

耐候性鋼 さび安定化処理

WEATHER COAT



日本パーカライジング株式会社

加工事業本部

<http://www.parker.co.jp>

本社 〒103-0027 東京都中央区日本橋1-15-1 パーカービル

TEL 03-3278-4466 FAX 03-3278-4580

日本パーカライジング株式会社
NIHON PARKERIZING CO., LTD.

鋼の唯一の欠点は腐食することです。鋼構造物の多くは防食の為に補修塗装などを定期的に施していますが、メンテナンス費用は膨大な金額です。しかし、このような守りの維持管理手法は腐食科学の進歩によって変わりはじめています。

さびでさびを防ぐ、さびの不思議な性質を利用して、鋼の大気腐食を抑制する耐候性鋼の普及はよい例です。耐候性鋼のさびは年月が経つと、濡れ乾きの作用で次第に緻密化して、恰も塗膜のような働きをもつ保護被膜となって腐食を抑制します。経済的であると共に省資源、省エネルギーの面からも優れた材料であるといえます。

しかし、高温多湿で潮風などの影響を受け易い日本では、流れさびによる周囲の汚染やさび粉の飛散が問題となります。

この為に、さび安定化処理と呼ばれる利用技術が考案されました。日本パーカライジング(株)のウェザーコート法です。ウェザーコート法は、耐候性鋼の発展の歴史と共に歩み、20数年に30,000件を超える実績を積み上げています。私達はさび安定化処理のバイオニアとして、長期間の大気暴露試験や実績物件の経年調査などから得られた貴重なデータをもとに、一層のクオリティを計っています。

Steel has an inherent fault of corrosion. Most of steel structures are repainted periodically with considerable maintenance expenses to prevent corrosion. Such a passive maintenance method, however, is now changing to new ones due to the recent advance of corrosion science. Preventing rust with rust-widespread uses of weathering steel is a good example. The weathering steel with its strange properties of rust is resistant to atmospheric corrosion. A rust layer produced on the weathering steel gets compact and stable through a wet-and-dry action repeated in the course of years, and prevents the steel from rusting just like a paint film. This is very economical and superior from the viewpoint of saving materials and energy. However, there causes a problem here in Japan having some of unfavorable conditions in the climate such as high temperature, high humidity and seabreezes on many occasions. Run-off of rusty water from weathering steel surfaces may pollute the surroundings or scatter the rust powder around. To overcome this drawback, a new application technology called a rust-stabilizing treatment was originated. It is WEATHERCOAT method developed by NIPPON PARKERIZING CO., LTD. The WEATHERCOAT method has been made progress along with wide-spread uses of weathering steel, giving satisfactory results of over 30,000 cases for some 20 years.

時を超えて

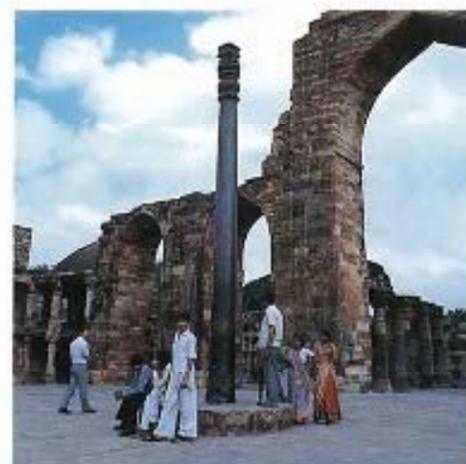
Beyond Time

古代と現代

Old Times and Today

耐候性鋼——現代に甦る鉄の良さ。 Utilizing Excellent Quality of Steel.

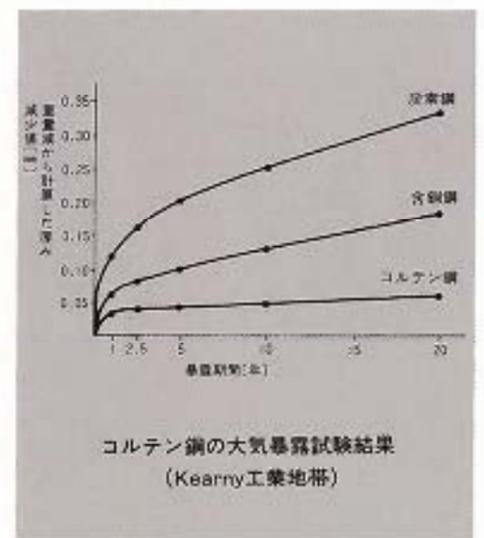
インド・デリーの大地に1本の不思議な鉄柱が立っています。この鉄柱は4世紀に建てられたと伝えられますが、1600年経過した現在でも表面は黒褐色のさびの細かなさび層に覆われていて、さびが進行しないことで有名です。古代の鉄の中にはこの他にも大気中で優れた耐食性を示すものが多くみられます。



