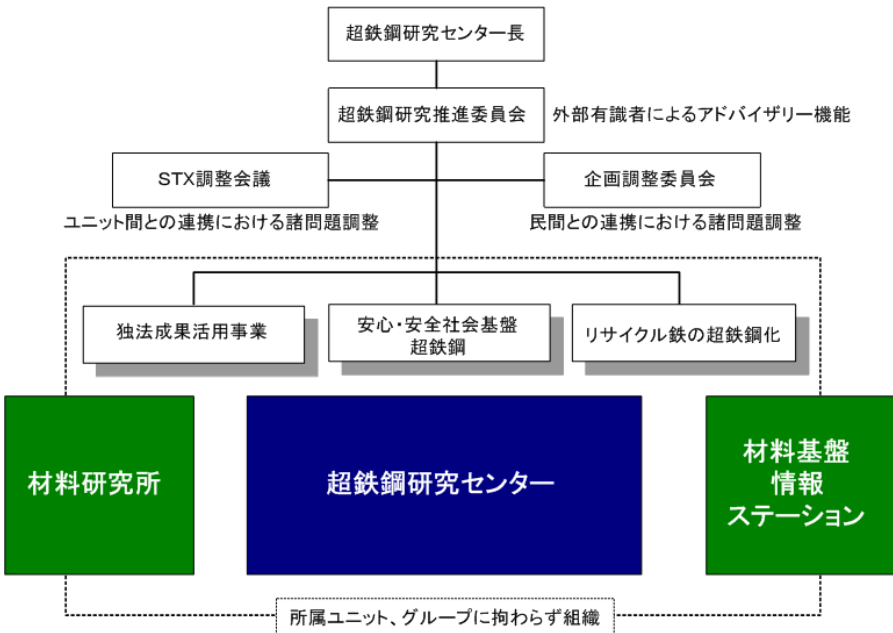


2. コーディネート中の超鉄鋼プロジェクト (4 Projects)

超鉄鋼研究センターは、材料研究所、材料基盤情報ステーションと共同して超鉄鋼にかかわる研究プロジェクトを推進し、発展させております。2004年は下記の4つのプロジェクトをコーディネートしました。

Steel Research Center promotes projects in the field of ultra steel in collaboration with Materials Engineering Laboratory (MEL) and Materials Information Technology Station (MITS).

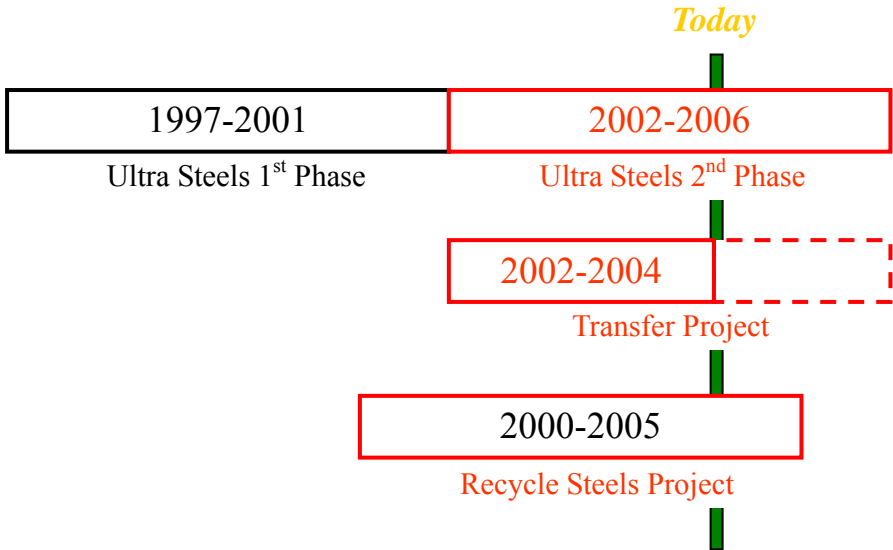
2-1. 超鉄鋼研究センターでのプロジェクトの推進体制 (Promotion of the Projects in SRC)



2-2. プロジェクト紹介 (Introduction of the Four Projects)

超鉄鋼プロジェクトの展開

Steel Projects at NIMS



2-3. 安心・安全な社会・都市新基盤実現を目指す超鉄鋼研究 (超鉄鋼研究プロジェクト第2期:再生プロジェクト) Ultra-Steels Towards New High Safety Infrastructures (2nd Ultra-steel research project)

プロジェクト紹介

超鉄鋼プロジェクト 第1期の成果と第2期の展開

平成9年4月に開始した超鉄鋼プロジェクトは第1期5年の研究を終えました。4種類の「強度2倍、寿命2倍の超鉄鋼材料」を実験室的な規模で創製することができ、また、その「溶接などの構造体化技術の基盤確立」及び「新しいコンセプトに基づく材料、構造物の評価技術の確立」にも画期的な成果を上げることができました。本年度から始まる第2期では、第1期研究で得られたシーズを最も有効に社会に還元できる対象として「都市新基盤の構築に貢献する超鉄鋼材料」と「高効率火力発電プラントの実現に貢献する超鉄鋼材料」を選び、その実現を目指して「強度2倍×寿命2倍のファクター4材料の開発」、「大型材料の創製手法と構造体化技術の開発」を課題に掲げて研究を進展させることを計画しています。さらに、「超鉄鋼材料を有効に利用した革新的構造物の提案」も、新たに設計・構造関係者との連携を指向するなかで行っていきたいと考えております。

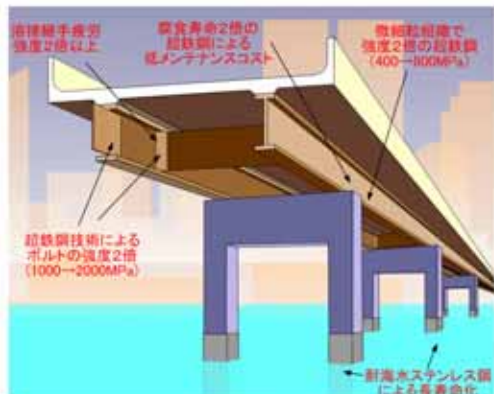
「革新的な構造・設計を可能にする超鉄鋼材料の創製」と「超鉄鋼の優れた機能を生かす新構造・設計の提案」を目指して展開していきます。超鉄鋼研究では、強度2倍寿命2倍のシーズ技術を生かし、「強度も寿命も2倍とするファクター4の超鉄鋼の創製」と、「大型サイズあるいは実部品形状の超鉄鋼材料を製造できる創製原理の創出」を目指します。

具体的には、以下の課題(2つのタスクフォース)を設定し、新構造・設計になる実模擬体の製作から実環境をシミュレートした試験による特性評価を視野に入れて研究を推進していきます。

また、この2つの課題(タスクフォース)に加えて第1期超鉄鋼研究で得られた多くのシーズ技術に関し、未解明現象のメカニズム解明と指導原理の確立、及びナノ・メソ・マクロにわたる多階層の解析・評価技術を活用して開発材料を含む材料基礎データを蓄積し、将来の標準化を目指す研究も推進していきます。

(1) 新都市基盤に資する高強度耐食鋼の研究(高強度耐食鋼タスクフォース)

