

アイアンサイクル

鉄の輪がつなく 人と地球

環境にやさしい社会を支える建設用鋼材の勧め



JISF 社団法人 日本鉄鋼連盟

The Japan Iron and Steel Federation

建設環境委員会

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 鉄鋼会館 TEL.03-3669-4815 FAX.03-3667-0245

<http://www.jisf.or.jp>

豊富な鉄

地球の質量の1/3が鉄。
鉄鉱石は世界中に広く存在する豊富な資源です。

鉄は地球で最も多い元素です。このため、太古の海には鉄がイオンとして大量に溶けていました。しかし25億年前に光合成を行うシアノバクテリアが大繁殖すると、大量に発生した酸素のために鉄イオンは水酸化鉄として沈殿し、縞状鉄鉱層となりました。世界中の古い地層に分布するこの鉄鉱石の量は百兆トン以上と言われています。人類は生物が濃縮してくれた鉄を利用しているのです。



鉄鉱石のストックヤード

文明を支える鉄

石炭を利用する製鉄法の開発が森林資源を救い、持続可能な文明を実現しました。

紀元前1500年頃のヒッタイト帝国以来、鉄を手にした民族が強大な文明を発展させましたが、製鉄のためには大量の木炭が必要とされ、森林資源が枯渇すると文明もまた衰退していきました。しかし、18世紀にイギリスでコークスを利用する製鉄技術が開発されると、人類は森林資源の制約から解放されて、鉄を大量に使うことができるようになりました。以来、鉄鋼業は持続可能な産業として文明を支え続けています。



車軸に鉄が初めて使われた戦車（ヒッタイト帝国）



1779年に高炉の鑄鉄で建造された世界初の鉄橋（イギリス・ダービー / 世界遺産に登録）

強靱な鉄

鉄の優れた構造特性が
私たちの社会生活の安全性を支えています。

鉄の中に含まれる炭素の割合を約2%以下に調整したものを鋼と言います。鋼は、他の材料と比べてヤング率と強度が高く、かつ塑性変形能力に富む優れた構造物材です。さらに、熱処理や合金化をすることで、強度が飛躍的に上昇します。構造物が大地震の巨大なエネルギーにも耐えることができるのも、鋼の優れた構造性能のおかげです。



高張力鋼が使われた明石海峡大橋

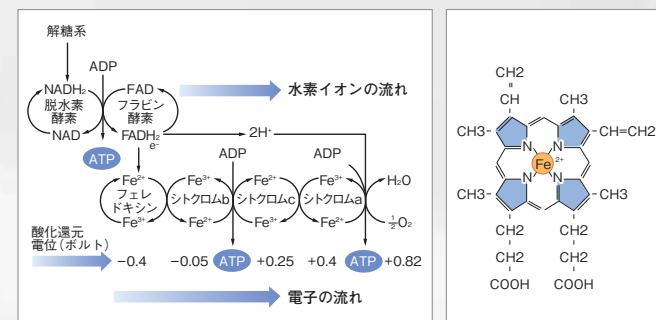
現代社会を支える「鉄の輪」

鉄は、私たちの生活に密着し様々な場所や用途に使われています。近年、資源の逼迫や廃棄物の増大、地球温暖化等環境問題への対応が求められていますが、鉄が貢献できる役割はたくさんあります。このパンフレットでは、環境にメリットがある鉄の特徴、そして環境に優しい取組に貢献する鋼材をご紹介します。皆さまの環境配慮の取組の一助となれば幸いです。

生命に欠かせない鉄

全ての動物と植物のエネルギー代謝に
鉄の輪が回っています。

鉄のイオンは置かれた環境によって2価にも3価にもなり得るというユニークな特性があります。生命は、酸素呼吸や光合成の電子の受け渡しにおいて、この特性を巧みに利用しています。また、私たちの血液が体中に酸素を送れるのも、ヘモグロビンに含まれる鉄のおかげです。鉄は生命に欠かせない重要な元素であり、人類が使う鋼材も、いずれは地球生態系に戻ることになります。



酸素呼吸反応における電子伝達系の「鉄の輪」

ヘモグロビンのヘムの構造式

循環する鉄

完全にリサイクルすることのできる鉄は、
循環型社会の推進に大きく貢献します。

鉄は、主要な構造材料の中では唯一リサイクルが完全に行われている材料です。役割を終えた製品はスクラップとなり、電気炉や転炉で再び新品同様の材質の鋼材としてよみがえります。社会における膨大な鉄の蓄積が安定したスクラップの供給を可能とし、鉄のリサイクルを産業として成り立たせているのです。



