

アイアンサイクル

鉄の輪がつなぐ 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



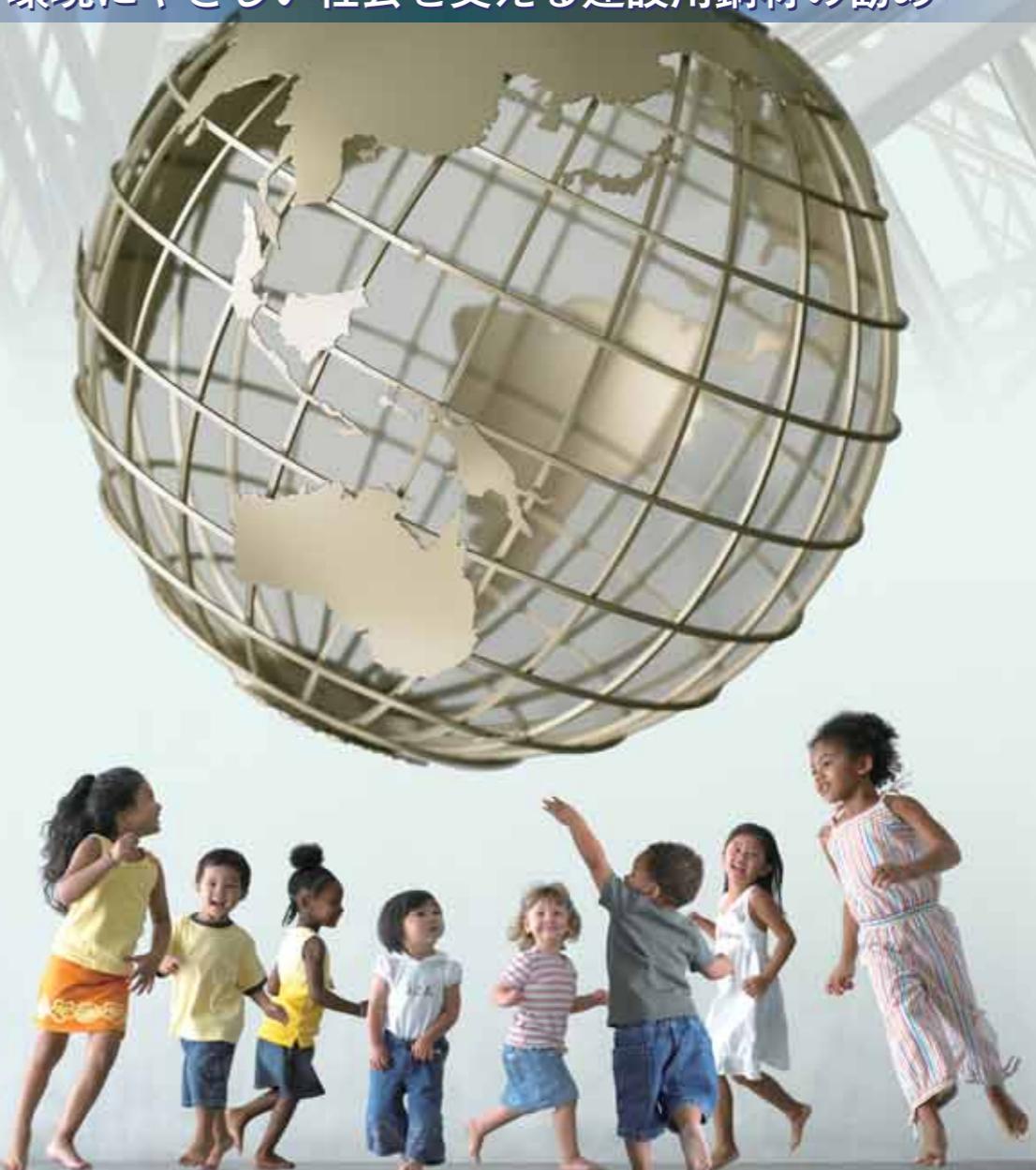
JISF 社団法人 日本鉄鋼連盟

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>

2008.10



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

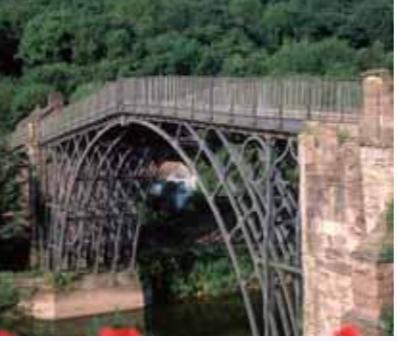
文明を支える鉄

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。



車輪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)

強靭な鉄

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材です。さらに、熱処理や合金化することで、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

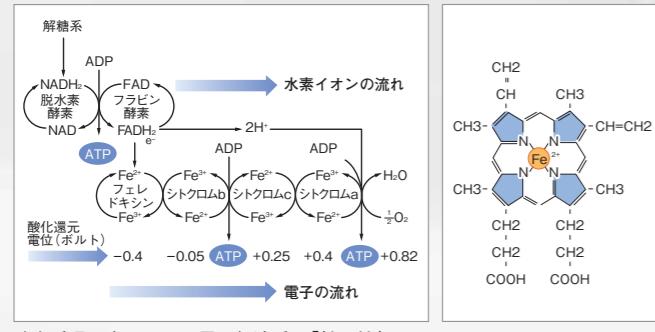
現代社会を支える「鉄の輪」

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、いざれは地球生態系に戻ることになります。



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度にアーケット熱で熔解された
電気炉スクラップ



鉄骨



直線鋼矢板セル



デッキプレート

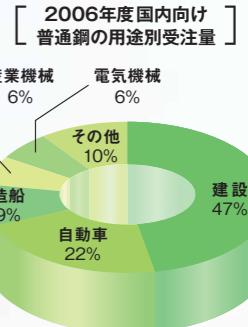


ガードレール

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、鋳造・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。



建設分野でも環境保全は最優先課題

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・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。

● 環境保全に対する社会的要請



▶ 地球温暖化防止

人類の活動により排出される温室効果ガスが地球温暖化を促進し目に見える形で影響が出ています。後戻りすることができなくなる「不可逆点」を越える前に、適切な対応が求められています。



▶ 循環型社会

限りある資源が大量に消費され、ごみも大量に排出されています。一方で資源の需要はより一層高まっています。大量の資源を消費、廃棄するフロー指向から、蓄積した資源の有効活用や循環利用するストック指向へシフトすることが求められています。



▶ 自然との調和

人類の健全な成長のために必要な自然や生命を支える生態系を壊さない開発や、ミティゲーション（自然への影響を最小化、修復、再生等の緩和措置）を行うことが求められています。

