

Development of Dull-Finished Stainless Steel Exterior Panel



増田 治雄
Haruo Masuda
土建技術部 千葉土建
技術室 主査(部長補)



高井 正行
Masayuki Takai
土建技術部 千葉土建
技術室 主査(課長補)



境野 剛
Takeshi Sakaino
土建技術部 千葉土建
技術室



佐藤 信二
Shinji Sato
鉄鋼技術本部 ステン
レス技術部 主査(部
長)



肥野 真行
Masayuki Hino
阪神製造所 ステン
レス部生産技術室 主査
(課長補)



小針 三千夫
Michio Kobari
川鉄エンジニアリング
㈱ 建築第一設計室 課
長

1 はじめに

近代建築において、鉄はガラスやコンクリートとともに建築に欠くことのできない材料として現在に至っている。

しかし、最近では、従来の様式にとらわれない個性豊かでかつ高級感のある建築を目指す動きが特に著しい。建築材料に関しても、錆びた鉄板やチェッカープレートを意匠的に取り入れるなどの、いままで見られなかったような材料の使い方や、内外装に石や多結晶ガラス、アルミパネル、ステンレスパネル、大判タイルといった耐候性の優れた材料の使用例が増えてきている。

こうした現代のニーズのなかでステンレスは、特に斬新さを表現する建材として、石、ガラスとともに欠くべからざる要素となっている。また復古調の建築に対してもステンレスを効果的に使うことで、過去のスタイルと現代性をうまく融合調和させ、気品のある建築に仕上げる例が増えてきている。

しかし、これまで主に用いられてきた表面仕上げであるヘアライ

要旨

川崎製鉄では、建築内・外装用の新しいダル仕上げステンレスを開発した。このダル仕上げステンレスは、圧延法により製造され、きめ細かな製造管理によりソフトな質感を有し、歪みが目立ちにくく表面の均一性が優れているという特徴を持っている。粗目、細目および裏面にエンボスを施したダルエンボスの3種類の仕上げをそろえるとともに、ファンシーコートカラー等との組み合わせにより多様化を図っている。また、今回ダル仕上げステンレスパネルを、技術研究本部別館の外壁に使用した結果、用途にふさわしい現代的でありながら落ち着いた外観の建物とすることができ、ダル仕上げは建材(外壁材)としての要求に十分対応できた。

Synopsis:

Kawasaki Steel has developed dull-finished stainless steel sheets for building use. Their main features are: (1) soft tone appearance, (2) good flatness, (3) excellent surface uniformity, and (4) availability of three different surface finishes (i.e., rough tone, fine tone, and the emboss-dull finish which is characterized by emboss patterns on the reverse side). Color variation in combination with the FANCY COAT COLOR system is also available. The dull-finished stainless steel sheets with rough tone have been successfully used for the exterior walls of the annex of Kawasaki Steel's Research Laboratories.

ンや鏡面は、ステンレスのシャープさを強調する仕上げであったため、意匠的には線としてのイメージが強く、用途が限定されてきた¹⁾。ダル仕上げステンレスは、そのソフトな質感により面材としての発展の道を開くものと言えよう。

ここでは、当社で新たに商品化したダル仕上げステンレスの特長とともに、当社技術研究本部別館の外壁材に使用した例を紹介する。

2 建築用ダル仕上げステンレス

ダル仕上げとは、ステンレス表面に細かな凹凸を付けて艶消しを施した仕上げの総称である。古くは、塗料の密着性改善を目的とした塗装ステンレス原板やプラスチック化粧板用押し板として、また比較的最近では、車両側板用として製造されてきた。ここ数年来、ダル仕上げステンレスが建築用、特に外装用に注目されてきたのは前章で述べたとおりであるが、その主な理由は、これまでのステンレスの仕上げと異なったソフトな質感と光沢が低いこと歪みが目立ちにくいためと思われる²⁾。建築外装用の場合、その意匠性のみならず、表面の均一性等これまでの用途と比較して格段に厳しい品質特性が要求される。当社では、塗装ステンレス原板や車両側板材製

