

コークス技術の系統化調査

Systematized Survey on Coke making Technology

1

中村 正和 Masakazu Nakamura

■ 要旨

木炭に代わって石炭を乾留したコークスが高炉における還元剤として英国で誕生して約 300 年が経過するが、その間高炉は目覚ましい発展を遂げた。しかし、その発展を支えたのはスムーズな炉内のガス流れを可能とするコークスの品質であるといっても過言ではない。

明治における富国強兵策の一環として行われた海外技術のフルセット導入に際して起こった釜石、八幡における創業時のトラブルの例を思い出すまでもなく、与えられた石炭からどのようにして望ましいコークスを生産するかは 18 世紀に始まったコークス高炉以来の宿命的な課題と云える。

第 1 章では高炉におけるコークスの役割を概観する

第 2 章では向流式反応器である高炉内で起こるさまざまな現象を解説し、それぞれについてコークスの性質が高炉の操業にどのように係るかを説明する。

第 3 章ではコークス炉の構造を解説し、どのように誕生し、改良発展してきたかを述べる。

第 4 章では江戸時代末期に、石炭乾留炉が反射炉建設に絡んで我が国へ伝来した歴史を述べる。

第 5 章では明治維新以降の富国強兵政策の元で行われた官営製鉄所におけるフルセット技術導入の失敗と、帰国留学生による改良と成功にいたる経緯を述べる。

第 6 章ではいくつかの海外コークス炉の導入経験を経たうえでの国内独自路線の始まりと発展を述べる。

第 7 章は第 2 次大戦後、米国炭や豪州炭など海外原料炭の輸入により従来の国内炭をベースとした場合のコークス品位上の制約から解放され、高度経済成長に対応するコークス炉の大型化に専念できた経緯を述べる。

第 8 章はコークス製造における石炭の配合や事前処理など、いわばコークス製造のためのソフト技術について述べる。

第 9 章は付帯設備であるが、地球規模の省エネルギーに貢献しているコークス乾式消火装置（CDQ）について述べる。

第 10 章はこれまでのコークス製造技術の総仕上げのような形で産学官共同で開発され実機化を果たした「次世代コークス炉」（SCOPE21）について述べる。

第 11 章は将来のため国家プロジェクトとして開発された「成型コークス」「フェロコークス」など現行のプロセスとは異なるシャフト炉によるコークス製造技術について述べる。

第 12 章は国内ではそれぞれの理由で実機が存在しない「熱回収コークス炉」「スタンプ装入炉」などにつき、海外で注目され始めていることから取り上げた。

第 13 章では現行の室炉式コークス炉を構成する耐火煉瓦についてその使用状況の歴史的経緯を述べるとともにその損傷対策について述べる

第 14 章では製鉄所全体のエネルギーバランスに関係する COG、さらには販売により鉄鋼・製品コスト低減に影響を及ぼすコークス副製品回収設備について 100 年の歴史を有する八幡製鉄所の事例を中心に述べる。

第 15 章では日本へのコークス製造技術の到来から現在までの炉の構造の変化や事前処理などを含めた配合技術の推移を、社会ニーズの変化、原料の変化などそれぞれの時代背景と、開発を担った技術者の切り口で分析、系統化した。

■ Abstract

Three hundred years have passed since coke, carbonized coal, came to be used as a reducing agent in blast furnaces in the U.K. to replace charcoal. Blast furnaces have evolved remarkably since then. It would not be an exaggeration to state that this evolution was made possible by the quality of coke which allows for the smooth flow of gases inside the furnace.

Many troubles arose during establishment at Kamaishi and Yawata in full turnkey adoption of foreign technology as a part of the Meiji Era policy to increase national prosperity and military power. But there is no need to recount this to understand that figuring out how to produce the desirable coke for blast furnace operation from the available coal has been the fateful issue since coke blast furnaces appeared in the 18th century.