● 建設分野の課題

鋼材の製造時や建設、利用、廃棄までライフサイクルを通して温室効果ガスの低減が求められています。

● ソリューション

▶ 温暖化防止に貢献する鋼材

製造工程の省エネ徹底や製品の高付加価値化による長寿命、省資源を通じてCO₂を削減する製品があります。

P.6-9

▶ 循環型社会に貢献する鋼材

循環型社会構築に向けて、リデュース・リユース・リサイクルが可能になる製品があります。

P.10-13

地下水流を遮らない護岸工法のように、生態系への影響を最小とする建設材料や建設工法が求められています。

▶ 生態系保全に貢献する鋼材

自然と調和し、生態系を壊さず、そして守ることが可能となる製品があります。

P.14-15

● 取組例

建設における環境への影響を軽減する取組は、様々な段階で対応が可能です。

1 計画・設計段階



計画段階での対応が建設工事や建設物の環境配慮や環境性を大きく左右します。建造物の供用・解体・廃棄まで含めたライフサイクル全体での環境配慮設計が必要です。

2 発注段階



環境への影響が最も小さい材料や工法を選択することが重要です。材料の調達先として、環境ISOを取得した製造者を優先することも有効です。

3 施工段階



排土等の廃棄物や騒音・振動等の少ない工法を選択することが重要です。また、自然環境への影響を最小限に抑えることも要求されます。

4 供用段階



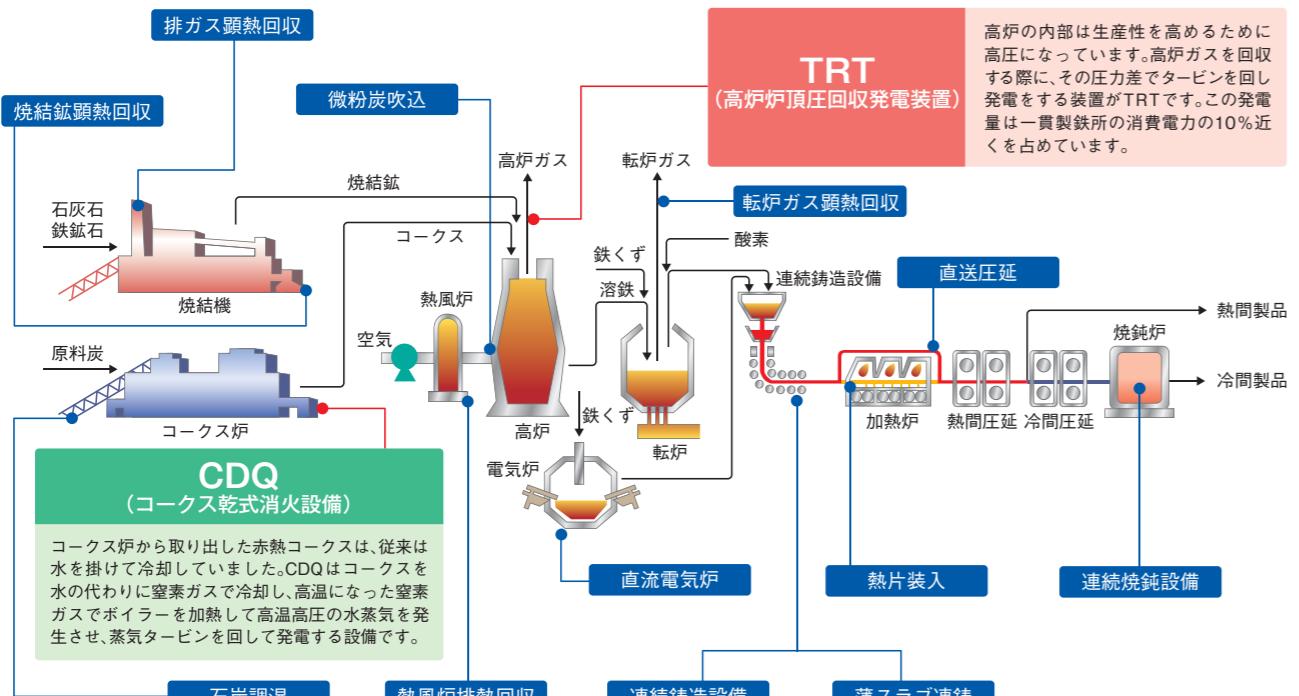
建造物をできるだけ長く供用することが環境負荷の削減につながります。耐久性の高い材料を使用してメンテナンスを削減したり、将来の用途変更や移設・再利用等に対応できる構造を選択することも有効です。

温暖化防止を推進する製鉄所

わが国の鉄鋼業界は、積極的に環境配慮を推進してきました。世界で最も進んだエネルギーの消費効率を達成している他、副産物の有効利用、大気・水質保全、製鉄所内の緑化等、総合的な環境対策を推進しています。今後もより一層の取組を進めるとともに、わが国の取組や経験を世界に発信し、国際協力も積極的に進めていきます。

