公開用

終 了 報 告 書

SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)

課題名「エネルギーキャリア」

研究開発テーマ名「アンモニア直接燃焼」

研究題目「アンモニア混焼衝突噴流式脱脂炉の技術開発」

研究開発期間:平成27年4月1日~平成31年3月31日 研究担当者: <u>松田 泰三</u> 所属研究機関:<u>日新製鋼株式会社</u> 目次

1.		本研究	宅の目的	的・	• •	••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	1
2.		平成:	30年)	度末	71	们	ノス	\mathbb{P}		ン	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	2
3.		研究詞	実施内 %	容・	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3
	3	-1.	脱脂	加熱	テン	スト	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3
	3	-2.	脱脂	生調	査・	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3
	3	-3.	表面	生状	調査	£•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4
	3	-4.	複式展	脱脂	バー	ーナ	-の	適	性	条	件	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4
	3	-5.	実証詞	試験	設備	帯の)設	計	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4
	3	-6.	実機調	設備	~ 0	D実	証	炉	の	組	み	込	H	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5
	3	-7.	実証	沪試	験約	吉果	₹•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5
	3	-8.	実証証	試験	材0	D訳	間査	結	果	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5
	3	-9.	まとる	め・	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6
4.		外部到	老表実績	漬・	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	7
	4	-1.	論文	発表	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	7
	4	-2.	学会、	展	示会	き等	発	表	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	7
	4	-3.	プレ	ス発	表・	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8
	4	-4.	マス	メデ	イフ	マ等	取	材	に	よ	る	公	表	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8
5.		特許と	出願実編	漬・	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8

図表一覧

- 図1. 脱脂加熱テスト用設備全体フロー
- 図2. 複式脱脂バーナの配置模式図(バーナ間隔 60mm、バーナ列間隔 200mm)
- 図3.加熱処理後サンプルの評価エリア
- 図4.加熱後サンプル評価エリア内の分析位置
- 図5. GDS プロファイルから求めた C 積分値(CH₄専焼)
- 図 6. GDS プロファイルから求めた C 積分値(10%NH₃混焼)
- 図7. GDS プロファイルから求めた C 積分値(20%NH₃混焼)
- 図8. GDS プロファイルから求めた C 積分値(30%NH₃ 混焼)
- 図9. バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (CH₄専焼)
- 図10. バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (CH₄専焼)
- 図11. バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (10%NH₃混焼)
- 図12. バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (20%NH₃混焼)
- 図13. バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (30%NH₃混焼)
- 図14. バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (30%NH₃混焼)
- 図15.アンモニア混焼率と火炎中心から80mmまでの鋼板板温分布の関係
- 図16.実証炉の装置図
- 図17.実機設備への実証炉組込位置関係
- 図18.実証炉、各種配管系統の概略図
- 図19.実証炉組込、配管系統の平面図
- 図20.実証炉燃焼排ガスの流れ
- 図21. 実証炉出側、NOF出側板温目標
- 図22. 実証試験テストサンプルの GDS プロファイル
- 図23. 衝突噴流式脱脂バーナの燃焼負荷率と鋼鈑伝熱率の関係
- 図24. 衝突噴流式脱脂バーナの燃焼負荷率と換算鋼板温度の関係
- 図25. 脱脂炉方式と経済合理性
- 写真1.実証炉入側からみた燃焼状況(鋼鈑通板中)
- 表1.加熱条件(供試サンプル:0.4mmt 普通鋼冷延圧材、酸素比1.1)
- 表2.実証設備の仕様
- 表3.実証設備の概要写真
- 表4. 実証炉燃焼状態写真
- 表5.実証炉燃焼テスト結果
- 表6. 実証試験結果
- 表7. 実証試験結果

1. 本研究の目的

日新製鋼はアンモニア混焼による工業炉分野への早期適用を目指し、亜鉛めっき鋼板製 造ラインの前処理プロセスにおいて、アンモニア混焼衝突噴流式脱脂炉を開発・実証する。

