防食塗装用物理的素地調整方法の最近の話題

青 木 茂*

* 千代田化工建設株式会社

Topics on Mechanical Surface Preparation for Coating on Steel Structures

Shigeru Aoki*

* Chiyoda Corporation

Methods and effects on metal substrate to be coated on some of mechanical surface preparation, especially blasting, are described. And, after introducing recent action of ISO/TC35/SC12 on this subject, correspondence as Japanese industries for the action of ISO is appealed.

Key words: coating, painting, surface preparation, blasting, evaluation, standard

1. はじめに

塗装や有機ライニングなどを鋼材表面に被覆する際に、それらの皮膜品質を高める上で最も重要な工程の一つとして“surface preparation”がある。ただ、この用語に相当する日本語は実にさまざまであって、数年前に(社)日本塗料工業会の内部で行われた関係者へのアンケート調査でも、素地調整・下地処理・表面調整・表面処理・前処理・ケレン・研掃・下地ごしらえなど 12 種類の呼称が回答されたことがある。ここでは、後述する ISO 対応国内委員会内部ではほぼ定着しつつある素地調整を使うこととする。

素地調整の目的は、塗膜の付着に有害な被塗物上の異物を取り除くことと、塗料と被塗物との接触面積の拡大や塗膜の母材への食付きを高めるための粗面化(肌荒らし)を図ることであるが、その方法は化学的・物理的の二つに大別される。前者は酸洗や化成皮膜処理であり、主として工場内でのライン化された塗装に用いられている。後者は大型構造物の塗装などに利用されるもので、グラインダーやブラスト仕上げがその代表である。本稿では、これらについての話題を紹介してみたい。

2. ブラスト処理の方式

ブラスト処理は、固い粒子を高速で被塗物にぶつけてその表面上の異物を除去する方法であり、その粒子(研

重点を置いて「研削材」の方が良いと考えている)の種類と、粒子に高速のエネルギーを与える方式とで表 1 に示すように分類することができる。

この分類表で印を付けたように、同じ研削材が別の方式で用いられる場合も多いので、従来慣用的に使われることのあったサンドブラストとショットブラストの 2 語でブラスト処理方法のすべてを片付ける表現は好ましくない。サンド(けい砂)を用いたエアブラストとかショットあるいはグリットを用いた遠心式ブラストというべきである。

なお、粉塵の飛散防止を狙って水(+インヒビター)を併用する方式も広まりつつあるが、多量の水を用いる場合には精密機械仕上げの液体ホーニングや最近の超高压水流による切断作用と原理的な共通面がある。

3. ブラスト処理の効果

被塗物に研削材が衝突した時の状況を定性的に描いてみたのが図 1 である。球状の研削材(ショット)は衝突エネルギーの多くが周辺への打撃に変わるので、比較的広範囲のさび(ミルスケール: 黒皮を含む)を飛ばすことができる。一般に沢山の粒子がアトランダムに平面に当たる場合、時間の経過と共に同じ点に何回も当たってしまい、全面にくまなく当たらせるには長い時間が掛かるものであり、一粒で広範囲のさびを除く性能は好ましいものである。しかし飛散するのは脆い上層部だけで、下層のさびは残るし、研削材直下のさびはその多くが母材内部へ押し込まれることとなる。

* 〒221 横浜市神奈川区守屋町 3-13 (3-13, Moriyacho, Kanagawa-ku, Yokohama 221, Japan)

表1 ブラスト処理方法の分類

研削材を飛ばすエネルギー	代 表 的 研 削 材					ブラスト方式の名称
	スチールショット	スチールグリット	サンドまたはけい砂	からみまたはスラグ	コランダム	
圧縮空気		(○)	○	○	○	エアーブラスト (水添加の時) 少量：ウェット 多量：スラリー
高 圧 水			○	○	○	ウォーターブラスト
回転円盤	○	○			(○)	遠心式ブラスト

○印は一般的に適用されている例

図1 ブラストした表面の断面の模式図

図2 ブラスト仕上げ面の断面の一例 (200×)