製鉄所内での省エネルギー関連技術

製鉄所内で副生する膨大なエネルギーはあらゆる工程で回収され再利用されています。コークス炉、高炉、転炉で発生する副生ガスは他のさまざまな装置のエネルギー源となります。また、副生ガス以外のTRT（高炉炉頂圧回収発電装置）やCDQ（コークス乾式消火設備）などによりエネルギーを回収しています。

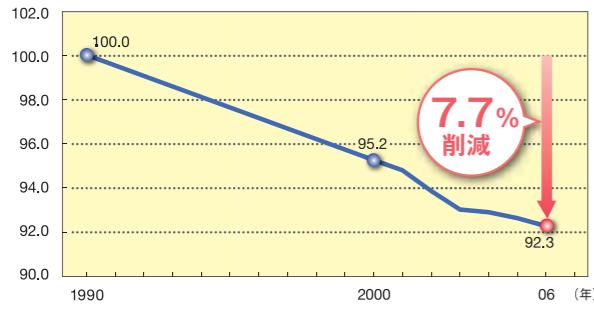


その成果

進むエネルギー消費原単位の削減努力

1990年を100とすると7.7%のエネルギー原単位を削減しています。

【鉄鋼業のエネルギー原単位】



出所：(社)日本鉄鋼連盟

世界一の省エネ効率を達成

世界で最も進んだエネルギーの消費効率を達成しています。

【鉄鋼業のエネルギー原単位の国際比較】



出所：「エネルギー効率の国際比較（発電、鉄鋼、セメント部門）」RITE、2008
(日訳・指数化は鉄鋼連盟)

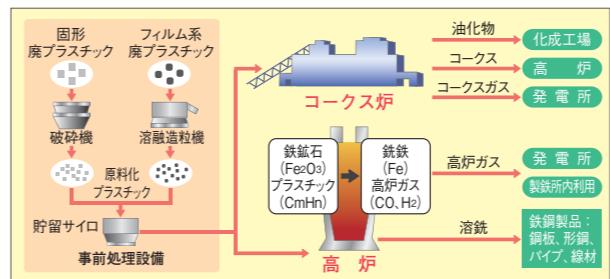
製鉄所全体での環境配慮の徹底

わが国の製鉄所は、省エネルギー以外にも、他産業の廃棄物を受け入れてリサイクルしたり、副産物を有効活用してCO₂削減に貢献する等、総合的な環境対策を推進しています。

廃プラスチック等のリサイクル

製鉄所では、自治体が回収した容器包装プラスチックを受け入れ、リサイクルしています。事前処理したプラスチックを石炭とともにコークス炉に投入して熱分解し、油やガス、コークスを生産したり、高炉に吹き込んで鉄鉱石の還元剤として利用し、CO₂排出削減に効果を上げています。また、廃タイヤも受け入れて、成分の100%を再資源化しています。

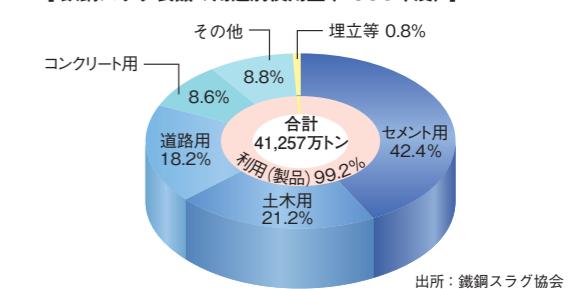
【廃プラスチックのリサイクル工程】



鉄鋼スラグの有効活用

製鉄の副産物として発生する鉄鋼スラグは、セメントや土木用、道路用にはほぼ100%有効活用されています。特に、高炉スラグから製造される高炉セメントは、通常のセメント製造に比べて粉碎・焼成工程を省略できるため、CO₂削減に対して大きな効果があります。

