

建設業を取り巻く環境変化に対する鋼構造の方向性

Prospects of Steel Structures Adapting to Environmental Change in the Construction Industry

平田 尚*
Hisashi HIRATA

澤泉 紳一
Shinichi SAWAIZUMI

抄 録

我が国の建設業を取り巻く環境は、自然災害の激甚化・頻発化、カーボンニュートラル、労働人口減少、デジタル化を受けて変化している。日本製鉄(株)はその変化に対して取り組むべき重点課題として国土強靱化、建設生産性向上、カーボンニュートラルへの貢献、インフラDXを位置付けている。本稿では、各重点課題に対する鋼材・鋼構造の特長による課題克服への可能性を示すとともに、“鋼材×利用技術”のパッケージによる取り組みの全体感、方向性を示す。さらにそれらをまとめたソリューションシリーズの展開についても述べる。

Abstract

The increase in environmental changes such as intensified and frequent damage due to natural disasters, carbon neutrality, decline in the labor force population and digitization has led to major changes in the Japanese construction industry. Accordingly, Nippon Steel Corporation has given the highest priority to reinforcing national resilience, construction productivity improvement, carbon neutrality and digital transformation for infrastructure. This report presents the features of steel products and steel structures that can address these important issues, and the outline and prospects of our approach through the combination of steel products and application technology. Furthermore, the expansion of a series of our solutions is presented.

1. はじめに

近年、産業構造の多様化や人々の行動様式、価値観の変容に加え、地球温暖化を受けた地球規模での気候変動とカーボンニュートラルへの対応、デジタル化の進展などにより、我々を取り巻く環境は急速に変化している。その変化は、建設業を取り巻く環境にも大きく影響しており、上記課題に対する解決策の実現の緊急度は高まっている。

我が国は、国土の地理的・地形的・気象的な特性により過去から多くの自然災害を経験してきたが、近年は風水害が激甚化・頻発化するとともに、南海トラフ地震、首都直下型地震等の発生も懸念されており自然災害への対策の重要性はさらに高まっている。加えて、高度成長期時代に整備された膨大なインフラストックの老朽化対策も求められている。一方、これらの取り組みを支える労働者の減少や高齢化は著しく、建設における生産性向上は増々その必要性が高まっている。さらに、カーボンニュートラルの実現に向けたCO₂排出量の削減を可能とする材料、技術の導入

やBIM(Building Information Modeling)/CIM(Construction Information Modeling)を中心とした建設プロセスのデジタル化といった流れも加わり、各課題は以前にも増して多様化、複雑化している。

このような背景と課題認識の下、日本製鉄(株)として取り組むべき重点課題を“国土強靱化に対する備え”、“建設生産性向上の推進”、“カーボンニュートラルへの貢献”、“デジタル化への対応”として位置付けた。本稿では、素材としての鋼材及びそれを用いた鋼構造の特長・可能性を示し、“鋼材×利用技術”のパッケージによるソリューション提案による重点課題の解決に向けた取り組みの全体感、方向性について展望する。

2. 建設業を取り巻く課題

2.1 国土強靱化に対する備え

激甚化、頻発化している自然災害に対する備えを行うことが重要となっており、2013年の“強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基

* 厚板・建材事業部 建材開発技術部 部長 技術士(建設部門) 東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071

本法”の公布以降、各種施策が実行されている。その施策においては、流域治水対策における河川・堤防・ダム・遊水池等の整備・強化、災害からの迅速な復旧のための物流の継続性確保やBCPの観点も踏まえた交通網の機能強化、既存インフラの早期かつ供用しながらの維持管理・長寿命化等の老朽化対策が加速化されている。建築物においては東京五輪以降も都市部の再開発案件や物流施設やデータセンター等の建設は旺盛であり、これらの極大地震や長周期地震に対する安全性向上や、災害時の防災拠点となる建物の機能維持強化が求められている。

2.2 建設生産性向上の推進

各種インフラ整備においては、繰り返されている自然災害からの迅速な復旧を可能とする急速施工や工期短縮が求められている。さらに、限られた予算の中で効率的に整備を進めるには工費削減も必要となっている。それに加えて、少子高齢化・人口減少が進み、熟練技術者や若年層の減少による将来の担い手、労働力不足は特に建設業において深刻な課題である。国土交通省でも2025年度までに建設現場での生産性の2割向上を目標としており、設計から加工さらに現場施工までを含めた合理化・省力化が重要である。若年層から見ても魅力ある産業となるべく、その実現に向けて自動化、ロボット化、デジタル化等に対応した技術の開発・導入が必要となっている。

