で, 表面粗さは 50 s 以 下。	
昭和 46 年	首都高速道路公団が基準を作成 「赤錆, 黒皮など完全に除去し, 鉄 肌をあらわし, 清浄にする」表面粗 さは 50 s 以下が望ましいとしている。	首都高速道路公団が塗り替え塗装の素 地調整に 1 種ケレンを規定 「特に腐食の激しい部分」とし, パ キウムブラストなどによる小範囲 の作業を想定。
昭和 53 年	鋼道路橋塗装便覧発行 新桁の素地調整はすべて 1 種ケレ ンを適用。 除錆度の基準 SIS (スウェーデン規格, 1967) SSPC (アメリカ鋼構造物塗装審議 会, 1963) SPSS (日本造船研究協 会, 1975) などが用いられる。	
昭和 59 年 平成 4 年	首都高速道路公団 表面粗さ 50 s ~ 70 s と規定 除錆度の基準 ISO (国際標準化機構, 1988) が適 用される。	日本道路公団維持修繕要領に清浄度 1 種 (1 種ケレン) としてブラスト処理 が記載。 「監督員が特に指示する場合」とな っている。

1. 1 塗装規格

素地調整一種ケレンを規定している例として日本道路公団の塗装規格を示す。

(1) 一般部（外面）の塗装系

c-2 (c-3)	1 種	素地調整	1種	—	4 hr 以内	—
		下塗 第1層	有機ジンクリッチペイント	スプレー 700		75
		下塗 第2層	変性エポキシ樹脂塗料下塗	スプレー 300		60
		下塗 第3層	＃	スプレー 300		60
		中 塗	ポリウレタン樹脂塗料用中塗または シリコン変性アクリル樹脂塗料用中塗 (ふっ素樹脂塗料用中塗)	スプレー 170		30
		上 塗	ポリウレタン樹脂塗料上塗または シリコン変性アクリル樹脂塗料上塗 (ふっ素樹脂塗料上塗)	スプレー 140		25
c-4	1 種	素地調整	1種	—	4 hr 以内	—
		下塗 第1層	有機ジンクリッチペイント	スプレー 700		75
		下塗 第2層	変性エポキシ樹脂塗料下塗	スプレー 300		60
		下塗 第3層	厚膜形エポキシ樹脂塗料	スプレー 1200		300
		中 塗	ポリウレタン樹脂塗料用中塗または シリコン変性アクリル樹脂塗料用中塗 (ふっ素樹脂塗料用中塗)	スプレー 170		30
		上 塗	ポリウレタン樹脂塗料上塗または シリコン変性アクリル樹脂塗料上塗 (ふっ素樹脂塗料上塗)	スプレー 140		25

(2) 特殊部の塗装系

添接板、高力ボルト接合部、支承の塗替え塗装系を示す。

特殊部の塗装系（塗替え）

塗替え 塗装系	素地 調整 程度	工 程	塗料または素地調整程度	標 準 使用量 (g/m ²)	塗装間隔	標準 膜厚 (μ m)
f-1	1種	素地調整	1種	-	4hr以内 1~10日 2~10日 2~10日 2~10日 2~10日 2~10日	-
		下塗 第1層	エッチングプライマー（長ばく形）	スプレー 130		15
		下塗 第2層	鉛系さび止めペイント1種	スプレー 170		35
		下塗 第3層	"	スプレー 170		35
		下塗 第4層	鉛系さび止めペイント2種	スプレー 170		35
		中 塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗 (シリコンアルキド樹脂塗料用中塗)	スプレー 140		30
		上 塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗 (シリコンアルキド樹脂塗料上塗)	スプレー 130		25
g-4	1種	素地調整	1種	-	4hr以内 1~10日 1~10日 1~10日 1~10日 1~10日 1~10日	-
		下塗 第1層	有機ジンクリッチペイント	スプレー 700		75
		下塗 第2層	変性エポキシ樹脂塗料下塗	スプレー 300		60
		下塗 第3層	厚膜形エポキシ樹脂塗料	スプレー 1200		300
		下塗 第4層	"	スプレー 1200		300
		中 塗	ポリウレタン樹脂塗料用中塗または シリコン変性アクリル樹脂塗料用中塗 (ふっ素樹脂塗料用中塗)	スプレー 170		30
		上 塗	ポリウレタン樹脂塗料上塗または シリコン変性アクリル樹脂塗料上塗 (ふっ素樹脂塗料上塗)	スプレー 140		25

1. 2 関連規格

(1) 黒皮の素地調整調整種別

素地調整の程度（鋼道路橋塗装便覧）

素地調整程度		作業方法
1種ケレン (清浄度1種)	黒皮、錆、塗膜を十分に除去し、清浄な金属面とする。	ブラスト法であるが、仕上げ程度の細目(Sa1, Sa2 1/2, Sa3)は、規定されていない。
2種ケレン (清浄度2種)	錆、塗膜を除去し、鋼面を露出させる。ただし、くぼみ部分や、狭隙部分には錆や塗膜が残存する。	ジスクサンダ、ワイヤホイールなどの動力工具と手工具の併用。
3種ケレン (清浄度3種)	錆、劣化塗膜を除去し、鋼面を露出させる。ただし、劣化していない塗膜(活膜)は残す。	同上
4種ケレン (清浄度4種)	粉化物および付着物を落とし、活膜を残す。	同上

(2) 既設塗膜の素地調整調整種別（ISO）

旧塗膜面の部分ブラスト処理：P Sa

部分的なブラスト処理による素地調整は文字“P Sa”で表示される。

ブラスト処理に先立って、厚いさび層をチップングにより除去する。目に見える油、グリースや泥土も除去する。

ブラスト処理後、表面の遊離した塵や研削材の屑を清掃する。

P Sa 2 十分な部分ブラスト処理

しっかり付着している塗膜は除去しないこと。拡大鏡なしで、ブラストした表面には目に見える油、グリース、泥土、遊離した塗膜、及び殆どのミルスケール、さび、異物がないこと。残存した全ての汚れは固着（第4章第1節注記.3参照）したものであること。ISO 8501-1の写真C Sa 2、D Sa 2を見よ。その選択は孔食（ピitting）の程度による。

P Sa 2 1/2 さらに十分な部分ブラスト処理

しっかり付着している塗膜は除去しないこと。拡大鏡なしで、ブラストした表面には目に見える油、グリース、泥土、遊離した塗膜、及びミルスケール、さび、異物がないこと。汚れの全ての残存している痕跡は、斑点あるいはすじ状の僅かな染みとしてのみ認められること。ISO 18501-1の写真C Sa 2 1/2、D Sa 2 1/2を見よ。その選択は孔食（ピitting）の程度による。

仕上げ等級P Sa 2 1/2の例を示す写真はISO 8501-2に付属している。

P Sa 3 目視上清浄な鋼材を得るための部分ブラスト処理

しっかり付着している塗膜は除去しないこと。拡大鏡なしで、ブラストした表面には目に見える油、グリース、泥土、遊離した塗膜、及びミルスケール、さび、異物がないこと。表面は、均一な金属色をしていること。ISO 8501-1の写真B Sa 3、C Sa 3、D Sa 3を見よ。その選択は孔食（ピitting）の程度による。

ISO規格（国際規格ISO8501 1988）

鋼材の素地調整に関し次のように分冊となっています。

ISO8501－表面清浄度の目視評価

ISO8502－表面清浄度の評価試験

ISO8503－ブラストした鋼材の表面の粗さの特性

ISO8504－素地調整方法

本編は、ミルスケールやさびに加えて、固着した塗料や他の異物の残存物がある場合に適用することができるように、28枚の代表写真例を含んでおり、24枚は、SIS規格から転用されています。その他4枚は、ドイツ規格のDINから採用されており旧版のSIS規格を若干拡張したものと、判断しても良い。本規格は三つの公用語（英語、フランス語、ロシア語）によって製本されており、それぞれの組織の責任の下に付属書として、本編と同等のテキストが作られています。付属書は下記の国語で作られています。

付属書Aスウェーデン語（SIS） 付属書Bドイツ語（DIN）

付属書Cオランダ語（NNI）

付属書Dイタリア語（UNI）

付属書Eスペイン語（AENOR）

付属書Fポルトガル語（IPO）

付属書Gアラビア語（ASMO）

付属書H日本語（JISC）

付属書I中国語（CSBS）

付属書Hの概要を表-55に示しました。

使用工法による素地調整の程度の分類はあいまいな点が多いので、除錆の程度による分類が一般的になってきました。

これは、具体的な表現や写真により段階的に詳細に分類されています。

ISO規格（国際規格ISO8501 1988）の素地調整（表面処理）に関する概要

①鋼材の錆の程度による分類

A鋼材の表面は大部分が固いミルスケールで覆われており、さびは、もしあってもごく僅かである。

B鋼材の表面はさびが発生し始めており、ミルスケールは剥離し始めている。

C鋼材の表面のミルスケールは、既にさびになっているか、あるいはかき落とすことが出来る。しかし孔食は、肉眼で僅かに認められる程度である。

D鋼材の表面のミルスケールは既にさびとなっており、かなりの孔食が肉眼で認められる。

②素地調整（表面処理）の程度の分類

Sa1 軽いブラスト処理

拡大鏡なしで、表面には目に見える油、グリス、泥土、及び弱く付着（第4章第1節・注記2参照）したミルスケール、さび、塗膜、異物がないこと。写真B Sa1, C Sa1D Sa1を見よ。

S a 2 十分なブラスト処理

拡大鏡なしで、表面には目に見える油、グリス、泥土、及び殆どのミルスケール、さび、塗膜、異物がないこと。残存した全ての汚れは固着（第4章第1節・注記2参照）したものであること。写真B S a 2, C S a 2, D S a 2を見よ。

S a 2 1/2 さらに十分なブラスト処理

拡大鏡なしで、表面には目に見える油、グリス、泥土、及びミルスケール、さび、塗膜、異物がないこと。汚れの全ての残存している痕跡は、斑点あるいはすじ状の僅かな染みとしてのみ認められること。写真A S a 1/2, B S a 2 1/2, C S a 2 1/2, D S a 2 1/2を見よ。

S a 3 目視上清浄な鋼材を得るためのブラスト処理

拡大鏡なしで、表面には目に見える油、グリス、泥土、及びミルスケール、さび、塗膜、異物がないこと。表面は、均一な金属色をしていること。写真A S a 3, B S a 3, C S a 3, D S a 3を見よ。

S t 2 十分な手工具及び動力工具仕上げ

拡大鏡なしで、表面には目に見える油、グリス、泥土、及び弱く付着（第4章第1節・注記2参照）したミルスケール、さび、塗膜、異物がないこと。写真B S t 2, C S t 2, D S t 2を見よ。

S t 3 さらに十分な手工具及び動力工具仕上げ

S t 2と同様であるが、素地の金属光沢を呈するまで、より十分な処理を行うこと。写真B S t 3, C S t 3, D S t 3を見よ。

F I 火炎処理

拡大鏡なしで見て、表面にはミルスケール、さび、塗膜、異物がないこと。全ての残存物は表面の変色（微妙な色の違い）としてだけ認められること。写真A F I, B F I, C F I, D F Iを見よ。

(3) J I S

I S Oにもとずき日本工業規格として素地調整用ブラスト処理通則(JIS Z0310-1995), ブラスト処理用金属系研削材(JIS Z0311-1996), ブラスト処理用非金属系研削材(JISZ0312-1996), 素地調整用ブラスト処理面の試験及び評価方法(JIS Z0312)が制定された。また、2001年には前処理評価に必要な表面粗さ(JIS B0601)も製品の幾何特性仕様(GPS)-表面性状:輪郭曲線方式-用語、定義及び表面性状パラメータ(JIS B0601)と大幅に改定された。

2. 塗り替え時の配慮事項

(1) 塗膜に付着している塩分の確認：

ブラストをする場合でも、塩分は塗膜性能に影響するため、付着塩分のおそれがある場合には付着塩分の測定が必要である。付着塩分が、100mg/m²を超える場合は、水洗をおこなうのがよい。

(2) 施工範囲の明確化：

ブラストが活膜部及び周囲の諸設備に影響しないよう配慮すること。

(3) 作業環境への配慮：

良好に作業するため作業環境は可能な限り明るくする。構造物の架設場所、作業人員数によっては、結露するため換気設備を設置する。作業開始前にブラスト材料の廃棄手順について検討すること。

3. ブラスト方法の種類と選択

3. 1 ブラスト方法の種類と特徴

ブラスト処理方法の種類には乾式、湿式法があり、ブラスト方法の種類及び特徴を表に示す。

ブラスト方法の種類

分類	ブラスト方法	適用場所	特徴	用途	適用研削材の種類
乾式	エアースラスト (加圧式)	現場	鋼材表面の塩分、油脂などの汚染物質を完全に除去することはできない。汚染物質の完全な除去が必要な場合は、ブラスト前に表面の洗浄が必要。粉塵抑制対策が必要。	新橋、旧橋の塗り替え。 塗膜の剥離作業	アルマンダイトガーネット、銅スラグ、ニッケルスラグ、フェロクロムスラグ、褐色アルミナなど。
	エアースラスト (吸引式)	現場	同上	旧橋の微小部分の塗り替え（塗膜の剥離作業）	同上
	エアースラスト (加圧式)	工場	集塵装置が設備され粉塵対策不要	主として新橋	スチールグリット、褐色アルミナ、アルマンダイトガーネット、ショットなど
	遠心式	現場	研削材の自動回収、粉塵回収装置が内蔵。 隅部、角部への適用は困難	鋼床版など平坦部	スチールショット
	バキューム ブラスト	現場	研削材の自動回収、粉塵回収装置が内蔵。 隅部、角部への適用は困難 作業効率劣る。	水平、垂直など平坦部	アルマンダイトガーネット、銅スラグ、ニッケルスラグ、フェロクロムスラグ、褐色アルミナなど。
湿式	モイストチュア ブラスト	現場	粉塵発生殆どない。インヒビターが必要な場合がある。 使用水量が極めて少なく、廃水処理は不要。 若干作業効率劣る。	新橋、旧橋の塗り替え。 塗膜の剥離作業	アルマンダイトガーネット、銅スラグ、ニッケルスラグ、フェロクロムスラグ、褐色アルミナなど。
	ウォーター サンド ブラスト ウォーター ジェット ブラスト	現場	粉塵発生抑制、インヒビターが必要な場合がある。 使用水少量、研削材使用量少量。 高圧水使用 廃水処理必要	新橋、旧橋の塗り替え。 (塗膜の剥離作業)	アルマンダイトガーネット、銅スラグ、ニッケルスラグ、フェロクロムスラグ、褐色アルミナなど。

3. 1. 1 乾式ブラスト法

乾式ブラスト法には、遠心式及び空気加圧式がある。また、空気加圧式には局所を対象とした粉塵の発生を抑制するバキューム式がある。平面部及び垂直面の処理を対象とした遠心式は、現場施工にも利用されている。

(1) エアーブラスト方法

○直圧式ブラスト

この方法は圧縮空気流に研削材を投入してノズルから研削材を噴射させるものである。装置は、ブラスト室のほかコンプレッサー、レシバータンク、ブラストボックス、ブラストノズル、ブラストホース及び空気清浄装置などが必要である。この装置は簡便で通常現場でも施工されている。現在はブラストタンク内の研削材の残量が自動検出できる装置も市販され、作業効率の向上に配慮されている。

図には、空気加圧式ブラスト装置の構成を示す。鋼橋を処理する場合は、ブラスト現場に大型ブラストボックスを設備し、数基のブラストノズルをセットすることが効率向上となる。

○バキュームブラスト

噴射ノズルの周囲に研削材を吸引するためのリング状ブラシが取り付けられ、ブラストと飛散研削材が吸引回収、選別、集塵の工程が同時に行なわれる。外部に研削材が飛散することはなく、環境制御には有効であり、局所平面部の補修作業に適するが効率は低い。端面、隅部の処理は困難である。

○吸引式

空気加圧式ブラスト方法の一つであり、その原理を図に示す。この装置は、小型可搬式であり、部分塗膜剥離、及び部分補修に有効である。研削材は比重の低いガーネット、褐色アルミナなどが適する。

(2) 遠心式ブラスト方法

この方法は、研削材を回転翼車または研削材を均一に投射できるように位置決めされたインペラーに供給し、被加工物表面に高速で投射するものである。通常は密閉された装置(集塵装置付)内で研削材が循環される固定式が主であり、粉塵が外部に発生することはない。図には、遠心式のローター本体と投射機構を示す。研削材の投射量などは電氣的(インペラーの回転数)に制御でき、投射ユニットの取り付け数量(投

射角度)は被加工物の形状及び寸法による。従って、部材の搬送方式によっては部材の上、下、左、右の面が同時に処理可能となる。研削材はリサイクル方式で、研削材が消耗した場合は補充される。

単純構造たとえば、板、箱桁などの鋼構造物の連続作業に適する。ショット[りょう(稜)角、破碎面または他の鋭い表面欠陥がなく、長径が短径の2倍以内の球形状の粒子]を用いる向上ブラストにはこの方式が使用されているが、ショットは固着錆の除去には不適である。グリット[りょう(稜)角をもつ角張った形状の粒子]を用いる場合、セラミックブレードでは、1000～2000時間耐用可能なものもある。箱形の大型部材でも全て平坦面ではなく、各種の部材が取り付けられているため、実際には遠心式ブラスト後、部分的に手動による空気加圧式ブラスト法を併用する方式が採用されている。環境衛生上から遠心式は有効であり、投射方式、回転翼などの摩耗対策及び研削材などの改善が望まれる。