一方、鋼に少量の特定元素を添加し、耐候性のよい鋼を見出す試験研究が今世紀の初頭から始まりました。有効元素として、銅 (Cu) とリン (P) の効果は早くから知られていました。さらに Cu と P の効果は少量のクロム (Cr)、シリコン (Si) 及びニッケル (Ni) などの添加により一層強められることが、U.S.S社の膨大な試験研究から明らかとなり、最初の耐候性鋼として有名なCOR-TEN鋼が開発されました。

図はコルテン鋼、含銅鋼、普通鋼の大気暴露試験結果を示しています。同図から分かるようにコルテン鋼は暴露期間が長くなると腐食が殆ど進まなくなり、普通鋼や含銅鋼にくらべて著しく優れた耐候性を有します。この相違は生成するさび層の性質の違いによるものです。耐候性鋼のさびは、Cu、P、Crなどの合金元素の作用で地鉄とよく密着した亀裂の少ない緻密なさび層となり腐食イオンなどの透過を妨げて、腐食反応を抑制すると考えられます。

次に、耐候性鋼のJIS規格を示します。鉄鋼材料としての用途面から、耐候性鋼には高耐候性を特徴とするものと、構造用鋼として良好な溶接加工性を有する鋼種の2種類があります。



Weathering steel, what is called two kinds of high strength low alloy steel: ASTM A242 and ASTM A588 containing small amounts of chromium, silicon, copper, nickel and phosphorus have superior corrosion-resistance in the atmosphere-4 times as great as plain carbon steel.

This is because a dense and tightly adherent oxide film, which is self-healing, is formed closely on the steel due to the action of alloyed elements. Today, the weathering steel is widely used for buildings, bridges or lighting towers as a superior material that can save maintenance costs.

耐候性鋼のJIS規格
JIS Standards for Weathering Steels

JIS名称 JIS	規格記号 Standard code	品 種 Item	適 用 Application	主な使用例 Usage
高耐候性鋼材 Highly weathering steels JIS G 3125	SFA-H&C	熱延・冷延鋼板・形鋼 Hot/cold rolled steel sheets, Shapes	ウェザーコート法 対象材 Weather coat applicable	サッシ・パネル・鉄骨・手摺・屋根 Sashes, Panels, frames, Handrails, Roofs
溶接構造用耐候性鋼材 Weathering steels for welding structure JIS G 3114	SMA.....W SMA.....P	熱延鋼板・形鋼 Hotrolled steel plate, Shapes	ウェザーコート法 対象材 Weather coat applicable 塗装用 Painting	橋梁・鉄塔・大型鉄骨 Bridges, Towers, Large-scale frames

不朽の美

Everlasting Beauty

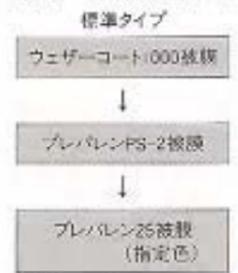
ウェザーコート法——次世代に生きる技術。 WEATHERCOAT-technology that will survive in future.

耐候性鋼を素地のまま使用する方法（裸使用）は経済性やさびの重厚な美しさなどの利点から、最初アメリカで広まりました。しかし、降水量が多く高温多湿な日本では、初期の流れさびやさび粉が建造物の周囲をひどく汚染したり、また、風通しの悪い所や結露頻度が多い部分では安定さびが形成しにくいなど、裸使用に関しては大きな制限がありました。

そこで、金属表面処理剤メーカーである当社ではこれらの問題を表面処理技術によって解決するため、新日鐵住金株式会社の協力を得て、ウェザーコート法と呼ぶ耐候性鋼のさび安定化処理技術を開発しました。

