KAWASAKI STEEL GIHO Vol.31 (1999) No.1

10

Recent Activities in Research of Ironmaking

(Hiroshi Itaya)

:

10

X CT

STAR

Synopsis:

Recent ironmaking technologies in Japan are briefly reviewed, and R&D activities of ironmaking laboratory in these past ten years are described. The activities are rewarded with cost reduction and stable operation in all areas of cokemaking, sintering, blast furnace and new smelting. In the area of cokemaking, the contributions to usage of a large amount of low cost semi soft coal and the decrease in the trouble of hard push were brought about through coal blending technologies. In the field of sintering, fundamental studies on sinter reaction based on new experimental methods such as X-ray CT and also a newly developed charging apparatus of raw material contributed to cost reduction. On the other hand, in the blast furnace technologies, a new charging system of the furnace top, burden distribution control technology and computer simulation system for blast furnace operation are developed. These developments have realized a stable operation and also the large amount use of low cost burden and fuel. In the area of smelting reduction, a commercial plant of STAR process for stainless steel dust recycling has started its operation and the application of this process to electric arc



-1-

		•
		~ .
	· ·	
		τ
	•	
		
	- · ·	•
		· <u>—</u>
<u>*</u>	と制御する原料装入技術と予備造粒などの造粒技術の開発が進めら 頂パンカーに関しては円周方向均一性に特徴のある垂直 2 段型と多	
		1
		•
		<u> </u>
		1,
		<u>-</u>
		7 /
		<u> </u>
		7
	1.5.	
		
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
		_

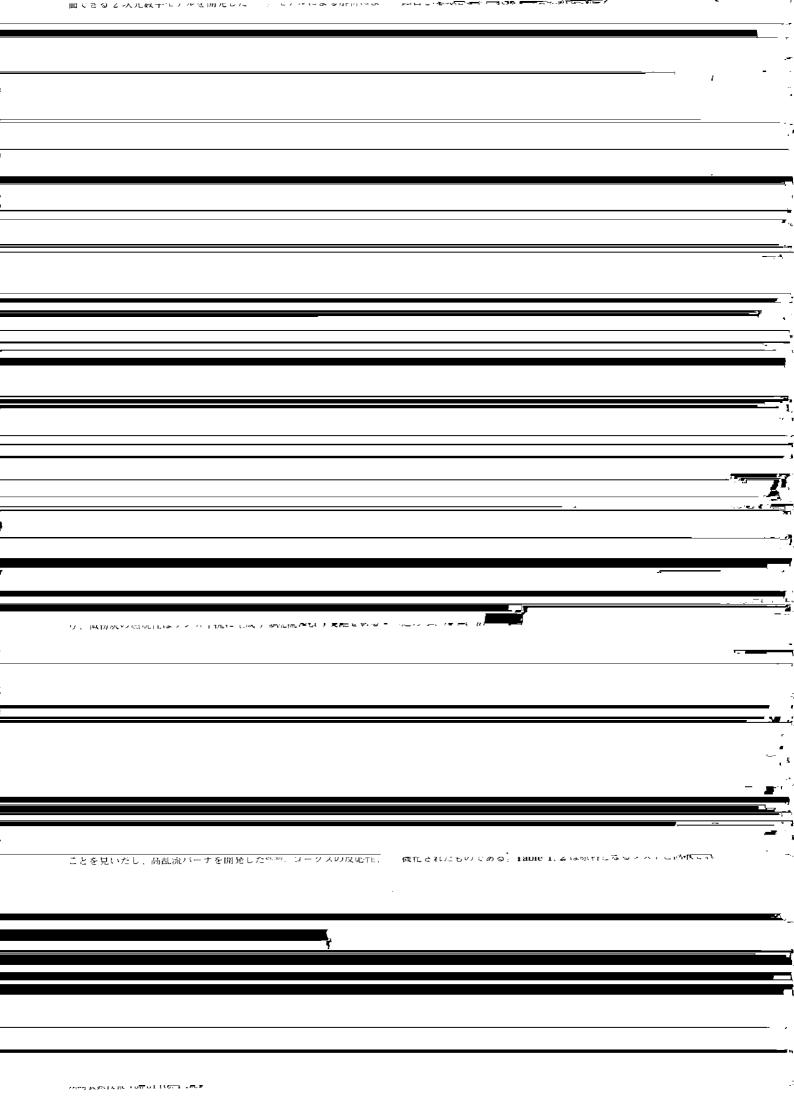
	用に効果を発揮している。 一方、高炉寿命でも大きな進歩があった。従来、大型高炉の寿命	ルは石炭配合に活用されている ²⁰ 。 さらに、最近では炭種間の相互作用を考慮したコークス強度推定
A CONTRACT OF THE SECOND		<u>, </u>
7		
+		
5. <u>-</u> 2		
. / 		
•		
<u> </u>		
· .	鉄所第 6 高炉は 20 年 9 ヶ月の長寿命を達成した。寿命延長には炉	ルを紹介する。このモデルでは多銘柄配合の石炭を2炭種の組み合
k		10
- -		
I .		
		<u></u> F

