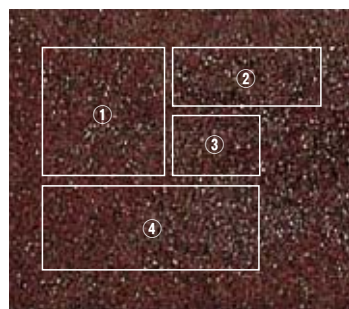


50th Anniversary

高耐候性鋼材「COR-TEN®」 建築材料としての新たな可能性を追求



- ① 新日鉄日本ビル（東京都千代田区）
1970 年竣工 / 2009 年撮影
（経年 40 年）
- ② 第五福竜丸展示館（東京都江東区）
1976 年竣工 / 2009 年撮影
（経年 33 年）
- ③ 林檎の礼拝堂（フランス・ノルマンディ）
1999 年竣工 / 竣工時撮影
- ④ 須佐大橋（山口県萩市）
1990 年竣工 / 1992 年撮影
（経年 3 年）

COR-TEN®

COR-TEN®（以下、コルテン）は1959年に新日鉄が日本で製造販売を開始して以来、今年で50周年を迎えた。優れた耐候性（耐食性）を持つコルテンは、橋梁分野などにおいてミニマムメンテナンスで超長期の使用を可能にし、ライフサイクルコストや環境負荷の低減に貢献している。さらに近年、時間経過とともに重厚さを増す表面の色彩や意匠性が改めて評価され、建築分野での使用が広がっている。新日鉄では50周年を機に、日本の風土や景観と調和し、環境にもやさしい建築材料として、コルテンの新たな可能性を追求していく。

COR-TEN® は、US スチール社（United States Steel Corp.）の登録商標です。

高温多湿な風土への適応

日本で世界ブランドを育てる

塗装せずに高い耐候性を誇る

鉄はさびる（腐食する）、そのためさびないように表面を塗装して使用する、という鉄の常識を覆す材料が、コルテンだ。普通鋼に比べ4～8倍もの優れた耐候性を持つコルテンは、初めのうちは普通鋼と同じようにさびても、やがて合金元素の働きによって表面に緻密な保護性さびを生成し、母材へのさびの侵食を抑える（図1）。この“さびをさびで制する”特性によって、コルテンは無塗装で使うことができる。さらに、保護性さびが、時の流れとともに日本の風土に調和した重厚で美しい色調を醸し出す（写真5）。

技術導入、品質改善を進める

コルテンの最大の特長である耐候

性に関する研究開発の歴史は長く、20世紀初頭の米国にさかのぼる。当時は橋梁の長大化や鉄道・船舶の軽量化を図るため、強度・靱性の高い高張力鋼材の開発が大きなテーマとなっていた。そこで開発された鋼材について、1916年から米国材料試験協会と英国鉄鋼協会を中心に大がかりな大気曝露試験が実施され、1933年、米国USスチール社によってコルテンの商品名で、初めて耐候性鋼が製造販売された。

日本では1959年に富士製鉄（現・新日鉄）がUSスチール社から技術導入して以来、絶え間ないイノベーションで耐候性高張力鋼の代表的な製品としての地位を確立した。需要分野は、まず初期の東海道新幹線車両に採用されたのをきっかけに鉄道車両、海上コンテナ、産業機械に使われた。その後、大型鋼構造物への適用が始まり、橋梁を中心にコルテンの適用



厚板営業部 厚板商品技術グループ
マネジャー 田中 睦人

が拡大してきた。製造販売50年の歴史を概観し、厚板営業部の田中睦人は次のように語る。

「技術導入当時、日本特有の降水量が多く高温多湿で潮風による塩害地が多い厳しい環境下では、“さびをさびで制する”特性が発揮しにくいという問題が顕在化しました。対策として保護性さびの安定化メカニズムを解明し、日本の風土に適応するようにコルテンのさらなる品質改善に取り組み、世界ブランドを日本で普及させていく挑戦を続けてきました」