本脱脂炉に使用する衝突噴流式脱脂バーナは、アンモニアを燃料として利用するために 有効な手段となる、酸化剤に純酸素を使用し、この高速・高温火炎を鋼板表面に直接衝突 させることで、亜鉛めっき鋼板の原材料となる冷間圧延コイル表面に付着している油分を 効率的に除去するとともに、鋼板加熱エネルギーの利用効率を向上させることができる。 本特性は、アンモニア混焼における火炎伝熱強化においても有効な手段となり得るもので、 アンモニア衝突噴流式脱脂炉の工業炉への適用可能性について検討する。

これらにおいて、克服すべき技術課題の詳細は以下のとおりである。

1) 単式衝突噴流アンモニア混焼脱脂バーナでの鋼板脱脂法の開発

単式の衝突噴流式脱脂バーナでの処理条件が冷延鋼板および亜鉛めっき鋼板の表面性 状に与える影響を調査し、最適燃焼条件を見出し、鋼板表面の最適な酸化・還元状態を見 極める。

2) 複式式衝突噴流アンモニア混焼脱脂バーナでの鋼板脱脂法の開発

単式の実験結果に基づき、複式での衝突噴流式脱脂バーナでの処理条件が冷延鋼板お よび亜鉛めっき鋼板の表面性状に与える影響を調査し、最適燃焼条件を見出し、鋼板表 面の最適な酸化・還元状態を見極める。

3) 実証設備導入の検討

複式衝突噴流式脱脂バーナでの最適燃焼条件に基づき、商業生産ラインに導入可能な 実証設備の検討を完了し、導入効果を試算・見極めを行う。 2. 平成30年度末マイルストーン

平成30年度末マイルストーン

・商業生産ライン実証設備の検討と導入効果の試算完了

・実証炉設備の製作・実機試験の実施

研究開発項目	初年度 (H26.7~H27.3)	2年度 (H274~H283)	3年度 (H28 4~H29 3)	4年度 (H294~H303)	5年度 (H30.4~H31.3)
 1.単式衝突噴流式脱脂バー ナの開発< ・鋼板加熱条件の最適化 ・脱脂条件の最適化 		(2.0) 単式脱脂バーナでの 強制対流伝熱強化手 法の実験と評価 (2.0) 単式脱脂バーナでの 脱脂条件の評価・見 極め			
2. 複式脱脂バーナの開発 ・鋼板加熱条件の最適化 ・脱脂条件の最適化			(2.0) 複式脱脂バーナでの 強制対流伝熱強化手 法の実験と評価 (2.0) 複式脱脂バーナでの 脱脂条件の評価	(2.0) 複式脱脂バーナでの 加熱条件の最適化 (2.0) 複式脱脂バーナでの 脱脂条件の最適化	
 3. 商業生産用実証設備の検討 ・商業生産ラインに導入可能な実証設備の検討 					(2.0) 商業生産ライン実証 設備の検討・導入効 果試算

初年度(H28.3) 目標1. 単式脱脂バーナでの鋼板加熱条件、脱脂条件適用の見極め完了

2年度(H29.3) 目標 2. 複式脱脂バーナでの鋼板加熱条件、脱脂条件適用の見極め完了

3年度(H30.3)目標2. 複式脱脂バーナでの鋼板加熱条件、脱脂条件の最適化完了

4年度(H31.3) 目標 3. 商業生産ライン実証設備の検討と導入効果の試算完了

3. 研究実施内容

3-1. 脱脂加熱テスト

日新製鋼堺製造所の酸洗・冷間圧延ラインにて製造された板厚 0.4mm の普通鋼冷間圧 延材を巾 600mm、長さ 1,000mm に切り出し、これを評価用のテストサンプルとして使用した。

脱脂加熱テストは、脱脂加熱テスト用設備(図1)に衝突噴流式脱脂バーナを複数配 置し(図2)、サンプル加熱温度が目標温度になるように走行台車の走行速度を調整し て、加熱処理後のサンプル表面の残油状態を調査した。尚、複数のバーナの配置は、大陽 日酸殿にて実施した実験において、サンプルの巾方向温度分布が最も均一となったバーナ 間隔(60mm)、および鋼板加熱効率が最も高かったバーナ列間隔(200mm、千鳥配置)を採 用した。

図3および図4はサンプルの表面状態を調査した評価位置を示す。サンプル中心位置 をゼロとし、10mm間隔で4箇所(I,Ⅲ,Ⅲ,Ⅳ)の位置において表面状態を調査した。