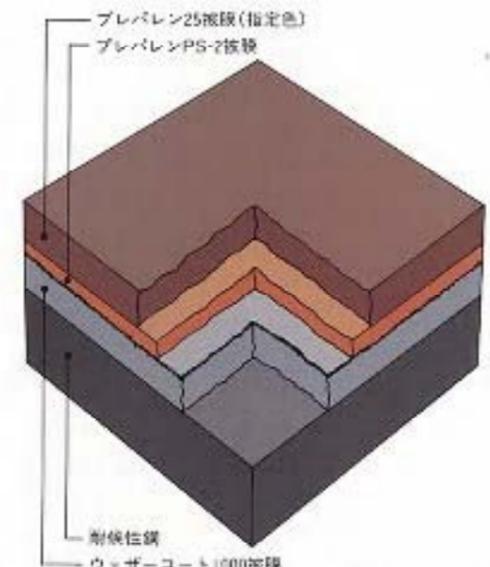
この技術は大別して2法があり、標準タイプでは耐候性鋼を加工、除錆後、初めに安定さび形成に効果のあるリン酸塩被膜処理を行い、次に特殊な有機質被膜をコーティングします。この被膜は、素地の急激な腐食進行を抑え、鉄イオンを被膜中でとらえ、大部分を固定し、流出させにくい働きをします。ウェザーコート法はこれら機能型被膜の相乗効果によって、耐候性鋼の裸使用の欠点である流れさびの発生を抑制し、自然と融和する美しい外観を保持しながら長年月を経て安定さび層を形成します。

ウェザーコート法のプロセス



標準タイプの被膜の構成と機能

標準タイプのウェザーコート被膜は図に示すように、ウェザーコート1000被膜、プレパレンPS-2被膜、プレパレン25被膜の3層から構成されています。



ウェザーコート1000被膜は複合リン酸塩を主成分とする灰色の多孔質結晶被膜で、化学処理によって形成されます。この被膜が安定さび層の形成に主要な効果があります。

プレパレンPS-2被膜は、ポリビニルブチラールを主成分とする茶色の薄膜有機質被膜です。この被膜は、主として流れさびを抑制する機能を果たします。

プレパレン25被膜は腐食性イオンの透過を抑制し、酸化鉄顔料を含む多様な環境色にマッチする黒褐色系のアクリル樹脂被膜です。より意匠性を高めるため、3色の標準色から選択出来ます。



Weathering steel is restricted in applications, because run-off of rusty water from steel surfaces in the initial application period many pollute the surroundings. The WEATHERCOAT method prevents steel from canting such defective run-off. This efficient surface treatment forms a stable rust layer for keeping the beautiful appearance for many

years. The treatment film consists of three layers a phosphate coating WEATHERCOAT#1000, that is effective to form the stable rust, a special organic coating, PREPALENE PS-2, that prevents run-off rusty water, and a finish coating PREPALENE 25, that improves the cosmetic design.

緻密な安定さび

Protective and Stable Rust Layer

建設地：北海道

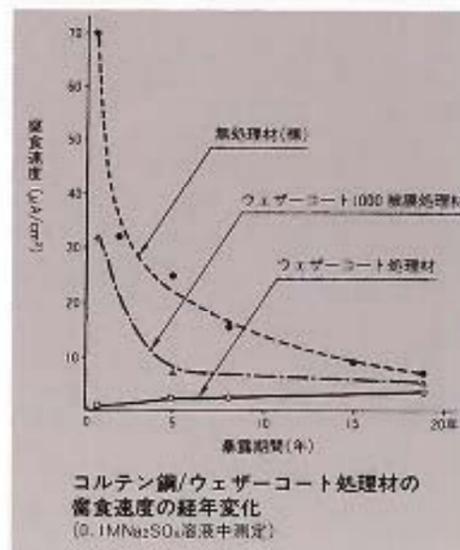
安定さびをはぐみ、腐食抑制機能の発揮。

Forming stable rust layer to prevent corrosion.

総合性能

ウェザーコート法被膜の被膜下や耐候性鋼にできたさび層の保護被膜性能は電気化学的手法を用いて、腐食速度 (Icorr) として求め、比較評価することができます。図は長期間にわたり大気暴露試験を行った耐候性鋼の各種サンプルの腐食速度測定例の1例です。同図から次の事が分かります。

ウェザーコート法処理材は、暴露初期ではレバレン被膜の遮蔽効果により、また、経時すると安定さびの形成により、腐食速度は長年月低く抑えられ、優れた腐食抑制機能を発揮します。