スチール缶スクラップ

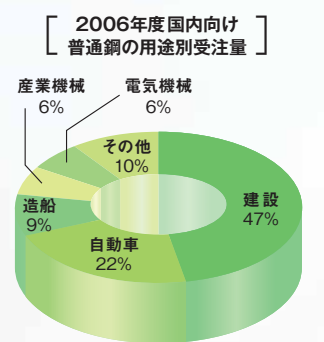


1600度 にアーク熱で熔解された電気炉スクラップ

身近な鉄

様々な形に加工できる鉄は、
建設分野を始めあらゆる分野で活躍しています。

いろいろな形に加工しやすいのも鉄の大きな特徴です。切削、穴あけ、溶接はもちろん、鑄造・鍛造やプレス加工等の技術を利用して、鉄は現代社会のあらゆる用途に形を変えて使われます。なかでも、建設分野には国内向け普通鋼の約半分が使われ、現代社会のインフラストラクチャーを支えています。



鉄骨



直線鋼矢板セル



デッキプレート

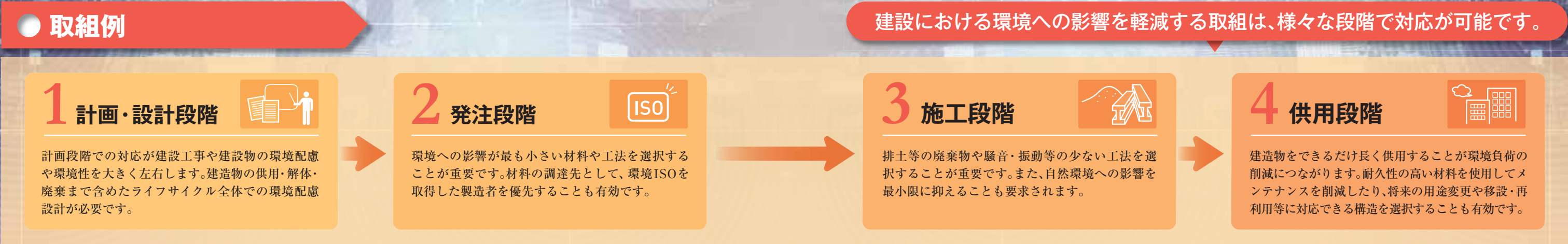
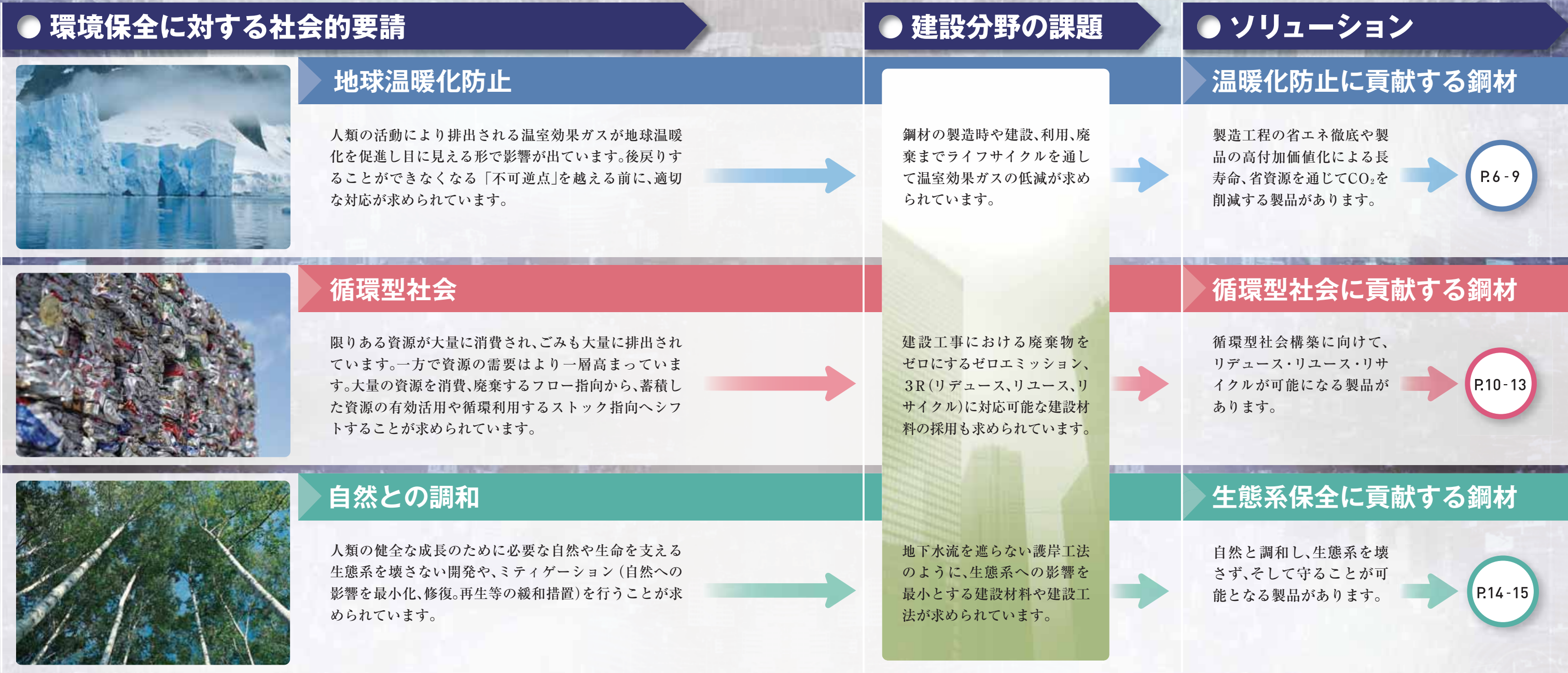