【鉄鋼スラグ製品の用途別使用量（2006年度）】



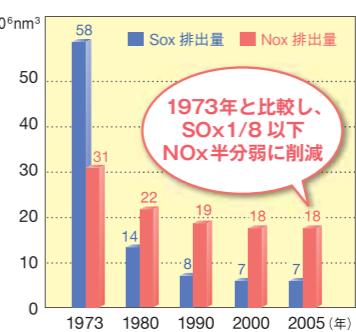
出所：鉄鋼スラグ協会

大気・水質保全

日本の製鉄所は世界最高レベルのクリーン度を誇っています。製鉄プロセスで発生するSOx、NOxは、脱硫脱硝設備により排出が大幅に削減されています。集塵機で捕集されたばいじんは、酸化鉄が主体なため、鉄源としてリサイクルされています。また、製鉄所で使われる膨大な量の水も、その90%以上が水質浄化設備により循環使用されています。



【SOxとNOxの排出量の推移（S社の例）】



東京ドーム
約320個分

製鉄所の緑化

国際的な環境配慮の推進に向けた協力

日本の経験を世界へ

海外の製鉄所に対し、CDQ（コークス乾式消火設備）に代表される排熱回収技術や副生ガス（コークス炉ガス、転炉ガス）回収利用技術等の供与を通じた国際協力により世界全体のCO₂削減を目指します。



日中鉄鋼業環境保全・省エネ先進技術交流会



コークス乾式消火(CDQ)設備

温暖化防止に貢献する鋼材のご紹介

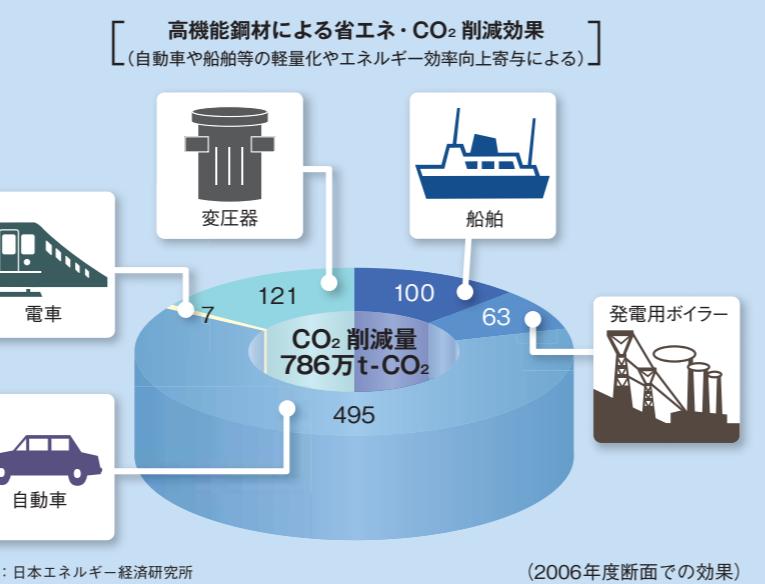
鋼材使用例

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

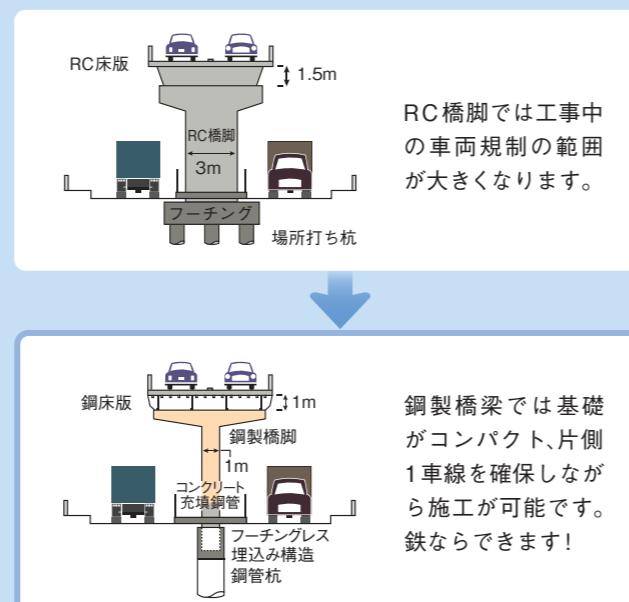
鋼材使用段階のCO₂削減効果

日本において、製造された高機能鋼材を用いた製品が2006年度時点での貢献している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。