無処理材(裸)は暴露初期に腐食速度は大ですが、経時すると次第に安定さびを形成して耐候性が向上します。この腐食速度が大きいき流れさびが発生します。

図中に示されているウェザーコート1000被膜のみの処理でも被膜効果により腐食速度が抑制されていることが理解できる。

ウェザーコート法の使用メリット

流れさびの回避

公共建築物やビルなど人通りが多く、さびの流出、飛散が許されない場合。

周囲がコンクリート、タイル、ガラスなどであり、さびの汚染が目立つ場所。

水源用の河川や湖水など水質汚染が嫌われる場所。

ロー・メンテナンスの持続の可能性

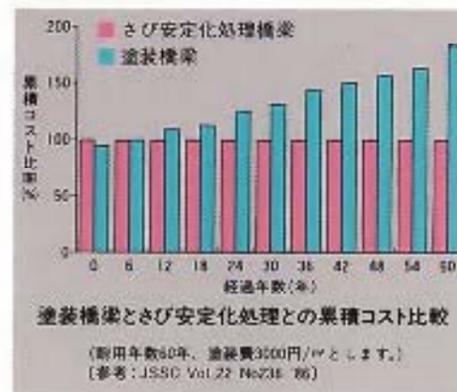
橋梁、鉄塔、屋根など構造物が高架、大型であったり、補修作業に危険が伴うなど維持管理が困難な場所。

意匠的效果

多角的な環境色とのマッチ、光沢を抑制した重厚外観への応用、流れさび抑制などから構造物の機能とあまった意匠効果。

経済的效果

一般防食塗装や亜鉛メッキでは、被膜寿命に限りがあり、メンテナンス費用がかかります。この維持管理費用を不要にし、経済的效果を期待する場合。



Advantages of WEATHERCOAT Method

PREVENTING RUSTY RUNNING

- ☆Applicable for the places such as public buildings or bustling streets, where rust running or scattering is not permitted.
- ☆Applicable for rivers and lakes, of which water pollution is not permitted.

MAINTENANCE

- ☆Applicable for large-scale structures such as bridges, towers and roofs, of which maintenance works are difficult for danger.

COSMETIC DESIGN EFFECTS

- ☆Applicable for exterior panels and sashes of buildings, facilities and monuments in the park, of which cosmetic design is required to keep beautiful appearance for many years.

The protective properties of WEATHERCOAT film or the rust layer formed on the weathering steel can be comparatively evaluated at the corrosion rate by means of an electrochemical method. The figure shows an example of the corrosion rate measurements made on varied samples of weathering steel through a long period of the atmospheric exposure tests. This figure tells the following. This weather-coated material features superior weatherproofness by keeping the corrosion rate low for many years, due to the barrier effect of organic coated film at the initial stage of exposure and by the stable rust layer formed in the course of years.

ウェザーコート法使用の一般的留意事項

1. 適用環境条件について (マクロ環境とマイクロ環境)

構造的な大気環境を(便宜的に)マクロ環境と呼ぶとしますと、複雑な構造・形状をもつ建築物などの各部位はさまざまな変化をもったマイクロ環境におかれていることになります。

即ち、方位、角度もさまざまで、日照条件、降雨のかかり状態などが微妙に変わり、耐候性鋼の安定さび形成に影響を及ぼします。この点で暴露試験サンプルとは差があります。

マクロ環境としての適用限界条件を表1に示し、安定さび形成のためのマイクロ環境の良否を表2に示します。2つの表は物件を検討する場合の目安です。実際の構造物では部位により条件が変わりますのでいくつかの事前調査を行うことも必要です。その事例を併せて6項目示します。

表1. ウェザーコート法の適用限界条件

		危険地域 (お勧めしません)	検討地域 (使用条件により可能)	適用地域
付着塩分量の目安		1,000mg/m ² 以上	300~1,000mg/m ²	300mg/m ² 以下
飛来塩分量の目安		0.2mg/dm ² /day以上	0.1~0.2mg/dm ² /day	0.1mg/dm ² /day以下
国内での地域分類	沖縄全域	沿岸より500m以内	500m~ 4km	
	日本海沿岸	沿岸より500m以内	500m~ 2km	
	太平洋沿岸	沿岸より200m以内	200m~ 1km	
	瀬戸内海沿岸	沿岸より 50m以内	50m~500m	

事前調査項目の例 (1)海岸からの距離 (2)周囲の地形 (3)風向き (4)付近の構造物の腐食状況 (5)付着塩分量の測定 (6)適用部位、形状、鋼材の種類

表2. 安定さび形成のためのマイクロ環境

		安定し易い	安定しにくい	安定しない
方 角		南西 東	北	-
仰 角		斜め一上向き	下 向 き	-
日 照		日照がよい	日 陰	-
雨 水		よく当たる	当たりにくい	漏る場所
水 の 流 れ		水 上	水 下	漏る場所