2.3 カーボンニュートラルへの貢献

温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、我が国でも2021年には産業・エネルギー政策の両面からのグリーン成長戦略が政府より公表されており、様々な取り組みが始まっている。建設分野においてもインフラのライフサイクル全体の観点からCO₂排出量を抑制可能な材料・構造・加工・施工法等の活用が重要である。ライフサイクルにおける建築物の建設段階では、省エネルギー・再エネルギー拡大等に繋がる持続可能な社会の実現に向けてZEB (net Zero Energy Building)/ZEH (net Zero Energy House) 化の普及促進などが求められている。今後、製造時での鉄の素材としての評価や、鋼構造として、建設時に加えて最もCO₂排出量への影響の大きいライフサイクルにおける構造物の運用時も考慮したアプローチなど、鋼材や鋼構造の特長を活かした提案によりその貢献度を高められると考えられる。

2.4 デジタル化への対応

建築物の設計・施工及び維持管理の生産性を向上させるツールとしてBIMの活用が進められている。構造物が3次元でモデル化され、その中には使用される資材のあらゆる情報(物性、性能、価格等)が紐付いている。これら資材情報を関係者の間で共有化することで仕様決定の迅速化

や、現場施工の省力化、さらには建設後の維持管理にも活かそうというものである。土木分野においても生産性向上の施策の一環として“i-Construction”の取り組みが推進されており、ICT技術や3次元データを活用した設計-発注-材料調達、加工-組立等の一連の生産工程や維持管理も含めたプロセス全体での情報共有化、最適化、意思決定の早期化促進が進められようとしている。これらの取り組みは設計、製作・加工、施工段階で使用される既存ツールとBIM/CIM等のデータ互換性等の課題もあり広く普及する途上であるが、部分的にそれらの課題も解決されてきており、今後使用領域は急速に広がっていくと予想される。それに向けて、鋼材・設計関連情報や設計ツールに加えて施工情報等をBIMに対応させていくことで、前記の各重要課題への早期かつ効率的な対応に活用していく必要がある。

3. 鋼材、鋼構造の特長・可能性

3.1 鋼材の特長と可能性

鋼材は、これまでも世界の産業発展に貢献してきた材料であり、鋼材の元となる鉄は地球の質量の1/3を占め、可採埋蔵量も他の金属資源と比べて圧倒的に多い。その入手の容易さに加えて、今後も世界の経済成長や地域発展に伴い現状の1.5倍から2倍に増加すると推測されている需要の増加に対応するためにも必要不可欠な材料である。鋼材の特性を活用した様々な鋼構造を構築していくことにより、その成長・発展に貢献できる余地は大きい。

また、図1^{1,2)}に示すように鋼材の強度は他の素材に比べて広い強度範囲を有し、理想的には10000N/mm²以上の強度が期待できる。加えて、鉄と炭素の合金である鋼材は、炭素量などの素材成分と製造プロセスを組み合わせ、強度に加えて溶接性や変形性能、耐食性能などの多様な特性を作り出せるといった大きな可能性を秘めている。ゆえに、利用技術によってその特性を最大限活用できる可能性は大きい。

また鋼材は、厳格な品質管理のもと工場生産されるので、品質・寸法精度面で信頼性が高く、加工性、プレファブ性にも適している材料であり、工場生産時の鋼材情報は、建設段階、維持管理において有効となる材料のトレーサビリティ

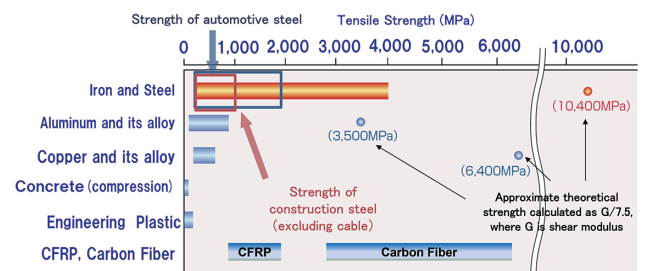


図1 産業に使われる材料の引張強度の比較^{1,2)}
Comparison of tensile strength of various industrial materials^{1,2)}