微細粒化技術を進展させ、高強度で高耐候性を兼ね備えた「ファクター4」超鉄鋼を厚板サイズで創製する課題、1期で開発した超狭開先GMA溶接、大出力パルス変調CO₂溶接により構造模擬体を製作する課題、及び現場施工での主流となると想定しているボルト接合に対して耐候性組織での2000MPa鋼の創製とボルト化の課題に取り組む。新構造の実模擬体を実模擬環境において力学因子と環境因子を総合的に評価するためのシステム開発を目指す。



Introduction

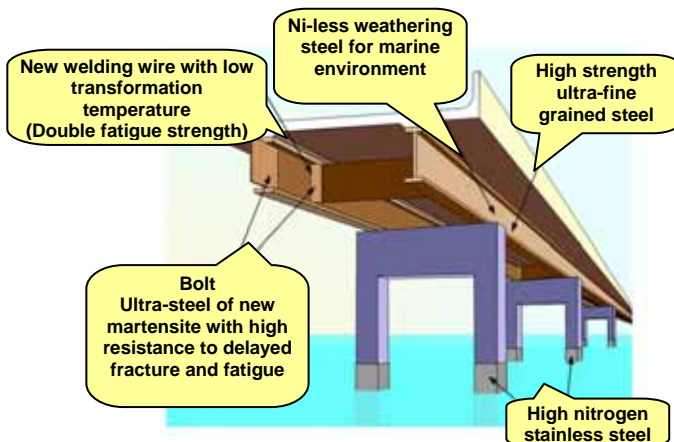
Main achievement of the first phase and aim of the second phase.

The first phase of the ultra-steel research project which started in April 1997, was completed in March 2002. Four kinds of ultra-steels having double strength and double lifetime were successfully developed on a laboratory scale during this phase. Moreover, the basic technologies for structure fabrication by welding and epoch-making analytical and evaluation methods were achieved based on new concepts. We have set up the following goals for the next phase, “the development of a factor 4 materials having both double strength and lifetime”, “the development of a processing method for large-sized materials”, and “a construction method for innovative structures using ultra-steels”. We believe that these research subjects will make significant contributions to “the construction of modern urban infrastructures” and “the realization of highly efficient fossil-fired power plant”. In addition, we plan to propose a new design of steel structures, which utilizes ultra-steels effectively, by collaboration with architects and designers of structures.

The following main subjects (taskforce) are specifically set up and research will be promoted bringing into a view of the characteristic evaluation by the examination which was carried out by simulating the real environment from manufacture of the ultra-steel structure model which becomes new structure and a design.

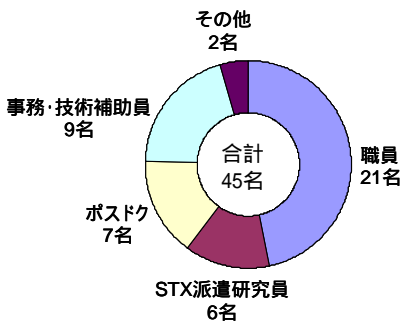
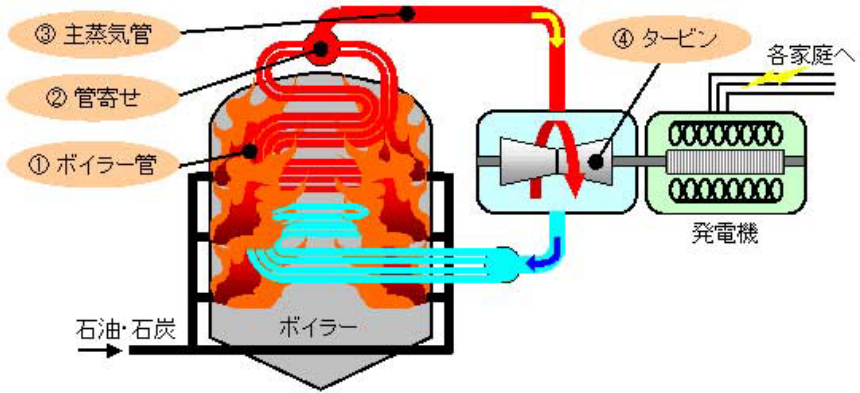
(1) Taskforce on high strength corrosion-resistant steels which contribute to new urban infrastructure

By developing refinement technology, the subject which creates ‘factor 4’ ultra steel with both high strength and corrosion-resistant in thick plate size, subject which manufactures a structure model by ultra-narrow gap GMA welding and high power pulse CO₂ laser welding processes developed in the 1st phase, and the subjects of the invention of the 2000MPa-class bolt in the chemical compositions with corrosion resistance and the joining with bolts that is expected to become the mainstream in on-site construction are taken on. The systems development for evaluating dynamics factors and environmental factors for the Ultra Steel structure model in simulated exposure test is aimed at.

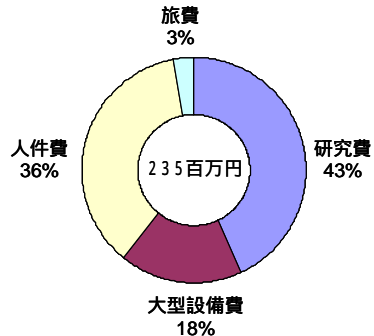


(2) 高効率火力発電用耐熱鋼の研究タスクフォース (耐熱鋼タスクフォース)

超々臨界圧火力発電プラントの実現に向け、第1期で得られた粒界近傍組織を長時間安定化する材料設計指針に基づき、主蒸気管等の大径厚肉鋼管創製の材料最適化をはかるとともに、溶接HAZ部の薄肉化や細粒部の析出抑制によるタイプ クリープ破壊の抑制、表面保護皮膜による高温水蒸気中の耐酸化性向上をはかり、耐熱鋼構造部材の高強度化と超寿命化を達成する。



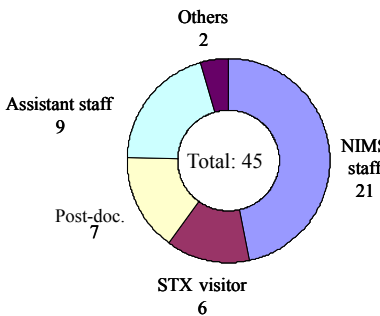
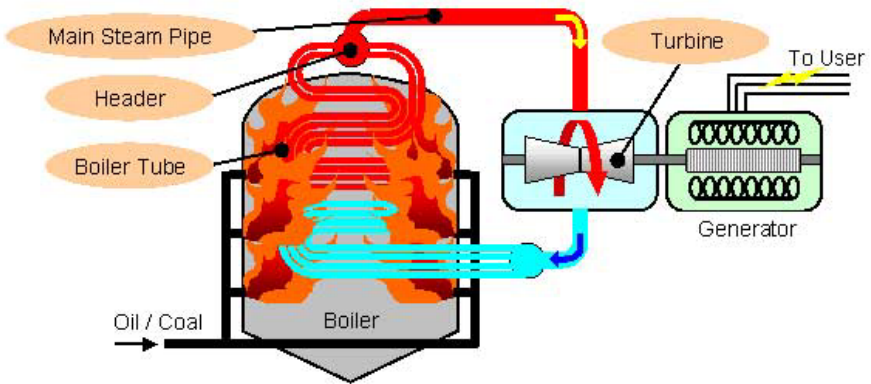
2004年12月28日現在の人員構成



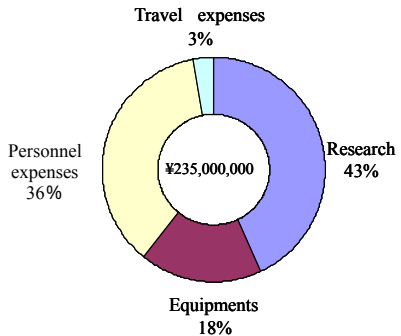
2004年度予算構成

(2) Taskforce on the heat-resistant steel for high efficient USC power plant

Towards realization of ultra-supercritical steam boiler, based on the material design which stabilizes the microstructures near the grain boundary for a long time, while achieving creation of a large thickness pipe like as the main steamy pipe etc., control of the type IV creep crack by the formation of the thin welding HAZ width, and the improvement of oxidation-resistance in the high temperature steam by the surface protection film, a new structure with heat-resistant steel are attained.