ガードレール

建設分野でも環境保全是最優先課題

ソリューションは鉄にあります

近年、天然資源の枯渇、地球温暖化による気候変動や有害物質による健康被害や環境汚染等が人類共通の課題となっており、いち早い対応が急務となっています。なかでも国土の発展と密接に関わり、多くのエネルギーや資源を用いる建設分野は環境への配慮が様々な形で求められています。鉄鋼業は鉄の特性を活かしたソリューションの開発を通して、建設分野の環境配慮に貢献しています。



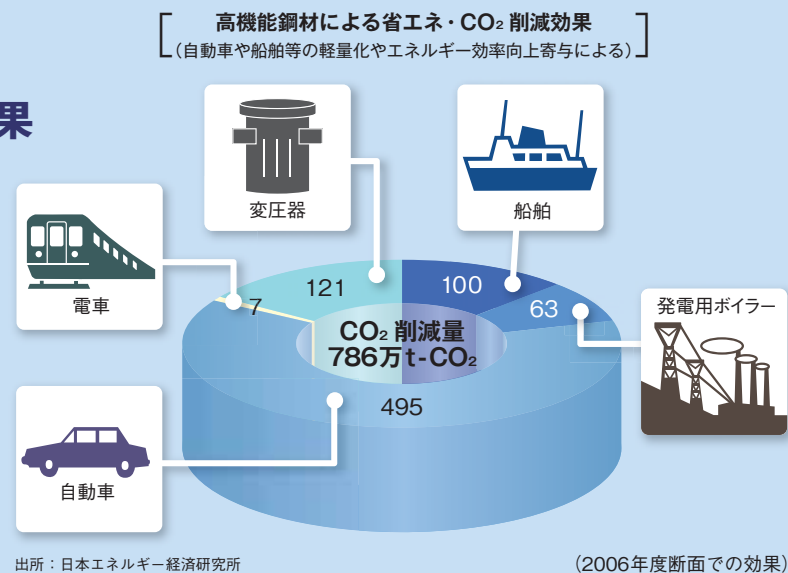
温暖化防止に貢献する鋼材のご紹介 鋼材使用例

鋼材は様々な用途、製品に用いられています。その多くが人や荷物を大量かつ効率的に運ぶことやエネルギーの効率的な利用に貢献することで、温室効果ガスの削減にも寄与しています。建設分野でも、鋼材の使用段階において環境負荷の低減効果をもつ製品や用途があります。ここではその一例をご紹介します。