ティーを可能とする。

さらに鋼材は、図2³⁾に示すように既にリサイクルシステムが確立・運用されていることで、鉄の特性を維持したまま繰り返し再生・利用が可能であり、その製造時のCO₂排出量はアルミニウムやCFRPなどの他素材に比べると少ないといった元来環境性能が高い素材である側面も有する。

3.2 鋼構造としての特長と可能性

鋼構造は、鋼材の優れた強度や変形性能等に支えられた高い構造性能を有し、部材プレファブ化による現場施工の省力化・品質安定化にも有効な構造である。建設分野の様々な課題解決における鋼構造の可能性を以下に示す。

3.2.1 国土強靱化に対する備え

鋼構造は、鋼材の強度・サイズの多様性や加工・溶接性を活用し、様々な断面の部材を製作し使い分けことが容易な構造形式である。高い材料強度を活かした薄肉・軽量部材や、大きな荷重を支持する厚肉・大断面部材等、求められる構造性能や施工性に応じて最適な部材断面を選択することができる。また、強度だけでなく変形性能や粘り強さといった鋼材の特性に由来する性能も備えている。さらに、加工工場で作製された高い精度・品質と溶接などの製造技術を現場施工技術と組み合わせることにより、鋼構造物として安定的な性能・品質の確保が可能である。

これら鋼構造の特長を活用した工法を水害や大地震に対する構造物に適用することで、被害を低減させ信頼性の高い長寿命化に資する防災インフラの構築が図れる。加えて、鋼構造を活用した現場施工技術を既設構造物との近接施工や供用しながらの施工といった難施工・制約下での施工に用いることで効率的な整備に貢献できる。また、建築物においては、鋼材や加工・施工も含めた鋼構造技術により、超高層ビル下層部で大きな軸力を負担する極厚・高強度の大断面柱や、地震時に繰り返しの塑性変形を生じる梁端溶接部の性能を確保できる。

今後も性能評価技術の精密化、設計技術の高度化により、鋼材の強度やじん性等の特性をフル活用した工法、構造を溶接、施工技術と組み合わせることで国土強靱化に寄与できる可能性が高められる。

3.2.2 建設生産性向上の推進

鋼構造は、加工工場であらかじめ部材を製作することで建設現場での躯体構築の省力化と品質安定化を図ることができる生産性の高い構造形式である。その生産性は鋼材量・部材数の削減やそれに伴う接合箇所数の削減、部材製作作業の効率化によってさらなる向上が可能となる。柱材への高強度鋼の利用は鋼材量削減だけでなく板要素の薄肉化による溶接量の削減にも繋がる。H形断面梁のウェブ薄肉化は曲げ性能を維持したまま鋼材量を削減し、座屈補剛等の補助部材の省略は部材数の削減だけでなく、それらを取り付ける部材側の接合部加工も省略する。既製サイズがないため溶接組立されてきた大断面部材の圧延材・プレ加工材への変更も部材製作の省略化に効果的であり、一部の圧延H形鋼や冷間成形コラムがこれに対応した例である。部材接合ディテールの簡素化も部材端部加工や接合作業の省力化に加え、部材製作・接合の全てに共通する溶接作業そのもの高効率化としても有効である。

現場施工においては、部材同士の接合（溶接接合、ボルト接合）の省力化が鍵である。溶接接合についてはロボットによる自動化や溶接材料の改良などによる高効率化、ボルト接合についてはボルトの高強度化や高摩擦接合化による接合部コンパクト化が考えられる。また、鋼材の強度・特性を活かした構造のコンパクト化やプレファブ部材を活用した現場での作業の削減は、現場作業の省力化に繋がる。これらの高強度化や接合技術や部材数の削減等を活用していくことで、まだまだ生産性向上を図れる余地があり、その可能性は大きい。

3.2.3 カーボンニュートラルへの貢献

鋼材の材料強度を考慮すると他の素材より小さな断面・少ない使用量で必要な強度の部材を造ることができるため、構造物として見た時のCO₂排出量が低減される。また、製鉄プロセス改革による鋼材製造時のカーボンニュートラル化への取り組みや製造時のCO₂排出原単位自体に鋼材のリサイクル性を考慮することが進められている。さらに、前述の高強度・高機能材や高度化した構造設計法による構造仕様、溶接技術の合理化、現場作業の合理化、急速施工等によって工場加工や現場施工での資材・エネルギーのさらなる削減を追求していくことができる。これらにより、鋼構造は製造から施工、リサイクルまでを考慮した構造物全体におけるCO₂排出量低減にまだまだ貢献できる余地が大いにあり、さらなる向上に繋げられる可能性がある。