図1 コルテンと普通鋼の腐食過程の比較

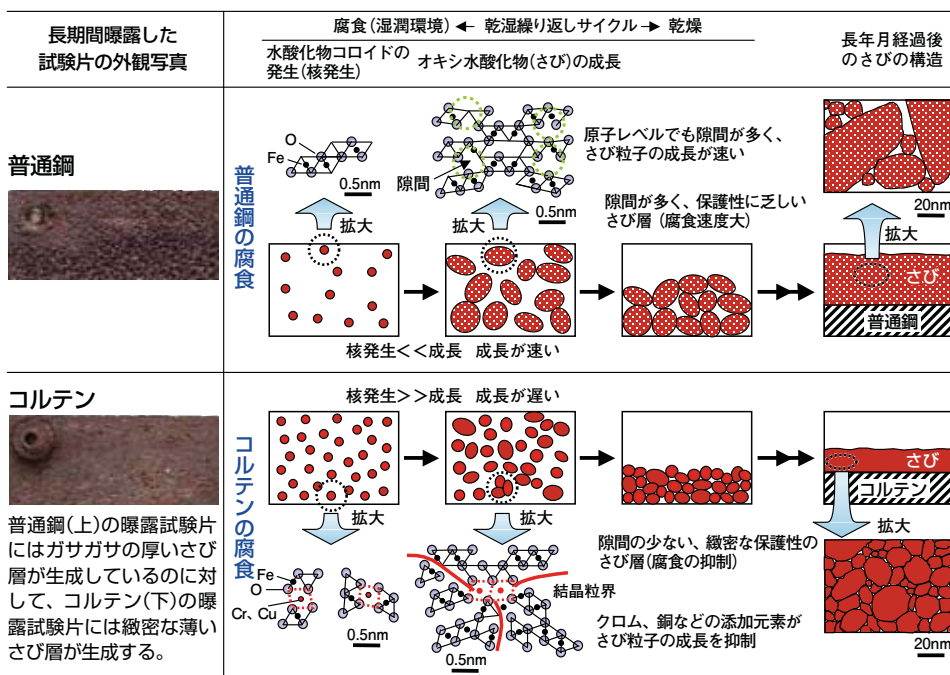


写真5 コルテンが使われている「北海道百年記念塔」外観の経年変化



新日鉄の挑戦

耐塩害性向上で優れた耐候性を実現

精密な試験と分析で 特性のメカニズムを解明

コルテンは“さびをさびで制する”特性で、鋼構造物のメンテナンス負荷軽減を実現してきた。特に橋梁分野では、再塗装コスト軽減の切り札として、コルテンに注目が集まり、1983年のJIS規格改訂でコルテンが規格化されると需要拡大は一気に加速した。しかし、海からの飛来塩分の影響の多い地域で不用意に橋梁向けに使用されると、必ずしも期待通りにさびを抑制する効果が得られないケースも発生した。安全で安心なミニマムメンテナンス橋を実現するため、新日鉄は耐塩害性向上メカニズムの解明に取り組んだ。鉄鋼研究所で耐候性鋼の研究開発に携わってきた紀平寛は次のように解説する。

「コルテンの保護性さび層は、普通鋼のさび層と異なる二層構造で、内層さびに特徴があります(図2)。コルテンは添加元素の働きによって、内層に緻密な保護性さびを生成し腐食を抑えています(図2の中央の写真の非晶質さび)」

「一般の大気環境ではりんや銅、ク



技術開発本部 鉄鋼研究所 鋼材第一研究部
主幹研究員 紀平 寛

ロム、ニッケルの添加が有効とされますが、私たちは特にニッケルが耐塩害性向上に効果のあることを突き止めました。内層さびに濃化したニッケルは飛来塩分に含まれるナトリウムイオンを吸着する特性を持っており、地鉄界面をアルカリ化して腐食を防いでいたのです(図3)。その一方、クロムは、塩害環境では耐候性を悪化させました。クロムが濃化した内層さびに塩化物イオンが集まり、結露と反応して塩酸を形成して地鉄界面を酸性化し、腐食性を高めていたのです」