3. 1. 2 湿式ブラスト法

湿式ブラスト法の利点は粉塵発生防止と塩分洗浄がブラストと同時にできることであるが、装置が大型となりがちであり、足場架設や廃水処理が必要となる。使用水による発錆はインヒビターの添加により解決できる。

長期暴露されて錆面に付着した鋼材表面の塩類などの汚染物は乾式ブラストでは完全に除去できないことが多く、湿式ブラスト法を検討するのがよい。

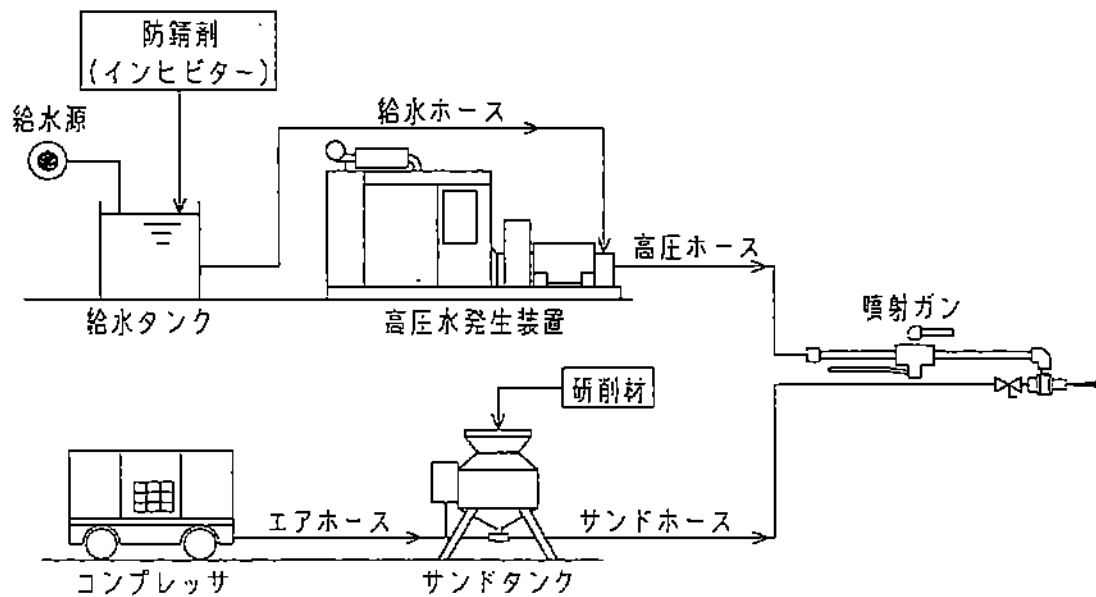
(1) モイスチュアブラスト

モイスチュアブラスト(ISO 8504-2)の原理は、湿潤させた研削材をエアブラストで噴射する方式であり、研削材を湿潤させて粉塵発生を抑制するため若干の水分(水の消費量は15ℓ/h～25ℓ/hに調整される。)が添加される。この工法は、水分が霧状のため被加工物表面の乾燥は速く、床面が水浸しになることは殆どなく、現場作業に適用できる無公害前処理として有効と思われる。装置は、乾式法と殆ど同様であるが水タンク、小型ポンプが必要となる。

モイスチュアブラストの特徴は、ブラスト時の粉塵発生が少なく、同時に塩分などの付着物の除去が可能であり、コンクリート構造物表面の清浄にも適する。また、箱桁内部のブラスト時火花の発生を防止する効果がある。

(2) ウォーターサンドブラスト工法

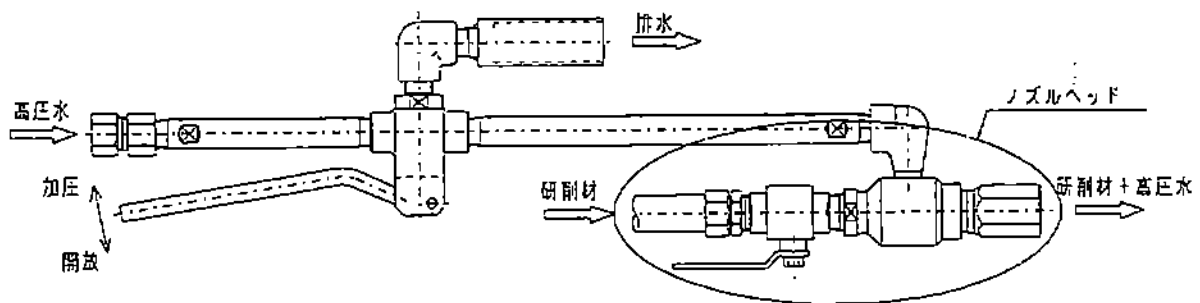
この工法のフローを図に示す。



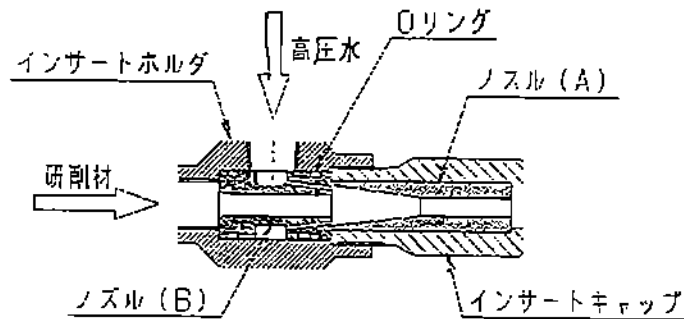
ウォーターサンドブラスト工法のフロー

ウォーターサンドブラストは、高圧水と研削材を混合噴射して素地調整を行うものである。水源より導かれた水は高圧水発生装置（ジェットポンプ）により20～50MPaに加圧され、高圧ホースを通して噴射ガンへ送られる。一方サンドタンク内の研削材は、コンプレッサで圧縮された空気によりサンドホースを通して噴射ガンに送られ、先端のノズルヘッド部で高圧水と混合されて噴射される。

現在使用されている噴射ガンの外観図を図に、ノズルヘッド部の詳細図を図に示す。



ウォーターサンドブラスト用噴射ガン 外観



ノズルヘッド部詳細

鋼材の素地調整を行う場合は、高圧水発生装置に送水される水に防錆剤（インヒビター）を0.3～1.0%（ポンプの吐出量の）混入する。混入された防錆剤はウォーターサンドブラストにより素地調整され活性化した鉄板表面等の酸化を抑制する。ウォーターサンドブラストは水が主体である為に現場では粉塵の発生がなく高度な素地調整ができる。また高圧水による洗浄効果により表面に残る不純物が少なく、塗料の付着性能が高められ長期防錆防食効果が得られる。

通常のブラスト作業ではサンドホースの延長が100mくらいであるが、それに比べウォーターサンドブラストは500m位まで延長可能なので橋梁等の長い距離となる現場でも装置をほとんど移動することなく作業ができる。また1台の高圧水発生装置で2～3本のノズルが使用できるので作業能率も大幅に向上するが、その反面橋梁の外面等では使用後の水を処理する装置が必要となる。

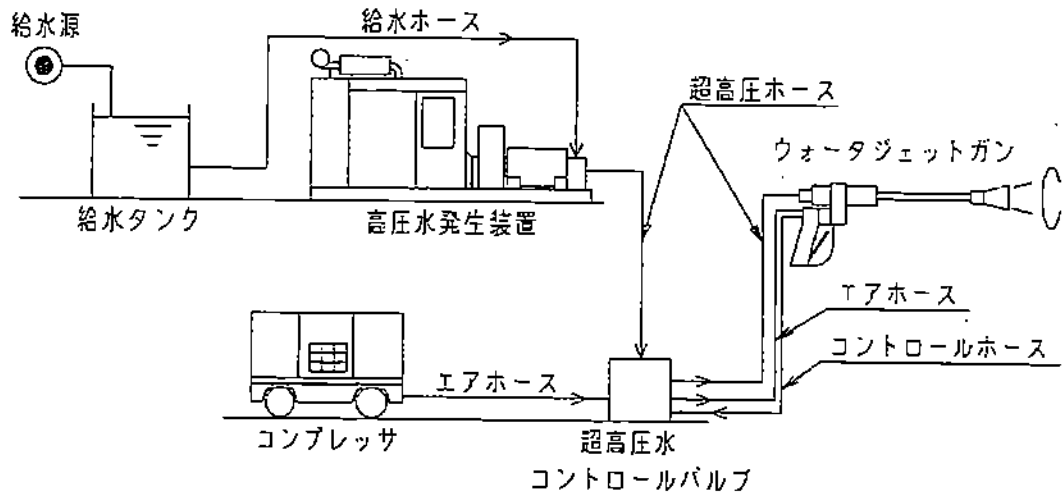
標準的作業条件は

- ① 水圧：20～50MPa
- ② 水量：1ノズル当たり15～30ℓ/min
- ③ 1次防錆剤0.3～1.0%混入／噴射水
- ④ 研削材の使用量：素材面により異なるが3～25kg/m²
- ⑤ 作業量：対象物、素地面の状態、仕上がり状態により大幅に異なるが、塗り替えの素地面では10～80m²/日

この工法は作業後に飛散した研削材の回収が必要になるという欠点を持っており、近年実工事における採用は減少する傾向にある。かわって環境に配慮した工法として（3）項で述べるような超高圧水のみを用いる工法（研削材を使わなくても威力を発揮する超高圧ウォータージェット工法）が注目されており、主流になりつつある。

(3) 超高压ウォータージェット工法

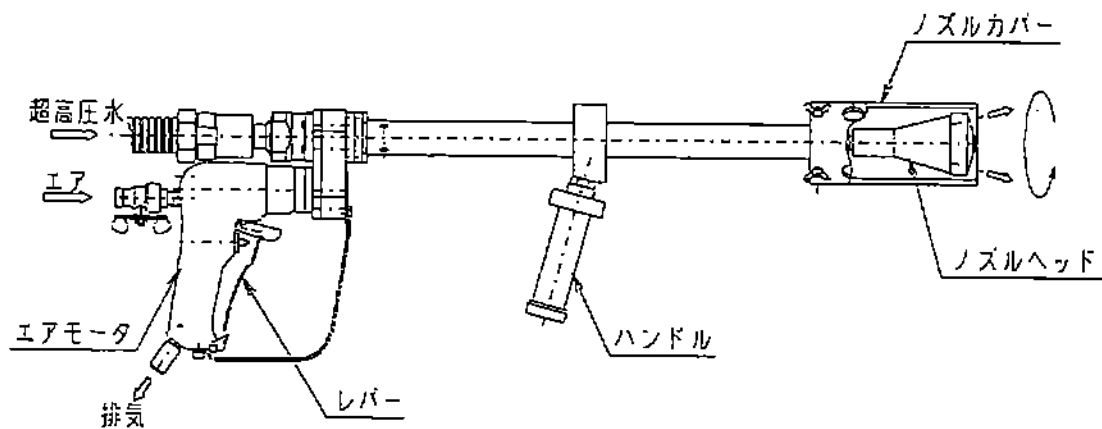
工法のフローを図に示す。



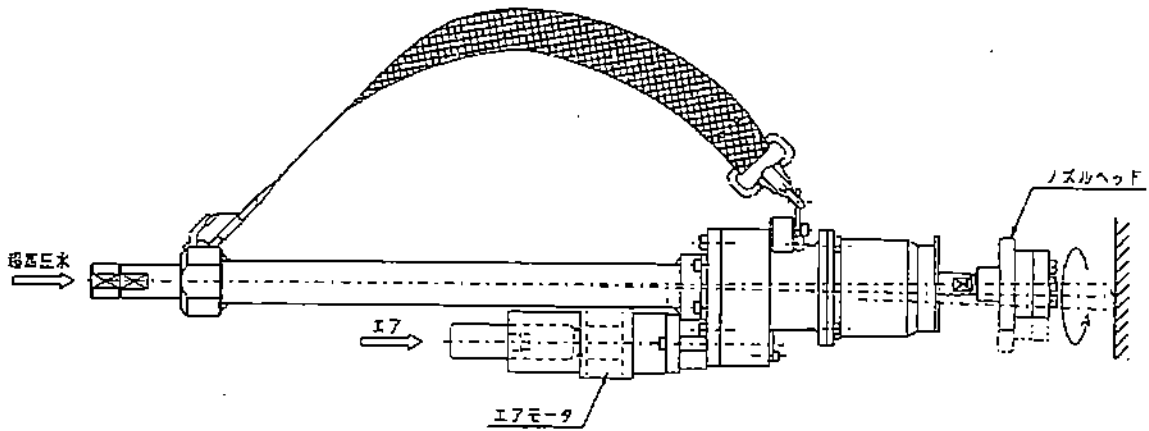
超高压ウォータージェット工法フロー図

超高压ウォータージェット工法は給水タンクから水中ポンプ等で圧送した清水を超高压水発生装置で70～300MPaに加圧し、超高压ホースを通してウォータージェットガンより噴射することでそのインパクト効果により剥離、洗浄、清掃を行うものである。ウォータージェットガンの先端には、口径0.2～0.7mm程度のノズルが装備され、噴射した超高压水は線状に素地面に当たる。対象物に対して面状に処理してゆく為にガンの先端部に数個のノズルが付いたノズルヘッドを回転または揺動させる機構となっている。回転させる動力は圧縮空気が一般的であるが、超高压水の反動、油圧を用いるものもある。

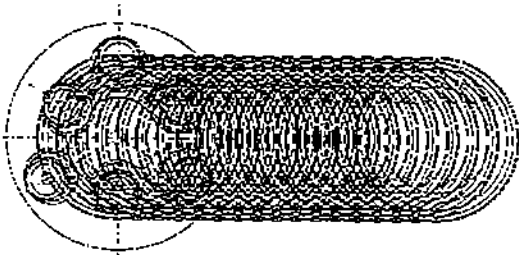
図に現在使用されているウォータージェットガンの外観と各動作方式のノズル噴射パターンを示す。



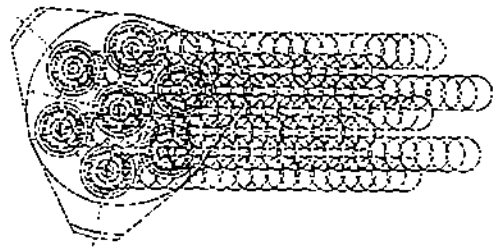
ハイロータリーガン（回転式）外観



ハイジェットガン（円運動揺動式）外観



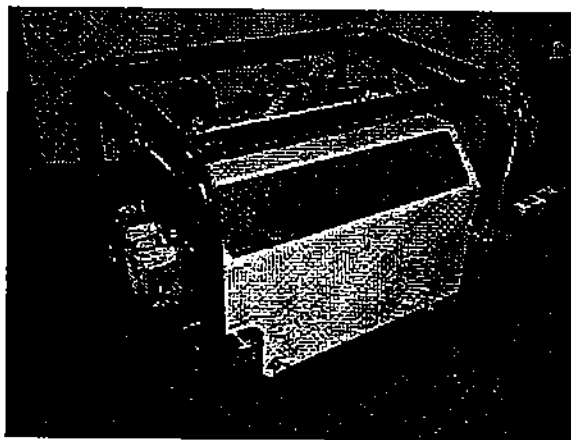
ハイロータリーガンのノズルパターン



ハイジェットガンのノズルパターン

これらのハンドガンは、前述のように、口径の小さいノズルを使用している。従って素地調整の効果を高めるに、ノズルと処理面との距離を極力近づけて作業する必要がある。距離が離れると超高压水のエネルギーが落ち効果が減少するので注意する必要がある。

ウォータージェットガンは手で持って操作するため安全を考慮して挺身が長くなっている。また安全の為に写真1に示すような超高压水コントロールバルブと組合せて、超高压水の噴射・停止が手元で行なえるように工夫が必要である。