* 平成4年4月17日原稿受付

Table 1 Comparison of manufacturing methods of dull finished stainless steel

	Manufacturing process	Merits	Demerits
Roll method	Rolling with rolls engraved by spark etching, chemical etching, blasting, laser etching and other techniques	1. Excellent flatness 2. High productivity 3. Good surface uniformity	1. Unsuitable for small lot production
Blast method	Directly blasting alumina shots, silica beads, iron grids and other shots	1. Suitable for small lot production	1. Poor flatness 2. Low productivity 3. Poor surface uniformity

造によって蓄積した技術をもとに、建材用の新しいダル仕上げステンレスを開発した。

2.1 製造方法

ダル仕上げステンレスの製造方法は、ブラスト法と圧延法に大別される。これらの製法とそれぞれの長所、短所を Table 1 に示す。両者の長所、短所およびこれまでの技術蓄積をふまえて圧延法を採用した。

製造にあたっては、ダル圧延前の母コイルの表面色調コントロール、ダルロールの管理、表面性状を損なわない形状矯正法の採用など建築用ステンレスに要求される表面色調の均一性確保を図っている。

2.2 製品の種類および製造可能範囲

意匠建材としての多様なテクスチャーの要求に対応するため、粗

Table 2 Variety of Kawasaki Steel's dull finished stainless steel and their features

Description	Features
Dull finish (rough tone)	• Dull finish with relatively rough surface profile • Random emboss-like appearance at close look
Dull finish (fine tone)	• Dull finish with relatively fine surface profile • Uniform, white appearance suited especially for roofing
Emboss-dull finish	• Dull finish with emboss pattern on the bottom side • Fabric-tone appearance

目ダルおよび細目ダル仕上げのほかに、裏面に種々の柄のエンボスを施し、ダル仕上げ表面にエンボス柄を浮き出させたエンボスダルの3種の仕上げをそろえている。これらの特徴を Table 2 にまとめた。

さらに、これらのバリエーションとして透明着色塗装（ファンシーコートカラー、標準色はクリア、グレー、ブロンズ、ゴールドの4色）との組み合わせも可能である。

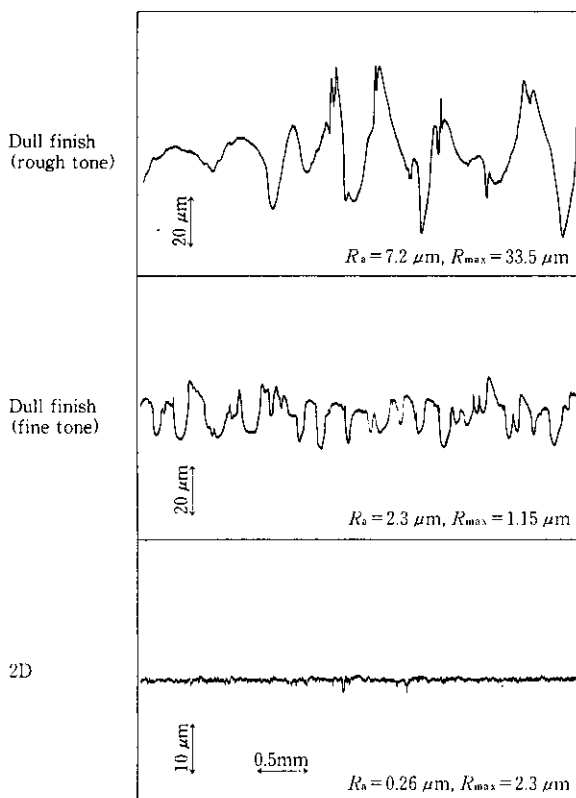
基材のステンレスとしては、SUS 304 のほかに、他の JIS 鋼種や R445LY、S30-2 等の当社独自の高耐食性鋼種の使用も可能であり、使用される環境条件に応じて適切な鋼種を選択できる。なお、フェライト系鋼種はオーステナイト系鋼種に較べてやや光沢の高い仕上げとなる。

製造可能寸法は、厚み 0.3 mm~2.0 mm、幅 600 mm~1 219 mm のコイルあるいは最大長さ 8 m のシートである。

2.3 製品の特性

Fig. 1 にダル仕上げステンレスの表面粗度測定結果の一例を示

Fig. 1 Surface profile of dull-finished stainless steel sheet (longitudinal direction)



Longitudinal direction

Table 3 Durability of clear coatings (post coat) on dull finished (rough tone) stainless steel