全体

鋼材使用段階のCO₂削減効果

日本において、製造された高機能鋼材を用いた製品が2006年度時点で貢献しているCO₂排出量抑制量は786万トンと推定されています。最も省エネ効果の大きい製品は自動車用高強度鋼板で、自動車の軽量化による燃費改善に寄与しています。船舶用高張力鋼板も同様に燃費を改善します。また、変圧器用の方向性電磁鋼板は電力のロスを少なくし、ボイラー用の耐熱高強度鋼管は発電効率向上に寄与します。



耐候性鋼

■ 都市内高架橋

写真に示しますように建設当初の時点ではさびむらが見られますが、年月の経過とともに均一な暗褐色へと変化しています。



特徴

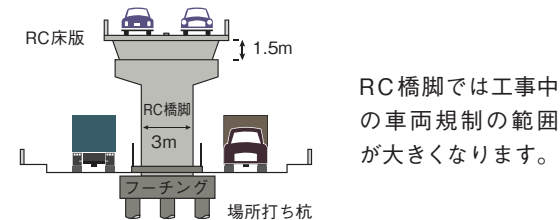
- 表面に緻密な保護性さびを生成することで、
- 無塗装による長期共用、防食塗装のLCCを低減します。
 - 保護性さびの落ち着いた色調による意匠性、景観保全に役立ちます。
 - 適用環境に応じた適正な使用技術を整備します。

建設分野

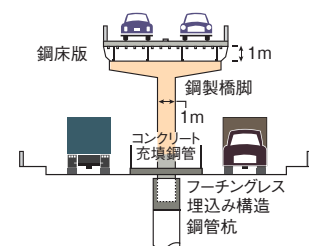
乗用車専用立体交差



乗用車立体交差オーバーパスのイメージ図



RC橋脚では工事中の車両規制の範囲が大きくなります。



鋼製橋梁では基礎がコンパクト、片側1車線を確保しながら施工が可能です。鉄ならできます！

特徴

- 渋滞解消に有効な自動車専用の立体交差を、鋼製構造・工法の採用により、
- コンパクト橋梁：桁・床版の鋼製化により桁高さを2/3にすることができます。
 - スリムな橋脚：鋼製橋脚（コンクリート充填）

- の採用で「1m支柱」が可能になります（施工中の占有空間・市有時間も最小化）。
- フーチングレス基礎工法：鋼製橋脚と鋼管杭の直結構造のためアンカー定着が簡易で狭隘地施工・急速施工が可能になります。

高強度鋼（新構造システム建築物）



中高層建築物イメージ



複合建築物イメージ



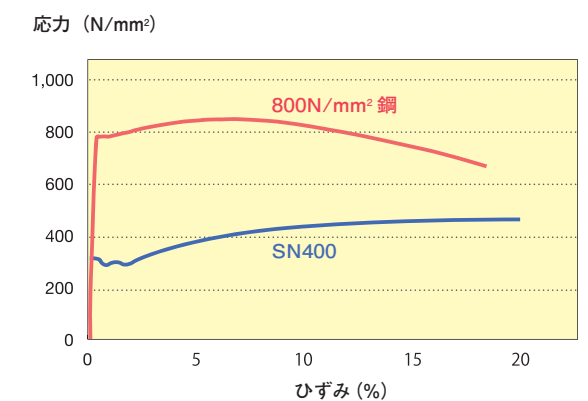
超高層建築物イメージ

日本鉄鋼連盟は、「府省連携 革新的構造材料を用いた新構造システム建築物研究開発プロジェクト（平成16年度～平成20年度）」に参画し、高強度鋼材（800N/mm²級）に関する開発を行っています。高強度、高品質の鉄鋼材料が、建築物の長寿命化とスケルトン・インフィルシステムを可能にし、安心で環境にやさしい建築システムを実現します。

特徴

- 震度階7の地震に対しても主要構造が損傷しない、超耐震性能を実現します。
- 大スパン、大架構のスケルトンが、用途変更や可変対応を容易にします。
- 新しい構造システムが、部材のリサイクル、リユースを可能にします。

【高強度鋼と一般鋼の応力-歪関係】



循環型社会に貢献する鋼材

鉄は繰り返しリサイクルやリユースができ、循環して利用することができます。
建物に使われた鉄が再び建物に利用する「水平的なリサイクル」が可能となる特性があり、鉄は、循環型社会の形成に貢献する優等生です。

