

討論会まとめ

平成5年第125回春季講演大会

高炉の高効率操業における原燃料のあり方
座 長：川崎製鉄水島製鉄所 山崎 信

各製鉄所のローカル条件により、高炉の高効率操業の方法は異なる。発表論文募集の段階では、今回発表の5件以外に、外国から2件の応募があった。しかし、2件共に日本における高炉の操業状態と大きく異なっているため、座長判断で、国内からの応募5件に絞り討論を行うこととした。

今回の発表5件は、次の3種類に分類される。

(1)高出鉄比操業：NKK京浜、新日鉄名古屋
(2)安価原料の使用技術：川鉄水島
(3)高微粉炭比操業：神鋼神戸、住金小倉

討論会での議論を、ローカル条件を考慮した高炉高効率操業の原燃料設計という面からまとめると、下表ようになる。

高純度鋼製造技術の現状と今後の展望
—二次精錬からタンディッシュまで—
座 長：東北大学素材工学研究所 水渡英昭
副座長：NKK総合材料技術研究所 村上勝彦

近年、鋼材の品質要求の多様化、並びに品質の厳格化に伴い、高純度、高纯净度化の必要性が高まってきている。これらの要求に対し、溶銑予備処理から連続铸造タンディッシュに至る各工程ごとに特色のある種々の精錬プロセスが提案され、また実用化されている。

そこで、本討論会では、二次精錬からタンディッシュまでに限定して、基礎的な冶金反応から精錬メカニズムまで、プロセスの特徴を中心にして、現時点における問題点と将来技術の方向に関して総合的な討論を行った。討論は、処理時間の短縮と、到達成分濃度の低減に向けての反応速度の増大手法に関するものに集中した。

まず、高純度化に関する速度論的な基礎検

討結果が報告され（名大・佐野）、次に脱炭速度向上のためには、RH炉容量に対する相対的な還流速度の増大（日新・前田）と反応界面積の増大（住金・黒川、新日鉄・矢野）、および反応停滞域での核生成（住金）の必要性が論じられた。その具体策として、浸漬管径と下部槽断面積の増大（川鉄・桐原）、槽底からのArガス吹込み（住金）、H₂吹込み（川鉄）、粉体吹込み（住金）、および槽内付着地金の低減（住金）等の有効性が報告された。

次に、RHでのリークに伴う吸塵防止が低炭域での脱窒に効果的であることが実証された（住金、新日鉄）。

また、槽内へのフラックスプラスティングによる脱硫と脱酸の同時処理（川鉄）、加減圧精錬による脱酸速度大幅な向上効果（NKK・荒井）、強撹拌による取鍋精錬時の脱水素率の増大と、流滴脱ガスの効果（日鋼・竹之内）、およびタンディッシュ内での介在物低減策としての溶湯の再酸化防止と、堰を含めたタンディッシュ形状とフラックス組成制御の重要性（神鋼・小川）などが論じられた。

討論の結果、よりいっそうの高能率化、炭素濃度の狭幅制御のための脱炭メカニズムの解明による反応制御システムの構築、さらなる高純度化および、処理コストの低減等が今後の課題として整理された。

合金鋼継目無鋼管の製造技術の現状と展望
座 長：住友金属株鉄鋼技術研究所 山田建夫
副座長：新日本製鉄株技術本部 野田勝利

鋼管の使用条件および使用環境の多様化、過酷化にともなって、合金鋼鋼管の需要が急速に増大している。合金鋼鋼管は素材が難加工性であることからその製造プロセスにおける品質および生産性の確保が重要な課題である。本討論会では最近進歩の著しいマンネスマン製管法による合金鋼鋼管製造技術を取り上げ、合金鋼素材の変形能の改善、製造プロセスにおける表面疵や内面疵の発生機構の解明、操業技術の改善および新圧延技術に関す