- Chapter 1 outlines the role played by coke in a blast furnace.
- Chapter 2 explains the various phenomena which happen inside the blast furnace—a countercurrent reactor—as well as how the properties of coke under each phenomenon affect the operation of the blast furnace.
- Chapter 3 explains the structure of a coke oven and describes how it came to be and was improved and developed.
- Chapter 4 describes the history of how coal carbonizing furnaces were introduced to Japan in connection with the building of reverberatory furnaces toward the end of the Edo period.
- Chapter 5 describes the sequence of events from the failure in full turnkey adoption of foreign technology at government—operated steelworks—as a part of the Meiji policy to increase national prosperity and military power during and after the Meiji Restoration—to improvements and success by engineers returning from study abroad.
- Chapter 6 describes the beginning and development of independent domestic methods, following the experiences of adopting several foreign coke ovens.
- Chapter 7 describes the liberation from the quality constraints of coke produced from domestic coal—as foreign coal began to be imported from countries such as the U.S. and Australia following the end of World War II—and the resulting ability to focus on the enlarging of coke furnaces in response to the rapid economic growth.
- Chapter 8 describes the so-called soft technology for coke production, such as the fundamental aspect of the blending and pretreatment of coal.
- Chapter 9 describes the Coke Dry Quenching (CDQ) system, which, though an auxiliary facility, originated in Japan and has been adopted around the world, contributing to global energy savings.
- Chapter 10 describes a next-generation coke furnace (SCOPE21) developed and produced through collaboration among industry, academia, and government—a culmination of all the coke production technology developed during 20th century.
- Chapter 11 describes shaft-furnace-based coke production technologies such as “formed coke” and “ferrocake”, which are unlike the current processes and were developed as government-sponsored projects for the future.
- Chapter 12 presents “heat recovery coke ovens” and “stamp charging ovens”, because they are starting to garner attention overseas, though neither type has been installed in Japan, each due to its various reasons.
- Chapter 13 describes the refractory brick used in current chamber-type coke furnaces—the historical sequence of its use and measures against its damage.
- Chapter 14 describes Coke Oven Gas (COG) which underlies the energy balance of the entire steelworks facility, and facilities for recovering coke by-products—the sale of which would reduce the cost of iron and steel products—centered on the case of Yawata Steel Works and its hundred-year history.
- Chapter 15 analyzes and systematizes the transition of oven structure and developments in coal blending technology including preparation of coal, from the introduction of coke production technology to Japan up to the present, as viewed in the context of the times—such as the changes in the needs for steel production and in the raw materials availability—and from the stories of individual engineers who were involved in the development.

■ Profile

中村 正和 Masakazu Nakamura

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

昭和36年 3月	東京大学工学部応用化学科卒業	
36年 4月	八幡製鐵(株)入社 東京研究所勤務(現新日鐵住金株式会社)	
61年 1月	新日本製鐵(株) 第一技術研究所 特別基礎第二研究センター所長	
63年 5月	新日本製鐵(株) 人事部所属 (株)日鉄技術情報センター出向	
平成 2年 7月	(株)日鉄技術情報センター 取締役 調査研究部長	
9年 7月	々	専務取締役
19年 3月	々	退任
19年 4月	々	客員研究員
24年10月	(社名変更) 日鉄住金総研株式会社	
27年 4月	国立科学博物館 産業技術史資料情報センター主任調査員	

■ Contents

1. はじめに (高炉用コークスとその役割)	3
2. 製鉄用コークス	4
3. 日本におけるコークス炉設置・開発史	10
4. 明治以前の日本における石炭乾留技術	14
5. 海外技術導入の経緯	19
6. 我が国コークス工業の発達	25
7. 第2次大戦中以降のコークス炉	32
8. コークス製造における石炭の配合や事前処理などの技術	36
9. コークス乾式消火装置	43
10. SCOPE21 (次世代コークス炉開発)	
11. 国家プロジェクトによる	49
コークス製造技術の開発	55
12. 国外におけるコークス技術の動向	63
13. コークス炉耐火物	65
14. 化成品処理の歴史	71
15. あとがき	80