

討 3 オールコークス操業における燃料比の限界

住友金属工業㈱ 本社

中村文夫

中央技術研究所

梶原義雅 山県千里

和歌山製鉄所

○水野 豊 細井信彦

鹿島製鉄所

渡沢進一

1. 緒 言

最近の重油価格の高騰と需給関係の悪化により、高炉のオールコークス操業が経済上の観点から注目されるようになり、各社で積極的に実施されてきている。本報告ではオールコークス操業における限界燃料比を数式モデルで試算し、次に現実操業での問題点とその対策について検討した。

2. オールコークス操業における計算限界燃料比

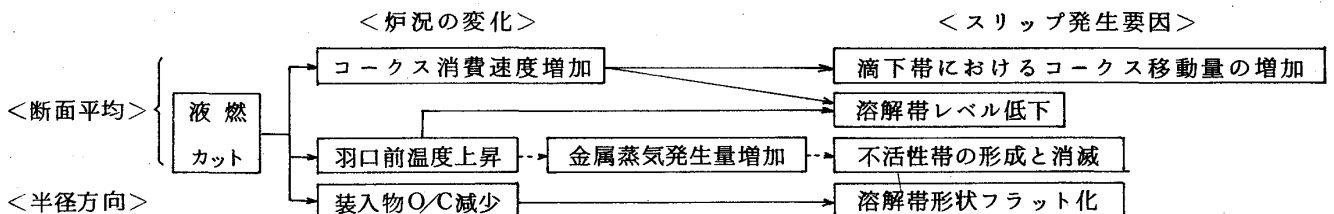
高炉の限界燃料比の計算結果は前提として与える設備・原料条件により異なる。大型高炉を前提として、反応速度を考慮した断面均一高炉モデル¹⁾による限界燃料比の計算結果を第1表に示す。

第1表 速度論で計算した限界燃料比

ケース	操業条件	限界燃料比	重油+タール	送風温度	送風湿分	炉頂圧力	S/R+P/R	溶銑 Si
C o	液燃使用	405.6 kg/t	37+20 kg/t	1350℃	2 g/Nm	2.5 kg/cm ²	88+12%	0.20%
D o	オールコークス	440.3 kg/t	0 kg/t					

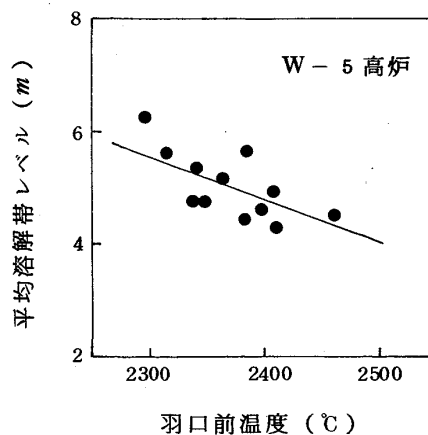
3. 当社におけるオールコークス操業の実績

3-1 オールコークス移行時の炉況の変化

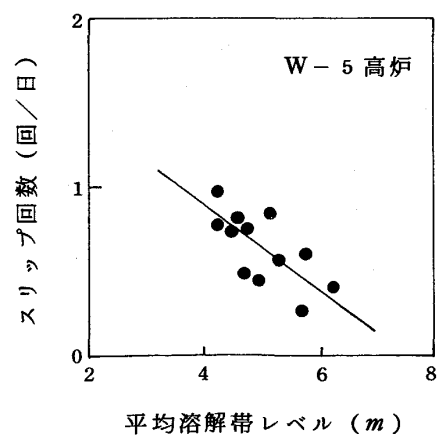


第1図 オールコークス移行に伴う炉況変化

液燃カットによって生じる炉内現象の変化を第1図に示す。一般に液燃使用時の操業においても、羽口前温度の上昇は第2図に示すように、炉内の断面平均溶解帯レベルの低下を招き、炉下部のスリップ頻度が上昇する傾向がある(第3図)。したがってオールコークス操業に移行する場合、液燃カットによって生じる羽口前温度の上昇は、スリップ抑制の観点から防止する必要がある。