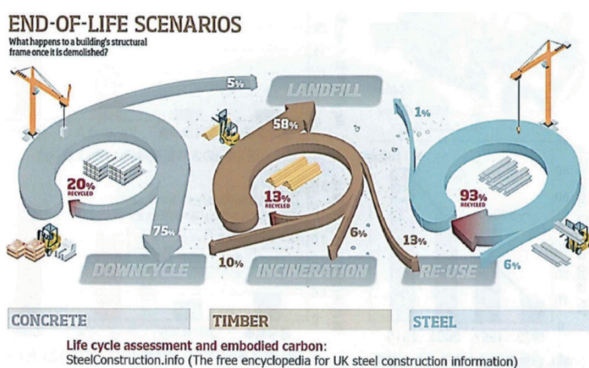


図2 素材ごとのリサイクル性³⁾
End-of-life scenarios of concrete, timber, steel³⁾

3.2.4 デジタル化への対応

鋼構造の柱や梁として使われる部材の性能は鋼素材の性能と断面形状によって決まる。一般的に使用される圧延H形鋼や冷間成形鋼管の断面形状は標準化されておりBIMにおける部材パーツのラインナップとして整理が容易である。鋼構造は工場でプレファブ加工された部材を施工現場で組み立てるが、これらの加工部材をパーツとして扱うことも可能でありBIMを使った設計検討をより簡便なものにする可能性がある。また個別に公的認可を取得した工法においても、その対象範囲を構造システムとしてパーツ化し、仕様・性能情報はもとより適用範囲等の付帯条件を紐付けしておくことは、工法の誤った使用を防ぐとともに、運用期間中の設計情報管理の仕組みとしても有効であろう。

4. “鋼材×利用技術”によるソリューションの提案・提供

前章で述べた鋼構造の可能性について鋼材と利用技術(設計・加工・施工)の両面から開発に取り組み、その一部は国土強靱化・建設生産性向上において鋼材と利用技術をパッケージ化したソリューションとして既に実用化している。その詳細は本特集号の技術論文にまとめており、ここではその概要とそれらのカーボンニュートラル対応やデジタル化推進への可能性について概括する。

4.1 国土強靱化・生産性向上に資する“鋼材×利用技術”

自然災害に対して強靱で安全な建物やインフラ構造物を早く経済的に建設するためのソリューションを土木分野、建築分野ごとに紹介する。

4.1.1 土木分野

各種インフラの整備における海岸・河川護岸、道路擁壁や仮設用の土留め等の壁構造にはハット形鋼矢板が用いられる。技術論文で紹介するハット形鋼矢板を用いた二重壁工法は、堤体内に鋼矢板でコア部を形成したコンパクトな構造により、流域治水対策における河川堤防やため池堤体補強において、豪雨による越流や地震に対して粘り強い性能を確保できる構造である。また、“SP-J”は600mm幅のハット形鋼矢板として、仮設工事の土留め壁構造を専用の施工機械(圧入機)と組み合わせることにより、近接する構造物とクリアランスをゼロで施工することができ、狭隘地での施工も実現できる。仮設市場における汎用鋼矢板(400mm幅のU形)に比べて1.5倍の有効幅を有するため、工期短縮にも繋げられる。

一方、橋梁等の高架橋の基礎構造や護岸・土留め壁等の壁構造には鋼管杭が用いられている。鋼管杭を用いた施工法として、これまでも様々な施工環境・地盤条件において施工の合理化により工期短縮及び工費縮減を図ってきている。技術論文では、その実例として高支持力と低騒音・

低振動、低/無排土施工を両立させたガンテツパイル®工法やNSエコパイル®工法、狭隘地や硬質地盤での施工が可能なジャイロプレス工法®を紹介している。さらに近年では、山岳部や港湾、河川での工事で必要となる仮設構台において図3に示す鋼管杭を用いたシステム施工技術の市場投入を進めている。本工法は、杭部材に加えて柱部材にも鋼管杭によるプレファブ部材を適用し現場での接合技術も整備することで、現場省力化、工期短縮、作業安全性の確保に繋がっていくと考える。