Number of members
(as of Dec. 28, 2004)



Composition of budget in 2004

研究のまとめ

(1) 高強度耐食鋼(都市新基盤構造用鋼)

リサイクル容易元素であるAl, Siを適用した高強度耐候性溶接構造用鋼の開発と超鉄鋼材料の大型化と部品化技術並びにその特性を活かして構造化する技術の開発に取り組みます。

成果

- ・ リサイクル容易組成のAl-Si系耐候性鋼を微細粒化し、強度と靱性を確保できる目途を付けました (Fig. 1)。
- ・ 遅れ破壊に強い新マルテンサイト組織の作込みに成功し、1800MPa高強度ボルトの試作に成功しました。
- ・ バックシールドガス無しで12mm厚Al-Si系超鉄鋼板の無欠陥貫通レーザ溶接を達成しました。また25mm厚板をレーザ並みの総入熱33kJ/cmの2パスアーク溶接を実現しました。
- ・ 低変態温度溶接部の変態挙動をレーザ計測技術により2次元の変形場として可視化することに成功しました。(Fig. 2)

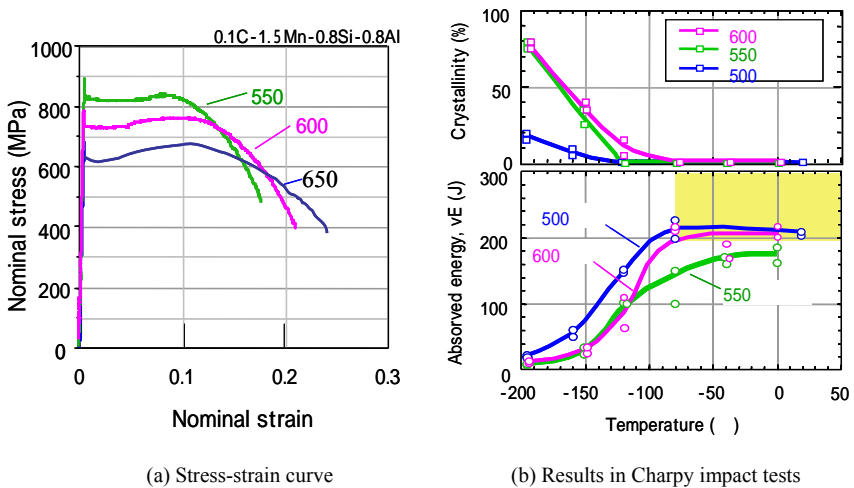


Fig.1 Effect of rolling temperature on mechanical properties of Al-Si weathering ultra-fine grained steel

Summary

(1) High strength corrosion-resistant steel (New infrastructure steel)

Development of a processing method for larger and wider-sized ultra-steels plates, fabricating structural parts and construction method.

Current results

- Fabrication of recyclable ultra-fine grained 800MPa steels for 25mm thickness plate.
- Fabrication of a new type of ultra-fine grained weathering steel with 0.8%Al-0.8%Si contents. (Fig. 1)
- Fabrication of 1800MPa-class ultra-high strength bolt by new martensitic steels with high resistance to delayed fracture.
- Proposal of defect-free high efficient I-butt laser welding in Al-Si weathering steel, and development of ultra-narrow arc welding for 25mm thick plates.
- Development of detection technique of phase-transformation strain during welding by using ESPI system. (Fig. 2)

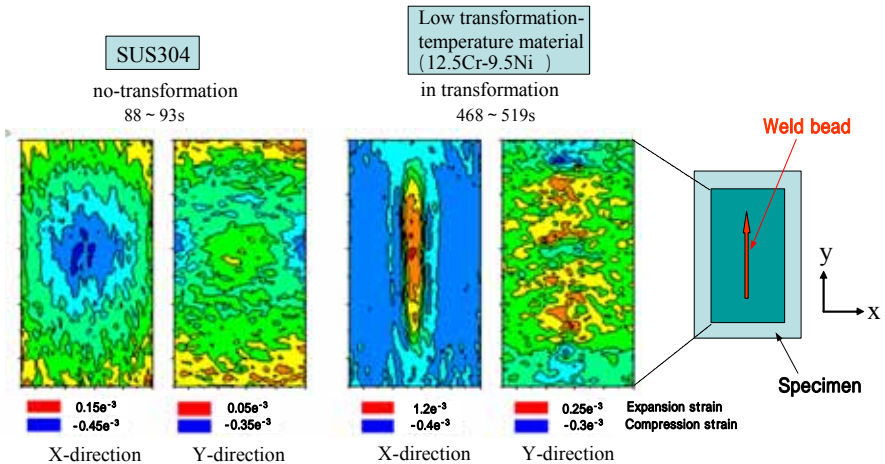


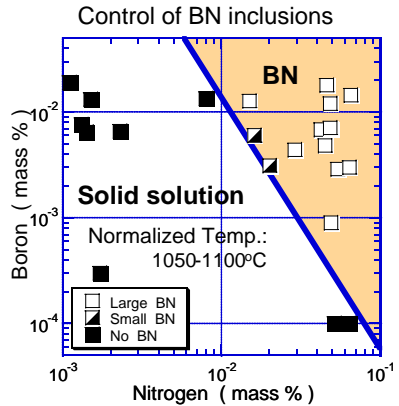
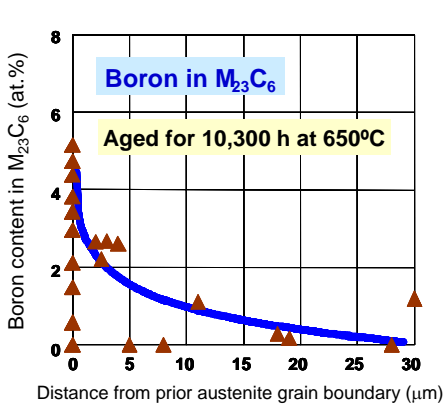
Fig.2 Measurements of strain distribution during welding by ESPI system

(2) CO₂削減耐熱鋼(高効率火力発電用)

材料大型化、溶接継手のクリープ強度向上など工業化に向けた総合特性向上に取り組みます。

成 果

- ・ ボロン添加9Cr鋼の母材のクリープ強化に微量の窒化物による析出強化が有効であることを見いだしました。
- ・ 機械的特性に有害な窒化ボロン(BN)介在物が生成するボロンと窒素の、組成の条件を決定しました。
- ・ Crショットピーニングと予備酸化処理の組み合わせにより、試料表面に高Cr濃度の保護酸化皮膜を形成させ、耐水蒸気酸化特性を向上させることに成功しました。
- ・ Cフリーマルテンサイト合金やフェライト母相を利用した15Cr鋼の、革新的耐熱材料のクリープ強度を、金属間化合物の析出強化により向上させることに成功しました。