お客様の安心を支える防食制御ソリューションの提供を可能に

新日鉄はこうして、耐塩害性を向上させる保護性さびの形成メカニズムを鉄鋼メーカーで初めて明らかにし、日本の環境に対応したオリジナ



厚板営業部 厚板第一グループ
仲井 丈

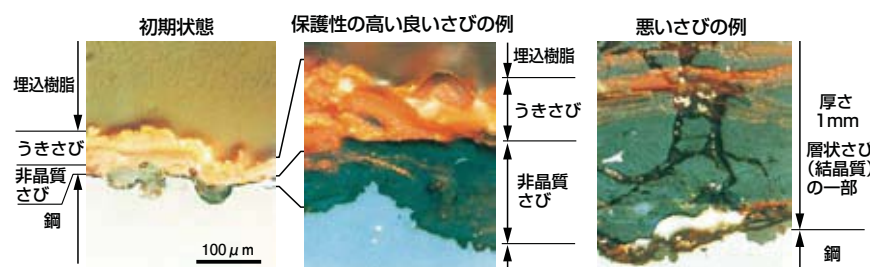
ルのコルテンとしてニッケル系高耐候性鋼「NAW-TENTM」を開発した。NAW-TENは従来のコルテンをベースに鋼材中のニッケル添加量を増やし、クロムを無添加としたもので、同シリーズの3%ニッケル高耐候性鋼は、その後の数年間にわたる大気曝露試験でも優れた特性を示し、すでに橋梁や建築分野で採用されている。

「塗装しない鋼構造物の半永久的防食をテーマに、コルテンの安心と価値を支える防食制御システムを実用化し、現在さらなる進化に取り組んでいます」(紀平)。

鉄鋼研究所でのこうした研究開発の成果を受けて、厚板営業部の仲井丈は次のように抱負を語る。

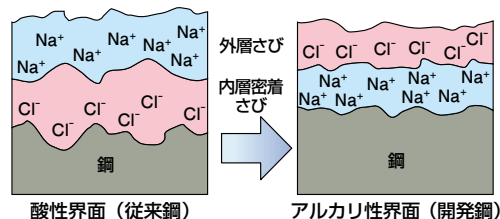
「今後も、研究と営業、さらに新日鉄グループ会社が連携して、お客様のニーズに応えるコルテン適用のソリューションを提供していきます」

図2 さび断面偏光顕微鏡によるコルテンの良いさびと悪いさびの比較



通常、コルテンのさびは時間とともに、初期さびから保護性の高い良いさびに変化していく。しかし、塩害の多い多湿な条件においては、結晶質の悪いさびができてしまうことがある。新日鉄は悪いさびを防ぐため、ニッケル系高耐候性鋼(NAW-TEN)、腐食を予測する技術、さび状態をモニタリングする技術、万が一の場合でも悪いさびを補修する技術など、コルテン適用の安心と価値を支える防食制御ソリューションを実用化した。

図3 地鉄界面アルカリ化によるさび機能制御原理(NAW-TEN)



さびは二層構造で、内層さびが安定してしっかりしていると腐食が進行しない。

従来鋼：塩化物イオン(Cl-)が塩酸になり異常腐食

開発鋼：ナトリウムイオン(Na+)がアルカリ性の水酸化ナトリウムになって腐食の進行を防ぐ

建築材料としての魅力

美しいさびが醸し出す高い意匠性

古代出雲歴史博物館

スケール感と強靱性が
景観と調和

耐塩害性向上メカニズムの解明によって、コルテンを使用する環境条件の見極めが可能になると、建築分野では時間経過とともに重厚さを増す表面の色彩や意匠性への評価が改めて高まり、建築材料として新たな可能性が見出されている。建築家の槇文彦氏は次のようにコルテンを評価する。