また、トンネル構造に対しても各種加工製品の適用を図っている。技術論文で紹介する特殊形鋼を用いた嵌合構造を持つ合成セグメントは、鋼材とコンクリートを合成させ高い強度を有することで、雨水管路の内水圧や地上建物重量などの高荷重部でのトンネル築造において大口径化を抑え掘削・排土量を低減させて工期短縮・工費縮減に貢献できる。本工法は、流域治水対策における地下河川・貯留池や交通網の整備におけるシールドトンネルに用いられている。また、セグメントリング間の継手として嵌合構造を持つことで、長期供用も見据えて高まる耐震性や耐久性の確保といった要求性能にも応えられる。さらに、山岳部のトンネルの施工法であるNATM(New Austrian Tunneling Method)工法において、図4に示すトンネル内の地山の安定化を図れる技術として、高強度・高機能化した鋼管とその継手構造を提供している。トンネル前面の地山の補強のために天端面に打ち込む鋼管を高強度化し付着耐力を大きくするため鋼管表面に凹凸形状を加工することで鋼重削減が図られ、現場作業性の向上や資材運搬の効率化を可能とする。

さらに、道路橋の床版の老朽化に対する更新技術として、技術論文では鋼床版による急速取換技術“STEEL-C.A.P.工法®”を紹介している。供用中の床版を取り換えるには、交通規制を短時間にするための施工省力化、工期短縮が求められており、本工法は、鋼床版を主桁と乾式接合することで、短時間施工を可能とし、加えて鋼床版による軽量化により下部構造の負担も軽減でき耐震性向上にも繋げていける。



図3 鋼管杭を用いた構造例と継手構造
Example of structure using steel pipe piles and lateral connection

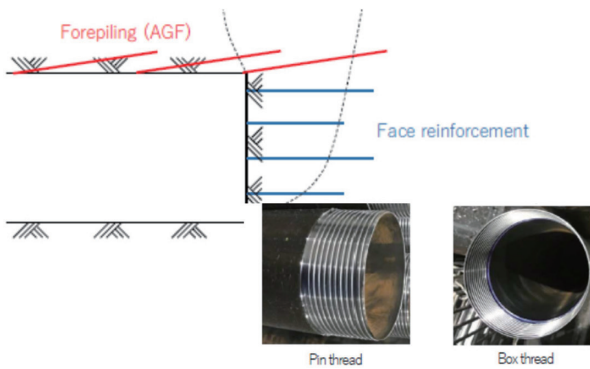


図4 補強工法模式図と継手構造

Schematic drawings of face reinforcement method and thread connection

これらの事例も含め、今後も土木分野で高まる要求性能や様々な施工環境・地盤条件に対応して鋼材・鋼構造の特長を活かした製品・工法・設計法等を開発することで防災インフラの整備に貢献できる余地は大きい。さらに、構造のコンパクト化、現場省力化等による成果は、構造物全体でのCO₂排出量の抑制やICT技術と組み合わせることにより、さらなる現場合理化、生産性向上に貢献できることに繋がっていくと考える。

4.1.2 建築分野

高層ビルや工場・物流倉庫・商業施設など比較的大規模な建物では大断面の鉄骨部材が用いられる。梁部材向けの大断面H形鋼メガハイパービーム®とその設計・施工技術は、高層建築の大型化・長スパン化や物流倉庫・データセンター等の床荷重増大に対応すべくH-1200までサイズ拡大した圧延H形鋼と高度な設計技術を組み合わせることによって大梁や小梁を含めた床組を合理化するソリューションである。H-1200までの溶接組立Hの製作工程省略のメリットだけでなく、座屈設計技術と組み合わせることによる大梁の横補剛材の省略や薄ウェブサイズの耐震ランク向上を可能とする工法や、柱との接合部においては高層案件等でのフランジ水平ハンチを不要化（梁端ストレート化）する高耐震接合部工法もラインナップしている。また梁端部と柱やダイアフラムとの溶接におけるパス間温度や入熱制限を緩和することにより溶接施工時間の短縮も実現している。技術論文で紹介する大断面の圧延H形鋼及びその利用価値を最大限引き出すための設計・施工技術（図5）は、今後増々重要度を増しさらに高度化が進むであろう。