3-2. 脱脂性調查

表1にサンプルの加熱条件を示す。燃焼用ガスにはメタン、アンモニア、純酸素を用 い、全理論燃焼発熱量に対するアンモニアの理論燃焼発熱量の比率をアンモニア混焼率と 定義し、最大30%のアンモニア混焼率にて、加熱温度(酸素比1.1)が与える脱脂性への 影響を調べた。

脱脂性は、グロー放電発光表面分析装置(GDS)にてサンプルの表面深さ方向分析を行い、スパッタ時間 10s までの C 積分値にて、サンプル表面の残油状態を比較し、脱脂性を評価した。

図 5 に CH4 専焼、加熱温度 150℃、200℃、300℃、400℃、500℃(表 1 の条件 No. 1~ 5)の残油分析結果を示す。加熱温度が上昇すると共に、加熱後の C 積分値は減少し、 400℃以上でアルコール脱脂サンプル同等以下の残油レベルとなった。また、400℃以上に おいては、巾方向いずれの位置においても脱脂良好であった。

図6にアンモニア10%混焼、加熱温度200℃、400℃(表1の条件No.6,7)、図7にアン モニア20%混焼、加熱温度200℃、400℃(表2の条件No.8,9)、図8にアンモニア30%混 焼、加熱温度150℃、200℃、300℃、400℃、500℃(表1の条件No.10~14)の残油分析 結果を示す。アンモニア混焼の影響による顕著な差異は認められず、加熱温度が上昇する と共に、加熱後のC積分値は減少し、400℃以上でアルコール脱脂サンプル同等以下の残 油レベルとなった。また、400℃以上においては、巾方向いずれの位置においても脱脂良 好であった。

3

3-3. 表面性状調查

加熱処理による鋼板への品質影響について、GDS により 0、N プロファイルを調査した。

図 9 に CH4 専焼、加熱温度 150℃、200℃、300℃(表 1 の条件 No. 1~3)、図 10 に CH4 専焼、加熱温度 400℃、500℃(表 1 の条件 No. 4, 5) サンプルの GDS プロファイルを示 す。加熱温度が 400℃までは、加熱温度に伴い、圧延油成分である C の強度が低下すると ともに、Fe 強度が上昇するが、500℃加熱では、C 強度は低いものの 0 強度が上昇し、Fe 強度が低下した。巾方向位置での性状の違いは認められなかった。

図 11 にアンモニア 10%混焼、加熱温度 200℃、400℃(表 1 の条件 No. 6, 7)、図 12 にア ンモニア 20%混焼、加熱温度 200℃、400℃(表 1 の条件 No. 8, 9)、図 13 にアンモニア 30% 混焼、加熱温度 150℃、200℃、300℃(表 1 の条件 No. 10~12)、図 14 にアンモニア 30% 混焼、加熱温度 400℃、500℃(表 1 の条件 No. 13, 14)のサンプルの GDS プロファイルを 示す。いずれの条件においても N の鋼板表面濃化は認められず、アンモニア混焼による影 響および巾方向での性状の違いは認められなかった。

3-4. 複式脱脂バーナの適性条件

複式脱脂バーナの適性条件を調べた。図 15 に、バーナ間隔 60mm、バーナ列間距離 200mm、バーナ高さ 200mm、バーナ燃焼条件 酸素比 1.1 の条件下において、アンモニア混 焼率と火炎中心から 80mm までの鋼板板温分布の関係の調査結果を示す。アンモニア混焼 30%でもメタン専焼と同等の加熱性能が得られることを確認した。

3-5. 実証試験設備の設計

実証炉は、片面のみにバーナを設置し、大きさも必要最小限とする設計とし、また、一般営業生産材へ想定外の不具合が生じぬよう、脱着式とし実証試験時のみ設置する設計とした。表2に実証炉の仕様、図16に今回の実証炉の装置図を示す。実証炉は、バーナ31本を一列目16本、二列目15本を千鳥位置に配置し、鋼板幅900mmまでをカバーするもので、バーナの配置は3-4項で示した適性条件とした。そのうち、一列目の中心2本と二列目中心3本の計5本のバーナにアンモニアを供給可能とし、アンモニア混焼の評価を行った。