鋭角を持った研削材は被塗物を削り取って行くので、衝突エネルギーの多くが切削に使われ周辺のさびを飛ばす効果は少ない。つまり面積的な効率が悪いが、研削材直下にさびを埋め込む程度が少ない。また処理面の凹凸は、図2に例示するように、球状研削材でのブラストに比べて激しく鋭いので、粗面化の効果も大きい。

ブラストの効果についてさびの除去として表現して来たが、見えない異物としての塩分や硫酸根などもさび層中に含まれる分は一緒に除かれる筈である。ただし、研

削材自身が碎けて被塗物中にめりこむことも確認されている¹⁾ので、汚れた研削材を使ったり、繰返し使用したりしなければ、の話である。油脂分は衝撃時に移動する可能性があるので、付着が明らかな場合は事前に脱脂しておかなくてはならない。脱脂はアルカリあるいは溶剤洗浄が普通であるが、火災であぶるというささか乱暴な方法もある。

なお余談ながら、砂漠の砂嵐から着想された（以前自動車の窓ガラスがなくなってしまったテレビが放映されたことがある）といわれるブラスト処理は、墓石の名前彫りやガラス工芸など他分野でも幅広く利用されている。

4. ブラスト処理面の評価

ブラスト処理後の仕上げ面は、従来は除錆率と面粗さとして評価されてきた²⁾。しかし前者は、目で見える（例えば拡大鏡位使っても）異物の除去程度の表現であり、細かな粉塵や塩分・硫酸根など見えない異物は一般には問題にされてこなかった。ところがいしばらく前から、これ被塗物の表面に残留していると塗膜の劣化が促進されるらがとの問題が提起³⁾されるようになり、除錆率を含む清浄度（英語では cleanliness）という概念に変わってきた。

塗膜は一般に使用環境からの水分の透過を阻止し得ないものであるが、水と親和力の強い物質がその裏に存在すると、透過が速められるらしい。塩分をなるべく残さぬようにとの考えは段々強くなっているようで、素地調整とはちょっと離れた話題であるが、一昨年末米国NACEで制定された塗膜の湿式ピンホールテストの基準書では、塗膜欠陥中に浸透させるべき導通液に、塩を入れてはいけないとまで書いている。もっともそのために、導通液の電気抵抗が大きすぎて肝心の欠陥が検出できないという根本的矛盾に満ちた基準になってしまった⁴⁾が、それほど塩を恐れているという一例である。

5. 物理的素地調整に関する ISO (国際規格)

5.1 国際委員会の構成

このように重要かつ問題のある素地調整について、国内ではこれまで公式な基準はなく、大口ユーザーが欧米の除錆率に関する基準を流用・拡張して作成した団体規格を制定していたに止まっていた。

欧米の基準で有名なものは、SIS (スウェーデン規格協会) が発表した写真表示のものと、それを文章で表現した SSPC (米国・鋼構造物塗装協会) の基準である。前者は Sa 2; Sa 3, 後者は SP-5; SP-10 などと表現されており、馴染みの方も多いであろう。

ところが 10 年程前から、ブラストを中心とする素地調整技術全般に関して系統的な国際規格 ISO を作る委員会が組織され、精力的な活動が続けられている。委員会の構成を表 2 に示したが、WG 2 の主査は上記スウェーデン写真の作成者であり、また米国 SSPC も毎回有力メンバーを派遣している。日本は第 5 回委員会からオブザーバーの資格で参加、第 8 回以降は P メンバーとして正式参加し、いろいろと発言してきた。

表 2 ISO/TC 35/SC 12 の構成と幹事国

委員 ^注 会 名	作業担当	幹事国	事務局
TC35/SC12	塗料及び関連製品の塗装前の素地調整	英	BS
WG 1	表面粗さ	英	BS
WG 2	清 浄 度	スウェーデン	SIS
WG 3	処理方法	独	DIN
WG 4	研 削 材	英	BS
AG-M	金 属 系	英	BS
AG-NM	非金属系	独	DIN