リサイクルにおける鉄の特長



何度も生まれ変わる鉄

わが国では年間約1億トンの鉄が建設、自動車、機械等様々な用途に使われています。使用・廃棄後はほぼ全量が鉄として再び生まれ変わっています。使用後にごみとなり、処分に困ることもありません。



容易にリサイクルが可能

ごみとなった使用済みの製品を再び元の製品にリサイクルするには、不純物の除去や原料の品質調整等厳しい条件をクリアしなければなりません。鉄は磁石につくという特性から容易に分別され、再び使える製品に生まれ変わります。

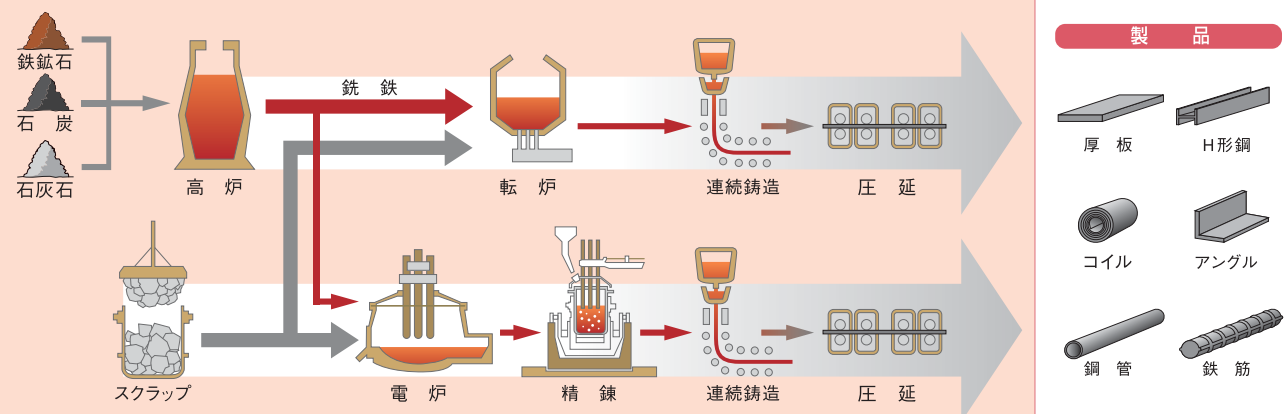


リサイクルされたものは全て有効活用

エネルギーをかけて作られたリサイクル品は、再び利用されて初めてその価値が活かされます。せっかくリサイクルされても、使い道がないのでは無駄になってしまいます。リサイクルされた鉄は、全量が有効活用されています。