る研究成果を紹介し討論を行った。発表件数は8件で、1日をかけて60～80名の参加者で活発な討論を行った。

〔熱間加工性〕13Crについてδフェライトが表面疵の原因となることが示され、対策として低C13Crでのδフェライトが発生しない成分設計が報告された。また高Ni合金については内面溶融脆化を起こさないように管内面温度を制御することが有効であること、また2相ステンレスのA1溶射による表面疵改善例が報告された。

〔内面疵発生機構と圧延技術〕回転鍛造効果による内面被れ疵、外面温度低下による外面疵、加工発熱によるラミネーション（2枚割れ）、工具との焼付きによる疵等が分類討議された。穿孔中の温度上昇を計算し2枚割れの発生しない穿孔速度を求める報告があった。穿孔疵対策として、穿孔段取り（傾斜角、穿孔速度）を工夫する方法、また交叉角を付与した交叉孔機をする方法、3ロール穿孔機の特徴が報告され、それぞれ圧延疵防止に効果があることが示された。穿孔疵と対策特に疵発生におよぼす傾斜角、交叉角の与える効果についての議論が活発になされた。またマンネスマン法による製造可能限界鋼種についても議論がなされた。

〔トライボロジー〕穿孔機プラグの熱負荷の測定例やプラグ寿命向上には熱間強度の向上とプラグ表面のスケール厚みを厚くし密着度を向上することが有効であると報告があり、寿命決定原因や寿命改善例についての議論がなされた。またガイドの焼付き対策として、ほう酸を用いる方法、金属酸化物系潤滑剤が紹介された。マンドレルミルロール材質、潤滑法についても議論があった。

建設用高張力鋼材の新利用技術
座 長：東京工業大学工学部 三木千壽
副座長：住友金属工業株建設エンジニアリング事業本部 坂本 傑

近年、土木・建築構造物の大形化に伴ない、鋼構造材料の高強度化ニーズが高い。そこで、600MPa級以上の建設用材料とその利用技術開発をテーマに依頼2件を含む合計8件の講演論文（大学×1、製鉄×5、橋梁製作×2）を募り、討論会を開催した。

建築材料に関する計22では、建設省を中心に進めている低降伏比590MPa鋼について、材料の応力-歪み特性と構造挙動との関係が逐次明確にされ、設計指針策定を経て一般材としての適用化の近いことを述べると共に、800MPa級への進展を示唆した。土木材料に関する討23、討29では、橋梁を中心に、700、800MPa級材の適用例を紹介し、構造的、経済的な利点を述べた。明石海峡大橋にも、40mm級の厚板が数千t用いられると言うが、今後の

分類	講演題目	キーワード	原 燃 料	
			コークス	鉬 石
高出鉄比操業	新日鉄名古屋1.3高炉における高出鉄比操業と原燃料品質管理	①通気性の改善・焼結鉬、コークス品質設計	①炉内持込み粉の低減	①焼結鉬RDIの低下、高(FeO)化 ②焼結塩基度上昇
	NKK高炉高生産達成のための操業および原燃料の品質管理	②燃料比の低減・焼結鉬の被還元性向上・シャフト効率向上	①粒径、DI、CSRのアップ	①焼結鉬RDIの低下、粒経アップ ②福山5焼結HPS
高微粉炭比操業	住金微粉炭多量吹込み操業における装入物分布品質	①炉芯不活性の抑制・コークス品質・装入物分布（コークス中心装入）	PCR100→150kg/t DI15% 0.8%アップ CSR 5%アップ	低温保存帯形成→焼結鉬RDI 10%規格強化
	神鋼高微粉炭比操業における原燃料性状のあり方	②焼結鉬RDIの設計	PCR100→150kg/t DI15% 1.0%アップ	熱流比低下→焼結鉬RDI 3%規格緩和
安価使用原料	川鉄水島製鉄所における高炉安価原料の使用技術	①減産による炉内通気性余裕→焼結鉬、コークス品質設計	出鉄量に応じてコークスTI設定	3PBペルレストップにより、SS18%の安定使用達成