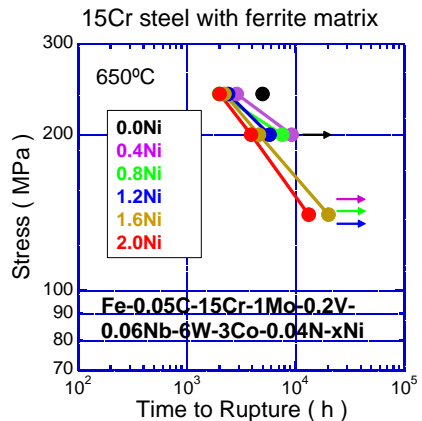
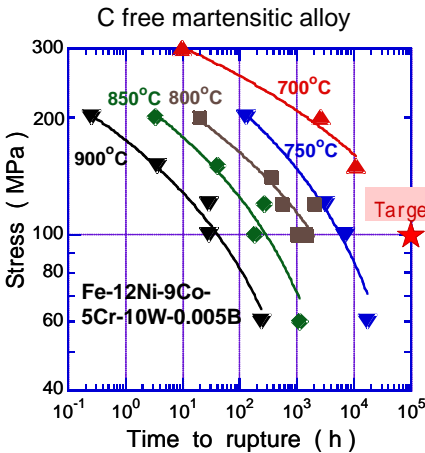
We stabilized microstructure around the grain boundaries by boron for a long time, and controlled the formation of BN inclusions.

(2) Heat resistant steels reducing CO₂ emissions (Ultra-efficient, coal-fired power plant steel)

Research and development towards industrialization, such as processing for thick section pipe production and extension of creep life at welded joints.

Current results

- The precipitation strengthening of fine nitrides is effective in the improvement in the creep strength of the high boron containing 9Cr steel.
- The critical concentrations of boron and nitrogen for the formation of coarse size BN type inclusions, which are harmful to the mechanical properties of the steel, were declared.
- The combination of Cr shot peening and pre-oxidation treatment improve in steam oxidation resistance by the formation of protective Cr-rich oxide scale on the specimen.
- The creep strength of innovative heat resistant steels, such as carbon-free martensitic alloy and 15Cr steel with ferrite matrix, were drastically improved by the precipitation strengthening of intermetallic compounds.



We improved in the creep strength at higher temperature than 650°C by the precipitation strengthening of fine intermetallic compounds.

関連研究活動

超鉄鋼研究シーズを活かすための新構造の調査や将来動向調査等を行っています。

- 1) 調査研究 「超鉄鋼材料を活用する橋梁・建築の新構造に関わる課題の提案」
(社団法人日本鋼構造協会: JSSC)

目標:

2002、2003年度の調査委託結果を踏まえ、課題として抽出されたものの中から、超鉄鋼材料の素材特性を活用した都市新基盤構造物となる土木構造物、建築構造物について、ユーザニーズと超鉄鋼技術シーズの摺り合わせを行ってきた。超高力ボルト接合、微細粒鋼の試設計用基本データなどを共同して採取し、具体的な超鉄鋼による新構造形式の検討を開始した。

平成15年度の調査結果は、下記の2分冊にまとめられた。

- (1) 調査研究 「超鉄鋼材料を活用する橋梁の新構造に関わる課題調査 (2004.3.25)」
(社団法人日本鋼構造協会: JSSC)
- (2) 調査研究 「超鉄鋼材料を活用する建築の新構造に関わる課題調査 (2004.3.25)」
(社団法人日本鋼構造協会: JSSC)

また、ナノテクノロジー・材料分野の産業発掘構想のうち革新的構造材料として超鉄鋼材料が取り上げられ、府省「連携プロジェクト」が、下記課題で開始された。

課題名【耐震、耐食、軽量、低コスト橋梁構造体】

本課題に関して、2004年度はユーザニーズと超鉄鋼技術シーズの摺り合わせを行うこととし、社団法人日本鋼構造協会の上記調査研究と強く連携して推進している。

広報活動

本プロジェクトでは研究成果を広く内外に周知するため、アップデートな情報発信として、ホームページの充実を図っています。

<http://www.nims.go.jp/usp/>

2. コーディネート中のプロジェクト (4 Projects)

2-4. ミレニアム関連プロジェクト プロジェクト紹介

ミレニアムプロジェクトは、1999年12月、当時の小渕内閣総理大臣の下、新しいミレニアム(千年紀)の始まりを目前に控え、人類の直面する課題に応え、新しい産業を生み出す大胆な技術革新に取り組むこととして、始めました。具体的には、夢と活力に満ちた次世紀を迎えるために、今後の我が国経済社会にとって重要性や緊要性の高い情報化、高齢化、環境対応の三つの分野について、技術革新を中心とした産学官共同プロジェクトを構築し、明るい未来を切り拓く核を作り上げるものです。

本プロジェクトである「リサイクル鉄の超鉄鋼化」は、環境・エネルギー材料分野の一つであり、リサイクル鉄(スクラップされた鉄をリサイクルして生産される鉄)の活用推進のため、強度に優れた高品質のリサイクル鉄を製造する技術を確認するものとして、2000年度より物質・材料研究機構で開始されました。

さて、我が国では、大量の鉄スクラップが蓄積され、増加しています。社会インフラの更新に伴い、30年後には、スクラップ量が内需を上回る試算予測もあります(図1)。このような背景から、スクラップ鉄を鉄源とし、低環境負荷、低設備費であり、かつ多品種少量生産に対応した21世紀型の製造設備体系とそのための材料開発の必要性が増しています。このような社会的要求に応えるために、本プロジェクトは、スクラップ鉄の中で“悪”とされていた不純物元素を積極的に利用し、悪を“善”に転用させる発想に基づいた材料創製プロセスに関する基礎研究を柱として2000年度にスタートしました。第1期(2年間)では、不純物元素の融合化技術と回生異物の融合化技術を研究しました。同時に、第2期を睨んで主に凝固・圧延の一貫した基礎研究のための大型設備の準備もしてきました。

2002年4月から始まった第2期(～2004年度)では、第1期で得られた知見と導入した設備を基に、図2に示した“凝固から始まる組織制御”のもと、不純物を含有する材料から高品質鋼板を創製するプロセスを確認するために、急冷凝固と加工熱処理に関する基礎研究を行っています。

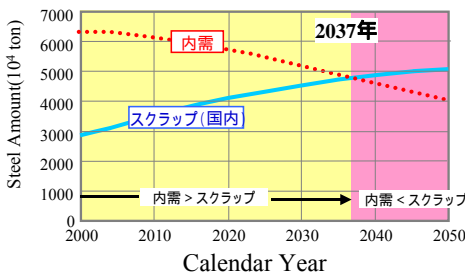


図1 日本国内における鉄鋼内需と発生スクラップの予測。内需予測は予測人口と一人当たりの平均需要の積によって、スクラップ予測は予想鉄蓄積量と統計的スクラップ発生率の積によって予測された。

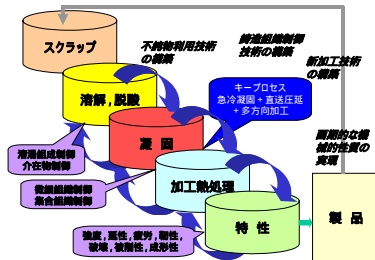


図2 低環境負荷プロセスおよび特性評価イメージ

2-4. Millennium Relevant Project

Introduction

The Japanese government under the late Prime Minister, Keizo Obuchi, adopted the "Millennium Project" in December 1999 in order to promote collaborative projects among the industries, the academia and the government in highly important and urgent issues related to Information Technologies, Highly Matured Society, and Sustainable Environment.