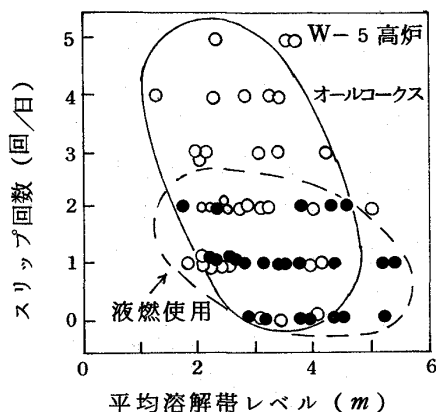
第2図 羽口前温度と溶解帯レベル



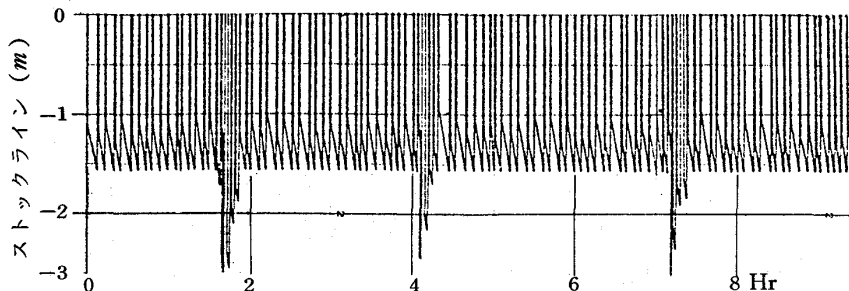
第3図 溶解帯レベルとスリップ

第4図にオールコークス操業移行前後の断面平均溶解帯レベルとスリップの関係を示すが、溶解帯レベルが同一であっても、オールコークス操業のほうが液燃使用時に比較しスリップの発生頻度は大である。また、オールコークス操業におけるスリップは、第5図に示すように発生が周期的であることと、

炉壁付着物脱落時のスリップと異なり溶銲滓性状への影響がほとんど見られないこと、が特徴である。



第4図 溶解帯レベルとスリップ頻度



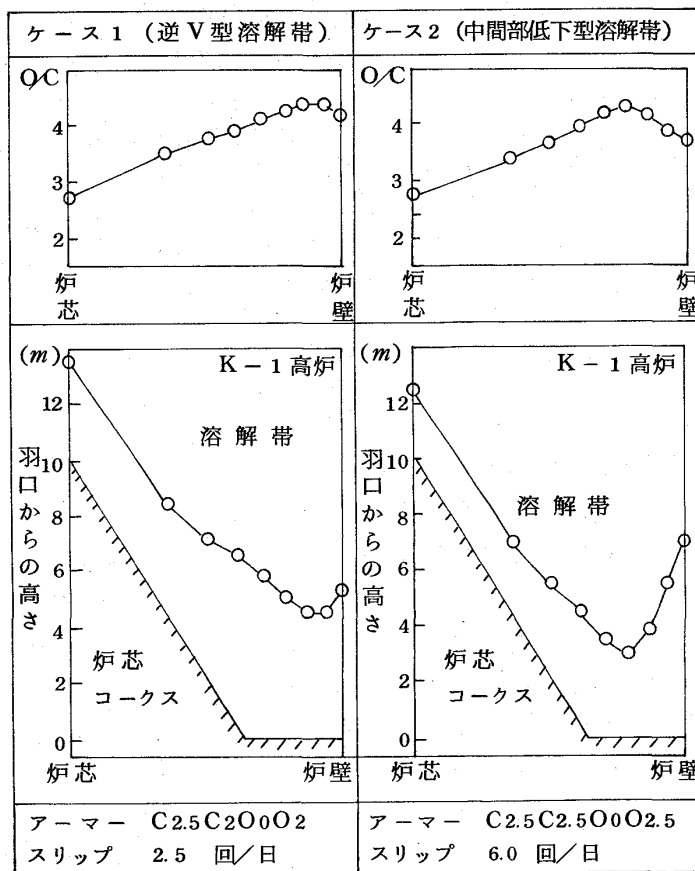
第5図 オールコークス操業での典型的スリップ(W-5高炉)