高出鉄比・高微粉炭比操業を安定継続するために、各社とも原燃料の品質アップを実施。ダブルランスやO₂バーナーによる燃焼性悪化抑制、装入物分布によるSS（小塊焼結鉬）流込み防止、コークス垂直装入による炉芯活性化技術等の操業技術の確立が重要。

課題として、破壊力学などに基づく疲労設計法の充実が重要であるとしている。

土木利用技術に関する討24, 討26では、おのおの明石海峡大橋向に1760MPaめっき鋼線及び船舶係留向に780MPa鋼管 (812.8φ×20t)の開発事例が紹介された。前者については、亜鉛めっき工程が強度を低下させるとして、他の防食法の開発が必要との討論がなされた。建築利用技術に関する討25, 討27, 討28では、超高層建築向に軽量化メリットが大きいとして、おのおの600MPa級プレス成形厚肉鋼管 (800~900φ, 径厚比10~15) 及び600MPの級溶接組立H形鋼 (H700×250×19×32)の構造特性が紹介された。これらは、いずれも降伏比 ≤ 0.80 , 低Ceq, 低Pcmを満たす高靱性鋼で、その代表事例として注目された。

最後の総合討論では、鋼構造発展のエースとして高張力鋼の普遍化が有力であることを確認すると共に、今後とも、材料メーカーの設計・製作・施工業者との連携はもとより、土木・建築技術の官学民での相互融合も必須であるとの結論を得て無事閉会された。

地球に優しい缶用材料

座 長：東洋鋼板技術研究所 乾 恒夫
副座長：新日本製鉄㈱八幡技術研究部

大八木八七

環境問題意識の高まりを受けて、鉄鋼メーカーのみならず、化成処理メーカー、製缶会社も参加し、地球環境に対する缶用材料およびその利用技術に関する活発な討論が行われた。内容的には、2ピース缶・ラミネート鋼板製薄肉絞り缶・溶接缶の3分野にわたり、エネルギー・省資源・リサイクル面に関する討論が展開された。

2ピース缶分野では、スチール缶の軽量化のための課題として、高強度材の成形性・缶底の耐圧強度特性・缶壁厚と缶強度特性の関係が議論され、スチール缶の優れた軽量化可能性が示された。また、DI缶への表面処理(脱

脂・化成処理)が果たしている役割と、この表面処理剤の環境への影響としてスラッジの低減・水使用量の削減・りんフリーの化成処理剤の開発が重要であることが示された。

ラミネート鋼板製薄肉絞り缶については、新容器分野を構成するものであり、PET-BOフィルムを使用する被覆方法・被覆金属板の特性と共に、絞り加工を基本とし薄肉加工できる新しいストレッチドローイング法が紹介された。本開発技術は、溶剤・エネルギー・水等の使用量は従来技術に比べて圧倒的に少なく、環境にやさしい技術といえる。この技術は発展途上の技術であり、今後、板厚の減少・フィルム厚みの低減が課題であるが、スチールに課せられた最大の課題は介在物問題であろう。

溶接缶分野では、島状薄すずめっき鋼板が酸性飲料中で優れた耐食性を示すことにより補修塗装が完全でなくとも使用可能になったこと、無研削溶接が可能なティンフリースチールの皮膜構造と溶接条件に関する議論が展開された。この分野では、ゲージダウンに対応する溶接性の確保が最大の課題であるが、更なるすず付着低減の可能性については議論が分かれた。

缶用材料に関する討論会実施は昭和60年以来であり、アルミ缶の伸び、環境保護、リサイクル問題の高揚とともに、研究のターゲットも従来技術の改善からラミネート等新技術の開発、環境問題に根ざした研究へと移行しつつあり、この傾向がさらに拡大すると予想される。

討論会「高強度鋼溶接部のSSC」のまとめ

座 長：東京大学工学部 辻川茂男
副座長：新日本製鉄㈱鉄鋼研究所 小川洋之

SSC (Sulfide Stress Cracking), HIBC (Hydrogen Induced Blister Cracking) はH₂S環境で鋼に発生する水素脆性割れの代表例であり、過去に多くの研究が行なわれてい