リサイクルは高炉と電炉の連携プレー

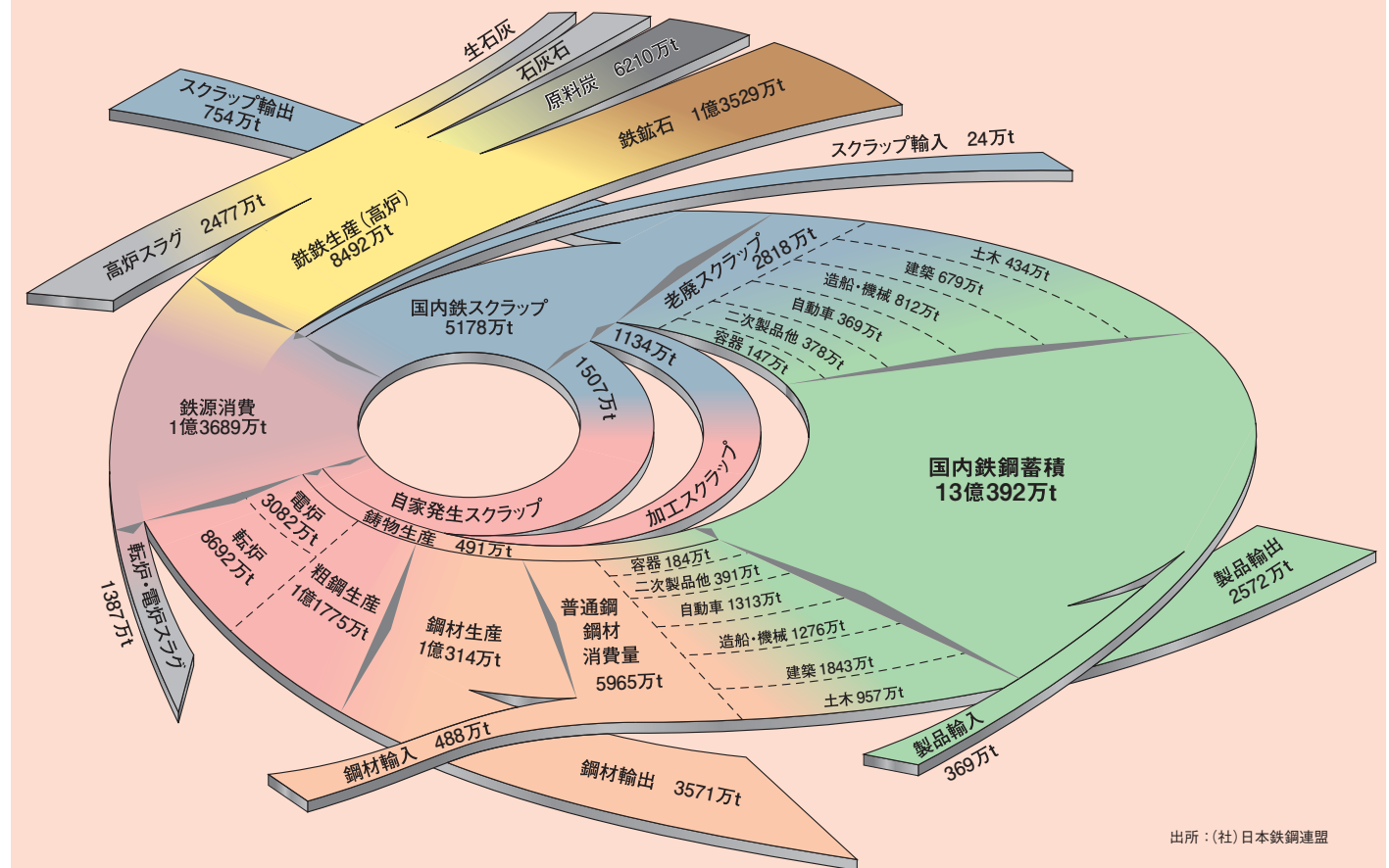
鋼材の製造プロセス



わが国における鉄の循環

鉄は日本の社会全体で大きな循環系を構成しています。製品や社会資本として国内に蓄積されている鉄は13億トンにもものほり、日本の貴重な資源になります。

日本の鉄鋼循環図（2006年度）



粗鋼は銑鉄を主体に使用する転炉および鉄スクラップを主原料とする電炉で生産されます。銑鉄は鉄鉱石、原料炭、および石灰石を原料として高炉で作られます。銑鉄と鉄スクラップを併せて鉄源と呼んでいます。2006年度は鉄源の約38%が鉄スクラップによってまかなわれ、粗鋼の26%が電炉で生産されました。スクラップはその発生源に応じて三つのタイプに分類されます。それらは、製鉄所自体から発生する「自家発生スクラップ」、最終製品の製造の際に発生する「加工スクラップ」、および鉄鋼製品

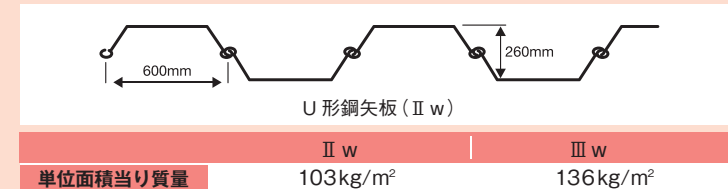
が使用後に回収される「老廃スクラップ」です。鉄がスクラップとして戻ってくる期間は、スクラップのタイプによって違います。自家発生スクラップは数週間で炉に戻るのに対し、加工スクラップは数ヶ月かかります。一方、老廃スクラップの循環周期はそれぞれの分野の製品寿命に依存します。この循環図では周期の長い分野ほど外側に配置しています。建築・土木分野で現在回収されているスクラップは25～30年かそれ以上前に作られたものと考えられます。