「これまで建築の世界では、コルテンが持つ鉄の重厚な素材感を生かす機会があまりありませんでした。独特な表情を持つコルテンをどのように使いこなすかは、建築家に託された使命と言えます。例えば、外装材は塗装・加工されたものが多く使われていますが、コルテンはコンクリートの打ち放しと同じように、プライマリーな素材の持っている良さをそのまま使える数少ない材料の一つです」

コルテンの持つ素材の魅力を、槇氏は「島根県立古代出雲歴史博物館」(写真6)で壁材として活かした。同博物館はガラスボックスの光溢れるエントランスホールから、コルテンに囲まれた落ち着いた展示ホールに入ると、一瞬にして空気が切り替わり、来場者を出雲の歴史物語へと誘う構造になっている。コルテンは120mにも及ぶ展示ホールの外壁に使われた。

「コルテンは出雲の歴史上重要なたたら製鉄を想起させるもので、透明なガラスとの対比を強調しながら、シンプルで力強い材質感を表現しています。日本では6世紀ごろ、鉄の製造技術が朝鮮半島から伝わり、たたら製鉄が始まったと言われ、この地域は江戸時代後期に日本最大のたたら鉄の生産量を誇っていました。その歴史の記憶装置としてコルテンを使い、周辺の山々のスケールに合わせて壁を象徴的に見せるデザインとしました」(槇氏)。

その一方、機能面では、同博物館

槇 文彦氏 建築家 (株)槇総合計画事務所代表



● プロフィール／槇文彦(まき・ふみひこ) 1928年東京都生まれ。54年ハーバード大学大学院建築修士課程修了。ワシントン大学、ハーバード大学準教授を歴任。65年槇総合計画事務所を設立。79～89年東京大学工学部建築学科教授。

が日本海沿岸から約1.3kmの立地で潮風による塩害の影響が懸念されることから、コルテンの中でもより耐塩害性能を高めた3%ニッケル高耐候性鋼を採用している。

「施工現場では厚さ9mm、高さ9.4m、幅1.5mの鋼板80枚を湾曲しないよう慎重につなぎ合わせて大きな壁を構築しました。フラットな壁面に窓を設計しないことで、狙いどおりコルテンの持つ鉄の存在感と強靱性を演出することができました」(槇氏)。

写真6

島根県立古代出雲歴史博物館(島根県出雲市)
2006年竣工/2009年撮影(経年3年)



IRONHOUSE 200年住宅を支える 強度とデザイン

建築の構造設計からのアプローチでは、構造設計家の梅沢良三氏が「IRONHOUSE」(写真7)で、コルテンの持つ素材の魅力を住宅に遺憾なく発揮した。同物件では、地階を除く1・2階の壁や天井、屋根、2階の床をはじめ、ほぼすべての建具にコルテンが使われている。

日本の住宅は一般的に30年が寿命と言われている中、同物件は200年住宅の実現をコンセプトとした。そこで、梅沢氏は住宅の外殻を屋根・壁一体のシェルター構造にして、腐食・老朽化の要因となるパネルジョイント部を極力減らす構造設計を考案した。シェルターは、折版を両面から板厚4.5mmのコルテンでサンド

イッチし縦横50cmピッチで溶接した鋼製パネルを組み立てて構築されており、鋼材の面構造で住宅強度を確保するとともに、仕上げを行わないことで防水性も高めた。160枚の鋼製パネルを現場溶接で一体化した同物件は、コルテンの質感と船舶のような造形、溶接部分のグラインダー仕上げが鉄の打ち放しの素材感を醸し出している。

「鉄のさびたそのままの素材感に魅力を感じ、これを住宅のデザインとして具現化できないかと試行錯誤した結果、保護性さびが表面を覆うことで材質、強度を損なわないコルテンにたどり着きました。一般的に建築物は完成したときが一番素晴らしく、時が経つにしたがって老朽化してみすぼらしくなっていきます。しかし、この建築は初めから50年建っているような風格と趣があり、200年という長期的なスパンでその