実機に組込むに際して以下の設備上の制約が生じる。

- ② 排気温度(排気ファン入口 350℃以下、設備保護の為)
 ※バーナ出力アップに伴い上昇する排ガス温度を下げるために、実証試験時は希釈
 用エアーを投入する設計とした。それに伴い伝熱効率は 30%となる計算。
- ③ 実証炉内温度(1350℃以下、炉耐熱温度)

3-6. 実機設備への実証炉の組み込み

実証炉と各種ガス供給配管や排ガス系統から構成される実証設備と実機設備への組込位 置関係を図 17、18、19 に示す。実機設備へ組み込んだ実証設備の写真を表 3 に示す。

3-7. 実証試験結果

3-7-1. アンモニア混焼 事前確認

実証炉を実機設備に設置した上で、実機設備は停止した状態(鋼鈑無しの状態)でアン モニア混焼を行った結果、30%アンモニア混焼でも十分なフレーム長で安定的に燃焼でき ることを確認した。

表4、5の通りの実績でNG専焼、アンモニア混焼とも70%出力までの燃焼確認、燃焼バランス調整を実施した。

3-7-2. アンモニア混焼 実証試験

テスト条件は実機の無酸化脱脂炉(NOF)での脱脂を抑制しながら図 21 の様な実証炉出 側板温及び NOF 出側板温を目標に条件調整を実施した。

鋼板速度 40mpm で通板しながらバーナ出力を段階的に上げていった際、出力 80%で一 部バーナで不具合が生じた。実機設備及び実証炉を停止しバーナを取外し調査、ガス供給 配管内を確認の上、バーナを予備品に交換してテストを再開したが、再び同様の不具合が 発生した。よって、実証炉体とバーナの詳細調査が必要と判断し実証試験を中止した。

(表6 結果まとめ参照)

伝熱効率は、表7、図23に示す通り、バーナ燃焼負荷率60、70、80%いずれにおいて も当初予測通りの30%を得られる結果を得た。また、出力80%で板厚0.4mmを40mpmで 通板した際の実証炉出側板温は208℃であった。これらより、板厚0.2mm 鋼鈑速度50mpm の条件で目標板温が得られる能力であることを確認した。今後の課題としては、実証炉出 側板温を目標の350~400度へ安定して昇温するには、閉空間で鋼板を通板しながら燃焼 する環境下でバーナが安定的に稼動することを検証する必要がある。

3-8. 実証試験材の調査結果

実証試験材からサンプルを採取し、めっき層と素地鋼界面の油分残を調査した結果を図 22 に示す。板温 208℃では衝突噴流式バーナでも油分残を認めたが、一方で鋼板表面への 酸化層形成は認めず、純酸素を酸化剤としても酸化層形成による製品品質への悪影響は認 めなかった。 3-9. まとめ

日新製鋼はアンモニア混焼による工業炉分野の早期適用を目指し、溶融亜鉛めっき鋼板 製造ラインの前処理プロセスとしてアンモニア混焼衝突噴流式脱脂炉の設計と実証試験の 実施、製品品質の評価、そして適用可能性について検討し以下の結果を得た。

1) アンモニア混焼が脱脂性に与える影響

NG 専焼、アンモニア 10%混焼、20%混焼、30%混焼、において鋼板温度 200℃、 300℃、400℃、500℃まで加熱したサンプルを調査した結果、加熱温度が上昇すると共 に加熱後の鋼板表面 C 積分値は減少し、400℃以上でアルコール脱脂サンプル同等以下 の残油レベルとなり、良好な脱脂性を有する結果を得た。また、NG 専焼とアンモニア混 焼で差異は認めなかった。

2) アンモニア混焼が表面性状に与える影響

前述同様に150℃から500℃まで加熱したサンプルの表面をGDSにより酸素と窒素の プロファイルを調査した結果、400℃までは酸素と窒素の濃化は認めず、純酸素を酸化 剤としたアンモニア混焼において、鋼板品質に影響を及ぼさないと判断できる結果を得 た。一方、500℃まで加熱したサンプルでは酸素の濃化が認められたことから、純酸素 を酸化剤としたアンモニア混焼衝突噴流式脱脂炉の出側板温は適正値400℃が存在する 知見を得た。