柱部材向けの大断面・高強度厚板とその溶接技術は、都市部再開発案件の高層化・大型化に伴う下層部柱の大断面化に対して、4面ボックス柱用の高強度厚板（490～780N級）をラインナップしている。加えてボックス柱組立時の角部SAW溶接や内蔵ダイアフラムのESW溶接といった大入熱溶接にも対応することで、柱断面のコンパクト化と溶接部性能を確保しながらの製作効率向上を実現している。

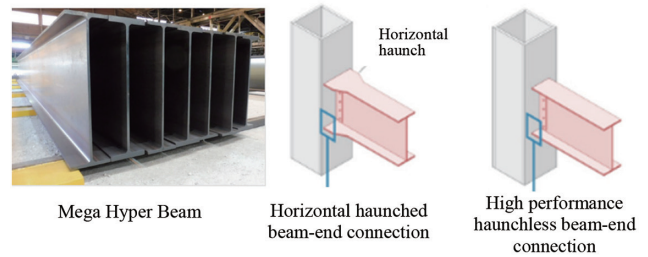


図5 メガハイパービーム®と梁端ストレート工法
MEGA NSHYPER BEAM™ and high performance haunchless beam-end connection

高層案件の上層部柱や中層以下の高軸力負担柱に対応する冷間プレス成形角形鋼管は、強度490～590N級までをラインナップし、4面ボックス柱のような部材組立工程を省力化する鋼材製品である。冷間プレス曲げを受ける角部や通しダイアフラムとの溶接部については高層案件等での高い要求性能を満足している。鉄骨加工の主要工程である通しダイアフラムとのロボット溶接の効率化にも取り組んでおり、プレス成形角形鋼管の利用は今後も拡大が予想される。柱部材は部材組立や梁接合部のダイアフラム取り付けなど建築鉄骨の中で最も加工度の高い部材である。技術論文で紹介する鋼材製品、利用技術は今後も拡充・高度化が進むと予想され、柱部材の製作工程を簡略化・省力化することで建築鉄骨の生産性向上に寄与するであろう。

上記の建築構造物の荷重を支える基礎構造には、都市内での施工も踏まえて低騒音・低振動、低/無排土施工と高支持力を両立させたTN-X工法やNSエコパイル®工法が用いられている。直近では、建築分野の基礎でも必要性が高まっている大地震時の設計に対して、鋼管杭の高い変形性能を活かすことで合理的な設計を可能としている。さらに、大地震時の水平力にも耐えうる鋼管杭の高強度化、コンクリート充填による杭体の耐力向上技術やプレファブ化した杭頭接合工法等の周辺技術を整備することで基礎構造のコンパクト化を確保し、現場作業の工期短縮、溶接品質の向上にも繋げている。

大規模建物や鉄骨骨組以外の低層建築や二次的な構造で用いられる薄板軽量部材は、厚さ0.35mm～6.0mmの薄鋼板から任意の断面に冷間成形され、様々な用途に用いられている。図6のスチールハウス“NSスーパーフレーム工法®”は高性能な鋼板耐力壁の開発により4階建てへの規模拡大を実現するとともに、カーボンニュートラル対応として断熱性・ゼロエネルギー化の取り組みを行っている。高荷重用床スラブ向け高性能デッキプレート（図7）は、断面形状の工夫により等厚スラブ用のデッキプレートとして初めて合成スラブ化を実現している。またその活用技術としてBIMに対応した床設計支援ツールも整備している。その他、耐風性と施工性を両立させた鋼板折屋根工法（図8）も商品化している。これら薄板部材は、高い成形自



図6 スチールハウス
Steel framed house

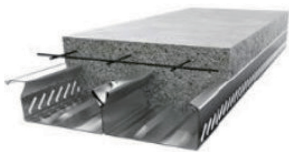


図7 高性能デッキプレート
High-performance steel deck

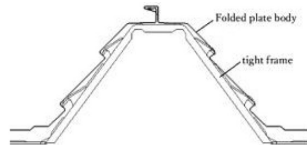


図8 嵌合式折板屋根
Fitting-type folding plate



図9 木鉄ハイブリッド耐火柱 (適用例)
Application of wood-steel hybrid fire-resistant column

自由度を活かして様々な部位で構造ニーズに応じており、特に屋根壁等の面要素やその下地材として使用される場合にはその断熱性能にも大きく関わっている。技術論文ではその一例を紹介しているが他にも様々な展開が可能であろう。