ISO へはそれぞれの国の政府機関単位 (日本は工業技術院標準部が担当) で参加して、国際委員会には専門家を委員として登録・派遣し、また回付されてくる原案へ国として投票を行うこととなっている。本件の場合、実際の審議活動は日本塗料工業会が事務局となつて対応国内委員会が設けられており、そこに関係ある協会・工業会が国内委員を派遣している。委員長は、初代が茨城大学の長坂名誉教授で、現在は東大・生産技術研究所の増子教授が就任されている。国内委員会の下部には、ISO の WG 2 および WG 3 に対応するテーマ担当の WG-A と WG 4 に対応するテーマ担当の WG-B とが組織されている。

5.2 ISO の進展

本年 4 月のユーゴスラビアで開催された第 11 回会合では、これまでの活動がようやく実ってきた感じで、従

来刊行された 2 件に加え、6 件の ISO が刊行準備中であることが確認され、また素地調整後の表面の清浄度やブラスト用研削材などに関する規格原案にも大幅な進展がみられた。その概要を表 3 に紹介する。詳細は別報⁵⁾を参照されたいが、これら全てが整備されると作業工程に差し障りが出るのではとの皮肉が出るほど、盛り沢山である。

これらの中で、特に興味あるのは表面塩分の定量分析と研削材の仕様・試験法とである。

前者について、日本からも拭取り後の北川式検知管方式を提案し CD となったが、スウェーデンの Bresle 氏の発明になるサンプリング法は、単にこの目的だけでなく、表面付着物の採取が問題となるいろいろな場面で利用され得るものである。要は周囲をスポンジで囲まれた内径 40 mm 程度のゴム製パッチを表面に張り付け、注射針で注入した水で表面の水溶性成分を吸い取る方式であるが、壁や天井でも、またかなり窮屈な部分でも、なれば水をこぼさずに採取することが出来る。なかなかのアイディア商品である。

研削材については金属系・非金属系のそれぞれに求められる特性と、それら特性の試験方法を網羅すべく、審議が精力的に続けられている。対象とする研削材と試験方法についてまとめると以下の通りである。

○金属系研削材の種類

鋳鉄ショット、高炭素鋼ショット・グリット、低炭素鋼ショット

○金属系研削材の試験方法

サンプリング、粒度、硬さ、密度、マイクロ構造、異物、湿気、パフォーマンス (繰返し使用可能回数)

○非金属系研削材の種類

けい砂、スタオロライト、オリビンサンド、銅スラグ、石炭灰スラグ、ニッケルスラグ、製鉄スラグ、溶融アルミナ

○非金属系研削材の試験方法

サンプリング、粒度、見掛け密度、硬さ、湿気、水溶性汚れ、フライアビリティ (砕けやすさ)

[注] 水溶性塩化物: WG-2/4 間で統一性検討。

かさ密度: 他の ISO で代用可能。

これまで国内では、ブラスト用研削材としては金属系の一部に JIS があり、溶融アルミナなどが砥石用の JIS を持っていただけであったが、それらも現在 ISO で審議しているような詳細な特性までは規定していない。その他の研削材はまったく野放しといってもよい状態であった。したがって現状のままであれば、これらの ISO に適応した研削材を求めようとしても、特性値の表示が不十分なため購入不能な場合すら起こり得るものと思われる。一連の内容が ISO となるのも間近と予想されるの