超高压水コントロールバルブ（セーフティセレクト）外観

超高圧ホースは超高圧水に耐えるため高強度なものとなっており、その分柔軟性に欠ける。従って足場上で作業する場合は注意を必要とする。

標準的作業条件は

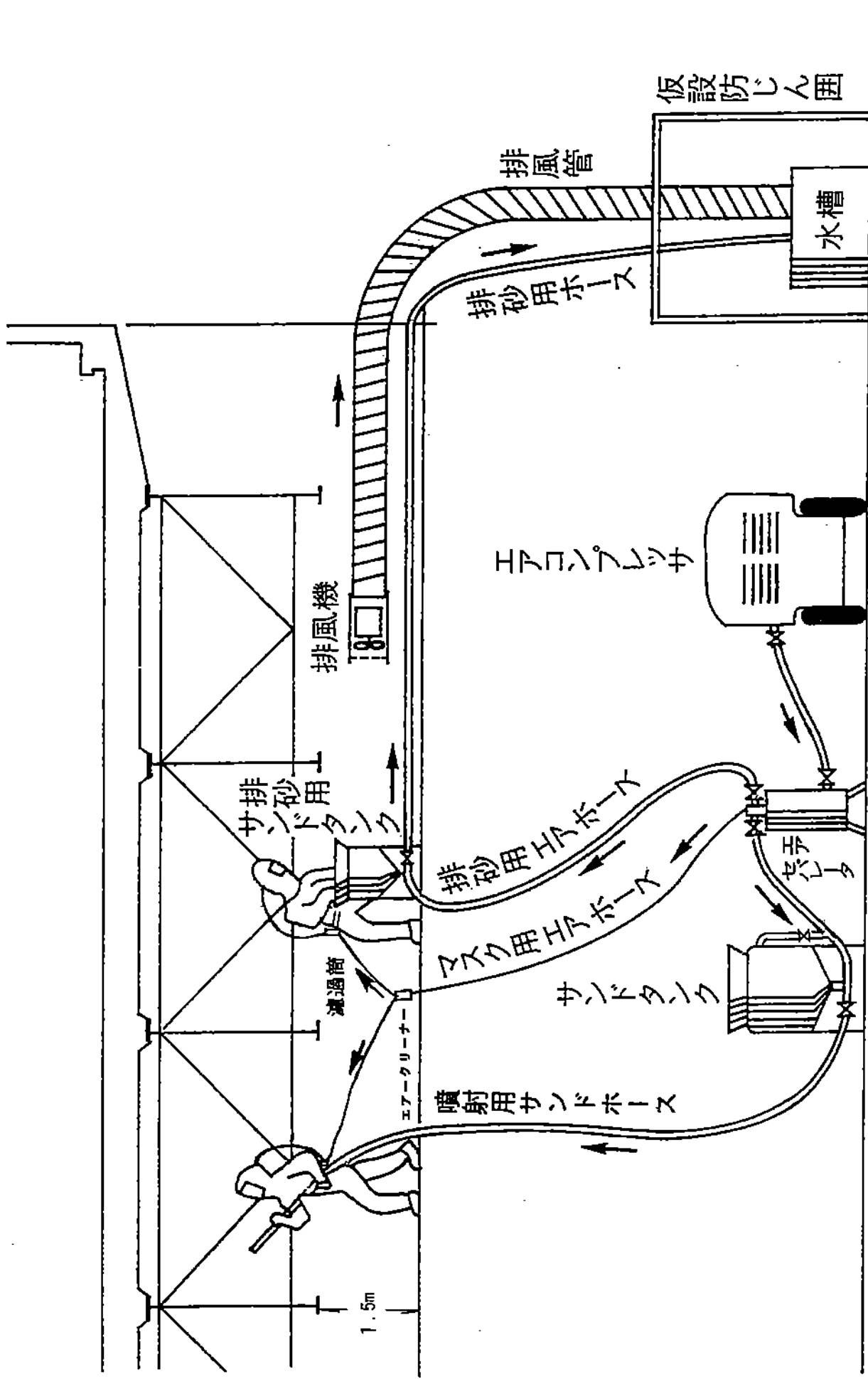
- ①水圧：100～250MPa
- ②水量：1ノズル当り10～20ℓ/min
- ③1次防錆剤：0.3～1.0%混入/噴射水
- ④作業量：橋梁外部の塗り替えの素地調整で20～60m²/日（対象物、素地面の形状、状態、足場の状態、在来塗膜の状態により大幅に異なる）

本工法は、水による強力な洗浄力によってより良好な下地面が得られ、塗料の付着性能を向上することができる。また、粉塵やほこりの飛散がないため作業環境を改善することもできる特徴をもっている。ただし使用する水質が限定されるため、清水が得られる条件が必要である。

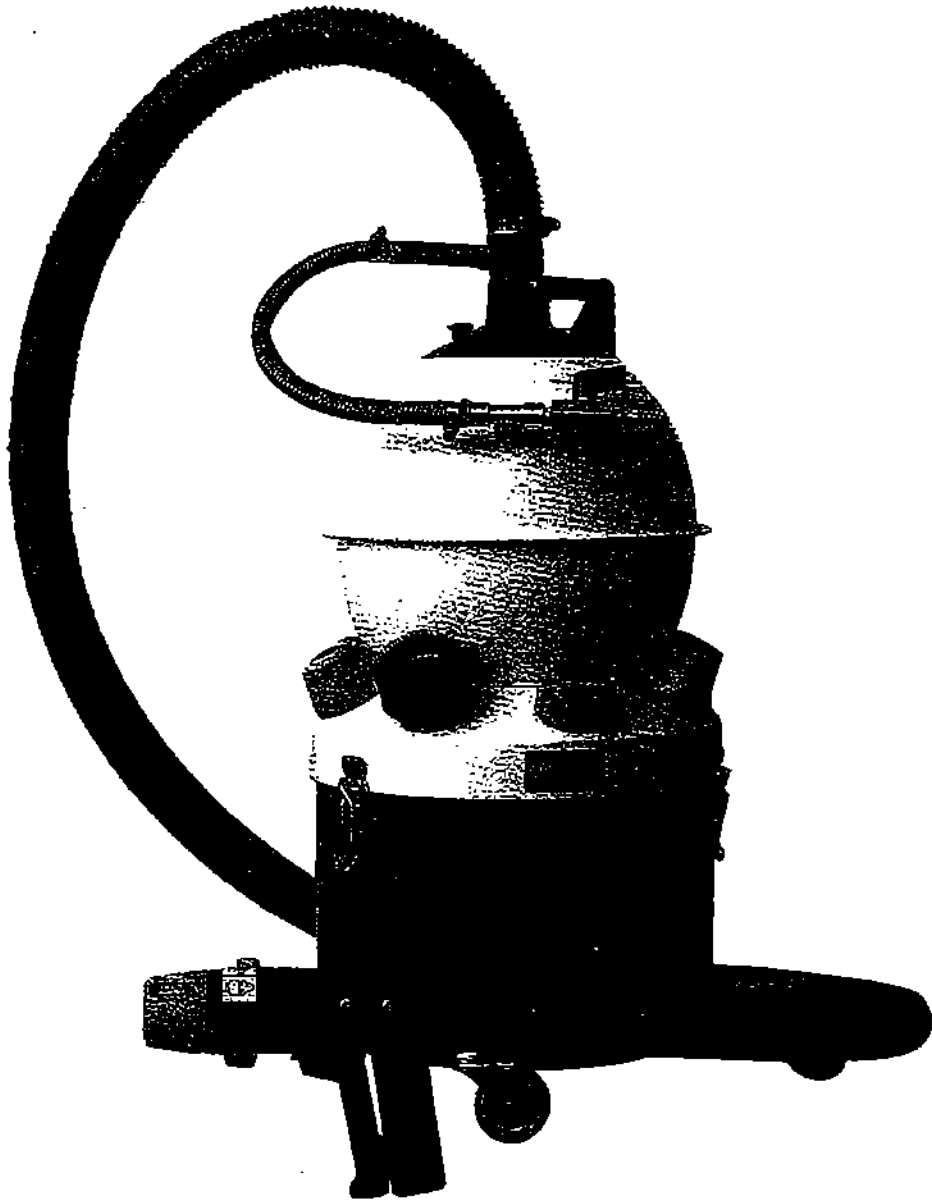
足場上での施工は事前に使用後の水の養生と水処理の対策や作業員の転倒防止を検討しておく必要がある。また超高圧ウォータージェット工法では粉塵は出ないものの、噴射した水が霧状になり作業の妨げになることがあるため密閉した空間では換気設備が必要となる。

ウォーターサンドブラスト工法、超高圧ウォータージェット工法ともに装置はやや大がかりとなるが作業現場まで高圧水等をホースで送水するため、設置後は装置の移動作業をすることはほとんどない。