Test item	Conditions	Results	
		Fluoro-resin paint	Silicon-acrylic resin paint
Hardness	Pencil Test (JIS)	3 H	4 H
Boiling water	500 h in boiling water	Normal	Normal
Complex-cycle test	[SST 4 h → Dry(60°C)2 h → Wet(50°C-95%RH)2h] 10 cycle	Normal	Normal
Wet-heat-cycle test	[Wet(50°C-95%RH)4 h → Cold(-30°C)1 h → Hot(80°C)1 h] 200 cycle	Normal	Normal
SS-WOM	5 000 h (Black panel temp.: 63°C)	Normal	Normal

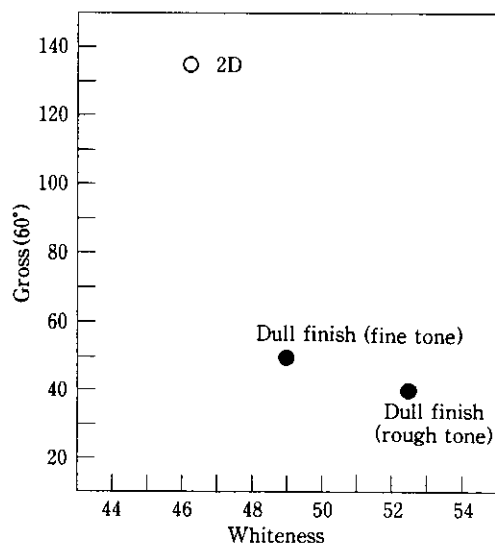


Fig. 2 Optical properties of dull finished stainless steel sheet

す。2D 材（冷延後 AP 処理したままの比較的光沢の低い仕上げ）に比べて 1 桁以上大きい表面粗度を有していることがわかる。

Fig. 2 に鏡面反射の程度を表わす光沢度と散乱反射の程度を表わす白色度の関係を示す。2D 材に比べて大幅に鏡面反射が減り、散乱反射が増えていることがわかる。このことが、ダル仕上げ材の（1）周囲の物が映らないため、歪みが目立たない（2）柔らかな、質感のあるテクスチャーという特徴につながっている。

ダル仕上げ材の耐食性は、SST や CASS 試験では 2B 材と差はないが、表面粗度が大きいため粉塵の付着は多くかつ雨等で洗い流されにくく、汚れやすい傾向がある。その結果、場合によってはもらい錆の発生につながる可能性がある。

2.4 ポストコートクリア

汚れおよびもらい錆防止手段として前述の透明着色塗装との組合わせが有効であるが、加工後塗装せざるを得ない場合にはポストコートクリアが必要となる。長期間の耐久性の期待できるポストコートクリアとしては、反応硬化型フッ素樹脂系とシリコンアクリル系がある。現在のところ長期間の実績はないが、Table 3 に示すように両系とも良好なテスト結果が得られている。

3 ダル仕上げステンレスの技術研究本部別館の外壁材への適用

3.1 背景および概要

技術研究本部別館は、2000 年以降の事業拡大に伴う研究分野の拡大および強化への対応ならびに千葉製鉄所における事務所の老朽化、スペース不足の問題を解消するため、共同施設として建設された。

3.1.1 パネルの概要

素材には SUS 304 板厚 1.5 mm を使用し、表面にシリコンアクリル系樹脂塗料（ダイメタロンコートクリアー T）を塗布し、裏面にヒル石系エマルジョン吹付け（厚 5 mm）を行っている。

3.1.2 施工場所および施工規模

研究棟外壁全面：4 900 m²

食堂棟外壁全面：960 m²

総面積：5 860 m²

総重量：約 80 t

3.1.3 製作フロー

当社阪神製造所（切板）→ 田島順三製作所（寸断→加工→表面クリアー）→ 現地（搬入→取付）

3.2 外壁パネルの設計

3.2.1 パネルの寸法

建物の外観として最も重要な要素の一つは、外壁材のエレベーション（基本モジュール）である。

パネルの基本モジュールは、建物のスパンや階高、パネルの製作可能寸法により決定される。桁行き寸法（長さ）については、柱間隔 7 200 mm の割り切れる数字より 1 800 mm と 3 600 mm、幅寸法については、鋼板の定尺幅である 1 219 mm（4 尺）と 1 523 mm（5 尺）より、折曲げ寸法を考慮して 1 125 mm と 1 429 mm を用いて、それぞれの組合わせにより以下の点を考慮し検討した。