NIMS started the "Creation of Ultra Steel from Steel Scrap" Project, which was selected as one of the Millennium Projects in the "environmental / energy materials" area in 2000 to establish a process technology for creating high-quality strength steel from steel scraps (increasing the strength 1.5 times) for a resources circulating society.

Steel scraps have accumulated and continued to increase in Japan. Some estimate that the scrap will exceed the domestic steel needs during the next 30 years (see Fig. 1 below).

In this sense the demand for a resources circulating society is potentially increasing in steel production.

We are aiming at a new technology for a resources circulating society by utilizing "fine grains" and "finely dispersed impurities" to create high-quality steels from scraps. This can minimize the environmental load for the production of secondary steel.

We have studied the basic ideas to utilize impurities and inclusions in reclaimed materials during the 1st period (2000-2001).

In the 2nd period that began April 2002, our final target was adjusted to the future technology for high grade strip from scraps. For this purpose, we have considered a better performance of the total process from melting, de-oxidation, solidification to thermo-mechanical treatment based on microstructure control started at solidification (see Fig. 2).

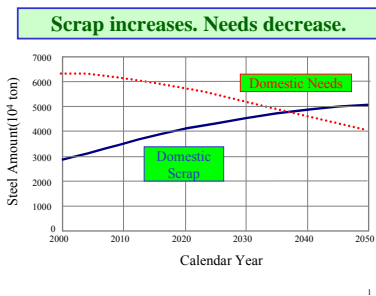


Fig.1: Domestic steel needs and scrap in Japan

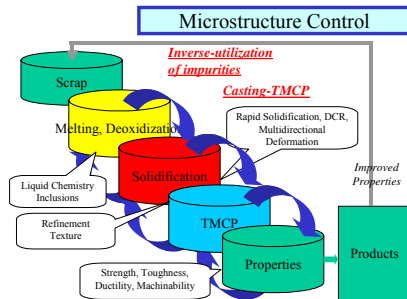


Fig.2: An image of total process

具体的には、1. 急冷凝固組織形成、2. 薄スラブ材の鑄造組織と力学的関係、3. 新加工プロセス技術の開発を行っています。

1. 急冷凝固組織形成

高炉プロセスでの連続鑄造における冷却速度は0.1K/sのオーダーであるのに対して、ストリップキャスターなどを利用した場合は1K/s～100K/sの冷却速度の拡がりがある。急冷凝固による粒組織の微細化と不純物の分散化を目的に、凝固冷却速度に対する粒組織粒および不純物の分散の関係を定量的に検討しています。

2. 薄スラブ材の凝固組織と力学性能の不均質性

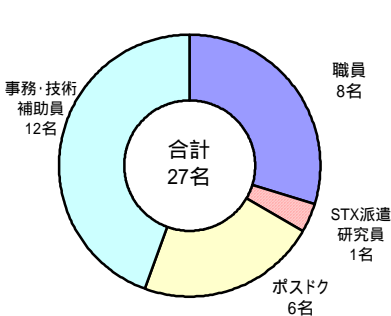
薄スラブ材は、凝固時の冷却速度が板厚方向で異なり、凝固組織分布を持つため、その後の圧延加工によって創製した鋼板の性能に大きく影響を与えることが考えられる。ストリップ材から薄スラブ材の凝固組織不均質性とそのときの力学性能の関係を明らかにすることを目的とし、凝固組織に依存する強度、延性、異方性の変化を検討しています。

3. 新加工プロセス技術の開発

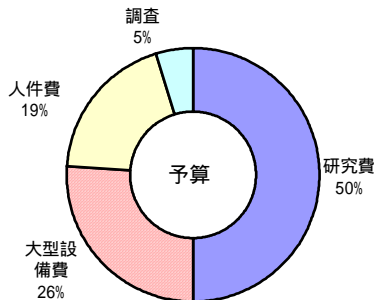
鑄造厚さが薄くなると、凝固速度が速くなります。鑄造厚さが薄くとも、限られた圧下量内で効率良く結晶粒微細化できるように、せん断付与加工を念頭にした形質制御(形状と材質の同時に造り込む制御)技術の可能性を、計算・実験の両面から検討しています。

各テーマにおいて得られた知見・成果をリンクさせ下記に示す“新製鋼圧延加工プロセス”を提案し、回生材を原料とするリサイクル鉄鋼材料の強度1.5倍化を目標とします。

本年のプロジェクトの人員構成と2004年度(2004年4月～2005年3月)の予算構成を示します。



2004年9月30日現在の人員構成



2004年度予算構成

1. Formation of rapid solidification microstructure

The rapid solidification and cooling process is very attractive method because it may directly effect the as-cast microstructure and the formation of secondary phase. The cooling rate can be changed from 1 to 100K/s over two orders of magnitude by utilizing thin slab continuous casting or strip caster compared with 0.1K/s in the conventional continuous casting process. We have been investigating the reduction of grain size and the tiny precipitation of impurity compound through the rapid solidification and cooling process.

2. Inhomogeneity of microstructure and mechanical properties in the as-cast thin-slab steel

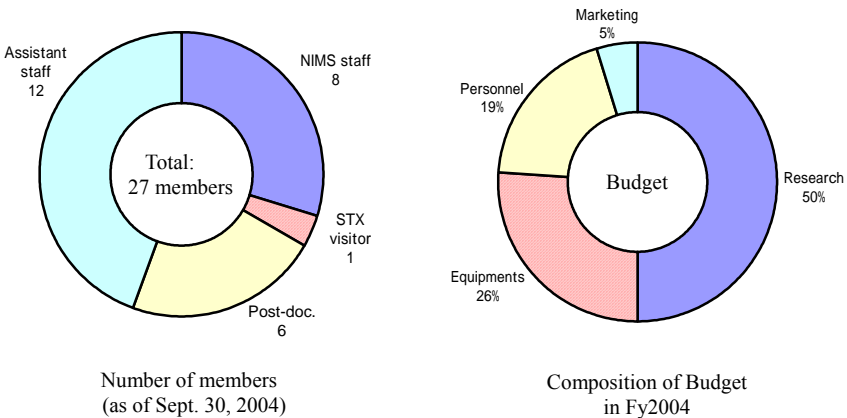
The different cooling rates at the different thickness positions of the as-cast thin-slab steels cause a microstructural distribution in the thickness direction. Such a microstructure distribution may influence the properties of the strips produced with rolling process for the thin-slab. Microstructure and mechanical properties for the different thickness layers have been evaluated for an as-cast thin-slab steel in order to clarify the dependence of mechanical properties on the homogeneous microstructure in the thin-slab.

3. Development of novel deformation process

The smaller the thickness of the cast slab, the higher the solidification speed. In order to refine the grains with the limited reductions, the application of shear-added rolling is investigated by numerical simulation and experiments, which is expected to efficiently control both the shape and properties of materials at once.