建設分野

乗用車専用立体交差



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：鋼製橋脚と钢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。

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。



1982年2月撮影
(竣工2ヶ月後)



1983年1月撮影
(竣工1年1ヶ月後)



1999年1月撮影
(竣工17年1ヶ月後)



2004年6月撮影(竣工22年6ヶ月後)

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。

高強度鋼（新構造システム建築物）



中高層建築物イメージ

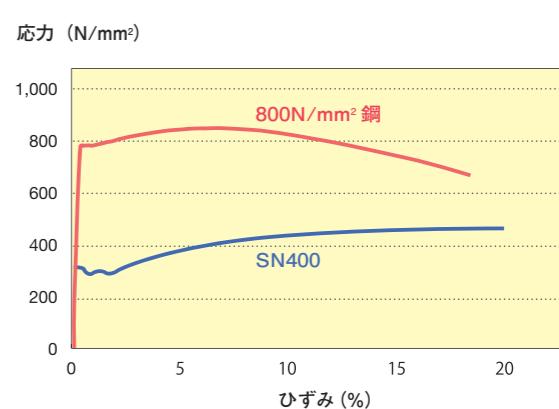


複合建築物イメージ



超高層建築物イメージ

[高強度鋼と一般鋼の応力-歪関係]



- 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。

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



何度も生まれ変われる鉄

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。



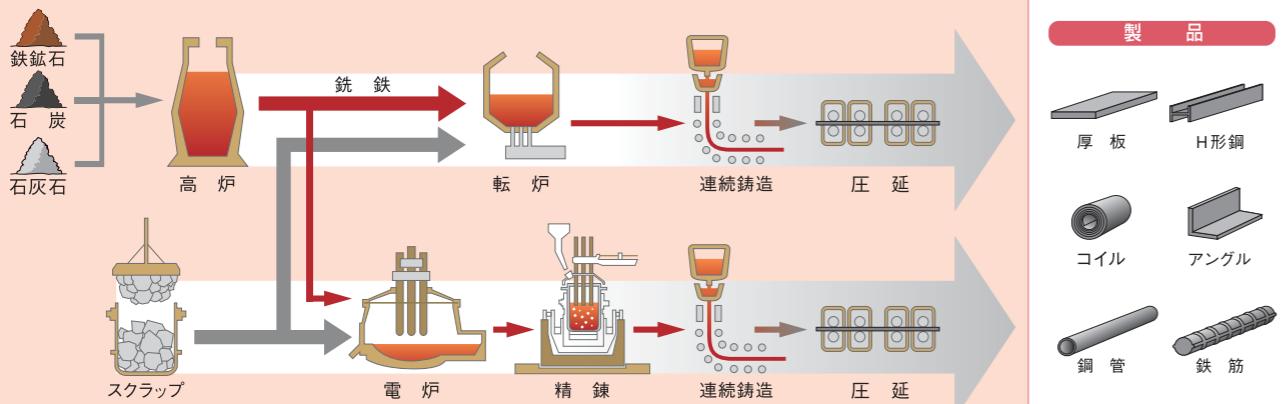
リサイクルされたものは全て有効活用

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

鋼材の製造には高炉法と電炉法があり、高炉では鉄鉱石を主原料に、電炉では鉄スクラップ、高炉からの銑鉄を主原料に連携プレーにより建設用鋼材等を製造しています。循環には欠かせない連携です。