循環型社会に貢献する鋼材のご紹介 鋼材使用例

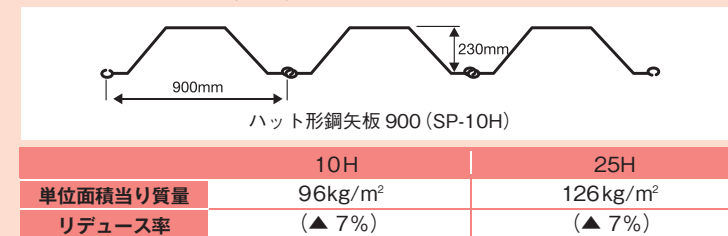
わが国の鉄鋼メーカーは、建設工事における環境配慮の取組を後押しする製品の開発を進めています。ここでは、鉄の特性を活かしたリデュース、リユース、リサイクルの3Rを進める上でメリットがある鋼材をご紹介します。それらの鋼材は循環型社会構築の一助となるもので、すでに多くの利用事例があります。

鋼矢板の広幅・高剛性化

■ U形鋼矢板 (Ⅱw)



■ ハット形鋼矢板 (10H)



ハット形鋼矢板

特徴

■ ハット形鋼矢板は、従来の広幅鋼矢板に比較し、1枚当りの長さを600mmから900mmに広幅化し、かつ継手位置を中立軸から最外縁にした鋼矢板です。構造信頼性が高くかつ経済的な断面(広幅鋼矢板に比較し使用鋼材を▲7%

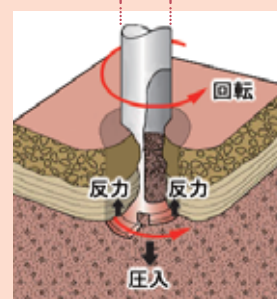
リデュース可能)を実現しました。

■ また、施工期間も1枚の鋼矢板幅が広幅化したことにより、従来の広幅鋼矢板との比較で約30%の短縮が可能となります。

低排土鋼管杭工法

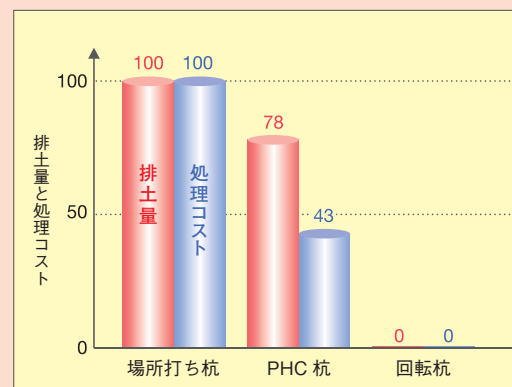


杭先端羽根の例



杭圧入メカニズム

〔 排土量、排土処理コストの他工法との比較 ～建築基礎での試算例～ 〕



※建築基礎での試算例／場所打ち杭を100とした比較

特徴

■ 杭先端に螺旋状の羽根を取り付けた鋼管杭を回転しながら地盤に圧入することで、低振動・低騒音・無排土で杭打設が可能です。

■ 排土量・排土処理費の不要化が実現できます。
■ 逆回転して杭を引抜くことで、再利用が可能です(愛知万博での建築基礎杭等)。

鋼橋のリユース

ある場所で使われていた橋梁を、別の場所に移設して有効に再利用される事例が全国各地にあります。中には再利用され100年以上も有効活用されている橋もたくさんあります。

別用途に転用してリユースされたケース

北海道の夕張川で使われていた1906年建設の鉄道用橋梁が、1000km以上離れた神奈川県横浜みなとみらいまで移設され、遊歩道の橋梁としてリユースされています。



函館本線 夕張川橋梁を
横浜みなとみらい汽車道に

分割してリユースされたケース

1916年に建設された8連からなる茨城県の常磐線利根川橋梁が、鉄道用として新潟県新津市の阿賀野川、富山県高岡市の庄川、岐阜県飛騨市の第二高原川の3ヵ所に分割して同じく鉄道用としてリユースされています。



B. 庄川橋梁



A. 阿賀野川橋梁



C. 第二高原川橋梁

常磐線 利根川橋梁
をA+B+Cに

仮設材

鋼材は様々な建設現場で仮設用資材として、繰返し使用されています。



仮設鋼矢板、切梁、腹起し



枠組足場



足場材

生態系保全に貢献する鋼材のご紹介 鋼材使用例

ここでは、鉄の特性を活かして開発された生態系の保全に貢献する鋼材をご紹介します。自然を相手にする建設工事では、自然との調和や保全が大切です。ご紹介する鋼材はもとの自然を著しく壊すことなく、様々な形で自然を守るため縁の下で力を発揮しています。長い間の役目を終えた後も再び有効にリサイクルされます。