る。近年、ラインパイプの高強度化が進み、かつ、パイプ素材にTMCP (Thermo-Mechanical Control Process) 材の採用が一般化したことに伴って溶接部近傍に新しい型のHIBCであるSOHIC (Stress Oriented Hydrogen Induced Blister Cracking) を形成すること、ラインパイプのSSCまたはHIBCの割れ感受性評価試験として実管試験が導入されていること、さらに、アミン脱硫塔のような高pH環境においてもSSC, HIBCを発生した事例があり、その材料対策が問題となっていること等、材料、環境、評価試験法にわたる課題に対応する研究が行なわれている。これらの最近の研究成果を集約し、上記研究課題の問題点の抽出を目的として討論を行なった。

現在、高張力鋼溶接部 (特に、ラインパイプ) で問題となる水素起因割れはHIBC (主に、SOHIC) であり、割れ起点は溶接部に形成される組織に対応して変化することが判った。これは、SOHICの発生起因が、水素濃度、応力、起点 (先在クラックとなる介在物、析出物とそれらの周囲の組織) の相互作用に依存することによる。その結果、割れ発生部位は、Q/T材, 高C含有TMCP材ではパーライトバンド (溶接部のAC1直上加熱部位)、低C含有TMCP材では溶接部最軟化部位になる。SOHICの抑制には、パーライトバンドの形成を抑制することと最軟化部のフェライト組織の強化が有効である。プラント環境におけるSSCの発生は硬度規制 (例えば、NACE MRO175) によって防止できる。また、SOHICの機構、割れ対策は、材料の製造条件と施工条件、およびプラントのプロセス制御について解明されていない事項が多く、将来、プラント環境の水素起因割れについては討論することが必要である。また、大型試験 (例えば、実管試験) に比較して、小型試験は鋼中水素濃度の影響で、割れ発生限界応力が低くなる (厳しい試験環境になる) ことが判った。

平成5年第125回春季講演大会ジュニアパーティーの感想

講演大会分科会 製鉄グループ

第125回春季講演大会ジュニアパーティーは大会二日目の4月1日 (木) に横浜国立大学工学部第一食堂にて開催された。約170名の参加を得て盛会であった。今大会からジュニアパーティーの幹事は講演大会分科会の各担当分野グループが持ち回りで担当することとなり、今回は製鉄グループが担当した。日頃接することの少ない方々のために活発な交流の場にしたという主旨から、今回は分野毎の交流がはかられるように「材料」と「プロセス」にテーブルを分け、さらに参加者の中から話題提供者を選出させていただき、ジュニアパー

ティーにふさわしいトピックスを提供していただくこととなった。話題提供者として大学の先生から、材料関係で茨城大学 友田教授、プロセス関係で東京工業大学 永田教授にお願いし、また企業からは新日鉄の飯田氏、NKKの木村氏にお願いし、学生からはパーティー会場で東京大学 小野さんにお願いした。さらにパーティの司会進行役として鉄鋼協会の中村女史のご協力を願った。パーティーはリラックスした楽しい雰囲気でおおいに盛り上がり、閉会予定時刻を大幅に過ぎても懇談が続いた。飲物と料理がはじめからテーブルに用意され

ていたためか、話題提供者の話が進む頃には、すでに各テーブル毎の懇談が盛んとなり、司会進行も自然の雰囲気にかかせることとなった。今後もこのジュニアパーティーが日頃接することの少ない方々の交流の場として講演大会の参加者が楽しみとする催しとなるように、パーティー会場で行ったアンケートの結果を参考にして、企画・運営にさらに工夫をこらしていただけるよう次回幹事に申し送りたい。なお、会場で12名の学生の新入会申込があり、協会関係者は大変喜んでいた。

(NKK 古川 武)