- （1）建物全体でのエレベーションがすっきりしていること。
- （2）カーテンウォール、窓、進入口および排煙とのバランスが良いこと。
- （3）現場施工時でのハンドリングに支障がないこと。

以上の項目をふまえて検討した結果、基本モジュールは「桁行 3 600 mm × 幅 1 125 mm」に決定した。

3.2.2 パネルの形状・納まり

今回のパネルは、ダル鋼板の各辺を折曲げ加工したものに、下地

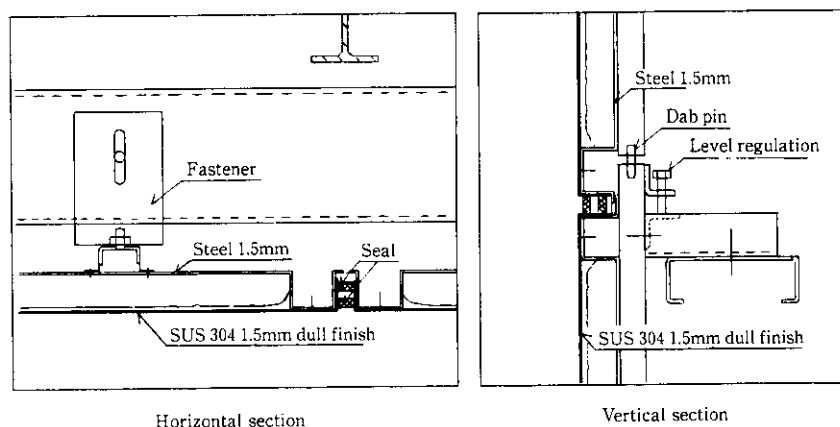


Fig. 3 Standard panel section of exterior wall

鉄骨を取り付けて、1枚のパネルに加工したものである。

パネルの形状・納まりは、「2重シール」を基本として、以下の問題点について検討を行った。

- (1) 歪み: ステンレスは硬い材質のため、板が厚くなると正確な曲げ加工が困難になる。
- (2) 雨仕舞: 「折曲げ」より「切り放し」の方がパネルジョイント部での雨仕舞に不安が大きい。
- (3) コスト: 板厚を薄くすれば材料費は下がるが、補強鉄骨が多く必要となる(ここで、板厚は最大2.0mmまで可能なので、1.5mmと2.0mmの2タイプで検討を行った)。

以上について検討するため、Aタイプ(四方向折曲げ)とBタイプ(上下折曲げ、両端切り放し)について、板厚1.5mmと2.0mmの鋼板をそれぞれ使用して(計4セット)、実際に工場で原寸大パネルを製作し、漏水試験、歪みの目視試験およびコスト比較を行った。

以上の試験・検討結果を以下に示す。

- (1) 歪み: Aタイプ板厚2.0mmにおいて、若干歪みが目視された。
- (2) 雨仕舞: すべてのタイプで問題はなかったが、外壁として何十年も使用されること、およびシーリング材の耐用年数が約7年であることを考慮すると、Aタイプの方が安全である。
- (3) コスト: 板厚2.0mmより1.5mmの方が低コストであった。

以上の検討結果より、「板厚1.5mm、四方向折曲げタイプ」とした。Fig. 3にその基準納まりを示す。

3.3 パネルの製作・取付

3.3.1 製作(工場加工)

ダルパネルは、化粧材と補強材とから構成されている。化粧材については、当社阪神製造所より入荷したステンレスのダル加工された切り板を、まずパネル幅決めのために切断し、切り欠き孔明け、曲げ加工を行った。加工された化粧材は、シリコンアクリル系樹脂塗料を静電塗装機で塗布(膜厚13~18 μ m)し、焼付け処理(素材温度180 $^{\circ}$ C $\times$ 30min)を施した。そして、同時加工されている補強材との組立を行い、裏面にヒル系系エマルジョン吹付け(厚さ5mm)を行い、最終製品検査後出荷された。Table 4に示す法許容誤差の精度を確保できた。

Table 4 Tolerance for panel size (mm)