この超高圧ウォータージェット工法は、水だけでさび落としや固着物の除去を行なうため高圧洗浄も同時に行うことができるため優れた素地調整工法と言える。

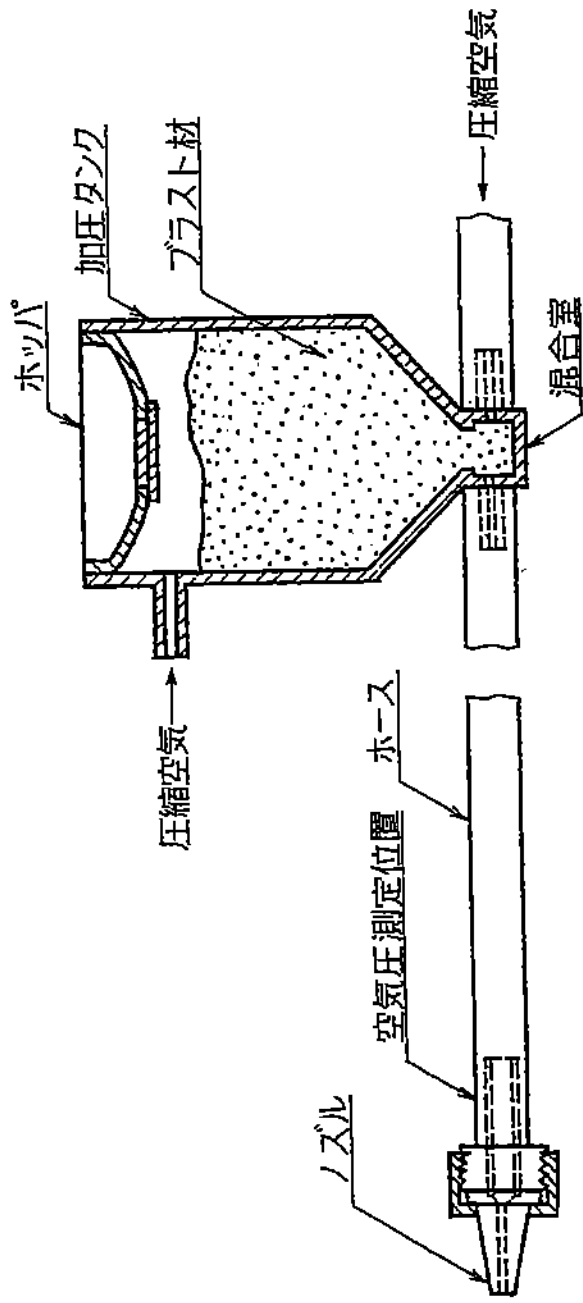


現場ブラストモデル図

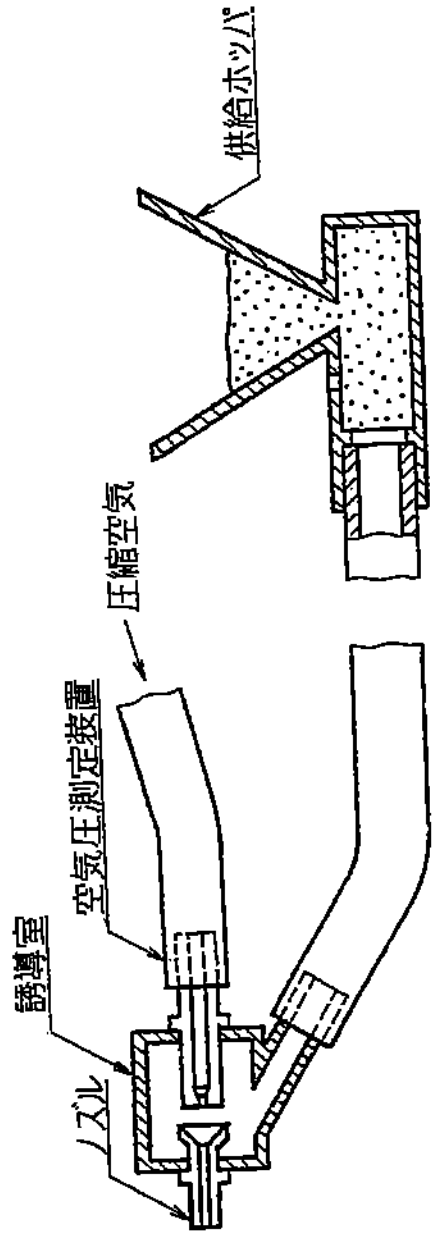


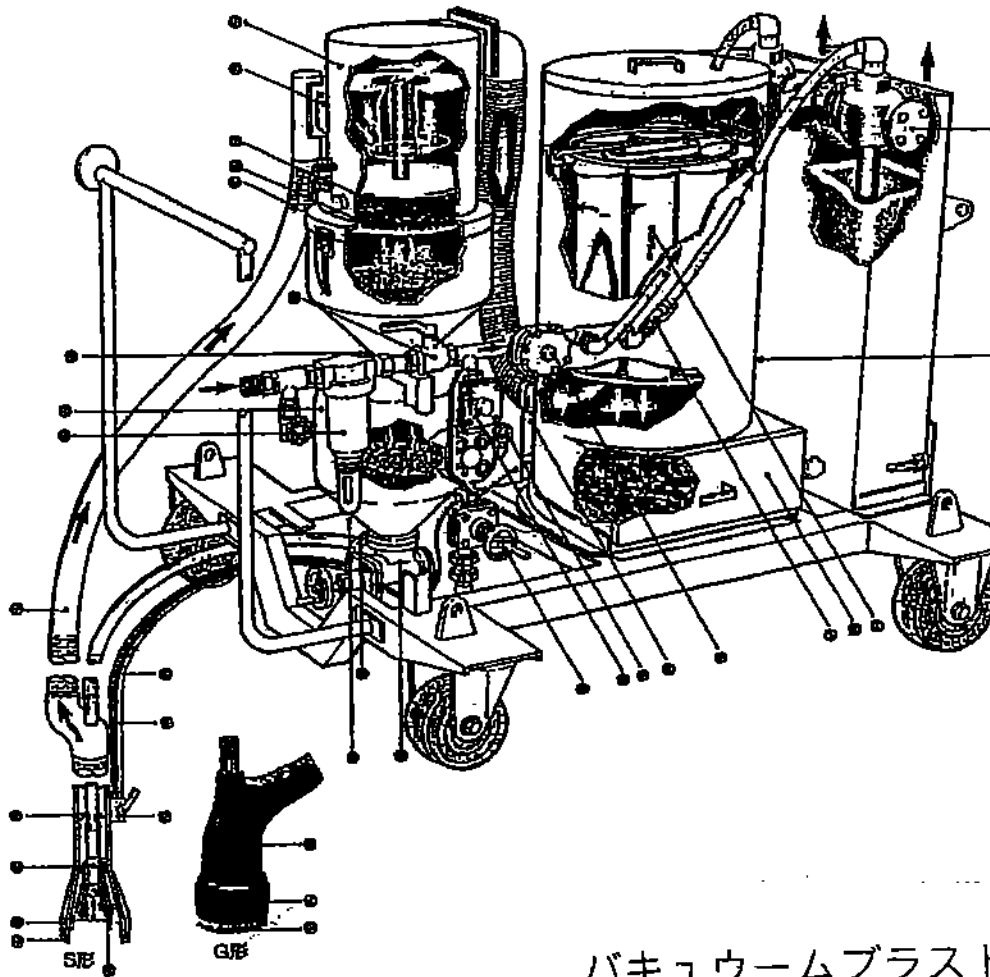
スポットブラスト機

エアーブラスト（加圧式）



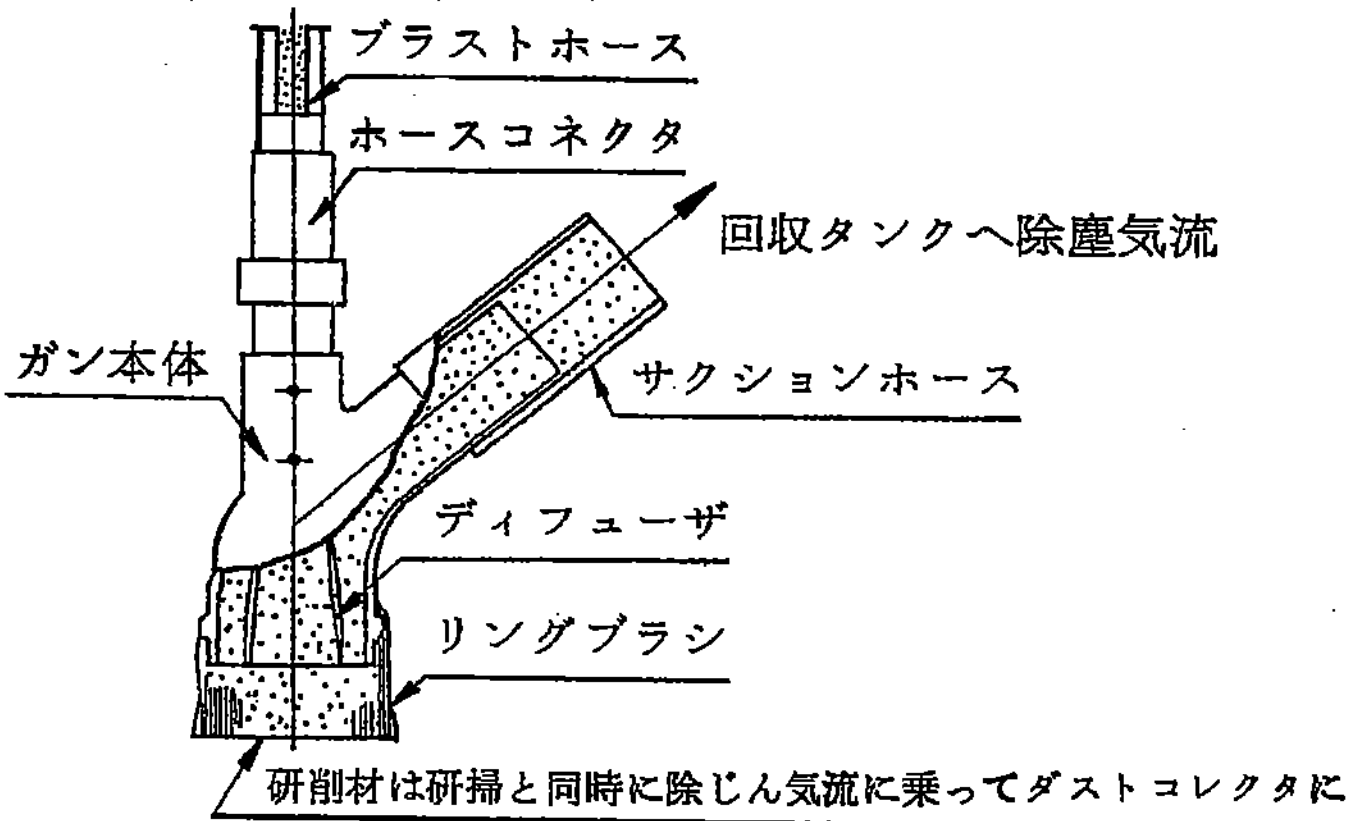
エアーブラスト（吸引式）





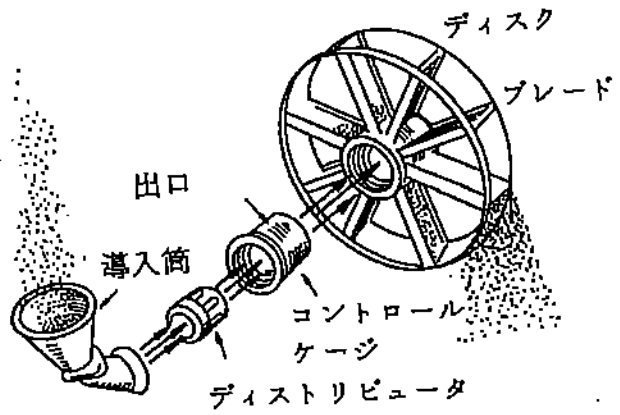
バキュームブラスト装置

研削材および圧縮空気

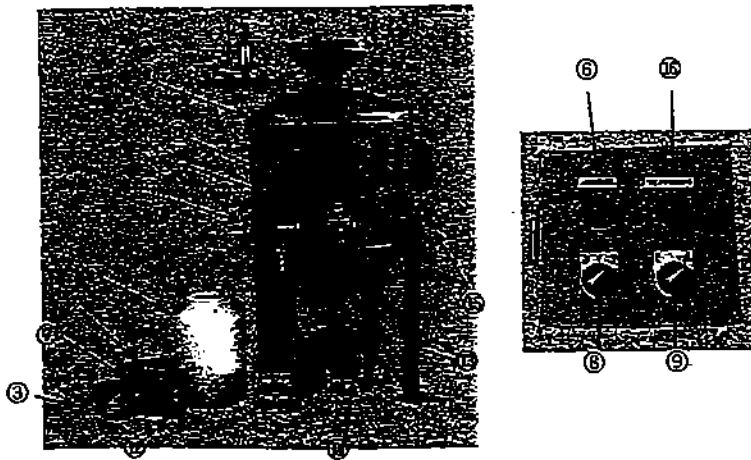




バキュームブラスト作業図



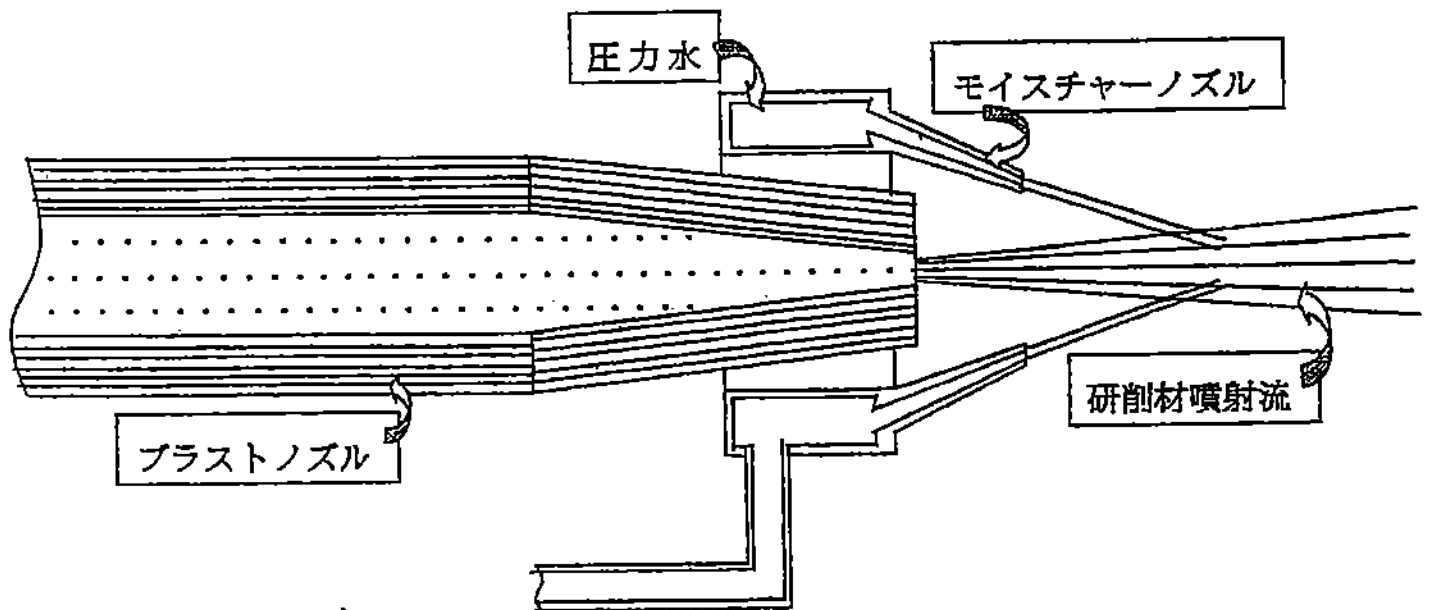
遠心式ブラスト



- | | |
|----------------|----------------|
| ① プラストタンク | ⑨ No.2セレクトスイッチ |
| ② モイシュアポンプ | ⑩ プラストタンク元バルブ |
| ③ モイシュアノズル | ⑪ プラストタンク圧力計 |
| ④ モイシュア水タンク | ⑫ ペンダントスイッチ |
| ⑤ モイシュア連動電磁弁 | ⑬ 調整バルブ |
| ⑥ ポンプ 入 表示灯 | ⑭ 調整ストップバルブ |
| ⑦ モイシュア圧力計 | ⑮ 空杯レベル検知 |
| ⑧ No.1セレクトスイッチ | ⑯ 空杯表示灯 |

図1-2 モイシュアブラスト装置

モイシュアブラストの原理図



3. 2 ブラスト方法の選択

ブラスト方法は、環境、工期、旧塗膜の種類とその劣化度、処理面積により選択する。実際には計画時に現場を確認する必要がある。

環境の確認：気象条件、近接道路の有無、近隣住宅の有無、電力及び給水、排水設備の有無などの確認が必要であり、具体的には粉塵防御、塩分付着の有無、搬入機材、足場架設などが工期、経費に大きく影響する。

通常、乾式空気加圧式ブラスト法が採用されているが、環境規制の厳しい場所では湿式及びモイスチュアブラストが望ましい。バキュームブラストは、溶接線部などの局部処理には好ましい方法であるが、大面積の処理は現在のところ効率が低いという問題がある。

湿式ブラスト法及び超高压水ブラスト法を採用する場合は、充分廃水処理に留意する。ブラスト方法の選択条件の一例を示す。

ただし、厚膜塗膜が残存している場合は工具処理とブラスト処理の併用が必要となる。エアブラスト＋塵埃発生が少ない研削材＋十分な防護あるいは湿式ブラスト＋研削材＋防護また局部処理のみにはバキュームブラストを検討するのがよい。

表ブラスト方法の選択

選択条件 (環境条件)		ブ ラ ス ト 方 法					
		乾 式			湿 式		
		エアー式 ブラスト	吸 引 式 ブラスト	バキューム ブラスト	モイストチュア ブラスト	ウェットサンド ブラスト	ウォータージェット ブラスト
効 率 m ² /h		30~40	3~5	3~5	20~30	5~10	10~20
処 理 面 積	大	◎	×	×	◎	○	◎
	小	○	◎	◎	○	○	×
粉塵発生防止		×	◎	◎	○	◎	◎
給水設備 廃水設備		不要	不要	不要	不要	要	要
使用水量		なし	なし	なし	0.2~0.8ℓ/min	2~5ℓ/min	7~25ℓ/min
ディーゼル 発電機等		要	要	要	要	要	要
回収設備		要	要	要	要	要	要
近 傍 住 宅	有	○	◎	◎	◎	◎	◎
	無	◎	○	○	○	○	○
近接道路 幅員小		○	◎	◎	◎	◎	×

注) ◎:最適 ○:適 ×:不適 △:要注意

表 ブラスト法の選択条件

環境 ブラスト方式	処理面積		粉塵発生養生			設備			防護処置			廃水設備	費用(※)		
	大	小	多	中	少	大	中	小	重	中	軽		高	中	低
エアースラスト	○	○	○				○			○			○		
吸引式ブラスト		○			◎			○						○	
バキューム ブラスト		○			◎			○						○	
モイストチュア ブラスト		○			○		○				○		○		
可搬遠心式 (研削材：ショット)		○			◎						○		○		
ウォーターサンド ブラスト	○							○		○		○	○		
ウォータージェット ブラスト	○			○		○				○		◎	◎		

注) ◎：最適 ○：適

※条件によって異なるので、目安である。

4. 研削材の種類と選択

研削材には、鉱物、鉱滓（スラグ）、人造研削材料及び有機材料がある。多く用いられてきたけい砂は、産地、メーカーによって粒度、組成などにばらつきがあることから最近ISO規格から削除された。

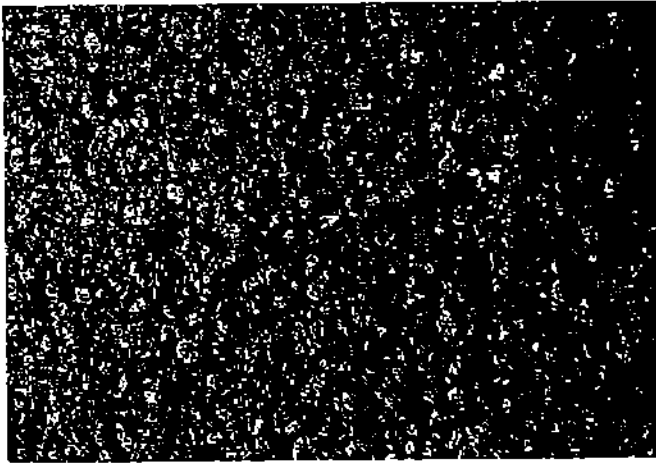
研削材の形状には、ショットとグリットがある。研削材の形状がショットの場合は、ハンマー効果による除錆作用であり、同時にショットピーニング効果を生じる。ショットの衝突面はR面となり、基材と密着がルーズな塗膜及び錆を叩きとる作用はあるが、基材と密着が良好な塗膜及び微細錆は、叩き埋め込まれる場合もあり、注意が必要である。

研削材の形状がグリットの場合は、主として研削効果によって除錆するものであり、その粒度によってそれに相当した表面粗さが得られる。塗膜剥離及び塗り替え時に用いられる研削材の形状はグリットが望ましいが、経済面から微細なショットが使用されることもあるが、微細錆あるいは軟質塗膜を表面に埋め込むことがあるので注意が必要である。

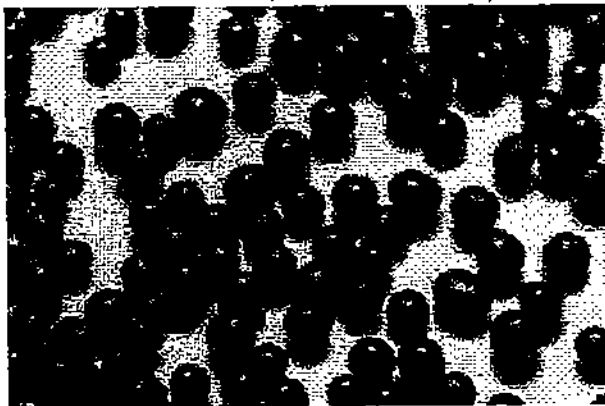
研削材の規格として、JIS Z0311-1996(プラスチック用金属系研削材)及び JIS Z0312-1996(プラスチック用非金属系研削材)があり、品質及びその粒度分布が規定されている。現場で使用される研削材の材質は、非金属系に属するアルマダイトガーネット及びスピネル系が主である。人造研削材に属する褐色アルミナは、若干高価であるが作業効率がよく、再使用が可能である。

金属系研削材のスチールグリットは、高価であること、比重が大で現場作業には適さない。しかし、研削材が磁性であり、回収方法など改良されれば将来使用される可能性もある。

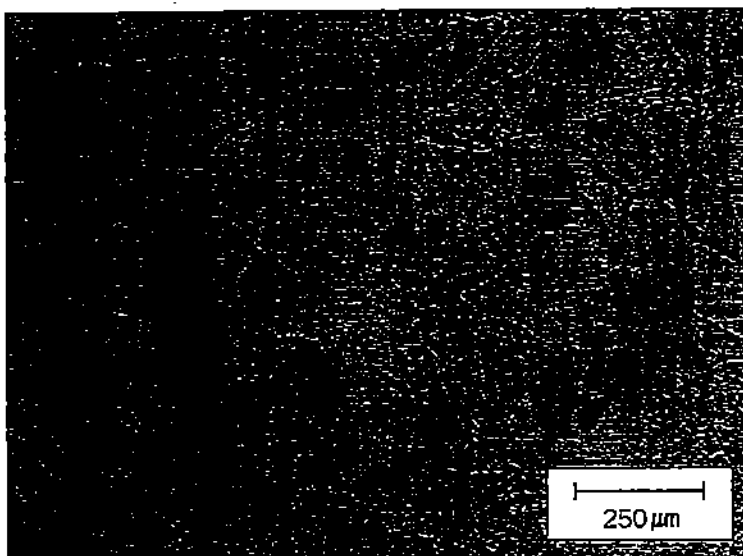
ガーネット



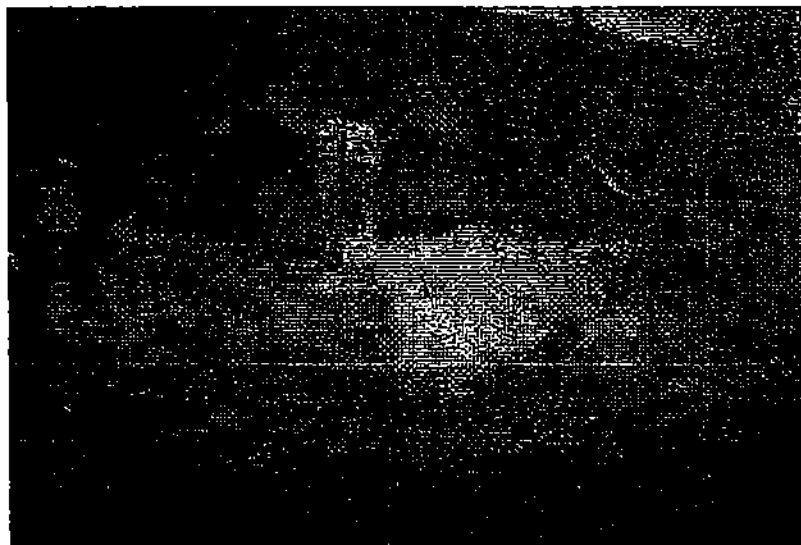
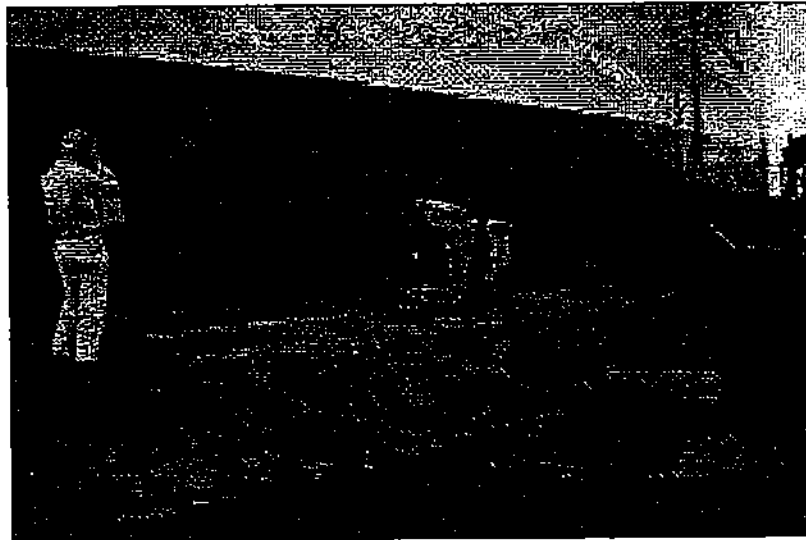
フェロクロム



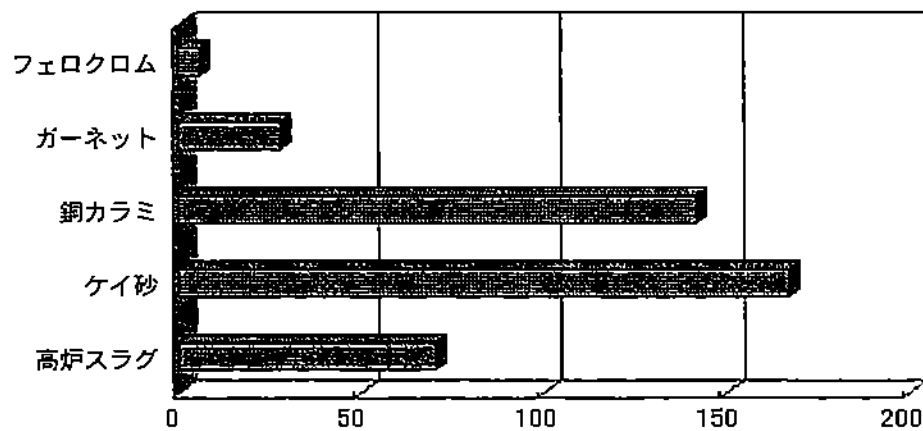
褐色アルミナ



粉塵の発生 (上:フェロクロム 下:けい砂)