3) 実機設備化に関する結論

実機に組み込んだ実証炉での実証試験において、バーナ燃焼負荷率 60、70、80%い ずれにおいても予測通りの伝熱効率 30%を得たことで設計通りの加熱性能を確認し た。溶融亜鉛めっき鋼板製造ラインの前処理プロセスとして経済性を考慮した場合、 80%程度の伝熱効率が必要である事から、実証試験では制約上設けることが出来なかっ た予熱帯を、実機設備化の際には設ける必要がある。また、実機設備での長期安定稼動 要求を有している事の長期間試験は残された課題となる。

4) 経済合理性

一般的な横型炉でのコスト概要の模式的を図 25 に示す。アンモニア混焼衝突噴流式 脱脂バーナを使用した場合、純酸素コスト及びアンモニアコストによる燃焼ガス単価上 昇が省エネ、品質改善効果を上回る。しかしながら、熱効率アップによる省エネ、品質 改善による省資源生産、アンモニアガス活用による CO2 削減は継続的な生産活動におい て重要な案件であり、本方式で経済合理性を得る事が可能なインセンティブやアンモニ ア供給体制の構築が必要と考える。

6

- 4. 外部発表実績
- 4-1. 論文発表
 < 査読付き>
 記載事項なし
- 4-2.学会、展示会等発表
 <招待講演>
 記載事項なし

<口頭発表> 海外1件

 Yuji Tada, Ryuki Kano, Hidetaka Higashino, Ryuichi Murai, Noriaki Nakatsuka, Fumiteru Akamatsu, Yasuyuki Yamamoto, Yoshiyuki Hagiwara and Kimio Iino, Heat transfer Characteristics of an Impinging Flame on ammonia and methane combustion,

Grand Renewable Energy 2018 International Conference and Exhibition, 2018.6.17

<ポスター発表> 国内3件

- 1)SIP「エネルギーキャリア」公開シンポジウム 2016 「衝突噴流式脱脂バーナの開発・アンモニア混焼噴流衝突式脱脂炉の技術開発」 日本科学未来館 平成 28 年 7 月 20 日
- 2)SIP「エネルギーキャリア」公開シンポジウム 2017 「衝突噴流式脱脂バーナの開発・アンモニア混焼噴流衝突式脱脂炉の技術開発」 一橋大学一橋講堂 平成 29 年 7 月 26 日
- 7) SIP「エネルギーキャリア」公開シンポジウム 2018 「衝突噴流式脱脂バーナの開発・アンモニア混焼噴流衝突式脱脂炉の技術開発」 浅草橋ヒューリックホール&ヒューリックカンファレンス 平成 30 年 10 月 19 日
- <展示会、ワークショップ、シンポジウム等> 記載事項なし

4-3. プレス発表

[発表題名]

"工業炉における CO2 排出量削減に向けた、アンモニア燃焼利用技術を開発 連続亜鉛めっき鋼板製造工程における実証評価に目途"

[発表年月日]

平成 29 年 6 月 26 日

[発表機関]

日経(企業報道部)

日刊工業新聞(第二産業部)

化学工業日報

重化学工業通信社

電波新聞

産業タイムズ社

産業ガス業界紙(ガスレビュー、ガスメディア、産報出版、新報)

LP ガス関連業界紙(石油化学新聞社、石油産業新聞社、産業報道出版、石油ガス・ジャーナル)

フジサンケイビジネスアイ(日本工業新聞社)

[概要]

大陽日酸株式会社、日新製鋼株式会社、大阪大学大学院工学研究科教授の赤松史光らの研究グループは、連続溶融亜鉛めっき鋼板製造工程における連続焼鈍炉の前処理として、アンモニアの燃焼エネルギーを有効利用できる「アンモニア混焼衝突噴流式脱脂炉」のバーナ開発に成功し、最適加熱条件を確立し、産業分野でのエネルギー消費量のおよそ25%を占める各種工業炉分野に対してアンモニア燃焼を適用させ、CO2の排出量を大幅に削減することが可能な技術の実証評価に目途をつけた。

- 4-4.マスメディア等取材による公表 記載事項なし
- 5.特許出願実績
 記載事項なし

設備全体フロー





図2 複式脱脂バーナの配置模式図(バーナ間隔 60mm、バーナ列間隔 200mm)