3-2 オールコークス操業でのスリップ発生頻度上昇原因の推定

オールコークス操業は第1図に示すように、液燃カットにより羽口前でのコークス消費速度が増加し滴下帯におけるコークス移動量が増加する。したがって、溶解帯と炉芯コークスとで形成される領域をレースウェイへのコークス流路と考えると、液燃使用時に比較して溶解帯レベルを若干上昇させて、コークス移動量の増加に対処する必要があるだろう。

一方、高炉の半径方向の観点からみると、オールコークス操業は液燃使用時と比較して大巾な減銲となる為、半径方向のO/Cが変化し、その影響で溶解帯形状が変化する。第6図に当社K-1高炉の液燃使用時の炉頂O/C分布と溶解帯形状(シャフトゾンデからの計算値³⁾)の関係を示すが、ケース2の場合アーマーションによって炉壁のO/Cが低下すると共に、炉中間部のO/Cが上昇している。このためケース2の溶解帯形状は、半径方向の中間部が低下する「中間部低下型」となり、ケース1の「逆V型」溶解帯よりもコークスの流路が確保しにくくなっており、実績でもスリップの発生が多い。

以上の考え方をオールコークス操業の解析に適用してみる。W-5高炉の場合、オールコークス移行時アーマーションは使用しておらず、減銲によって炉中間部から炉壁部へかけてO/Cの減少が相対的に大となった。この結果、第7図に示すように炉壁ガス流が増大し、炉壁



第6図 溶解帯形状と炉頂O/C分布・スリップ頻度の関係

の溶解帯レベルは上昇した。一方、炉芯部のO/Cの減少は小さく、全体としてはオールコークスに移行して中間部低下型の溶解帯形状となっていて(第8図)、スリップ頻度も増加している。

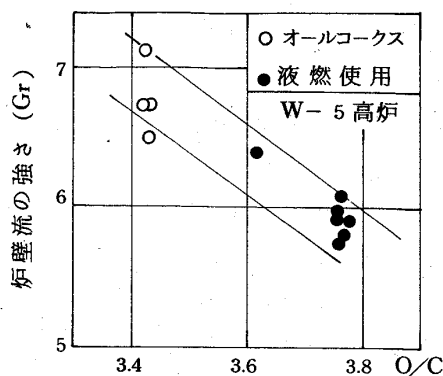
次にK-2高炉の例を第9図に示す。この溶解帯形状は、炉頂ゾンデモデルによって求めている³⁾。K-2高炉の場合、アーマーを使用してコークスを炉芯に押し込むパターンのままオールコークス操業に移行したところ、炉芯の溶解帯レベルが急上昇した。この原因は、コークスノッチを押し込んだパターンで減鉄すると、炉壁部のO/Cの増加が顕著になり中心流が強化された為であった。そこで対策としてコークスノッチを炉壁側に寄せた結果、炉壁のO/Cが低下し、溶解帯形状は第9図(3)のような中間部低下型となった。これにより、ガス量と鉄石量のバランスがとれ、オールコークスで454kg/tの月間燃料比を達成したが、増鉄によって溶解帯の平均レベルが低下し、さらに、溶解帯形状がフラット化したこともあってスリップは増加している。

以上、ふたつの高炉の例で示したように、オールコークス移行時(=減鉄時)の半径方向の溶解帯形状の変化は、各炉のオー

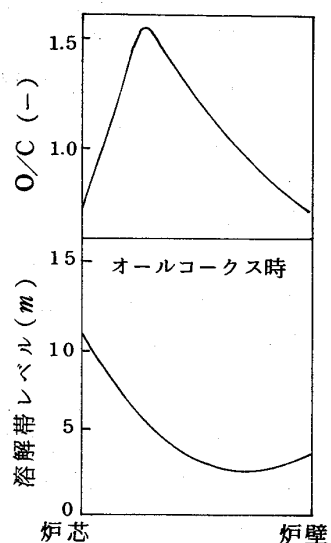
ルコークス移行前のO/C分布によって異なるが、いずれも半径方向中間部の溶解帯が低下した場合スリップが増加している。