粉塵発生量比較 (オープン打ち:mg/m³)



4. 1 研削材の種類

(1) アルマンダイトガーネット

ガーネットにはアルマンダイト[Almandite:Fe₂Al₂(SiO₄)]アルミナ系とアンドラダイト[Andradite:Ca₃Fe₂(SiO₄)₃]ライム系の2種類の組成のものがあり、その形状はいずれもグリットであるが、後者は効率が悪く規格から除外された。

アルマンダイトガーネットは、比較的安価で、塗膜剥離及び塗り替え時に使用される。

わが国で使用されているアルマンダイトガーネットは、殆ど輸入品であり、その粒度は、原砂を篩分し、USメッシュを記号化して表示されている。従って任意の粒度を選定することは困難である。市販されている粒度の一例を次に示す。

Type-A:US #30/60, Type-B:US #20/40, Type-C:US #16/20 アルマンダイトガーネットの産地は、主としてインド及びオーストラリアである。現場用ではType-A:US #20/40のアルマンダイトガーネットが主に使用されている。

(2) フェロクロムスラグ

フェロクロムスラグは、フェロクロムスラグ精錬時のスラグを空冷粒化したもので主成分は、マグネシア-アルミナ-けい酸系である。形状はショットでモース硬さ7.5~8.0、粒度は、0.2~2mmが汎用されている。この研削材は粉塵発生が少ないが、形状がショットのため塗膜の種類によっては研削能率に問題がある。また、生産量にも制限がある。スピネル系という。

(3) 銅スラグ

銅スラグは、銅精錬時のスラグを水冷破碎したもので主成分は酸化鉄-けい酸系である。形状はグリットでモース硬さ6.5~7.0である。粒度は#16~#30、#20~#40、#30~#50がある。ブラスト時の問題点は粉塵発生が多いこと及びブラスト面に斑点状の黒色の微細酸化物が残留することなどがあり、塗膜の剥離性及び付着性について検討が必要な材料である。

(4) けい砂

けい砂は乾式ブラスト法では使用しないが、湿式ブラストでは塗膜剥離などに使用可能である。

(5) アルミナ質研削材

アルミナ質には、褐色アルミナ(A)、白色アルミナ(WA)、解砕型アルミナ(HA);

研削材の種類

種 類	形状の略号	記 号
けい砂	G	N-S I
オリビンサンド	G	N-OL
溶融アルミナ 褐色アルミナ 高純度アルミナ	G G G	N-FA N-FA-A N-FA-WA
銅スラグ	G	N-CU
ニッケルスラグ	G	N-NI
フェロニッケルスラグ	G	N-FN
フェロクロムスラグ	S	N-FC
製鉄スラグ	G	N-FE
製鋼スラグ	S	N-SS
石炭灰スラグ	G	N-CS

備考 形状の略号Gはグリット状、Sはショット状を示す。

研削材の品質

項 目	種 類									
	け い 砂	オ リ ビ ン サ ン ド	溶 融 ア ル ミ ナ	銅 ス ラ グ	ニ ツ ケ ル ス ラ グ	フ エ ロ ニ ツ ケ ル ス ラ グ	フ エ ロ ク ロ ム ス ラ グ	製 鉄 ス ラ グ	製 鋼 ス ラ グ	石 炭 灰 ス ラ グ
遊離けい酸 wt%	—	1 以 内								
粒度分布	粒度分布は表 3 に示すとおりとする。									
見掛け密度 kg/dm ³	2.5 ∩ 2.7	3.0 ∩ 3.3	3.94 ∩ 3.99	3.3 ∩ 3.9	3.3 ∩ 3.9	2.7 ∩ 3.1	2.0 ∩ 2.2	3.0 ∩ 3.3	3.4 ∩ 3.7	2.4 ∩ 2.6
モース硬さ	6 以 上									
遊離湿分(1) wt%	0.2 以 下									
抽出水の電導度(1) mS/m	25 以 下									
水可溶性塩分(1) wt%	0.0025 以 下									

注(1) 銅スラグについては、当事者間の協定による。

単結晶、人造エメリー(AE)、アルミナジルコニア(AZ)がある。粒度は、粗粒、一般研磨用微粉及び精密研磨用と区分され、#からF4~F220に変更された。但し、精密研磨用は#240~ #8000と種類分けされている。プラスト用研削材と粒度区分が異なっている。

褐色アルミナは、主成分 Al_2O_3 であるが、不純物として Fe_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 が含まれる。メーカーによって特色があり、特にじん性の差が大きい。 $\alpha-Al_2O_3$ は TiO_2 の固溶度によってその硬さ、じん性が変化する。 TiO_2 はじん性を付与する主成分であるが、あまり多くなるとじん性は低下する。不純物として Fe_2O_3 が多いときは、褐色を帯び TiO_2 を混溶するとやや灰色をてしてくる。白色アルミナは、高純度の $\alpha-Al_2O_3$ である。褐色系よりじん性が少ない。褐色アルミナは、高価で通常は使用することは困難であるが、再生アルミナがプラスト用として市販されている。

(6) 炭化けい素質研削材

炭化けい素質には黒色炭化けい素質(C)と緑色炭化けい素質(GC)がある。粒度は、アルミナ質と同様である。主成分は、 α 型炭化けい素質結晶からなる。

人造研削材の特長は、硬さが高く、鋭角のエッジをもつ研削材で、破碎が進行しても研削能力があるが高価である。

4. 2 研削材の要求性能

研削材に要求される性能には、塵埃発生程度、効率、リサイクル性であるが、これらを適切に評価することはまだなされていない。

機械的には、硬さ、耐繰り返し衝撃性、じん性などが測定されている。

(1) 硬さ

現場ではモース硬さがJIS Z0313で規定されている。非金属系研削材の硬さを顕微鏡用スライドガラス(JIS B3703)と比較して簡単に調べる方法である。少量の試料を2枚の光学顕微鏡用スライドガラスの間に挟み、ガラスを押さえながら約10秒間ゆっくりと動かした後、ガラス表面を10倍の拡大鏡により擦傷の有無を観察する。ガラスの表面に擦傷が認められれば、その研削材はモース硬さ6以上と判定する。

(2) 圧縮試験法

この方法はある一定の範囲に整粒された試料 50 g を鋼製円筒（内径 30 × 長さ 100 mm）に入れ 1000 g/cm² で加圧し、次式により求めた粉碎率からじん性を比較する方法である。

$$\text{粉 碎 率} = \frac{\text{圧縮前のふるい上量} - \text{圧縮後のふるい上量}}{\text{圧縮後のふるい上量}} \times 100$$

参考に圧縮試験法による粉碎率から求めた研削材のじん性について調査した結果の一例は、褐色アルミナ 62.1%、白色アルミナ 70.3%（#20）である。

（3） C 係数

この方法は研削材のじん性を係数として示すものでこの測定は小さなポットミルで一定条件で、各研削材を回転粉碎して粉化の程度を係数化したものであり、数値の小さいほどじん性が高い。測定結果の一例は、熔融アルミナが 1.05、褐色アルミナが 1.30 である。

（4） モロサ測定

比較的軟質の研削材の測定に用いる。粒子径 0.3 ~ 1.0 mm を試料として、微小硬度計を用い測定荷重を漸次増加させて、クラックの発生状態から間接的にモロサを測定しじん性の程度を比較する。

4. 3 研削材の選定と交換時期

研削材の選定は、塗膜の種類及びその劣化程度に応じた硬さ、研削材の汚染、寿命〔粒子形状、じん性(破碎性)、繰り返し使用可能性など〕及び経済性を考慮する。現場作業では通常1回の使用で廃棄されるが、品質の良い研削材を使用する場合は繰り返し使用が経済的となる。繰り返し使用時の粒度の変化は、使用前の粒度と使用後の粒度を篩分けし、その残留率が45%以下になったとき交換または補充する。じん性のある材料及び研削材の汚染の判定は、新品と使用後の形状及び汚染状態を比較する。具体的には、白紙上に新品と使用後の研削材をのせ、10倍の拡大鏡で鋭端部の状態を観察、比較する。

現場では作業性、経済性及び公害の問題からアルマンドイトガーネット、フェロクロム・スラグ(スピネル系)研削材が主として使用されている。

塗膜剥離または、塗り替え時に主に用いられる研削材の種類とブラスト方法の選択条件を表に示す。表中で超高压水ブラスト法は、通常、研削材を使用しないが、厚膜の塗膜を剥離する場合に効率増加のため適用可能な研削材を記した。

4. 4 研削材の回収と廃棄処分

4. 4. 1 研削材の回収

足場上での研削材の回収方法として

- ①人力で研削材を土嚢袋に詰めて地上へ降ろす
 - ②シューターを使用して地上に降ろしフレコンに詰める
 - ③回収ホッパーを足場上に置きホッパーに研削剤を詰めて圧縮空気で地上の回収装置へ送る
 - ④ベルトコンベアーにて回収し土嚢袋へ詰める
 - ⑤真空回収装置(バキュームコレクター)を設置し吸引ジャバラホースを足場上まで配管して回収タンクを通して回収する
 - ⑥バキューム自動車より吸引ジャバラホースを足場上へ配管し搭載タンクへ回収する
- ①～④については現場で多く用いられている方法であるが人力に頼るところが多い

ので人件費が多く掛かる。また回収時に剥離された塗膜片や粉碎された研削材を分別する事が困難であるので、回収研削材再使用ブラスト時には粉塵が多く発生するという欠点がある。

⑤⑥については真空回収装置と回収タンクとかサイクロンホツパとか粉塵除去装置を通して回収するので機材リース料は掛かるが人件費は少なくてすむと同時に回収研削材の中に含まれる塗膜片等の粉塵発生物の分別除去が可能であると言う長所がある。

4. 4. 2 研削材の廃棄処分

使用済み研削材の廃棄処分には構内処理と外部委託処理に大別される。

構内処理は起業者の指定する構内の場所へ埋設処理するものであるから使用量が少なくて済む研削材が歓迎される。

外部委託処理には非管理型処理と管理型処理がある。非管理型はコンクリートガラ扱いとなる。このとき塗膜片が乾燥した状態で混入されていれば非管理型で処理されている。しかし、起業者によっては管理型処理を望む場合もあるので事前に打ち合わせをしておくことが肝心である。現場より使用済み研削材を持ち出す場合はマニフェストを作成し処理段階毎の業者の印を貰うようにして、処理の過程が分かるようにしておく。不法投棄扱いにならないよう常に処理業者のチェックも必要である。勿論運搬業者、処理業者が取得している必要都道府県の許可証の写しを貰って置くことも忘れてはならない事である。

表研削材の特性と選択条件の一例

現場塗膜剥離

		研削材	けい砂	ガーネット	フェロクロム	褐色アルミナ
特 性	形 状		G	G	S	G
	粒 度		不均一	規程有	規程有	規格有
	効 率		○	◎	○	◎
	硬 さ		5~7	6~7	7~8	8~9
	比 重		2.5~2.7	4.0~4.1	2.5~2.8	3.7~3.8
	価 格		20	65	65	
	粉塵発生量mg/m ³		2250 (167)	436 (28.2)	75 (6)	— —
ブ ラ ス ト 方 法 の 種 類	仕上り面		可	優	良 (黒色斑点)	秀
	エアースト		×	◎	○	◎
	吸引式スト		×	◎	○	◎
	バキュームスト		×	◎	○	◎
	モイストスト		○	○	○	◎
	可搬遠心式スト		×	×	△	×
	ウェットサンドスト		○	○	○	◎
ウォータージェットスト		通常は、研削材を使用しない				

注：粉塵発生量は、一例である。()は、防護処置なしの大気中での値を示す。

記号：

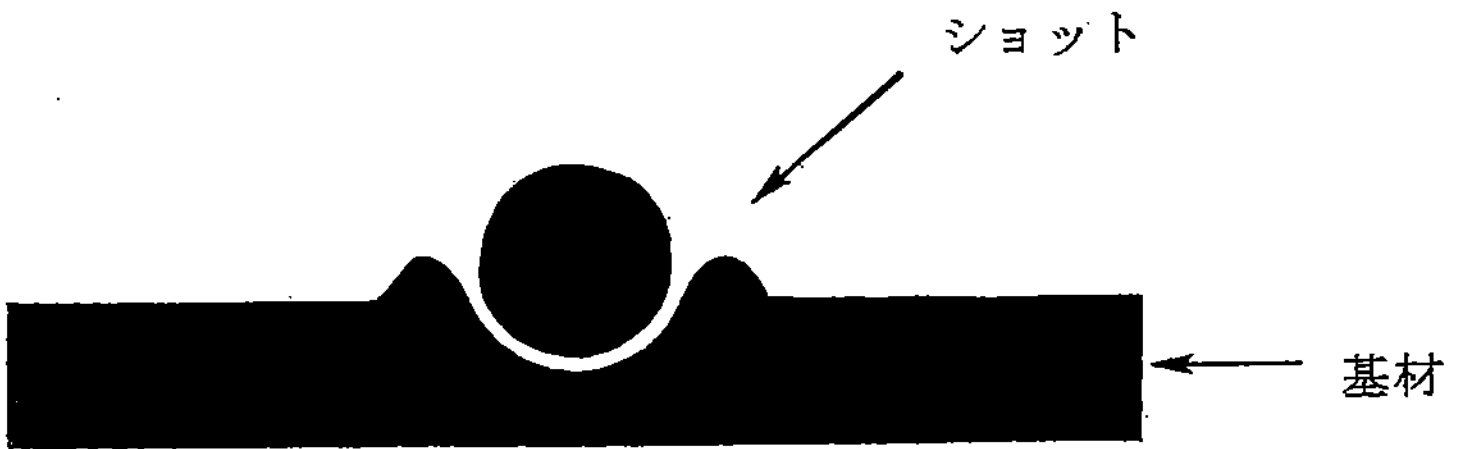
◎：極めて優れている。

○：優れている。

△：繰り返し使用に問題 (インペラーの摩耗など)

×：不適

ショットとグリットによる除錆現象



5. ブラスト作業

5・1 防塵対策

ブラスト工法では研削材の選定によりかなりの塵埃が軽減できるが完全とはいかないので防塵の対策は十分に考える必要がある。

防塵対策の第一は粉塵の少ない研削材を選定する事である。珪砂を用いなければ研削材自身による粉塵はかなり軽減される。しかし粉碎された塗膜は付着している埃等は粉塵となって飛び散るからシート養生を施し換気扇を付け、集塵装置を設置し集塵する必要がある。

現場の環境により異なるが、粉塵発生源として、①除去される塗膜の粉塵、②発錆している錆、③研削材の粉塵、④塗面に付着している埃、⑤煤煙がある。

①については研削材の種類によって大きな違いがある。

例えばグリットタイプの研削材で処理した場合は表面（塗膜）を削る作用をするので塗膜はより細かい粉塵となる。ショットタイプは表面をたたいて塗膜を除去するので塗膜もりんぺん状となり粗い粉塵となる。飛散はグリットタイプで作業を行った方が大きくなる。

②については研削材の種類により違って来るが、基本的に粒度の細かい部分が多く作用し除去するので細かい粉塵となって飛散する。

③については研削材が割れにくい物ほど粉塵は少ないが、研削材の価格は高くなる。

④の場合はどのような研削材を使用しても粉塵は大きなものとなる。事前に除去する工程がもうけられれば対策上最も効果がある。除去方法として最も効果があるのは水洗である。水洗いは現場の環境により使用制限されるが、ブラスト作業現場は全体をシート等でオーニングされており粉塵の漏れのないようテープ等で目張りされてもいるので比較的使用しやすい。使用された水の回収をどのように集めて桁下に落として処理するかを検討する事が必要である。

粉塵対策として

- 1) 現場全体を包む
- 2) 送排風機を設置し強制換気する
- 3) 集塵装置を設置し飛散を防ぐ

1) については乾式の場合と湿式の場合とは異なる

乾式の場合は作業現場全体に粉塵が広がるので全体をほぼ完全にシート等で包む必要がある。湿式の場合は床面を完全に包み厚めのシート等で養生する必要がある。数ヶ所に流れ込むような方法で養生し桁下の地上で排水処理をする。しかし立上り部は簡易な方法でも良い。

2)、3) は乾式には必ず必要である、現場をベニヤシート等で細かに仕切り、送風排風のバランスを取り風が流れるようにすることが必要である。これが吸引能力を増すと共に集塵面積を小さくし換気能力を高めることになる。湿式工法では送風排風機及び集塵装置は必ずしも必要ではないが水処理装置が必要である。

5. 2 換気

作業環境を整備改善するに重要なものは換気である。換気には、自然換気と機械換気があり、密閉された中でのプラスト作業をする時は機械換気が必要である。

5. 2・1 換気器具

換気器具には、送排風機とダクト風管がある。

1) 軸流式送風機

軸流式送風機は鋼管又は強化樹脂で出来た円筒の中に全閉型電動機とプロペラが組み込まれた送風機である。構造は簡易であるので建設現場で多く使用されている風管と組み合わせられることにより多角的に使用される。

形式に普通型と耐圧防暴型とがある。耐圧防爆型は可燃性ガスが発生する所で使用される。耐圧防爆型の自重は鋼管使用では普通型の倍の重量になるが強化樹脂タイプでは同等の重量位である。鋼管タイプは200～1600mm径まであり現場で必要とされる換気量により使い分けられている。強化樹脂タイプでは円筒型で300～500mm径までである。