高性能騒音低減装置(遮音壁) エコマーク対象製品



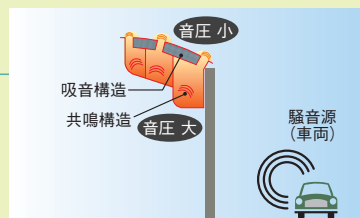
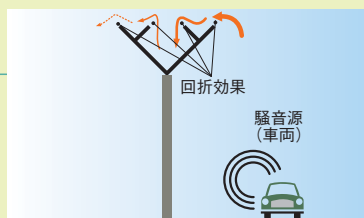
分岐型遮音壁



先端改良型遮音壁

【減音の原理】

多重回折による音の減衰



共鳴吸音による音の減音

特徴

既存の遮音壁の壁高をさらに高くすることなく、道路騒音を大幅に低減(エコマーク認定基準:2dB以上)でできる高性能騒音低減装置で、周辺環境・景観(日照の障害、圧迫感の増大など)への影響負荷も軽減できます。

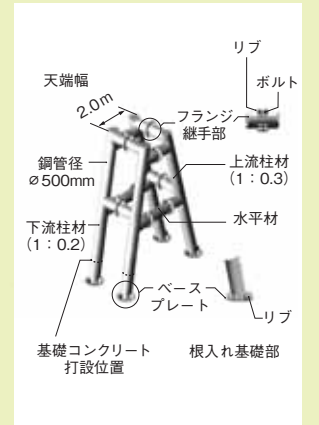
透過型えん堤(スリットダム) エコマーク対象製品



平常時



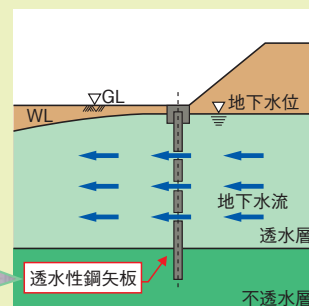
土石流補足時



特徴

自然のありのままを残しながら、自然の猛威をコントロールできます。平常時には土砂の流れを遮ることはなく、河床の低下、海岸線の後退等を防ぎ生態系の保全に利点があります。

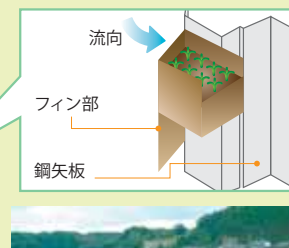
透水性鋼矢板 エコマーク対象製品



特徴

透水孔を設けた鋼矢板を用いることで、既存の水循環を妨げることなく生態系や環境に配慮した鋼矢板壁を形成します。開孔率が0.4%(φ55~φ70@1000)程度であれば、元流量の80%以上確保できる解析結果が得られています。

植栽フィンを利用した鋼矢板護岸 エコマーク対象製品



特徴

多年草抽水植物の育成基板となる土壌を保持した緑化用植栽フィンを、鋼矢板護岸に取り付けることで、その構造的機能を損なうことなく、鋼矢板面を覆い隠す緑化が可能です。

環境配慮型法面崩落防止工 エコマーク対象製品



施工直後

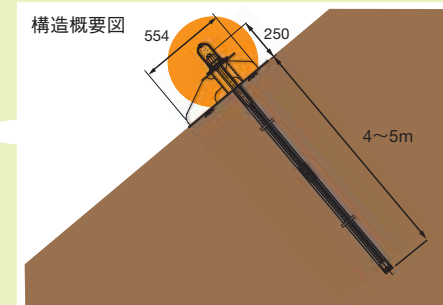
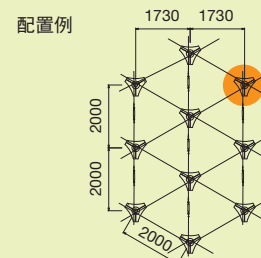


施工後半年



施工後2年

【ノンフレーム工法構造図】



特徴

ワイヤーロープ、支圧板、アンカー等で構成された環境配慮型法面崩落防止工で、植生(草木)をほとんど(エコマーク認定基準:30%未満)伐採することなく自然斜面を保全できます。