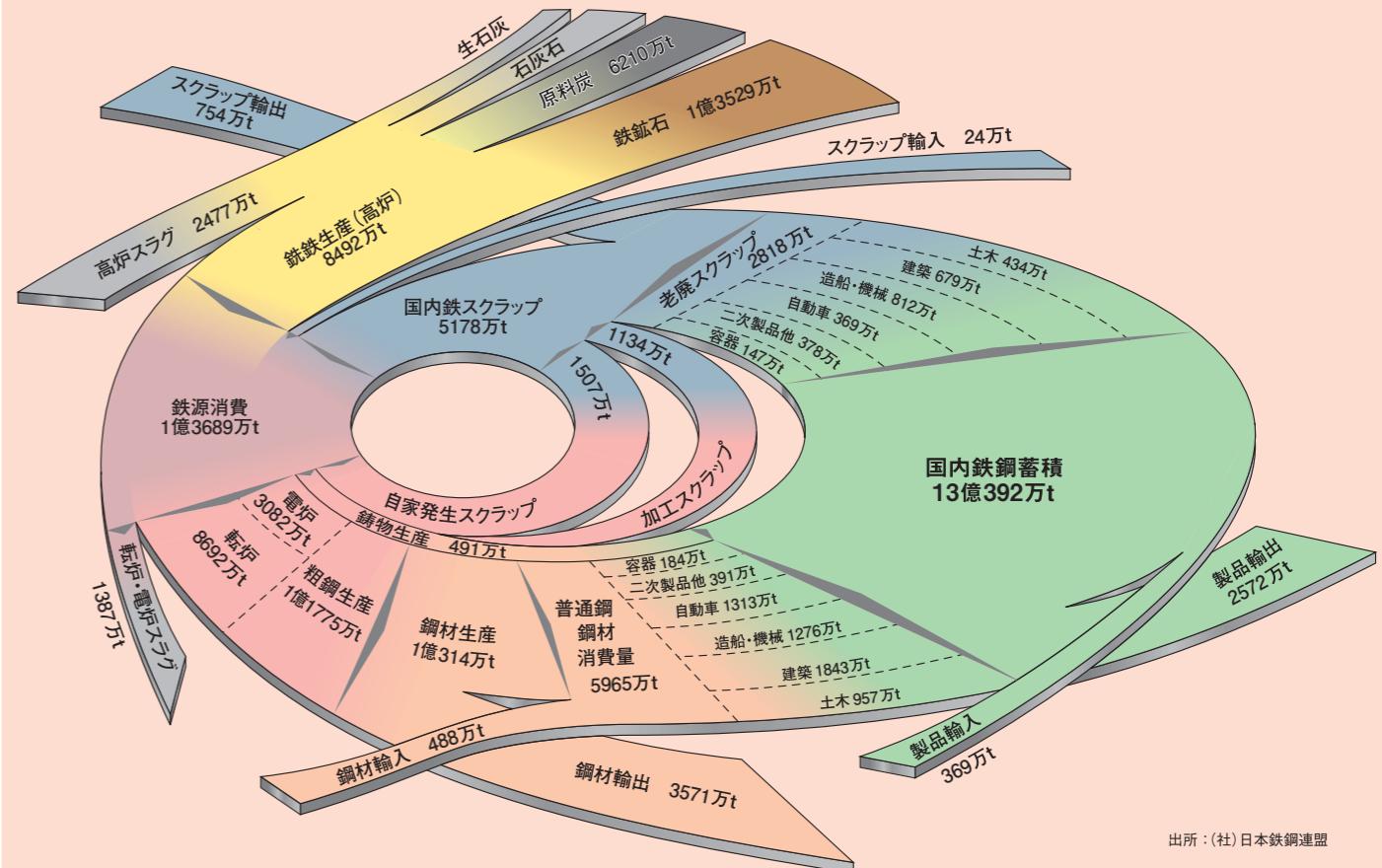
鋼材の製造プロセス



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13億トンにものぼり、日本の貴重な資源になります。

日本の鉄鋼循環図 (2006年度)