Creation of a high quality long-wide-flat steels for automobiles from reclaimed steel with 1.5 times the strength.

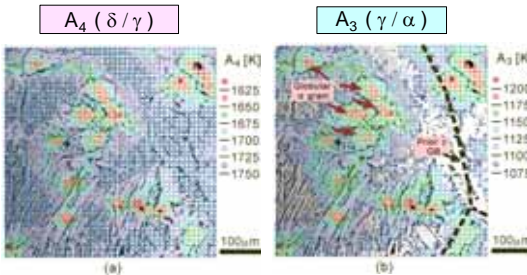
Number of members and Budget in Fy2004 is as follows.



研究のまとめ

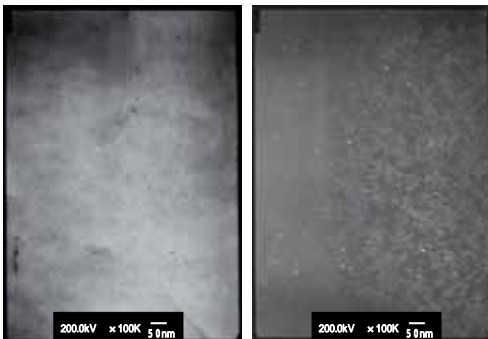
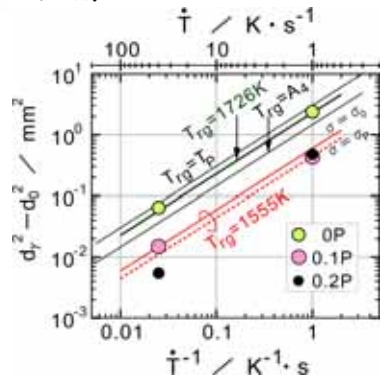
1. 急凝固組織形成

鋼中不純物を有効利用するために、薄スラブ連铸、ストリップキャストイングなどの急速凝固・冷却プロセスの適用を考え、創製材の調査・観察、機械的性質の測定などを行った結果、りんを含む鋼では、不純物りんの偏析などにより、鑄造組織が微細化されたこと、銅、硫黄を含む鋼では、従来の介在物に代わって非常に微細な化合物が析出し、さらに強度向上に寄与していることが分かりました。すなわち、急速凝固・冷却プロセスにより、鋼中不純物が有効利用できることが分かりました。



左図は、100mm厚で鑄込んだ0.1%P含有スラブの偏析による A_4 点、 A_3 点の変化を局所平衡マッピング法により示したものです。りんが大きく偏析し、相が低温まで残留して、鑄造粒の成長を抑制し、組織の微細化に寄与していることがわかりました。

固相域での冷却速度が大きくなると、鑄造粒は小さくなります。2mm厚のストリップ鑄片、100mm厚の薄スラブ鑄片、その他の実験値とも、冷却速度(T)の逆数と、粒の二乗成長量($d^2 - d_0^2$)の対数は直線関係を満たし、その挙動を古典的粒成長モデルで整理することができました。また、りん含有の影響を、粒急成長開始温(T_{rg})低下と粒界面エネルギー(σ)低下として組み入れることにより、鑄造粒径の固相冷却速度とりんの効果の二大因子による予測が可能となりました。

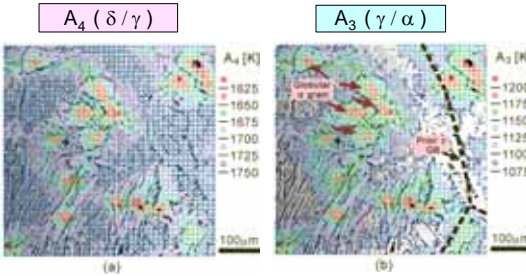


ストリップキャストイングにより鑄込んだ、りん、銅、硫黄含有鋼中には、左図のTEM観察写真のような平均粒径15nmの超微細化合物 Cu_2S が析出していることが分かりました。これが析出強化による強度向上に大きく寄与すること、固相冷却速度が大きいため、 MnS の晶出を抑制することがわかりました。また、りん共存が同化合物微細析出に有利なこと、生成条件による析出形態の違いなどが分かっています。

Summary

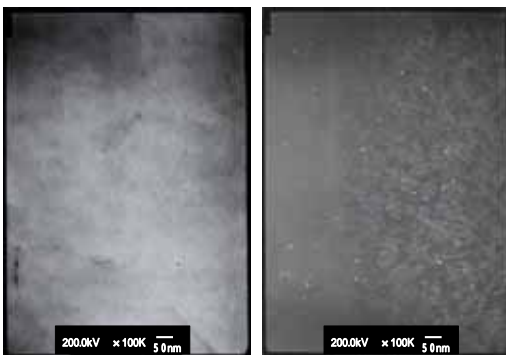
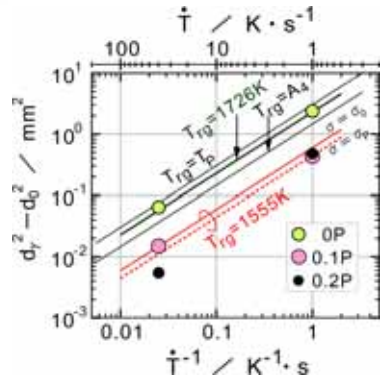
1 . Microstructure of impurity steel by rapid cooling.

By investigating the microstructure of impurity steel containing phosphorus, copper, and sulfur produced by thin slab continuous casting or strip casting, the refinement of as-cast microstructure by micro segregation of phosphorus and very tiny precipitation of impurity particle improving the steel strength have been observed. We found that utilization of impurity element in steel can be realized through the rapid cooling processes.



Micro segregation of phosphorus in 100mm thickness slab with 0.1 mass % phosphorus affects the A_4 and A_3 temperature as shown in the figure described by local equilibrium mapping. δ phase retains to lower temperature suppressing the γ grain growth and contributes the refinement of as-cast microstructure.

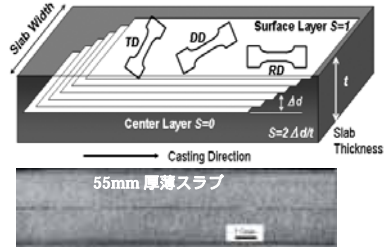
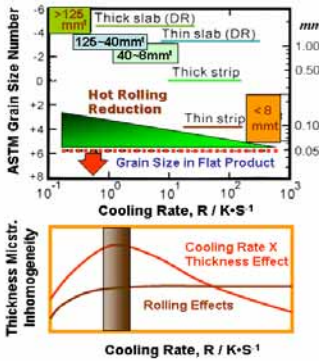
Prior γ grain size is reduced with increasing the cooling rate in solid phase as shown in the figure. The plots for 2mm thickness strip and 100mm thickness thin slab including the data in the literature holds the linear relation between the reciprocal of cooling rate (\dot{T}) and logarithm of quadratic grain growth amount ($d_v^2 - d_0^2$) obeying the classical grain growth model. The effect of phosphorus addition can be included as the drop of rapid grain growth starting temperature (T_{rg}) and reduction of grain boundary energy (σ) enabling the prediction of prior γ grain size.



