

キュポラ溶解におけるコークス使用量削減

日産自動車(株)栃木工場
第二製造部 第一鑄造課
溶解グループ

◎ キーワード : 1. 燃料の燃焼の合理化

◎ テーマの概要

鑄造部門でのエネルギー使用量は工場全体の約50%を占め、その中でも鑄鉄鑄造の溶解工程での使用比率が最も高い。同業他社とのベンチマーキング活動によりコークス使用量削減に取組み使用コークスの変更、代用コークスの採用、熱風発生装置の制御方法変更により使用量とCO2発生量を削減をした。

◎ 当該事例に対する実施期間 平成18年 1月 ~ 平成20年 3月

・企画立案期間	平成18年1月～平成19年6月	延べ 18ヶ月
・対策実施期間	平成18年4月～平成19年9月	延べ 18ヶ月
・対策効果確認期間	平成18年6月～平成20年3月	延べ 22ヶ月

◎ 事業所の概要

- ・生產品目 自動車及び、自動車部品
- ・従業員数 6,100 人
- ・第一種エネルギー指定工場

◎ 対象設備の概要

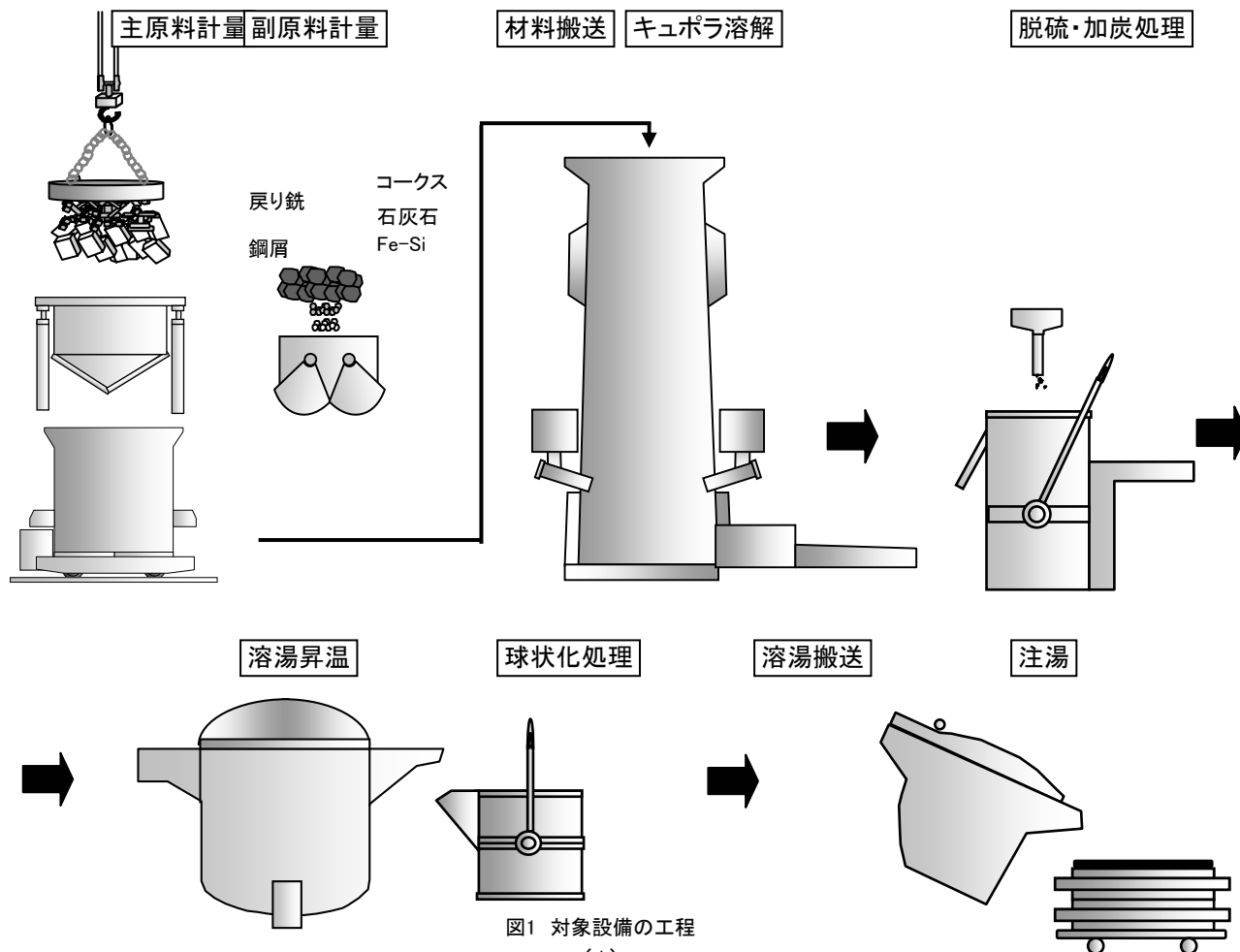


図1 対象設備の工程 (1)

1、テーマ選定理由