Ţ**Z**

3.2 頻能分野	3.2 焼結分野 おっぱん は は は は は は は は は は は は は は は は は は は			
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 規稿分野 (対別、コンドロギれの底においても検給分野の最重要調査はビック・大きがは、出版が記録しませんが出来されても検給分野の最重要調査はビック・大きがはなり、またなど、またのが表には強力の必要を受け出するとして表れることが分かる。これらのが表は健康の遺動主な差が効果 る、高着品本能行は単純に多量配合すると効度、遊気性が低下し、			
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機精分野			
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機精分野		т	
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機能分野 (資格、コントいずれの面においても検討の野の福車鉄運道はビノライと統合やリモナート支信などの高結晶本変有の多裏使用である) (本名 本名 生からかる) においても検討の野の福車鉄運道はビノライと統合やリモナート支信などの高結晶本変有の多裏使用である。 高結晶本変有は異常に多量配合すると強度、選気性が低下し、 的なことを示して、ミルスケール配合や下偏空や技術の開発へ上継			
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機能分野			
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機能分野 (資格、コントいずれの面においても検討の野の福車鉄運道はビノライと統合やリモナート支信などの高結晶本変有の多裏使用である) (本名 本名 生からかる) においても検討の野の福車鉄運道はビノライと統合やリモナート支信などの高結晶本変有の多裏使用である。 高結晶本変有は異常に多量配合すると強度、選気性が低下し、 的なことを示して、ミルスケール配合や下偏空や技術の開発へ上継			<u> </u>
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機能分野			
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機精分野			
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機精分野			•
3.2 域結分野 上ちず同・山曜上により、流流像と地比化が同時電行に、原料条件 資産、コストロずれの面においても機能分野の最重要返題はピソ ライト返行やリモナイト契石などの高結晶水起利の多電税用であ 5. 高清晶水能利は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小陵し、ミルスケール配合や下桶道程技術の開発へと避	3.2 機精分野			
3.2 焼結分野 よらず同・曲線上にあり、液液動と嗅状化が同味を行し、原料条件 ウ素に、コントいずれの面においても残益分野の最重要課題はピソ ってと級名やリモナイト処名などの高結晶本処石の多量使用であ	3.2 焼結分野 よらず同・海線により、液流動と塊状化が同い進行し、原料条件 は 3.7 大統合でリモナイト並名をどの高結晶水並行の多量使用であ して表れることが分かる これもの指果は維定の漁動性改善が効果 る、高結晶水並行は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを小機し、ミルスケール配合や下陽温程技術の測定へと軽 のないとを小機し、ミルスケール配合や下陽温程技術の測定へと軽 のないとないます。 のないとないます。 のないとないます。 のないとないます。 のないとないます。 のないとないます。 のないとないます。 のないます。 のないます。	TO COURT THE STATE OF THE STATE	— — — — — — — — — — — — — — — — — — —	
3.2 焼結分野 よらず同・曲線上にあり、液液動と嗅状化が同味を行し、原料条件 ウ素に、コントいずれの面においても残益分野の最重要課題はピソ ってと級名やリモナイト処名などの高結晶本処石の多量使用であ	3.2 焼精分野 とらず同・動像はごあり、深流動と環状化が同味が高さし、原料条件 の場に コストいずれの面においても焼結分野の雇重要課題はピッ の差は焼結完了時までの情等の流流動の系による塊状化流行の差と して表れることが分かる これもの結果は融液の流動性改善が効果 あ、高福品本紙石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを示唆し、ミルスケール配合や下偏辺形状物の開発へと避			
3.2 焼結分野 よらず同・曲線上にあり、液液動と嗅状化が同味を行し、原料条件 ウ素に、コントいずれの面においても残益分野の最重要課題はピソ ってと級名やリモナイト処名などの高結晶本処石の多量使用であ	3.2 焼精分野 とらず同・動像はごあり、深流動と環状化が同味が高さし、原料条件 の場に コストいずれの面においても焼結分野の雇重要課題はピッ の差は焼結完了時までの情等の流流動の系による塊状化流行の差と して表れることが分かる これもの結果は融液の流動性改善が効果 あ、高福品本紙石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを示唆し、ミルスケール配合や下偏辺形状物の開発へと避			