ちなみに径が大きくなる程風量も大きくなる。動力源は電力であり通常AC100V用と200V用があり50サイクル・60サイクル専用型と兼業型とがある。

2) 遠心式送風機

遠心式送風機はターボファンに代表されるように多翼形の同筒を回転させ風量を得る。電動機の回転を軸に直結する場合とベルトで回転を伝導する場合とがある。主に工場、ビルの換気や冷暖房装置等の送風用に使用されている。

3) ジェット式排気装置

ジェット式排気装置は圧縮空気とセンチューリー管効果を応用したエンジェクターの換気装置である。圧縮空気を環状のエアチャンバーに吹込み風圧と吹き込まれたときに生ずる回転力によって膨張した空気が渦巻状になって放出される。その時に起きる大きな負圧によってサクション側より大量の空気を吸引し吐出側より加圧されて排出される。

4) 風管

風管は送風排風に使用し、遠くより遠くへ送排風する場合に使用する。種類は

- ①スパイラル型：渦巻状に鋼線が入っており円筒状を保っている
- ②リング型：等間隔に円型鋼線が入っている
- ③折りたたみ型：鯉のぼり式のもの
- ④ダクト型：トタン等でスパイラル管になっている物や角型のものがある。

これらはいずれも漏風がなく簡単に設置できるようになっている。①～③については材質は帆布にビニル加工されたものが主流である。

風管を使用する場合は送排風機1台に対し風管を15m以内で使用すれば送排風機的能力は維持できるがそれ以上延ばす場合はもう1台直結させて使用するのを目安として考えると良い。

5) サイレンサー

軸流式送風機は回転数が多くなると騒音が大きくなる。送風機の吸引・吐出側に付ける同筒状の低騒音化装置である。角型もある。

5・2・2 換気の方法

現場での換気方法には

- ①排気式換気
- ②送気式換気
- ③送排気式換気がある。

橋梁での換気は吊り足場を利用し袋状にシート等で足場を包み一方より排出させる排気式の換気が良い、橋桁の内部や桁脚の内部はマンホールより風管を中に入れて粉塵の発生源近くまで延ばし局所排気をする換気方法を取る。

5. 2・3 換気の留意点

①風速

作業現場の体積を出し粉塵の発生する量と対比して現場が速やかに清浄となるに必要な容量の排送風機を選定する。作業者はフード形エアラインマスクを着用しているが粉塵が多いと視野がきかないので速やかに清浄とする事が望ましい。

場所により異なるが送気する場合は1人当たり10 m³/min以上が必要であり風速は0.7～1.0/m秒以上とする。ちなみに0.6 m/秒以上が風を感じる風速である。

②電源

送風排風のおおむねの動力源は電力であり、現場では電力は照明・通信等多方面で使用される。万一短絡すると現物全体が停止をしてしまうので、電源は2系統以上を確保する事が必要である。

③電動機

電動機はAC100VとAC200Vとがある。AC100Vについてはコネクタ付きで接続できる。AC200Vでは3相でアース線が付いて4線の物が多い。必ず4芯用コネクタを使って接続することが望ましい。

④送風機

送風機の回転について3相の場合は、風の流れ方向に矢印が付されているので矢印通りに風が動くように結線する。回転が反対であっても風は流れるが、能力は半減してしまうので計算の風量は得られない。

回転方向を変えるには赤白黒のどの線でも良いが2線を入れ替えれば良い。3相の場合は2線とアース線のみを結線して通電するとモーターはすぐ焼けてしまうので結線は確実に先行通電テストを行う。

⑤分電盤

漏電遮断器が付いた物を使用する。電動機を保護するスイッチを使用して歯型式のスイッチは使用しない方が良い。

⑥電源との接続

分電盤よりキャップタイヤコードを引出する場合必ず圧着端子を使用しターミナルを通して引出す事。スイッチに直結するとケーブルが抜け落ちる場合があるのでモーター保護の為にスイッチ直結は避ける。

送風機の風量と風管を使用した場合の風量の関係

使用条件	機種名	300mm径		500mm径	
		(50HZ)	(60HZ)	(50HZ)	(60HZ)
5M排気	静圧(Pa)	61.5	102.3	69.5	98.3
	風量 (m ³ /min)	41.5	46.5	111.0	132.0
10M排気	静圧(Pa)	94.9	124.7	81.8	114.1
	風量 (m ³ /min)	37.5	43.0	105.0	124.0
15M排気	静圧(Pa)	98.3	136.7	90.1	128.1
	風量 (m ³ /min)	33.5	39.5	99.0	118.0
20M排気	静圧(Pa)	106.9	147.5	99.1	137.7
	風量 (m ³ /min)	31.5	37.0	95.0	112.0
25M排気	静圧(Pa)	115.1	161.2	105.6	146.0
	風量 (m ³ /min)	30.0	35.5	91.0	107.0
30M排気	静圧(Pa)	124.5	176.3	112.6	154.2
	風量 (m ³ /min)	29.0	34.5	88.0	103.0

この動作点表は、各機種に対応する標準フレキシブルダクトを直線で使用した場合の計算値です。提出先により、計算方法が変わる事がありますので、目安として参照してください。

あくまでも風管が直線の場合の数値なので注意する事。

⑦風管の取扱い

風管の使用する場合はできるだけ直線的に使用し曲がり縮みは避ける、風管の圧損は送風機の能力を低下させる。目やすとして風管は15m位とし、それ以上に必要な場合はもう一台送風機を増設する等が必要である。

送風機の風量と風管を使用した場合の風量の関係を表に示す。あくまでも風管が直線の場合の数値なので注意する。

⑧排気の処理

排気口には汚れた空気が排出されて付近を汚染するので、粉塵装置を使用する。水槽内に排気口を入れる方法や大きめのフィルターバックを付け、下部に粉塵取り出し口があるもの等各種ある。

⑨換気する場合

作業場所はベニヤ・シート等で細かに仕切り、換気効率を上げると共に研削材が大きく飛散しなくて回収が早く出来るようにする。

5. 3 照明

ブラスト作業場を小室に分けて飛散防止養生をするので作業場は暗く、また、作業員はエアライン頭巾を着けているので足元は不安定である。全体照明はあまり必要ではないが、局所照明が必要となる。

照明は耐圧防爆型ハンドランプが良いが重く100W程度の電球しか使用出来ない。暗い感じがする。作業員はもっと明るい方が良いと感じる。現在は投光器を使用している場合が多い。密閉型ハンドランプで200W球が使用可能な器具があり、現場では使いやすいが製作が全国で一ヶ所であるので入手困難である。

ランプには研削材の跳返りによる割れを防ぐために細かい目合いの金アミを巻き付けて使用する。金アミの材質はステンレス製が光をよく通すので多く使用されている。

コードは狭く暗い中で引回しをするので、時として直撃する場合も考えられる。ゴムキャップタイヤコードを使用し、途中で繋ぎ目のない一本物を使用すべきである。特に水を使用する場合は、投光器の使用は避けなければならない。吊り足場の、朝顔の一部に乳白色の亚克力板を装着することにより自然採光が出来、検査時及び通常の歩行には重宝する。

5.4 シート養生

養生には前面板張り（最近パネル足場の開発により隙間の少ない足場が使用されている）及び、シート養生を併用することで、粉塵が外部へ漏れることがないようにする。しかし、ブラスト工法では、噴射して研削材を回収、清掃する。噴射後の研削材は床面にたい積するので、床専用シート（別名ターポリン）を二重にすることと、繋ぎ目を1枚目と2枚目をずらすなど工夫が必要である。サンドホース・キャップタイヤコード等を引き回すとき、研削材の上を歩いて擦れてシートが破れ易くなるので、特に注意が必要である。

小室に囲んだ床には防災シート等厚めのシートを補助的に使用することにより、床養生シートを保護すると共に研削材の回収時に四すみを持ち上げれば研削材が中央に集まり回収しやすくなる等便利である。

5.5 足場

環境問題・安全面から仮設材の改善が求められており、より安全に組立解体できる足場材に開発も実施されている。パネル足場図を図示する

5.5.1 足場の種類

最近用いられている足場材として

- 1) SKパネル
- 2) トラス足場
- 3) 新型パーフェクト足場
- 4) GSシステム足場

等がある

1) のSKパネル足場は、今後安全で効率良く組立解体出来る足場とし期待される足場である。パネル型の作業床をチェーンで吊り連結して行くと、足場が完成するという吊り足場工法。

2) のトラス足場は、従来のトラス用足場であるが、下部の吊り足場部については、新型足場を採用することにより、安全な吊り場が出来る。

3) のパーフェクト足場は、地上で作業床落下防護工を組立て一括つり上げ、つり下げる工法。

4) のGSシステム足場は吊り足場の親子を改善した足場で親子以外は在来の吊り足場材を使用出来るようになっている。

5. 5. 2 吊り足場の組立て

ブラスト作業者は防護服・防護面を着用し、エアラインホース、サンドホース、合図用ベル線、照明用ゴムキャップタイヤコード等を持って移動しながら作業をする。その為行動範囲は狭く一定の作業姿勢で長時間（連続で3時間程度）の作業となる。したがってかなりの重労働になるため、作業性の良い足場を架設することが作業効率を増し高品質（指定された除錆度・表面粗さ等）な被塗面を得られることになる。

足場の床面が全面パネル板や板張りで防護されていれば足元は良好である。しかし施工場所によっては十分なクリアランスの確保が出来なければ作業効率が悪くなるのでブラスト作業員が片膝をついて噴射出来る体勢が取れる距離が必要である。

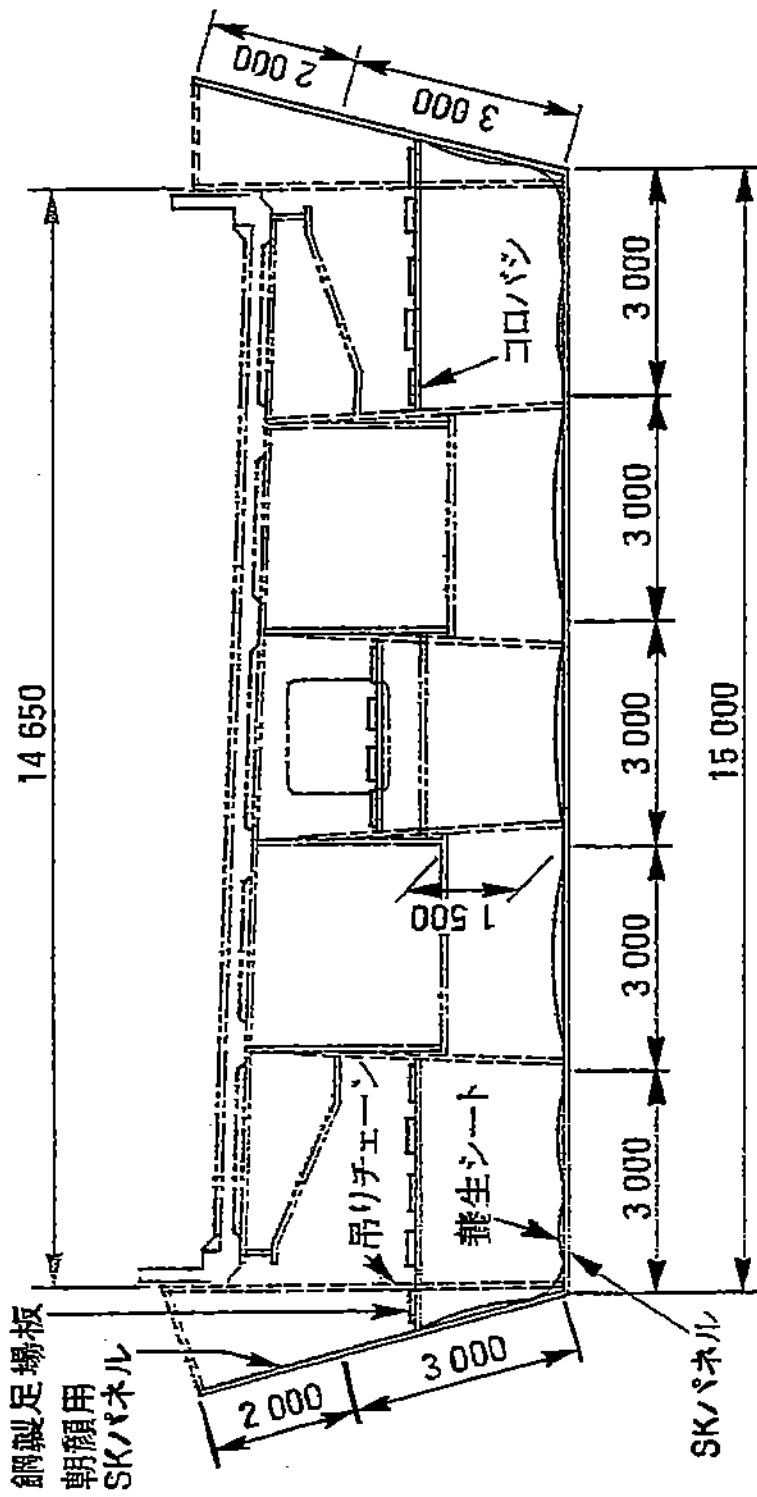
桁下面より足場上までの距離は約1.5m程度となるような足場とする。2段足場の主桁ウェブ面までの距離は、1段足場のような全面板敷きではない為に作業効率だけでなく、墜落という危険が伴うため桁の形状および噴射距離等を考慮して、ウェブ面から約50cm程度離して足場板を多目に配列した方が墜落防止や作業効率の向上となる。

5. 5. 3 吊り足場の吊元

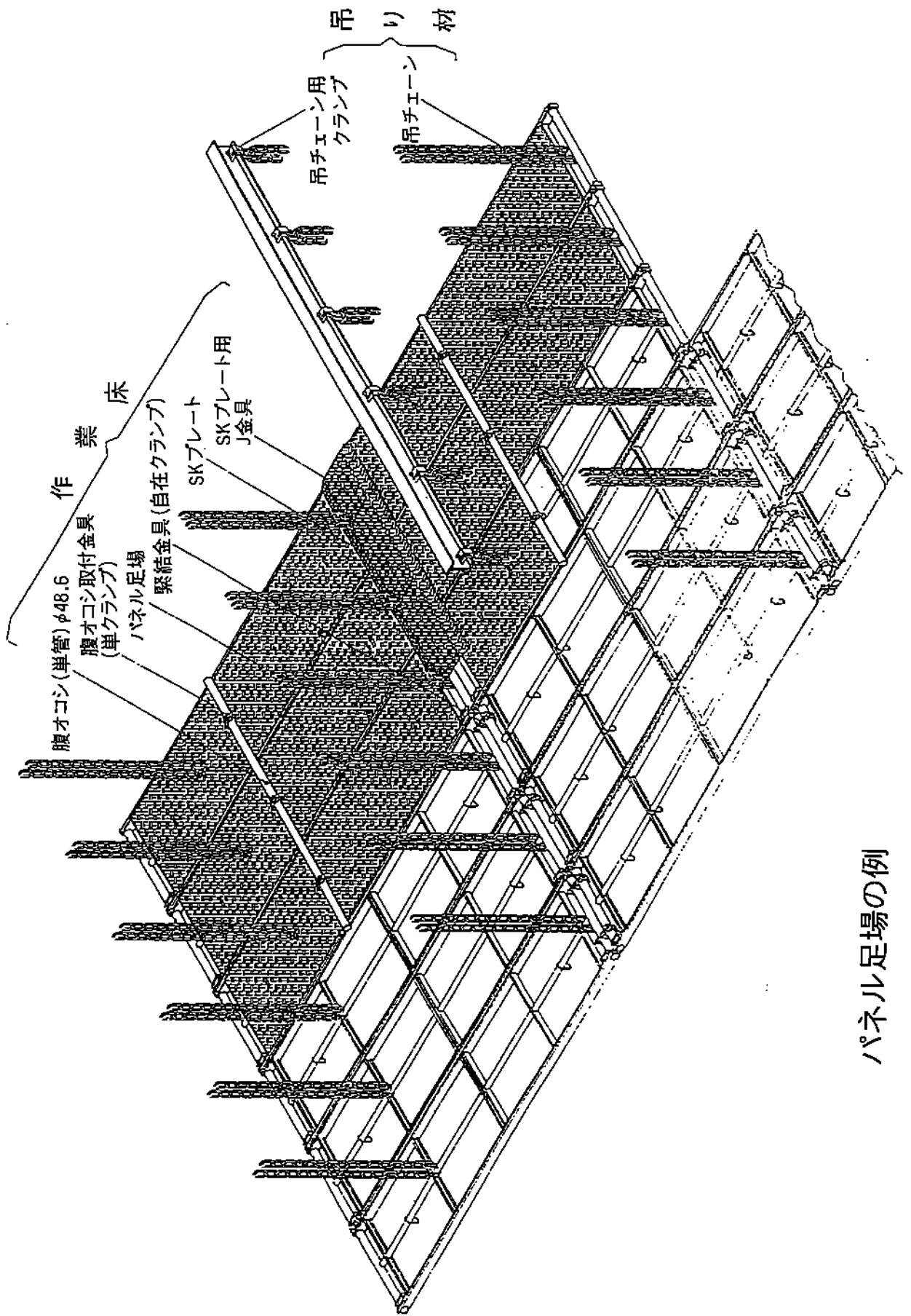
吊りチェーンは桁のウェブ面上のフランジの吊りピースから吊り下げる工法が一般的である。ブラスト工法では研削材の比重、サンドホースの長さ、桁までの高さ等によって違うが、研削材を元圧で0.7MPaの圧力で噴射し表面処理をする、その為吊りピースから従来通りの吊りチェーンを吊り下げると荷重のかかっているチェーンに直接噴射することになりチェーンが破断する危険がある。その為丸棒（9mm径×L1200mm）でハンガーを作成し吊りピースに掛けそれより吊りチェーンを吊り下げれば直接チェーンに噴射しないのでチェーンが破断する危険は避けられる。またハンガーを使用することにより、ウェブ高さの高い2段足場に必要とする場合は、吊りピースを近くまで行ってチェーンを取りつけなくても良い。ただしハンガーは強度の十分な太さの物を用い端部の引掛け部が外れないような長さにするよう注意する。