梅沢良三氏 構造設計家 (株)梅沢建築構造研究所代表



● プロフィール／梅沢良三 (うめざわ・りょうぞう) 1944年群馬県生まれ。68年日本大学理工学部建築学科卒。木村俊彦構造設計事務所、丹下健三都市建築設計研究所勤務を経て、84年梅沢建築構造研究所設立。代表作に鳥取県立フラワーパークなど。

深みが増していきます。さらに地階から屋上にかけて緑化することで、住宅街の景観に配慮しました。コルテンの茶色と屋上庭園の緑色のコントラストは日本の風土そのもので、時間が経っても住まいとしての輝きが色褪せることはないでしょう」(梅沢氏)。



写真7

IRONHOUSE (東京都世田谷区)
2007年竣工 / 2009年撮影 (経年2年)



金刀比羅宮『神椿』

存在感と美しさが
現代アートと融合

建築材料としてのコルテンへの評価は、建築関係者だけに留まらない。現代アートの視点を持つ美術家の田窪恭治氏は、フランス・ノルマンディの「林檎の礼拝堂」でコルテンを床材に採用し（1ページ参照）、今回、「金刀比羅宮新茶所『神椿』」（写真8）でも床材に採用した。

「こんぴらさん」の名で親しまれている金刀比羅宮は、2004年に行われた平成の大遷座祭の記念事業として、円山応挙や伊藤若冲ら江戸絵師たちが手がけた書院などの文化施設を一般公開し

て以来、信仰と文化をキーワードにした「琴平山再生計画」に取り組んでいる。田窪氏は同再生計画の一環として、2007年に新築された新茶所『神椿』の建築デザインを担当した。厚さ12mmのコルテンが、金刀比羅宮の参拝者をもてなすカフェレストランの床に敷き詰められている。

「コルテンには本物の素材が持つ強い存在感があります。コルテンの上を歩くと、石畳とはまったく異なる抵抗感、密度、触感、リアルな重みを感じます。私は地下と地上をつなぐ“地べた”が重要だと考えています。人間が地球と接しているのは足の裏だけです。だからこそ地べた、つまり床は大切であり、中途半端な素材ではその存在の重みに耐えられま

田窪 恭治氏 美術家 金刀比羅宮文化顧問



● プロフィール／田窪恭治（たくほ・きょうじ）1949年愛媛県生まれ。初期は現代美術的作品を手がけ、パリ国際青年ビエンナーレ、ヴェネツィア・ビエンナーレ日本代表に。その後、建築物など幅広い領域に活動を広め、建造物や特定の現場の風景を再生する活動を展開。1999年村野藤吾賞受賞。

せん。コルテンは地下に眠っているさまざまな歴史の鼓動を聞く“感覚の聴診器”とも言えます。50年経っても自然の空気や地球の圧力を受けながら、さびという現象を取り込み、さらにその存在感と美しさは増すことでしょう」（田窪氏）。



写真：河村圭一氏

写真 8

金刀比羅宮新茶所『神椿』（香川県仲多度郡）
2007年竣工／左：竣工時撮影、右：2009年撮影
（経年2年）



「育て」「愛され」続ける素材でありたい

厚板営業部 部長 川崎 博史

コルテンは当社オリジナルブランドとして、おかげさまで50年にわたり、お客様にご愛顧いただいております。

一般的な鋼材は通常、防食のため塗装などの被覆をしますが、コルテンは「さびでさびから守る」という特性を持ち、無垢のまま使用できることから、素材感と表面の色が黄褐色から茶、黒褐色へと徐々に

変化する経年変化を楽しむことができます。この“さ美”色は、日本人の感性にフィットし、また緑とも大変良く調和します。

コルテンを使用して竣工後40年以上愛され続けている構造物も多く、結果としてLCC（ライフサイクルコスト）をミニマム化し、維持管理の際の環境負荷も小さくすることができます。



コルテン製造販売50年目を通過点として、今後もお客様と共に、まさに「育て」「愛され」続ける素材でありたいと願っています。

● お問い合わせ先

厚板営業部 厚板商品技術グループ

TEL03-6867-6401