3.2 焼結分野 よらず同・曲線上にあり、液液動と嗅状化が同味を行し、原料条件 ウ素に、コントいずれの面においても残益分野の最重要課題はピソ ってと級名やリモナイト処名などの高結晶本処石の多量使用であ	3.2 焼精分野 とらず同・動像はごあり、深流動と環状化が同味が高さし、原料条件 の場に コストいずれの面においても焼結分野の雇重要課題はピッ の差は焼結完了時までの情等の流流動の系による塊状化流行の差と して表れることが分かる これもの結果は融液の流動性改善が効果 あ、高福品本紙石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを示唆し、ミルスケール配合や下偏辺形状物の開発へと避			,
3.2 焼結分野	3.2 焼精分野 よらず同・曲線上にあり、液流動と塊状化が同時進行し、原料条件 労働、コストいずれの面においても破紀分野の最重要課題はピソライト並行をリモナイト並行などの高結晶水無行の多電使用であ これらの結果は譲渡の流動性改善が効果 して表れることが分かる これらの結果は譲渡の流動性改善が効果 めなことを示唆し、ミルスケール配合や予備登程技術の開発へと報			
3.2 焼結分野 ようず同・曲線上にあり、液流動と塊状化が同時進行し、原料条件 の差は焼結完了時までの積等の液流動の差による塊状化進行の差として表れることが分かる これらの結果は焼液の流動性改善が効果 る。高結晶本鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを示箋し、ミルスケール配合や予備道程技術の開発へと軽	3.2 焼精分野 ようずは、曲線上にあり、液流動と塊块化が同時進行し、原料条件 育園、コストいずれの面においても破紀分野の最重要課題はピソライト並行をリモナイト並行などの高結晶水態行の多電使用であ これもの結果、は融液の流動性改善が効果 して表れることが分かる これもの結果、は融液の流動性改善が効果 的なことを示唆し、ミルスケール配合や下順環程技術の開発へと謎			
3.2 焼精分野 資源、コストいずれの面においても焼結分野の最重要課題はピッ ライト鉱石やリモナイト鉱石などの高結晶水鉱石の多量使用であ る。高結晶水鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを示唆し、ミルスケール配合や予備道程技術の開発へと軽 があることが分かる。これらの結果は融液の流動性改善が効果 の差とを示唆し、ミルスケール配合や予備道程技術の開発へと軽	3.2 焼結分野 資産、コストいずれの面においても焼結分野の最重要課題はピソ ライト鉱石やリモナイト鉱石などの高結晶本鉱石の多量使用であ る、高結晶本鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、		<u> </u>	—
3.2 焼精分野 資産、コストいずれの面においても焼結分野の最重要課題はビッライト鉱石やリモナイト鉱石などの高結晶水銀石の多量使用であ る、高結晶水鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 のなことを示唆し、ミルスケール配合や予備道程技術の開発へと延 のなことを示唆し、ミルスケール配合や予備道程技術の開発へと延	3.2 焼結分野 資産、コストいずれの面においても焼結分野の最重要課題はピソ ライト鉱石やリモナイト鉱石などの高粘菌が鉱石の多量使用であ る、高結晶水鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、			
資富、コストいずれの面においても焼結分野の最重要課題はピソ ライト鉱石やリモナイト鉱石などの高結晶水鉱石の多最使用であ もして表れることが分かる。これらの結果は輸液の液動性改善が効果 も、高結晶水鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを示唆し、ミルスケール配合や予備遺程技術の開発へと軽	資潔。コストいずれの確においても残結分野の最重要課題はピソ ライト鉱石やリモナイト鉱石などの高結晶が鉱石の多量使用であ して表れることが分かる。これらの結果は纏液の流動性改善が効果 る。高結晶水鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを示唆し、ミルスケール配合や予備置程技術の開発へと電			
る。高結晶水鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、 的なことを示唆し、ミルスケール配合や下幅道程技術の開発へと継	る。高結晶本統石は単純に多量配合すると競皮、道気性が低下し、一的なことを示唆し、ミルスケール配合や上幅選問技術の開発へと継	資源。コストいずれの面においても焼結分野の最重要課題はピソ	の差は焼結完了時までの積算の液流動の差による塊状化進行の差と	
		イト鉱石やリモナイト鉱石などの高結晶水鉱石の多量使用であ	して表れることが分かる。これらの結果は融液の流動性改善が効果	
		。高結晶水鉱石は単純に多量配合すると強度、通気性が低下し、	的なことを示唆し、ミルスケール配合や予備造粒技術の開発へと継	
				71
			•	
			,	
			·	
				7



- 5 **-**



たメタルの組成の例である。建設計画の 140 t/d のメタル生産量に対して現状では 150~160 t/d の生産を達成しており、200 t/d 生産に向けた設備改造が進められている。また、このプロセスの特徴を生かして数年後の実機化を目標に電気炉ダストから亜鉛と鉄を回収するプロセスの開発を進めている54)。本プロセスは製銑研究部門が

還元技術の開発も行ってきた。

4 結 言

ここ 10 年の製銑研究部門の活動を紹介した。コークス、焼結、

らに発展させていく積もりである。 変化,コークス炉の老朽化、CO2、エネルギー消費、廃棄物削減、