5. 5. 4 足場強度の割増し

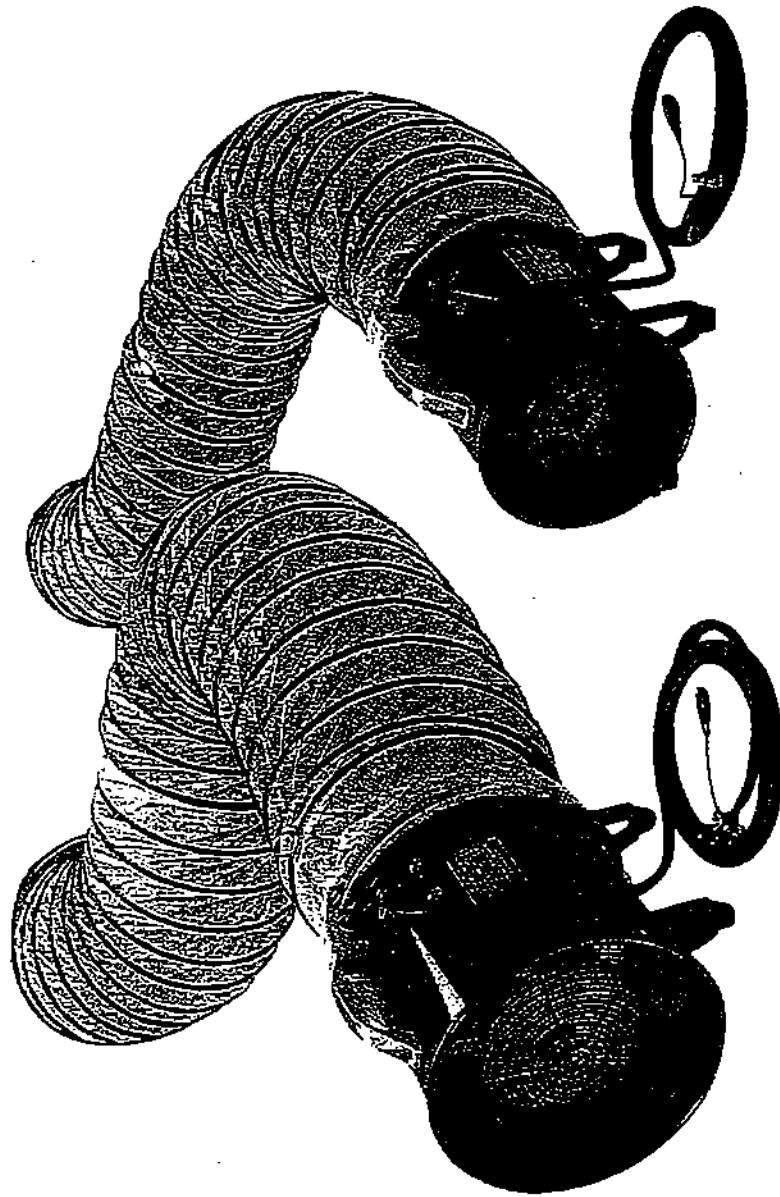
ブラスト工法では足場作業以外に使用後の研削材の量（経験により1m²当たりの使



ブラスト用塗装足場



パネル足場の例



用量を計算する。サンドホース、エアライン用エアホース、照明機器、集塵用吸引ホース、バキューム用ジャバラホース、ゴムキャップタイヤコード等の重量が増加するので、この重量を強度計算の荷重条件に加算して計算し十分耐えうる足場を架設する。

足場架設前に、足場材の量を出し部材の自重を掛けて、架設材の全量を出す、それに(1)と(2)の重量を計算しプラスする。増量の為に補強に必要な足場材の自重も加算することも忘れてはならない。

5. 5. 5 強度計算

使用する足場材を部材毎に性能(断面係数・断面二次モーメントなど)を算出し、現場で使用出来るか否かを判断する計算である。

荷重条件を出し各部材をころばし方向、おやご方向、吊りチェーン、風荷重による検討をして足場を組立てても大丈夫であるとの判断を下す。防護工のやらずパイプの検討では、足場材を構成する複数の部材の材質が異なると共に、各々の許容応力度が異なる場合は、部材自体の許容応力度及び断面性能を特定するのは困難である。

この場合には足場企業が社団法人「仮設工業会」において実施した強度試験結果に基づき強度検討をすると良い。

6. ブラスト作業環境

良好な皮膜の作成のために、最も必要なことは作業環境の制御であり、万一ブラスト室が結露する場合はブラスト直後に被処理部材が発錆する。その管理項目を次に示す。

6. 1 現場の温度、湿度および結露

ブラスト現場の換気が不十分で高湿度及び結露が発生する場所では、ブラスト処理直後に発錆するため十分な換気装置を設置する。換気の状態を容易に確認できる配慮が必要である。

結露については、素地調整用ブラスト処理面の試験及び評価方法(JIS Z 0313)の付属書に結露の可能性を判断するための指針が規定されている。結露の可能性として相対湿度による判断基準として所定の期間中にある相対湿度の環境において、結露するのに必要な気温低下の数値を表に示す。

相対湿度に応じ結露に必要な温度低下

相対湿度(%)	98	95	92	90	85	80
温度低下(°C)	0.3	0.8	1.3	1.6	2.5	3.4

結露は、露点と鋼材表面温度だけの関係で生じるものでなく、

- 1) 構造物の熱容量
- 2) 構造物への太陽光線の照射
- 3) 構造物周囲及び内面の空気の流れ
- 4) 吸湿物質による表面の汚染

などによって、突然表面が湿ったり、部分的に乾燥しにくい部分が生じる。

作業期間中に気温が低下する対策として、特に大面積の鋼橋を処理する場合はブラスト現場の環境管理のため湿度計、温度計、表面温度計あるいは露点計など設置箇所及び設置数量など及びその管理に留意する。たとえば、防護シート内で多人員が作業する場合は、結露の可能性がある。

終日測定可能な記録計の設置も有効である。鋼材表面温度も加味した判断として相対湿度だけでなく他の因子(鋼材表面温度など)も測定して露点を計算した場合、溶剤型塗料を塗装するときは特別な取り決めがなければ、鋼材表面温度が露点よりも3°C以上高くなければならないとされている。現場で使用できる簡便な結露計が市販されている。

結露防止の対策として除湿装置の設置があるが、乾燥したエアーの吹き付けも有効である。例えば箱桁内面などをブラストする場合は、可動式除湿装置の設置が望ましい。除湿機と集塵装置をセットして設備することは有効である。

6. 2 使用する圧縮空気の清浄度、乾燥度

使用するコンプレッサには除湿装置が必要であり、適切なフィルタを特に作業用エアーラインに用いる空気には留意する。現場施工時レンタルを使用する場合は、確認が必要である。

7. ブラスト施工管理

7. 1 概要

管理工程の概要を次に示す。

- (1) 使用するコンプレッサー及び除湿装置の性能（圧力、空気吐出量、ブラストノズル径など）とブラスト作業時の圧力変動の有無を確認する。
- (2) 使用する各ブラストタンク、レシバータンクなどの圧力容器は、高压容器に属するためそれぞれ各高压容器検査証明書があることを確認する。
- (3) ブラスト作業時に使用する除湿装置、ホースなどの各装置は使用圧力を損なうものであってはならない。
- (4) 橋梁など鋼構造物のブラストの作業範囲は、環境汚染物の付着が想定されるため当該日に作業可能な範囲を決めなければならない。
- (5) ブラスト後から塗装するまでの時間は、通常4時間以内とされている。

7. 2 ブラスト作業

空気加圧式

○塗膜剥離の作業はブラスト角度に充分注意すること。被塗面に直角にブラストすると塗膜に突き刺さりが多くなり、剥離効率が低下することがある。

○作業時間の設定

○各種機材の稼働点検

○ブラスト条件の確認、たとえば圧力変動、ブラストノズル内径の消耗度、ブラストホースの消耗度、研削材の吐出量、研削材の摩耗状態(特に連続使用中に注意)およびそれらの検査時期など。

○空気加圧式の場合の設定

(1)コンプレッサーの圧力及び容量

(2)ブラスト装置の規模と数量

(3)除湿装置が具備されていること。

(4)ブラストに使用する、空気は清浄で乾燥していること

(5)空気を圧送するホースの直径及び長さ及びホースはできるだけ曲げずに送給すること。

(6)吐出圧

(7)ノズル形状及び内径ならびにそれらの損耗度

(8)ノズル及び被処理物との距離及び角度

(9)研削材の吐出量

研削材の吐出量は、ノズル先端に秤量袋を取り付け単位時間当たりの吐出量を測定することも一案である。

遠心式

○研削材を投射するディスクの直径及び回転数。

○研削材の投射口と被加工物との距離、角度及び相対速度。

○研削材の供給量。

○ディスクの摩耗。

○研削材は、選定されたものであることを確認。

○遠心式ブラストの場合の設定

(1)研削材を投射するディスクの直径及び回転数

(2)被加工物の寸法、形状に適合したディスクの数量の選定

(3)研削材の投射口と被処理物との距離、角度（中心角度及び広がり）及び相対速度

(4)研削材の供給量

7. 3 ブラスト処理後の処置と検査

○研削材を回収し、被加工物表面の残留物を真空掃除機、清浄な圧縮空気清掃する。

○ブラスト後の仕上げ面は、絶対に素手などで触手してはならない。ブラスト仕上げ面を塩分測定器などで直接検査した場合は、その面を清浄にする配慮が必要である。

○ブラスト処理面を迅速に検査し、その程度を評価する。

7. 4 ブラスト処理面の評価

ブラスト処理面の評価は、通常、JISZ0313に従い、清浄度、除錆度及び表面粗さによる評価が行なわれるが、旧塗膜面は全面塗膜を剥離するブラストは殆どない。従って旧塗膜面の評価は、除錆度及び表面の粗さは殆ど実施されない。しかし、海岸近傍の現場作業では表面の付着塩分測定も必要となる場合がある。橋梁現場における塗り替えの場合は、全面に塗膜が劣化することは殆どなく、活膜が残存することが多い。

この活膜の判定は困難である。場合によっては、活膜の判定は、基材との密着性の悪い部分の検出は問題があるが、インピーダンス測定である程度可能である。また、おおざっぱであるが、塗膜の密着性の劣化は、先端をR面とした木槌で打撃して概略の判定は可能である。現在旧塗膜の劣化の評価として JISK5600-8-1~6 の基準により塗膜表面の膨れ、さび、はがれ、白亜化など基準図にもとづき外観目視で評価されている。

仕上げ程度は、塗料及びその関連製品の施工前の鋼材の素地調整—表面清浄度の目視評価：既塗装鋼材の旧塗膜部分剥離後の仕上げ等級 (ISO8501-2) で文章及び代表写真が示されている。その仕上げ程度は、JISZ0313『素地調整用ブラスト処理面の試験及び評価方法』が準用されている。しかし、この標準写真は、研削材がけい砂、塗装が鉛丹/MIOであり実情に即しない。現場の場合は各種の塗料が用いられ、塗膜の表面劣化状態は異なる。部分的な塗膜劣化部をブラストしても活膜部は一様でなく残存し、その判定は、目視評価では困難である。当面の解決策として現場で施工前に代表される部分を写真撮影し、比較標準写真とする。この標準写真は現場で判定しやすいように各区分ごと貼り付け比較板とする。比較板の寸法は、可能なかぎり大きいほうが望ましい。この比較板の形状例を図に示す。

塗膜面のブラスト仕上げ程度分は、ISO8501-2で規定されている。仕上げ程度の区分は、PSa2, PSa21/2, PSa3とし、1区分は、旧塗膜のままとして比較する。旧塗膜の仕上げ程度の基準を表に示す。ここでSaの記号は、ブラスト処理、PSaの記号は、旧塗膜面の部分ブラスト処理を示し、参考写真が記載されている。

新たにISOとして高圧水ジェット洗浄についても規格化が進められ、目視判定用参考写真集が発刊される予定がある。比較板の使用に際しては、日陰部分に注意が必要である。

(1)表面粗さの評価

旧塗膜を全面に剥離し、新規塗装を施す場合は少ないが、鋼材面が露出した場合を想定して参考に表面粗さの評価について次に示す。

表面粗さの測定方法には比較板との比較、断面顕微鏡観察、触針式、電気容量式及びレプリカ法(PrssOfilm:フィルム転写法)などがある。

表面粗さは、触針式表面粗さ測定器で直接現品を測定することが望ましい。被加工

物の面積が広い場合は測定箇所数および測定時間がかかること及び形状によっては測定困難なことがある。できれば触針式表面粗さ測定器は比較板の校正に使用することが実用的である。

a) 比較板との比較

比較板の標準板は、ISO8503-1~4『プロファイル比較板』として制定され、これがJISZ0313でも使用されている。この比較板は除錆度がSa 2 1/2以上に仕上げられたブラスト処理面の表面粗さが4区分に分類され、評価は細、中、粗として粗さを目視比較するものである。この比較板にはブラストに用いた研削材の形状がグリットの場合は、『比較板G』を用い、ショットを用いた場合は『比較板S』を用いて比較する。溶射用の場合は、『比較板G』を用いる。

この比較板は、1枚の表面が4区分されている。比較板の中央に開けられた穴から見える実際のブラスト処理面と周辺の比較板とを目視比較し、次の操作によりその粗さを評価する。比較板中央の穴から見える検査対象面の粗さが、比較板の4段階に区分けされた粗さと比べて、区分の内のいずれの2段階の間にあるかを調べる。たとえば、グリットを用いてブラスト処理した検査対象面が『比較板G』の4段階区分の細かい方(区分2)から粗い方(区分3)であれば粗さの中央値60~100 μ m程度と判定する。大まかな判定となる。

このほか、米国鋼構造物塗装協会(SSPC)ではKTA比較板がある。KTAとは、Keane-Tator Surface Profile com-parator(米国製)である。図にKTA比較板の形状とその概要を示す。この方法もISOと同様ブラスト処理面と比較板の表面粗さを見較べて判定する方法である。比較板の材料は純度の高いニッケルで5枚の小片(比較板)から成り、各比較板は星形に放射状に組み合わされている。各片に印されている最初の文字は、ミル数値(1ミル=25.4 μ m)、次の文字は使用された研削材の種類(S:サンド、G/S:グリット、SH:ショット)さらに次の数値は原盤が作られた年を表わしている。

比較板のミル表示は、研削材の種類ごとに次のように区分されている。

サンド:0.5,1.0,2.0,3.0,4.0

スチールグリット:1.5,2.0,3.0,4.5,5.5

スチールショット:2.0,2.5,3.0,4.0,5.5

使用方法は、添付のライト付拡大鏡の底に付いてる磁石に比較板を取り付け、全体をブラスト処理面に置く。比較板は拡大鏡の中心に置き、その穴を通して表面粗さと各比較板とを見比べ、粗さが最も近い比較板のミル数値を表面の粗さとする。

比較板の使用方法和評価は、(1)均一な光線の下で、検査対象のブラスト処理面に比較板を密着させる、(2)比較板の中央の穴から見える検査対象面の粗さが比較板の区分の粗さと比べ、区分内のいずれの2段階にあるかを調べる。たとえば、グリットを用いてブラスト処理した検査対象面が比較板の区分2(60 μm)と区分3(100 μm)の中に入ればRz60~100 μm 程度と判定する。

比較板の評価面に傷や摩耗が認められた場合、ISO8503-3またはISO8503-4に規定する方法で、顕微鏡焦点合わせ法または触針式表面粗さ計により、その比較板が規定する交差内にあることを確認する。

b) 触針式表面粗さ測定(JISB0651)

検査対象面に触針式表面粗さ測定器をセットし、直接その表面粗さを測定する。この方法は表面粗さ(JISB0601によるRz,Raなど)がデジタルで表示され、またその記録もとれる。しかし測定部位(たとえば上面、狭小面など)に制限がある。最近では現場で使用できる簡便な携帯用で自動記録が可能な測定機が市販されている。その一例は、小形表面粗さ測定機[(ミットヨ製サーフテスト(SJ-301))]であり、外観を写真に示す。

(2) 付着塩分の評価

JISでは、測定器具による清浄度の試験評価として付着塩分の測定が規定されている。表面付着塩分の測定は、鋼材表面に付着していることが予想される付着塩分の形態に応じて局部的試料採取法又は広範囲の平均的試料採取法がある。その分析法は現場での簡易分析法と精密分析法(化学分析法)がある。

ここでは、現場簡易分析法の概要を示す。

(a)局部的測定用試料採取法(プレッスル法)