Item	Tolerance	JIS A 4706
Inside width of frame	± 1.5	± 3.0
Inside height of frame	± 1.5	± 3.0
Expectant size of frame (<100)	± 1.0	± 2.0
Expectant size of frame (>100)	± 1.5	± 2.0
Diagonal dimension of frame	± 3.0	± 3.0

Table 5 Tolerance for panel setting (mm)

Item	Tolerance
Level of panel	± 1.5
Plumb of panel	± 1.5
Joint width	± 1.5

3.3.2 取付(現地施工)

パネルの取付は1階から上階に向けて行った。Table 5に基準線からの各許容値を示す。

以上の検討・施工により、Photo 1の外観(外壁面をステンレスダルパネルと熱線反射硝子により構成)のように、当初の計画どおり建物の用途にふさわしく現代的でありながら、落ちついた外観を得ることができた。

4 まとめ

当社で新たに商品化したダル仕上ステンレス鋼板は、

- (1) ソフトな質感、高い平坦度および表面の均一性を有し、歪みが目立ちにくい。
 - (2) 3種類の異なった仕上げとファンシーコートカラー等との組み合わせによる豊富なバリエーションが得られる。
- ことが特徴である。

そして、当社はその製造法にダル圧延法を採用しており、上記平坦度の確保とともに量産が可能であり、また高耐食性の鋼種の使用により、耐久性に優れた厳しい条件下での使用にも適する。

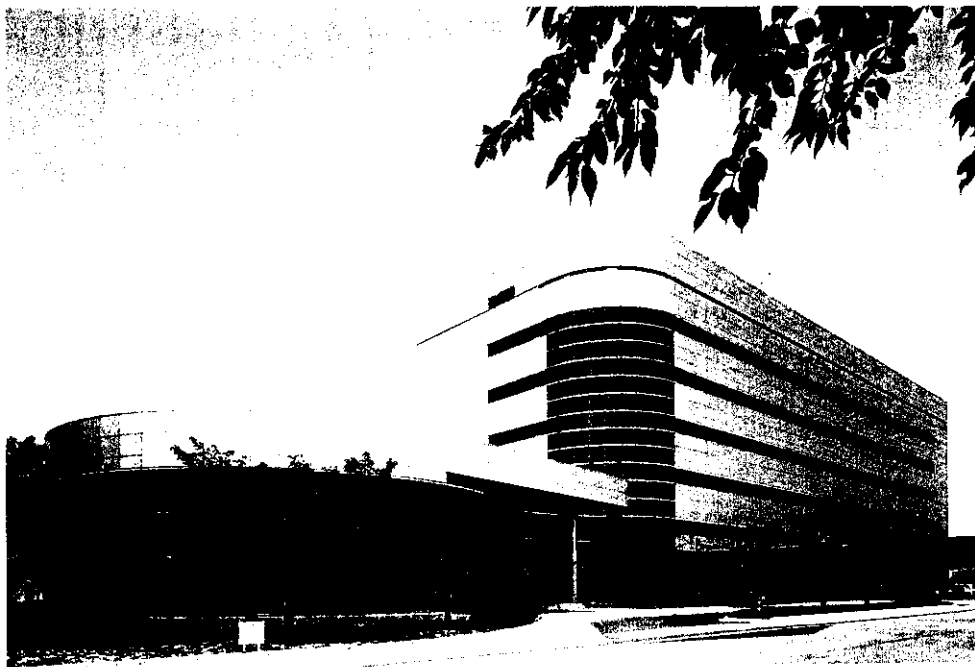


Photo 1 Perspective view of the annex of KSC's Research Laboratories with newly developed dull-finished stainless steel exterior panels (metallic silver color)

今後は、曲げ加工による歪みの防止、クリア掛けなしで汚れを防止する方法等、一層の品質向上を図っていく所存である。

なお、ステンレスダル（粗目）仕上げ材を外壁に適用した技術研究本部別館は、平成3年度の千葉市優秀建築賞を受賞したことを付

記する。

最後に、技術研究本部別館は、田島順三製作所ならびに大林組・前田建設工業・鴻池組共同企業体ほかの御協力により建設されたものであり、謝意を表します。

参 考 文 献

1) 山崎武志: S-a, 13 (1988) 3, 5-25

2) 新谷与一郎: ステンレス, 34 (1990) 1, 11-14