2. 裏面と日陰部に対する留意

安定さび形成のためのマイクロ環境に関わって、設計ディテール的にも次のような配慮が必要です。

- (1)裏面への水の侵入を防ぎ、シール材の寿命をも配慮し、場合によっては裏面に防錆塗装を施す。
- (2)裏面での結露、湿潤状態の持続を避けるために断熱材や換気性、水勾配や水抜き孔を設ける。
- (3)結露しやすい日陰部は、勾配など設計上変化をもたせ、より乾燥しやすいようにする。

3. 形鋼材での配慮

形鋼には雨水の流れが悪くゴミ等も溜りやすい形状のものが多く、また、組立によってはマイクロ環境での雨水などの溜りを避けるため、適当なピッチ、勾配の設定などの配慮が必要です。

4. 柱の根元

- (1)雨水のはねかえり、草むらなどによる結露に対する配慮として根元の排水をよくする。
- (2)土中には直接埋め込みをしない。

5. 接合部

(1)シーリング施工について

- ①適切なシールプライマーおよびシーリング材の選定
 - ②シールプライマーの確実な塗布
 - ③確実なシーリング施工(シールメーカー施工要領守)
- (2)シーリング施工部

- ①シーリング材接着面は防水効果により将来さびの発生がなく、安定さびも生成しない。
- ②シーリング材の劣化、シール切れを起こすと水が滞留するため、さび化に到っても安定さびの形成は期待されず腐食が進行します。
- ③シーリング材の寿命予測、点検、メンテナンス。

(3)伸縮対策

仕上げ色と安定さびは褐色~黒褐色であることから、熱を吸収しやすいため熱変形を拘束、または、変形をうまく逃す配慮。

- ①変形拘束は厚板では大きな力が伴い限界もあります。
- ②変形をうまく逃す方法では、伸縮能力のある目地の設定や変形能力のあるジョイント方式など。

(4)異材継手部

①接合部材の異種金属(ボルト、ビスなど)

耐候性鋼が異種金属と直接接触し両者の表面に水があれば両者の電位差により局部電池ができる場合があります。電位の低い方がイオン化し溶出し腐食に到ることがあります。

耐候性鋼十貴な金属(銅、銅合金、ステンレス、クロームメッキ等) →耐候性鋼が腐食
 耐候性鋼十卑な金属(亜鉛、アルミニウム等) →相手金属が腐食
 耐候性鋼十普通鋼 →電位差は約20mvで実用上支障がない
 対策:電氣的に絶縁する

両者が同時に水に濡れないようにする。

②その他の異種金属(コンクリート、木材、プラスチック、タイル等)

化学反応が介在しない併用が必要であり介在する場合は直接接触を避ける。

6. 袋構造への対応

処理液が内部に溜らないよう水抜き孔を設ける。

7. 施工上の留意事項

(1)平坦面の仕上げ

パネル平面などの補強材のピッチが大きいと歪が目立ち、凹凸となり、水溜りの原因になり、さび安定化が損われます。

(2)ウェザーコート処理材の施工中養成

- ①溶接部のタッチアップ、現場溶接後のタッチアップ。
- ②コンクリート、モルタル汁等の付着防止。
- ③その他、取り付け・敷設時の養成。
- ④運送時の表面養成、荷崩れ防止。

8. 維持管理

建築物は常に理想的な使用状態にあるとは限りません。マイクロ環境的に予想外の状態になる事もあります。より確実な維持の為に管理チェックが必要な場合があります。

主なチェックポイントと対策を表に示します。

チェック項目	特に留意すべき使用箇所	対 策
(1)長期にわたり水が溜ったり濡っている所はないか。水勾配が充分か。	●比較的フラットな屋根、雨樋。 ●サッシ等の下部、入隅部。 ●形鋼ディテール。	◆水勾配が調整できるならする。 ◆防錆塗装を施す。
(2)こみが溜って長期湿潤状態になっていないか。	●雨樋、入隅部。 ●隙間。	◆塗装を施す。 ◆清掃をする。
(3)シール部が切れていないか。内部からの異常さびが発生していないか。	●シール部。 ●サッシ、パネル等の下部。	◆シール切れ部を捜し補修する。 ◆水溜り部に水抜き孔を設ける。 ◆裏面に塗装をする。
(4)異常さびが発生している箇所はないか。	●縦長構造の下部、柱脚部。 ●間接触している箇所。 ●異種金属との接触部。 ●袋構造部。	◆異常さびの原因を調べその対策をとる。

ウェザーコート処理をよりご理解して頂くために、次の用意があります。

1. さび安定化の機能等に関する技術資料
2. 標準施工仕様書、標準施工要領書