図3加熱処理後サンプルの評価エリア

図4 加熱後サンプル評価エリア内の分析位置







図9 バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (CH4 専焼)



図 10 バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (CH₄専焼) 13



図 11 バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (10%NH₃ 混焼)



図 12 バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (20%NH₃ 混焼)



バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (30%NH₃ 混焼) 16 図 13



図 14 バーナ加熱サンプルの GDS プロファイル (30%NH₃ 混焼)



図 15 アンモニア混焼率と火炎中心から 80mm までの鋼板板温分布の関係





図17 実機設備への実証炉組込位置関係



図18 実証炉、各種配管系統の概略図











図 21 実証炉出側、NOF出側板温目標



[※]実証炉なし、実証炉あり(NOF未使用)サンプル表層のGDS分析;表面からのスパッタ時間を深さに換算 換算値:22μm/60sec

図 22. 実証試験テストサンプルの GDS プロファイル



図 23 衝突噴流式脱脂バーナの燃焼負荷率と鋼鈑伝熱率の関係



図 24 衝突噴流式脱脂バーナの燃焼負荷率と換算鋼板温度の関係 (鋼板厚さ t0.2mm,鋼板速度 50m/min の条件に換算)

ר קיין קיין			酸素とエアー の単価差	アンモニア NG単価差			
) קרע ירע יר			熱効率 アップ 省エネ効果 品質改善	政府補助 CO2削減 メリット等			
X	分	現状NOF	直火	直火			
伝熱効率		40~60%	80%	80%			
燃料	NG O		0	0			
ガス	NH3	_	_	0			
燃焼	Air	0	_	—			
ガス	ガス 02 ー		0	0			

図 25 脱脂炉方式と経済合理性



写真1 実証炉入側からみた燃焼状況(鋼板通板中)

No.	NH3混焼率	加熱温度
	[%]	[°C]
1	0	150
2	0	200
3	0	300
4	0	400
5	0	500
6	10	200
7	10	400
8	20	200
9	20	400
10	30	150
11	30	200
12	30	300
13	30	400
14	30	500

表1 加熱条件(供試サンプル:0.4mmt 普通鋼冷延圧材、酸素比1.1)

表2 実証設備の仕様

	実証設備				
鋼板条件	鋼板幅	900mm			
	鋼板厚さ	t0.2mm t0.4mm			
	鋼板速度	50 m/min			
	加熱温度	400°C 200°C			
脱脂バーナ	燃焼量	34.8kW/本			
	バーナ本数	31本			
		(前列16本+後列15本)			
脱脂炉	燃焼量	1078kW			
	都市ガス流量	91.0Nm³/h(混焼率30%)			
	アンモニア流量	$13.3 \mathrm{Nm}^3/\mathrm{h}$			
	酸素流量	$241 \mathrm{Nm^3/h}$			



表4. 実証炉での燃焼状態写真



表5 実証炉燃焼テスト結果

区公	バーナ	燃料	ガス	炉床温度	排ガス温度	查
区门	出力	NG	アンモニア	(°C)	(°C)	刊足
NG専焼	70%	100%	0%	≦1100°C	≦300°C	0
アンモニア混焼	70%	70%	30%	≦1000°C	≦200°C	0
	制約约	≦1300°C	≦350°C			

表6 実証試験結果

		実証炉		1	NOF	油分裂	残(C)	
条件	使用 不使用	アンモニア	板温	使用 不使用	板温	予想	実績	備考
条件1	五体田			使用	500 ~ 600℃	なし	なし	
条件2	个使用			不使用	350 ~ 400℃	あり	あり	
条件3	使田	なし	300~	不使田	350~	なし	未確認 ※	※板温208℃にて 油分残あり
条件4		^{1使用} あり 400 (30%混焼)		小使用	400°C	なし	未確認	

条件No.			1	2	3
実証炉条件	バーナ燃焼負荷率	[%]	60	70	80
	燃焼量	[kW]	609	710	812
	鋼板幅	[mm]	952	952	910
	鋼板厚さ	[mm]	0.6	0.6	0.4
	鋼板速度	[m/min]	40	40	60
金	岡板温度	[°C]	156	180	208
鋼	板伝熱量	[kW]	196	231	260
6	云熱効率	[%]	32.2	32.5	32.0

表7 実証試験結果