In the copper, sulfur and phosphorus containing steel produced by strip casting, very tiny precipitation of Cu_2S particles has been found as shown in the photograph of TEM observation. We also found that they show the considerable precipitation hardening and they replace and suppress the MnS formation under such rapid cooling condition. Recently, we are revealing that the coexistence of phosphorus promotes this tiny precipitation and its morphology changes according to its forming condition.

2. 薄スラブ材の鋳造組織と力学性能の不均質性

凝固材の組織などの不均質性は圧延加工によって創製した鋼板の性能に大きく影響しています。凝固材の組織や力学性能の評価は新規加工プロセスの検討にとって重要です。

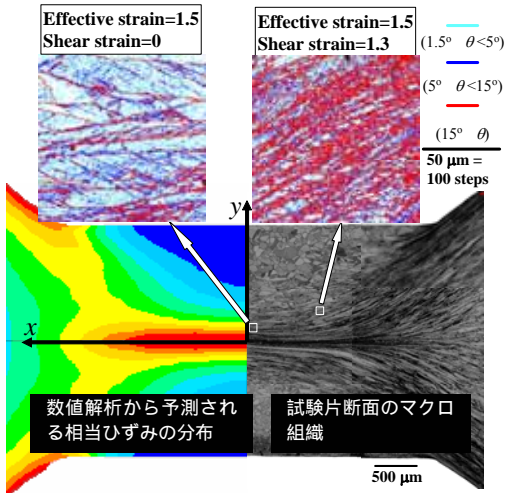


55mm厚低碳鋼スラブから厚さ方向から階層的に1mm厚板試験片を作製し、試験片の位置をS値で示す。強度、延性と共に、薄板の成形性を影響する変形異方性のスラブ厚さ方向での分布を調べた。その結果、スラブ表面と中心部を除いて、厚さ方向にほぼ均質な力学性質が示される。一方、冷却速度の違いによる室温フェライト組織における結晶粒径や結晶方位分布の変化が大きいことがわかった。凝固組織の不均質さが鋼板の圧延組織や力学性能に影響することが想定できる。

異なる厚さをもつ凝固材の表面冷却速度が大幅にかわる。凝固材組織の厚さ方向での不均質性は薄スラブ材に現れる。それに、鋼板厚さまで圧延加工量が少ないため、薄スラブ凝固材が組織や力学性能の不均質性の評価対象とした。

3. 新加工プロセス技術の開発

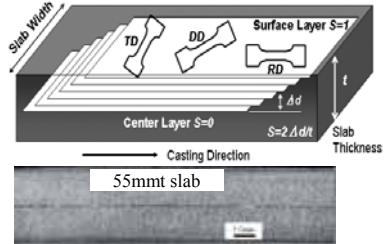
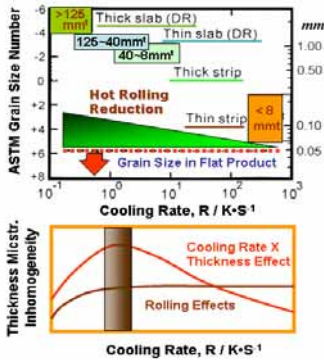
鋳造断面が小さくなることは、製品寸法が同じである限りは、加工熱処理工程における“加工度”の制限が顕在化してきます。板厚全面に圧縮ひずみと同時にせん断ひずみを導入できるせん断付加工を提案し、同じ圧下量であっても組織は微細となり、さらにせん断ひずみ効果は、粗大なオーステナイト粒径ほど大きいことを明らかにしました。



同じ相当ひずみでも、せん断ひずみを導入したことでオーステナイト粒内に方位差角 15° 以上の変形帯を数多く生成することができます。

2. Inhomogeneity of microstructure and mechanical properties in the as-cast thin-slab steel

The inhomogeneity of microstructure in the as-cast materials may influence the mechanical properties of steel sheets that are produced by rolling processing the as-cast materials. It is necessary to clarify the distribution of microstructure and properties in the as-cast materials for improving the present rolling processes.

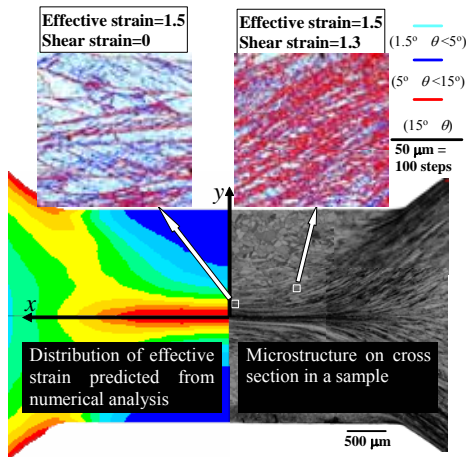


Steel sheets of 1mm thick were obtained by mechanically slicing an as-cast low-carbon steel thin slab of 55mm thick in the thickness direction. The strength, elongation, and the normal anisotropy of the as-cast slab at the different thickness position were investigated. Except the surface layer and the center region of the slab the steel showed a quite homogenous mechanical properties. However, analysis of ferrite grain size and texture features of the slab indicated an obvious distribution along the thickness direction. The microstructure inhomogeneity may influence the properties of the steel sheet produced by rolling the as-cast slab.

The inhomogeneity of microstructure of the as-cast materials is determined by both the thickness and the cooling rate at the surface of the cast materials. Since rolling reduction becomes smaller when the thickness of the cast materials, a large inhomogeneity may easily occur in the thin slabs with thickness 100~50mm.

3. Development of novel deformation process

In order to refine the grains with the limited reductions, the application of shear-added deformation is investigated by numerical simulation and experiments, which is expected to efficiently control both the shape and properties of materials at once. The shear deformation is more effective for refinement of crystal grains, and the shear effect becomes stronger as prior austenite grain size is larger.



Even if the effective strain is the same, new high angle grain boundary fraction, which misorientation angle has over 15 degrees, introduced within prior austenite grain, increase as the shear strain becomes larger.

関連研究活動

研究会活動

「自動車および家電に関するリサイクル材料技術」研究評価調査委員会を発足し、「スクラップ経由の不純物を許容して、なお現状以上の性能を持つ自動車用鋼材とその創製・加工・成形技術を開発する」ことを目指し、産学界の有識者によるピアレビューと研究推進のための委員会を開催しています。

本調査を通じて行われるワークショップでは、プロジェクト内外の講師の発表を基に材料技術に関する研究戦略、新たな考えの提示などについて広く議論しています。

第8回超鉄鋼ワークショップにて以下のセッションをコーディネート。

日時: 2004年7月22日

場所: つくば国際会議場 (エポカルつくば)

研究要素討論会2 「構造材料製造における凝固プロセスの利点」

日本および世界における将来のリサイクル材の増加、資源の枯渇化をにらんだ地球環境を維持するための、21世紀の材料プロセスのあるべき姿を模索する。特に薄スラブ及びニアネット技術に焦点を置き、将来の材料プロセスを展望したい。 座長: 長井寿 (NIMS)

中国におけるエコロジカル製鉄プロセス

Dr. D. Cang (Univ. of Science and Technology Beijing, 中国)

薄スラブCCを前提とした高品質鋼材のエコプロセス

矢田浩氏 (静岡理工科大)

アルミ合金のニアネット - ストリップキャストへの凝固原理の応用

Dr. R. Ghomashchi (Univ. of Quebec at Chicoutimi, カナダ)

高窒素オーステナイト構造用鋼の凝固

Dr. G. Porcu (Centro Sviluppo Materiali S.p.A., イタリア)

ストリップキャスト低炭素鋼材の組織と材質

殷福星 (NIMS)

平成16年度ミレニアムワークショップを開催。

日時: 2004年12月10日

場所: 物質・材料研究機構

「製鋼プロセス技術の現状と課題 - リサイクル鉄利用プロセス技術の新たな展開・提案を目指して」ワークショップ 司会: 津崎兼彰 (NIMS)

製鋼プロセス研究の現状と課題

伊藤公久氏 (早稲田大学教授)

鉄鋼スクラップ動向調査報告

花村年裕 (NIMS)

不純物活用リサイクル鉄製造プロセスにおける急速凝固・冷却の利用

小林能直 (NIMS)

Related Research Activities Research Committee

Research Evaluation Committee of “Technology for Recyclable Materials targeted to Automobiles and Home Electric Appliances” composed of distinguished personnel from industries and universities has been promoted and has reviewed the present project twice a year.