3-3 スリップ低減対策

オールコークス操業でのスリップの発生を、滴下帯でのコークス移動の難易で考えると、第10図に示す(MLo-L)が平均のコークス流路巾となる。W-5高炉の例ではスリップ発生頻度が1回/日以下の良好な液燃使用操業下でMLo=3.5m, L=1.8mであり、一方コークスの移動量は重油

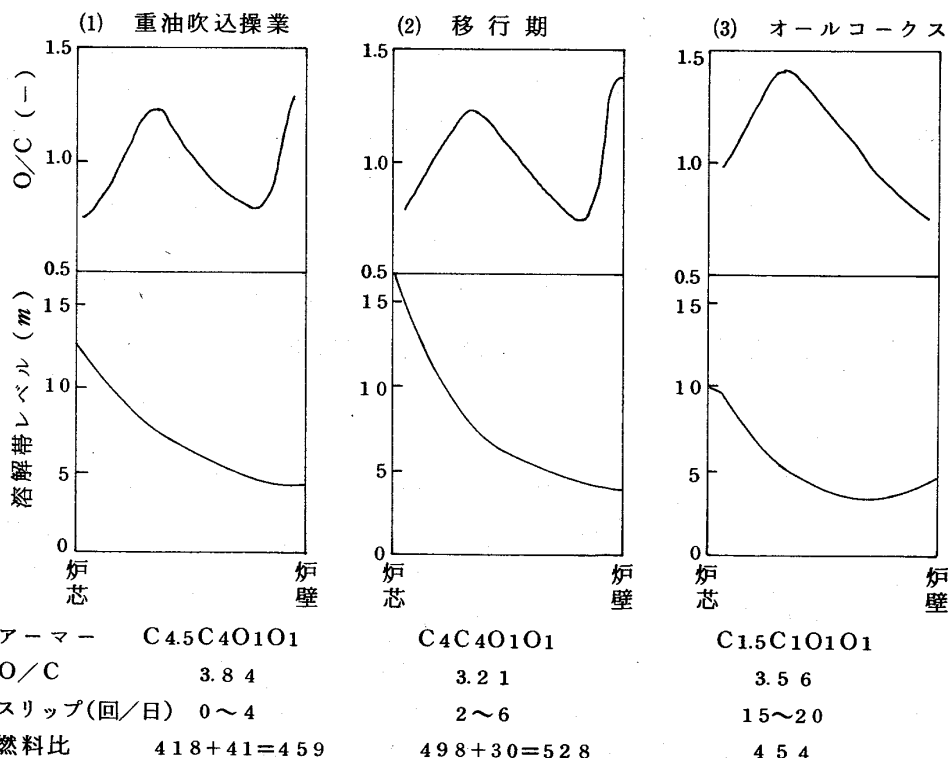


第7図 O/Cと炉壁流指数



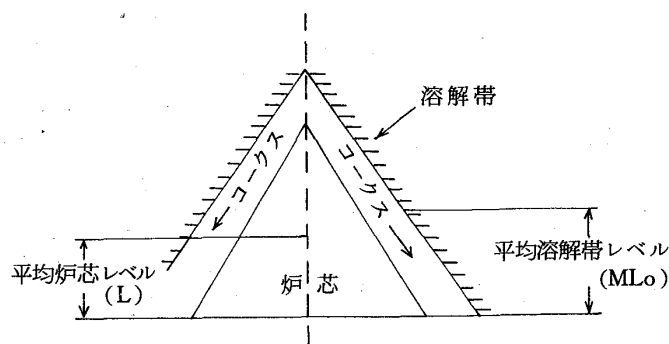
アーマー CoOo
O/C 3.40
スリップ 2~5回/日
燃料比 475kg/t

第8図 半径方向O/C分布と溶解帯形状(W-5高炉)