出所：(社)日本鉄鋼連盟

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

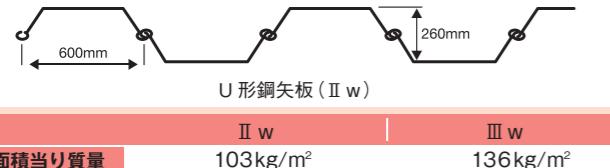
が使用後に回収される「老廃スクラップ」です。鉄がスクラップとして戻ってくる期間は、スクラップのタイプによって違います。自家発生スクラップは数週間で炉に戻るのに対し、加工スクラップは数ヶ月かかります。一方、老廃スクラップの循環周期はそれぞれの分野の製品寿命に依存します。この循環図では周期の長い分野ほど外側に配置しています。建築・土木分野で現在回収されているスクラップは25~30年かそれ以上前に作られたものと考えられます。

循環型社会に貢献する鋼材のご紹介

鋼材使用例

鋼矢板の広幅・高剛性化

U形鋼矢板 (IIw)



ハット形鋼矢板 (10H)

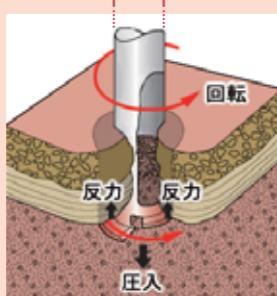


特徴

- ハット形鋼矢板は、従来の広幅鋼矢板に比較し、1枚当たりの長さを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%)



低排土鋼管杭工法



[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 ~]



特徴

- 杭先端に螺旋状の羽根を取り付けた钢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)。

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の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船道に

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ヶ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。



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。



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に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



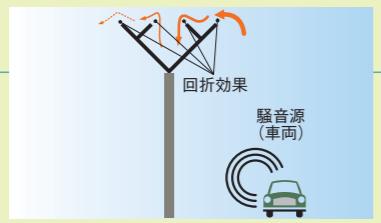
分岐型遮音壁



先端改良型遮音壁

[減音の原理]

多重回折による音の減衰

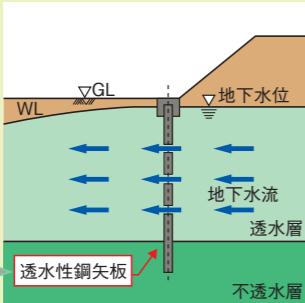


特徴

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)できる高性能騒音低減装置で、周辺環境・景観(日照の阻害、圧迫感の増大など)への影響負荷も軽減できます。

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%($\phi 55 \sim \phi 70 @ 1000$)程度あれば、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壤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。

透過型えん堤(スリットダム)

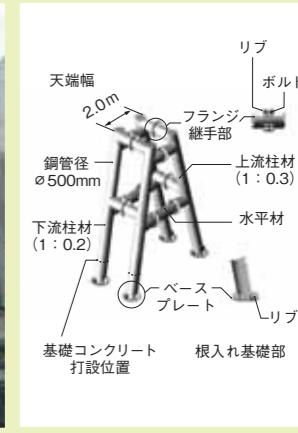
エコマーク対象製品



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。

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

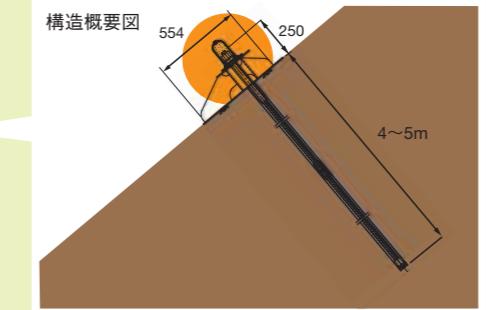
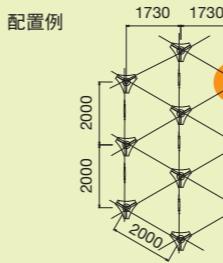


施工後半年



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、支柱板、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。