ブラスト処理面にはった小形のゴム製バッチ(プレッスルバッチ)の中に水を入れて、塩類を溶解し、その溶液を取り出し、試料とし、これを分析用試料とする。

(b)広範囲の平均的測定用試料採取法

50cm四方に区切ったブラスト処理面を、水を浸した布でふき取り、布に含まれた水

除せいで度 ISOの規定による

除せいで度	鋼材表面の状態
S a 1	拡大鏡なしで、表面には、弱く付着 (1) したミルスケール、さび、塗膜、異物、及び目に見える油、グリース、泥土がない。
S a 2	拡大鏡なしで、表面には、ほとんどのミルスケール、さび、塗膜、異物、及び目に見える油、グリース、泥土がない。残存する汚れのすべては、(2) している。
S a 2 1/2	拡大鏡なしで、表面には、目に見えるミルスケール、さび、塗膜、異物、油、グリース及び泥土がない。残存するすべての汚れは、そのこん跡がはん（斑）点又はすじ状のわずかな染みだけとなって認められる程度である。
S a 3	拡大鏡なしで、表面には、目に見えるミルスケール、さび、塗膜、異物、油、グリース及び泥土がなく、均一な金属色を呈している。

注 (1) 刃の付いていないパテナイフで、はく離させることができる程度の付着。

(2) 刃の付いていないパテナイフでは、はく離させることができない程度の付着。

評価に際しては、ISO 8501-1 添付の代表写真例を参考として使用する。さび度と

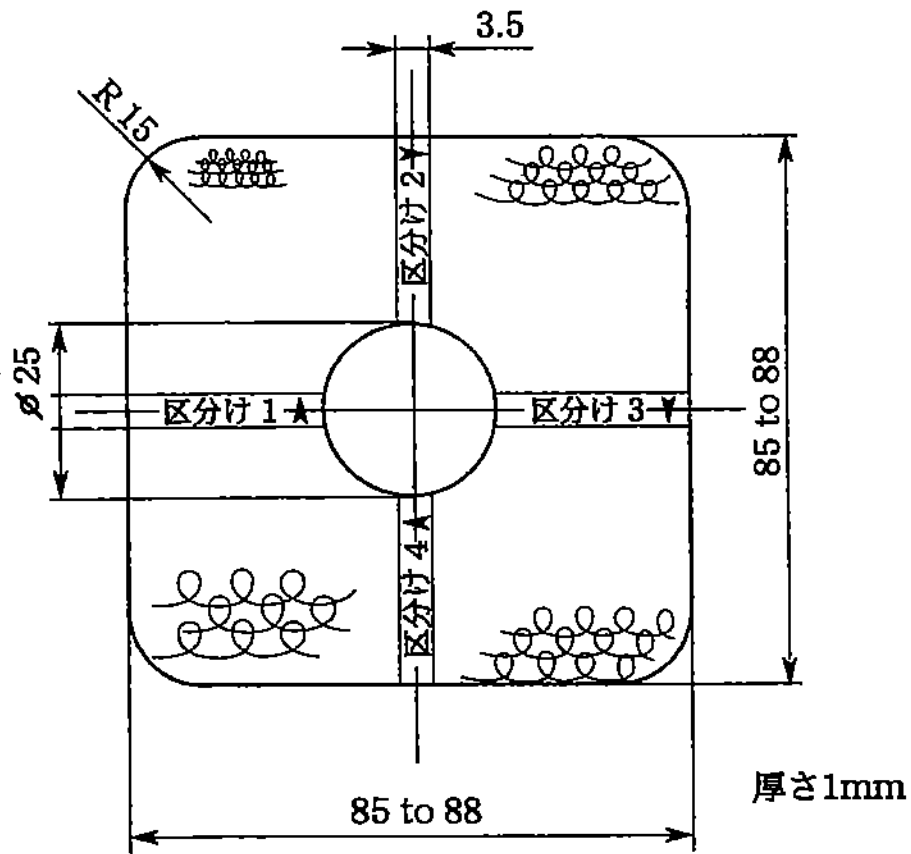
表面あらさ測定方法

測定方法	原 理	特 徴
比較板との比較方法	比較板をブラスト処理面に当て、目視又は7倍以下の拡大鏡によって、相互の粗さを比較する。	簡便であるが、粗さの概略の範囲を知ることはできない。
顕微鏡焦点移動方式	ブラスト処理面の多数の山谷に顕微鏡の焦点を合わせ、そのときの顕微鏡胴の移動距離によって粗さを測定する。	正確であるが、測定が面倒である。小形ピースを実験室で測定するのに適している。
断面顕微鏡観察方法	切断した断面の凹凸を顕微鏡で観察し、粗さを測定する。	正確だが、測定が面倒である。極小ピースを実験室で測定することしかできない。
触針式測定方法	表面に微細な先端をもつ針を走らせ、その上下動から山谷の高さを測定する。	ブラスト面のように複雑な形状には、針が追従しにくい。可搬式の装置は粗い面での誤差が大きい。
電気容量式測定方法	平らな電極と山と谷の空間の電気容量を、粗さとして測定する。	簡便で、測定結果を記録できるが、山部の形状に左右される。最大100 μ m以下の表面測定に適している。大面積の測定に際し、初めに標準的な粗さ部分を測定して平均値及びばらつきを受渡当事者間で取り決めておき、以後の測定値がその範囲にあることを確認する方式が可能である。

改訂された表面あらさの記号

(2001年)

旧 J I S B 0 6 0 1	J I S B 0 6 0 1
用 語 記 号	用 語
最 大 高 さ R y	最大高さ粗さ R z
算 術 平 均 粗 さ R a	算 術 平 均 粗 さ R a
十 点 平 均 粗 さ R z	削 除 (原国際規格では削除) [附属書(参考)] R z J I S



プロフィール比較板

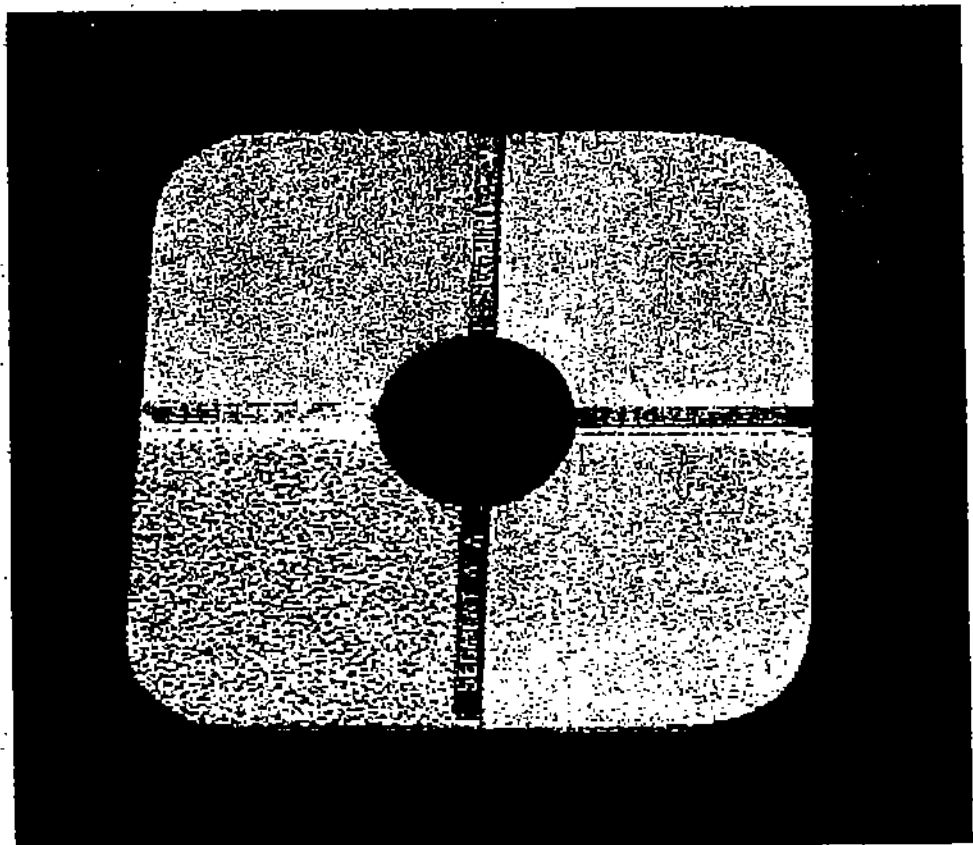
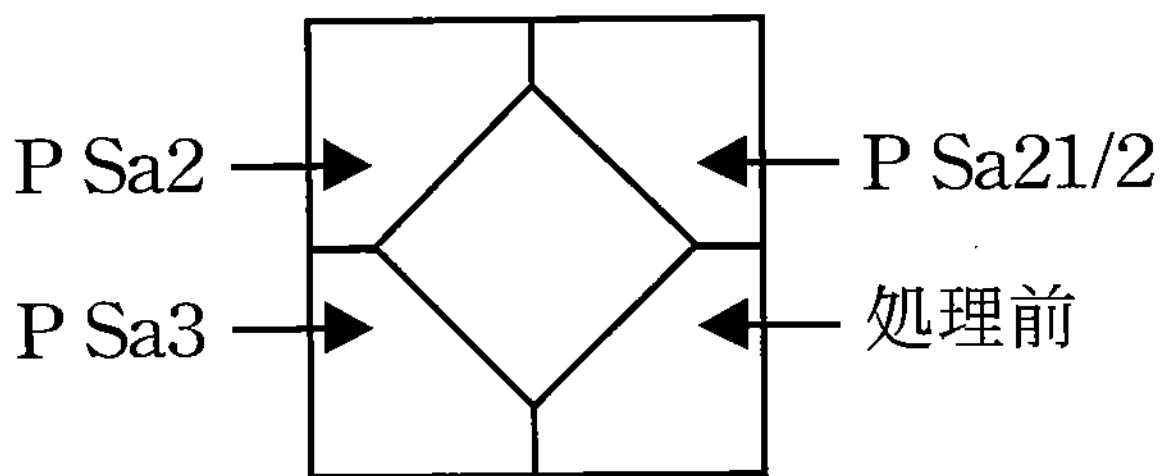
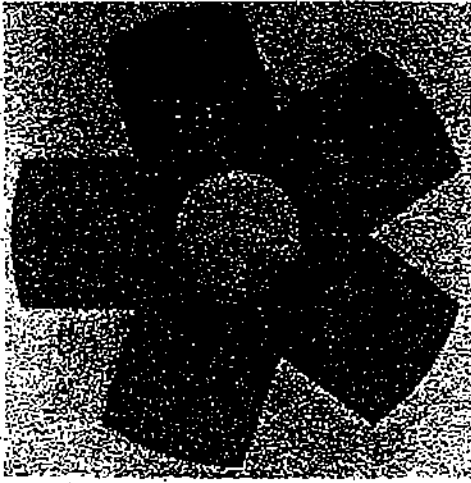


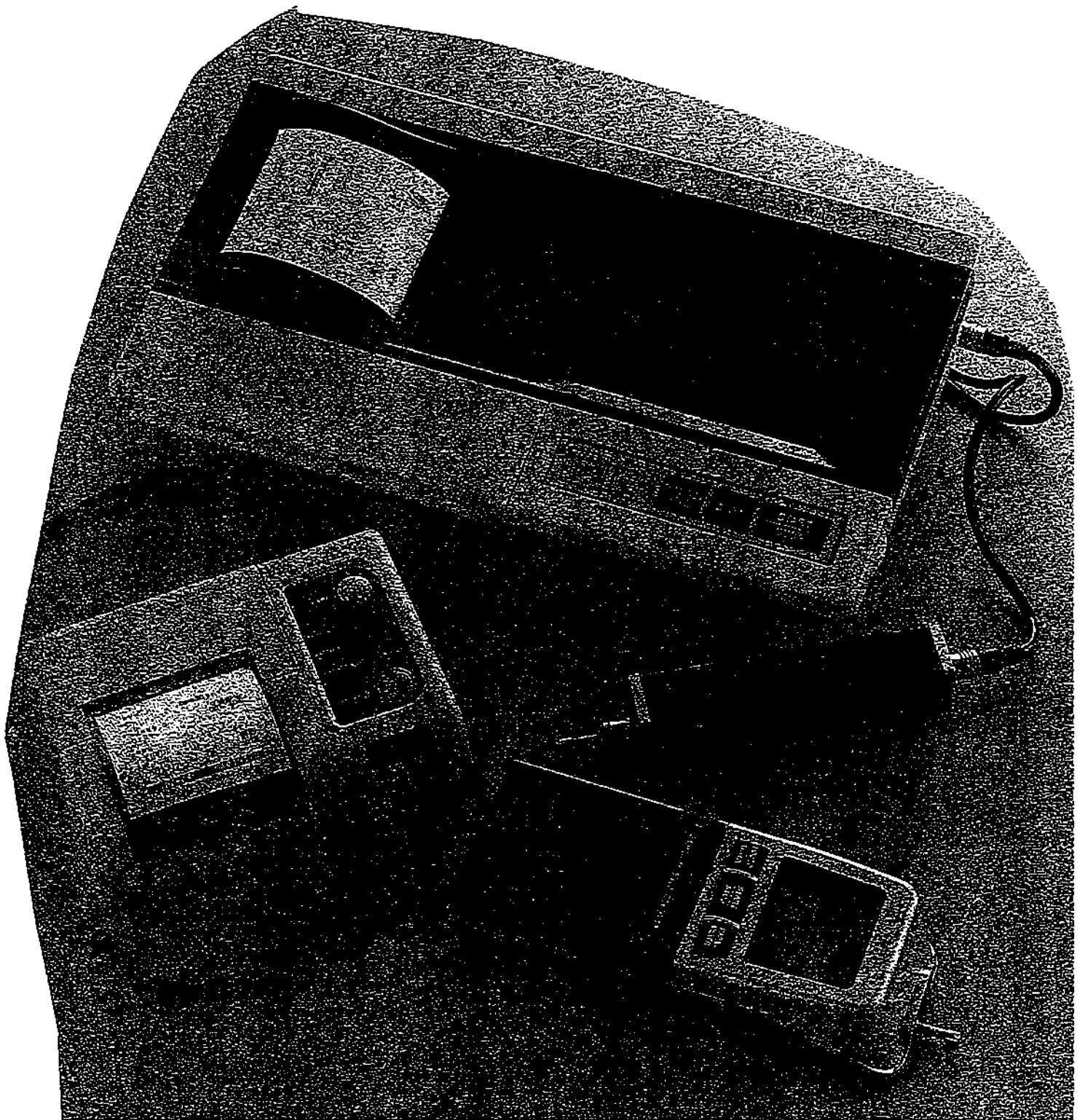
写真5.5-2



現場比較標準板（例）



K T Aコンパレーター



表面あらさ計

SSM-14P

表面塩分計



表面塩分計

溶液を試料とする。

(c)現場簡易分析法

上述した試料のいずれか一種の水溶液中の塩化物イオン濃度を塩化物イオン検知管によって測定する。この検知管は塩化物イオン用水質検知管として広く用いられている。

このほか、ブラスト処理面に付着した塩化物や硫酸化合物などの水可溶性化合物の全体量を、それらを溶解させた水溶液の電気伝導度として評価する方法が ISO 及び JIS として検討されている。これに該当する鋼構造物の表面塩分濃度を直接測定できる表面塩分計が市販されている。この方法は磁石付測定器を測定部位にセットし、清浄水を注入、自動攪拌し、水溶性塩分を 25℃に自動温度補正可能な電導率計で直接測定するものである。

(3)表面付着粉塵の評価

ブラスト処理面にセロハン粘着テープをはり付けた後、テープをはがし、テープ付着した粉塵量を標準図と比較する。粉塵付着標準図は ISO8502-3 に規定されている。

(4)結露の可能性の評価

現場大気の相対湿度又は露点及び鋼材表面温度を測定し、鋼材表面が結露する可能性を評価する。相対湿度を測定する方法、露点（結露計）及び鋼材表面温度を測定する方法がある。

8. ブラスト後処理

ブラスト後の研削材の回収は経済的にも重要であり、迅速、かつ的確に清浄化するためにも研削材の回収は、強力なバキューム集塵が望ましい。

部分的に鋼材が露出したブラスト面は活性化（錆やすい状態）され、錆やすい状態となっているため、保管環境に配慮すると同時に触指あるいは汗などを落としてならない。ブラストした直後は浮遊粉塵が多いため周囲の状況を確認する。ブラストされた面は、一見清浄にみえても異物が付着している場合がある。この異物除去には乾燥したエアを用いエアブローすることが必要であるが、この場合の圧力はブラスト時より高圧にすることが望ましい。付着物の確認は目視によるが、セロテープで確認する必要がある。この場合はセロテープを添付した部分は清浄にする配慮が必要である。特に研削材の突き刺さり現象はブラスト時の角度による影響があり、事前に確認しておくことも必要である。大きなグリットの塗膜面の突き刺さり成膜後、気孔の発生原因となることがある。

ブラスト後シートなどで保護することは結露する場合があります不適当な場合が多い。

9. 見積項目

素地調整費（ブラスト作業費）は、前処理工程であるが塗装費用として重要な項目である。最近では、使用した研削材は産業廃棄物として処理されその処理費も加算される。通常、ブラスト費は、仕上げ程度による単位面積当たりの費用円/m²で表わされる。素地調整における見積項目を次に示す。

1) 研削材の材料費

塗装及び塗膜剥離を目的とした研削材は、フェロクロムスラグあるいはガーネットが主として用いられている。使用量は、ブラスト前の鋼材の表面（塗膜）状態により大きく変動する。使用量の単位は、kg/m²で表わされる。通常の錆を Sa21/2 に仕上げに必要な研削材の使用量は40～50kg/m²

2) 労務費（直接費+回収費）：円/時間

3) 作業員の防護費及び安全対策費など

4) 消耗工具、用品費（ブラスト養生材料など）

5) 産業廃棄物処理費

6) 動力費

7) 各種設備防護機材などの償却費

8) 間接費（+現場作業：出張経費）

9) 一般管理費

10) 足場架設費（現場作業）などである。