また鋼構造の新たな取り組みとして、公共建築を中心に利用が増えている木材とのハイブリッド構造が環境性能の面から注目されている。図9の木鉄ハイブリッド耐火柱は、角形鋼管をスギ集成材で囲い木材燃焼時の耐火被覆性能を活用することで1時間耐火性能を確保しつつ木のぬくもりを内装材として活かしている。木鉄ハイブリッド構造用スマートビーム®床梁は、木造建物の大スパン部に溶接軽量H形鋼スマートビーム®を適用し、その上に固定する木製床材との接合性を確保するために、上フランジに木材を固定したハイブリッド梁材である。木造向けデッキプレート屋根工法は、屋根の大スパン化と同時に鋼板部材の優れた面内剛性を活用して水平ブレース等の補強材の省略を実現している。技術論文で紹介した鋼材と木材の組み合わせ利用は、意匠性や環境性の面から今後も増えると予想される。鋼材の高い材料強度で木材のそれを補うことにより、より大規模な建物を構造合理性をもって実現することも可

能であると考えられる。

建設市場の多様な課題やニーズに対応するには、鋼材製品のメニュー拡充に加えて、鋼材性能をニーズに応じた様々な方向に最大化する高度な設計・施工技術の充実が欠かせない。技術論文で紹介したものはその一例であり、その他にも新しい鋼材製品や利用技術の開発を進め、順次メニューに加えていく予定である。

4.2 カーボンニュートラル及びデジタルトランスフォーメーションへの対応

4.2.1 カーボンニュートラルへの貢献

ハット形鋼矢板、鋼管杭の施工法群等の工期短縮・現場合理化による施工機械の稼働日数削減・建設排土量の低減、建築柱向け高強度鋼材による板厚低減、メガハイパービーム®による大型H形断面材の溶接組立工程の省略、H形断面梁を対象とした座屈制御技術による補剛部材省略・ウェブ薄肉化等は、施工現場や加工工場での使用エネルギーの削減、溶接材料などの副資材の削減、使用鋼材量の削減等、CO₂削減に効果を発揮するものである。また低層住居系を対象としたNSスーパーフレーム工法®の断熱対策は、建物のライフサイクル中に最も多くのCO₂を排出する供用期間中の使用エネルギーの削減に直結する取り組みと言える。今後の技術開発では、コスト・工期といった従来からの評価指標だけでなく、その結果として得られるカーボンニュートラルへの貢献をより意識した取り組みが必要と考えられる。

4.2.2 デジタル化の推進

前節で概説した鋼材と利用技術を使う際に必要となる鋼材の特性情報や、利用技術の公的認可・使用条件に関する情報、加工・施工情報等の共有化において、BIMを始めとするデジタルツールはその効率的な手段として期待できる。

また、設計における構造計算は外力による構造物の応答を確認しながら材料・部材・接合部の仕様を決定していくものであり、コンピュータープログラムとして整備することにより最適化判断を含めて自動化しやすい部分である。前節で紹介した鋼材・利用技術についても、一部、プログラム化しBIMとの連携に向け取り組みを始めている。高度な設計技術について、その検討負荷を軽減し、多くの課題解決に活用いただくために重要な取り組みだと考えられる。

4.3 日本製鉄の建設向け高度ソリューション “ProStruct®”

日本製鉄は建設市場の様々なニーズに応える建設ソリューションブランドとして“ProStruct® (プロストラクト、図10⁴⁾)”を立上げ運用を開始した。“ProStruct®”は上述し