第9図 半径方向のO/C分布と溶解帯形状(K-2高炉)

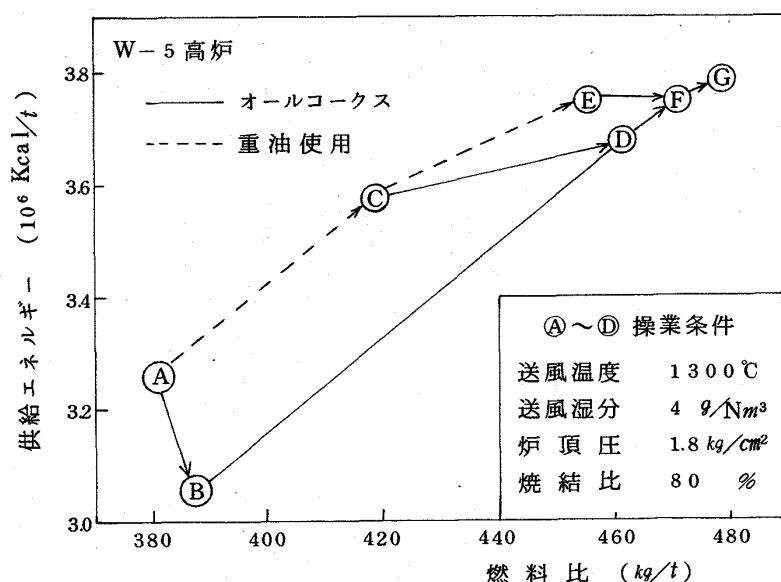
30 kg/t のカットで約 10% 増加する。したがって溶解帯レベルは液燃使用時に比べ約 0.2 m 上昇させる必要があり、これを羽口前温度の低下で実現しようとする、約 30℃ の羽口前温度の低下が必要となる（第 2 図）。他の手段としては、炉頂の半径方向の O/C 分布を制御し、溶解帯の中間部低下を防止することが考えられるが、具体的には今後の検討課題となろう。



第 10 図 炉下部コークス流路模式図

4. オールコークス操業における適正燃料比

第 11 図に、中型高炉の W-5 高炉での実績及びモデル計算による各条件での燃料比と供給エネルギーの関係を示す。㊦点はオールコークス操業実績値であるが、長期的に見るとややスリップの発生が多い傾向がある。したがって、スリップの発生を押さえるべく、羽口前温度をやや低下させた操業を行った場合には㊤点の方向に移行するため、適正燃料比としては 475~480 kg/t でいとなろう。



- ㊤ 平衡論（リストモデル，シャフト効率 100% を仮定）による重油使用時の限界燃料比
- ㊦ 平衡論（同上）によるオールコークス時の限界燃料比
- ㊧ 速度論モデルによる重油使用時の限界燃料比
- ㊨ 速度論モデルによるオールコークス時の限界燃料比
- ㊩ 重油使用時の実績燃料比
- ㊪ オールコークス時の実績燃料比（スリップ 2~3 回/日）
- ㊫ オールコークス時の適正燃料比（スリップ 1 回/日以下）

第 11 図 各種前提条件における燃料比の位置づけ

5. 結 言

- 1) オールコークス操業の限界燃料比は、大型高炉で約 440 kg/t と試算された。
- 2) 当社 W-5 高炉（中型高炉）におけるオールコークス操業時の適正燃料比は 475~480 kg/t である。
- 3) オールコークスで燃料比の低下を指向した場合、スリップの増加が障害となる。この対策としての溶解帯形状の制御が今後の検討課題である。

文 献

- 1) 第 54 回製鉄部会 共通議題 住金発表資料
- 2) 羽田野，山岡，山県，佐藤；鉄と鋼 62 (1976) S67
- 3) 羽田野，沖，山岡，山県，村上；鉄と鋼 65 (1979) S52
- 4) 第 55 回製鉄部会 講演資料 住友金属 和歌山
- 5) 重盛，河合，細井，佐藤，元重，沖；鉄と鋼 65 (1979) S553