The workshop is also planned to discuss various topics related to the project.

We have arranged the following session at the 8th Workshop on the Ultra-Steel, 'Ultra-Steel: Proposal of New Constructions with Ultra-Steel'.

Date: July 22, 2004

Venue: Tsukuba International Congress Center (Epochal Tsukuba)

Scientific Symposium 2 (in English)

Have We Recognized the Merits of Solidification Process for Structural Materials?

The objective of this session is to seek a new material making process for the 21st century by considering the increase in recycled material and the depletion of resources. In particular, we would like to predict the future material making process by focusing on special processes of thin slab casting and near-net shape making.

Chair: Dr. K. Nagai, NIMS

Ecological Steel Making Processes in China

by Dr. D. Cang, Univ. of Science and Technology Beijing, China

'Eco-Process' of High-Quality Steels Presupposing Thin Slab Casting

by Dr. H. Yada, Shizuoka Institute of Science and Technology, Japan

The Application of Solidification Principles for Near or Net-shaped Casting of Al Alloys

by Dr. R. Ghomashchi, Univ. of Quebec at Chicoutimi, Canada

Solidification of High Nitrogen Austenitic Structural Steels

by Dr. G. Porcu, Centro Sviluppo Materiali S.p.A., Italy

Microstructure and Mechanical Properties of Strip-Cast Low-Carbon Steels

by Dr. F. Yin, NIMS, Japan

We have held 'The Present Situation and Future Research Works of the Steel Making Process - Toward the New Scope of the Utilization of Recycled Steel '.

Date: December 10, 2004

Venue: NIMS

Chair: Dr. K. Tsuzaki, NIMS

The Present Situation and Future Research Works of the Steel Making Process

by Dr. K. Ito, Waseda University

Steel Scrap Survey Report

by Dr. T. Hanamura, NIMS

Utilization of rapid solidification and cooling rate in the recycled steel making process with the inverse-utilization of impurities

by Dr. Y. Kobayashi, NIMS

調査研究活動 (Marketing)

基礎研究を進めると共に、基礎・シミュレーター、実験プラントの各発展段階に研究内容を照らし合わせるために、企業等との意見交換や技術討議、製造ラインなど設備見学を積極的に行っています。

We are examining the performances of the practical production lines and discussing how to utilize our research results in the various stages of development through visiting private companies mainly.

訪問日時 Date	訪問先 Visit destination	目的 Objectives
2004.2.26	マックスプランク研究所 (ドイツ) Max-Planck-Institut fuer Eisenforschung(MPIE), Germany	ドイツの鉄鋼研究の現状調査とNIMSにおけるプロジェクト説明及び情報交換
2004.2.27	ドイツ鉄鋼協会 (ドイツ) VDEh German Iron and Steel Institute(VDEh), Germany	ドイツの鉄鋼研究の現状と部品化プロセスに関する調査
2004.2.27	鉄鋼研究所 (ドイツ) Betriebsforschungsinstitut(BFI), Germany	ドイツの鉄鋼研究の現状と部品化プロセスに関する調査
2004.3.1	アーヘン工科大学塑性加工研究所 (ドイツ) Institute for Metal Forming (IBF in RWTH), Germany	ドイツの鉄鋼研究の現状と部品化プロセスに関する調査
2004.3.2	アーヘン工科大学鉄鋼冶金研究所 (ドイツ) Institute for Ferrous Metallurgy (IEHK in RWTH), Germany	ドイツの鉄鋼研究の現状と部品化プロセスに関する調査
2004.3.3	住友金属株式会社 Sumitomo Metal Industries Ltd.	連铸設備の見学
2004.3.17	Nucor Corporation /Herdford (U.S.A.)	ミニミルの見学と意見交換
2004.3.18	Nucor Corporation /Hickman Hot Coil (U.S.A.)	ミニミルの見学と意見交換
2004.3.18	Nucor-Yamato Steel Company (U.S.A.)	ミニミルの見学と意見交換
2004.5.20	王子製鉄株式会社 Oji Steel Co.,Ltd.	原料配合から圧延にいたる一貫製造ライン見学
2004.7.8	株式会社日本製鋼所 Muroran Plant,The Japan Steel Works,Ltd.	鍛造技術及び大型鍛造製品に関する調査と見学
2004.10.6	鈴木金属工業株式会社 Suzuki Metals Corporation	細線製造工程見学
2004.10.28	住友金属株式会社 Sumitomo Metal Industries Ltd.	凝固研究交流会
2004.12.9	大同特殊鋼株式会社 Daido Steel Co.,Ltd.	知多線材圧延工場の見学
2004.12.13	株式会社中山製鋼所 Nakayama Steel Works,Ltd.	棒線ライン工場見学

広報活動 (Public Relations Activities)

本プロジェクトでは研究成果を広く内外に周知するため、研究トピックスをメールマガジンで関係者および希望者へ月1回配信しています。また、プロジェクトの背景やコンセプトまでをわかりやすく紹介したホームページも開設しています。

(URL:<http://www.nims.go.jp/millennium/>)

Monthly e-mail news and the project homepage on the internet (URL:http://www.nims.go.jp/millennium/index_e.html) provide information on the progress of our research.

2004年1月～2004年12月のメールマガジン履歴

List of monthly e-mail news between January 2004 and December 2004

2004年

- 1月 鑄造 粒径の支配因子
- 2月 脱酸生成物中不純物の熱力学
- 3月 低炭素鋼の異なる組織における有効結晶粒径とDBTTの関係
- 4月 "Study on Deformation Microstructure of Hot Compressed Ni-30Fe Alloy"
- 5月 スクラップ原料で35mm厚の超微細粒鋼板の試作に世界で初めて成功
- 6月 第8回超鉄鋼ワークショップの開催案内
- 7月 鋼中不純物を利用した急冷凝固プロセス
- 8月 超鉄鋼研究センター 技術開発チームの紹介 Part.1
- 9月 米国ミニミル調査 (Nucor訪問)
- 10月 ドイツの鉄鋼研究の現状と商品化プロセスに関する調査
- 11月 "Phase Transformation Behavior in the Rapidly Cooled C-Mn Steels"
「鉄鋼プロセス技術の現状と課題 リサイクル鉄利用プロセス技術の新たな展開・提案を目指して」ワークショップ開催のお知らせ
- 12月 超鉄鋼研究センター 技術開発チームの紹介 Part. 2