図 10 ブランドロゴ・ネーミングコンセプト⁴⁾
Brand name concept⁴⁾



図 11 4つの強み
Brand promise

た鋼材製品と利用技術の組み合わせの中から、高性能で利用価値の高いものを厳選した高度なソリューションシリーズである。

これまで開発・市場に提供してきた大断面の形鋼や強度・靱性に優れた高性能な鋼材製品と、その性能を最大限引き出す利用技術が、多様化・複雑化する建設ニーズに対してどのような貢献ができるのかを、統一した名称とコンセプトのもと“鋼材×利用技術”のパッケージとして整理し、解りやすく提示している。“ProStruct®”が貢献できる4つの強み(図11)として、自然災害に対して“強く・安全な”構造物を、“早く・経済的”に建設するために、“使いやすく・確実”なソリューションを提供すること、またそれらを通して“環境にやさしく・持続的”な社会の実現に貢献することを示している。具体的には、地中障害物に対応した鋼管杭工法やハット形鋼矢板による堤防補強工法、ハイパービーム®を用いた鉄骨大梁の合理化工法等、土木分野5パッケージ、建築分野5パッケージを第一弾として紹介した(図12)。今後も様々なパッケージを追加することで、様々な建設課題の解決に必要なものを必要な時に活用できるツールボックスとして整備していくとともに、BIMに対応した設計ツールや製品・技術情報の発信プラットフォームとしての利用を進めていく。

5. おわりに

本稿では、国土強靱化への備えや生産性向上の推進に加え、新たな課題であるカーボンニュートラルへの貢献、デジタル化の推進といった4つの課題に沿って、それらに対応する鋼材や鋼構造の可能性と、その実用化に向けた足元の取り組み、そして今後のさらなる進化の方向性について述べた。これら環境が大きく変化する建設分野の様々な課題やニーズに対応するには、鋼材だけでなく高度な設計・加工・施工技術の組み合わせが不可欠であり、鋼材の優れた性能とそれらの高度な利用技術を組み合わせたソリューションを今後もさらに充実させていく所存である。

	ProStruct® Solutions Combining High Performance Steel with Advanced Structural Technology
Civil engineering structure	Hat-type steel sheet pile × double steel sheet piles for reinforcement of the river dikes (ハット形鋼矢板 × 堤防補強工法)
	Hat-type steel sheet pile × Zero clearance method (ハット形鋼矢板 × ゼロクリアランス工法)
	Steel pipe pile with helical blades × NS ECO-Pile™ (鋼管杭 × NS エコパイル®)
	Steel pipe pile with cutting bits × Gyropress method™ (鋼管杭 × ジャイロプレス工法®)
	Steel pipe pile with mechanical joints × Temporary pier structures (鋼管杭 × システム仮設工法)
	Steel pipe pile with outer ribs × Gantetsu pile™* (鋼管杭 × ガンテツパイル®工法)
	Steel pipe pile × TNX™ method* (鋼管杭 × 高支持力杭工法 TN-X)
Building structure	NSHYPER BEAM™ × Lateral stiffener omission construction method (ハイパービーム® × 横補剛材省略工法)
	NSHYPER BEAM™ × Stiffened beam-end web construction method (ハイパービーム® × 梁端ウェブ補剛工法)
	NSHYPER BEAM™ × High performance welded beam-end connection for non-widening H-beam flange (ハイパービーム® × 梁端ストレート工法)
	NSHYPER BEAM™ × Efficient welding method with high inter-pass temperature (ハイパービーム® × パス間温度緩和工法)
	HTUFF™ × Large heat input welding method (HTUFF® × 大入熱溶接法)
	NSHYPER BEAM™ × Composite floor slab with unprotected steel beam utilizing membrane action in fire* (ハイパービーム® × メンブレン耐火工法)
	NSHYPER BEAM™ × Non-diaphragm SRC column to steel beam connection for king post* (ハイパービーム® × 構真柱ノンダイフラム工法)
Cold formed steel HSS column × Hybrid steel column with fire protection using timber* (冷間成形コラム × 木鉄ハイブリッド耐火工法)	

* coming soon

図 12 鋼材・利用技術パッケージ
Packages of steel and construction technology

参照文献

- 1) 矢田浩：鉄器時代はまだ終わらない：力学的性質から見た鉄と鋼。ふえらむ。185-190 (1996)
- 2) 日本製鉄(株)：鉄の薄板・厚板がわかる本(牧正志氏インタビュー)。日本実業出版社、2009、p.137-143
- 3) SteelConstruction.info (The free encyclopedia for UK steel construction information) : https://www.steelconstruction.info/File:B_Fig10_2013.png#filelinks
- 4) ProStruct® : <https://www.nipponsteel.com/product/prostruct/>



平田 尚 Hisashi HIRATA
厚板・建材事業部 建材開発技術部 部長
技術士(建設部門)
東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071



澤泉紳一 Shinichi SAWAIZUMI
厚板・建材事業部 建材開発技術部 部長