表 3 素地調整用 ISO 規格化の進展状況

刊行・審議段階	ISO No-Part No.	標 題 (抄 訳)
刊行済み	8501-1 8503-1, 2, 3, 4	鋼材の除錆率の目視判定用参考写真集 表面粗さ用比較板
刊行準備中	8501-2 8502-1 TR 8502-2 8504-1 8504-2	旧塗膜の部分的仕上げ部の目視判定用参考写真集 水溶性鉄鋼腐食生成物の現場試験方法 仕上げ面の塩化物の実験室的検出法 素地調整方法一般 ブラスト処理方法通則
DIS 投票中	8502-3 8502-4	仕上げ面のダストの評価方法 結露の危険性の予知方法
DIS となったもの	8504-3 11124-2, 3, 4 11125-1~7 11126 1, 3~6, 8 11127-1~6	手・電動工具仕上げ方法 金属系研削材の仕様 金属系研削材の試験方法 非金属系研削材の仕様 (注) -7 溶融アルミナは規格構成のみ再調整 非金属系研削材の試験方法 (注) -7 水溶性塩化物は WG 2/WG 3 間で再調整
CD となったもの	8501-3 TR 8502-5 8502-3 11124-1	異種研削材による仕上げ面の目視判定用参考写真集 検知管による仕上げ面の塩化物の検出法 Bresle 法による水溶性不純物のサンプリング法 金属系研削材の手引き
NWI として採択されたもの	8501-4 8501-5	ショッププライマー面の仕上げグレード 溶接部等の仕上げグレード
WD 作成予定	8502-7 ... 11126-2	可溶性不純物(塩化物・硫化物・鉄塩・油脂・湿気)の現場分析法 溶剤洗浄法 非金属系研削材：けい砂の仕様 非金属系研削材：スタオロライトの仕様 研削材のパフォーマンス(非金属系はフライアビリティ)試験法

〔付〕 ISO の審議段階

ISO	International Standad	国際規格 (ジュネーブの ISO 本部で管理)
-TR	Technical Report	正式技術報告：WG, SC で審議，投票
DIS	Draft of ISO	ISO 本部で投票管理 (審議は SC)
CD	Committee Draft	SC レベルで投票管理 (審議は WG)
NWI	New Work Item	SC レベルで投票管理 (審議は WG)
WD	Working Draft	WG で審議するための原案

で、国内メーカーの対応が急務であろう。

5.3 国内対応策への提言

上述のように素地調整に関する基本的 ISO が完成し、引き続きその他規格の審議が進展している。しかし国内では、素地調整が重要な工程であることはだれもが認めていながら、ごく一部を除いてこれらに対応すべき公的規格類はほとんど整備されていない。

これら ISO 規格に準拠しなければならないジョブは、当面は国際間の取引に限られるかもしれない。しかし国内建設工事の国際解放が進めば国内向けの塗装作業においても「素地調整は ISO によること」と 1 行書かれただけの仕様書が出てくることも考えられる。その時になって担当者がかかなりあわてても、うまく ISO に合致した素地調整が出来なかったというような事態も十分予想し得るのではないだろうか。そんな場合、もし本当に

ISO に不合理な点があるならば、自国の規格である JIS を確立しておくことが一つの有力な対抗手段となろう。

しかも一方、国際的には、工業製品の標準を独自に作り、同じ土俵で勝負しようとする日本は不公平だと指摘されている。したがって、貿易摩擦解消の最良の潤滑油の一つは JIS の ISO 化だといわれており、通産省では ISO 審議に参画するとともに、ISO に沿った JIS の整備を強く指導されているとのことである。

いずれにしても、技術的に重要でありながら未整備の本分野においては、ISO 制定に呼応し、早急に JIS の作成に向けて努力すべきであろう。その場合には、関連の公団など幅広いユーザーの参加も求め、現在の ISO 対応国内委員会とは別個の、あるいはそれを拡大した形で組織した JIS 制定委員会の設置が必要と思われる。

私見ではあるが、上記 ISO の審議を参考とすれば、

日本でも直ちに JIS の原案作りに取り掛かることが出来るのではないだろうか。(1991 年 12 月 10 日受理)

文 献

- 1) L. B. Doherty: *Mater. Perform.*, **13** [11] 12 (1974).
- 2) 青木 茂: 実務表面技術, **28** [9] 412 (1980).
- 3) C. Calabrese, & J. R. Allen: *Corrosion*, **34** [10] 331 (1978).
- 4) 青木 茂: 防錆管理, **33** [5] 19 (1989).
- 5) 青木 茂: 防錆管理, **35** [9] 26 (1991).