企業理念「人とクルマと自然の共生」を実現するため①CO2排出量の削減、②エミッションのクリーン化③資源循環の3つを重要課題として環境問題に取り組んでいる。2010年までの目標と計画を具体的にした中期環境行動計画「ニッサン・グリーンプログラム 2010」の方針を重点テーマとして位置づけ、CO2排出量削減とエネルギー費用削減に貢献するため活動する必要がある

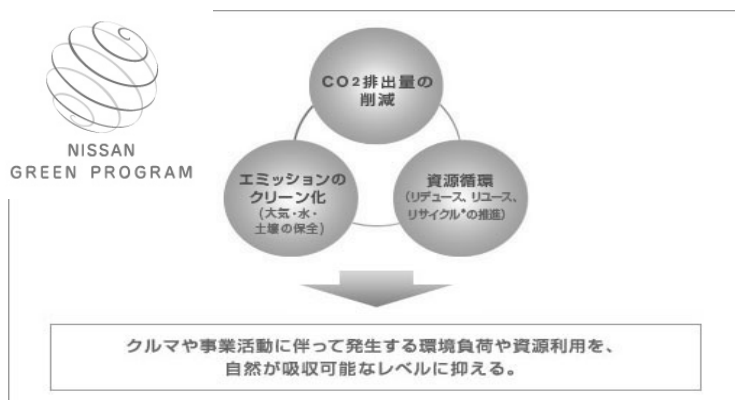


図2 3つの環境重要課題

2、活動経過

(1) 取組み体制

製造現場と技術スタッフで取り組む事とした

(2) 現状把握

①CO2発生量とエネルギー使用量

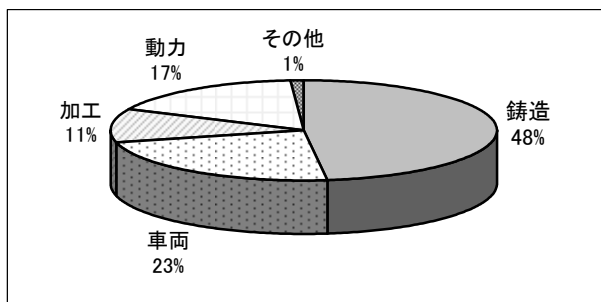


図3 栃木工場での工程別CO2排出量比率

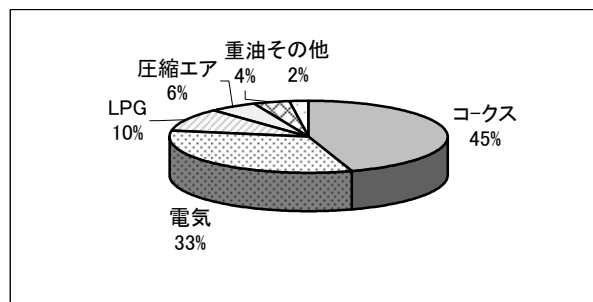


図4 鑄造工程のエネルギー別CO2排出量比率

図2の『栃木工場工程別CO2排出量比率』を見てみると鑄造工程が工場全体の約50%を占め、続いて車両工程が23%占めている。

図3の『鑄造工程エネルギー別CO2排出量比率』ではコークスが45%を占め、鑄鉄溶解におけるコークス使用量の削減がCO2排出量削減と省エネルギーのポイントとなる。

②溶湯1トン当たりのCO2発生量の比率

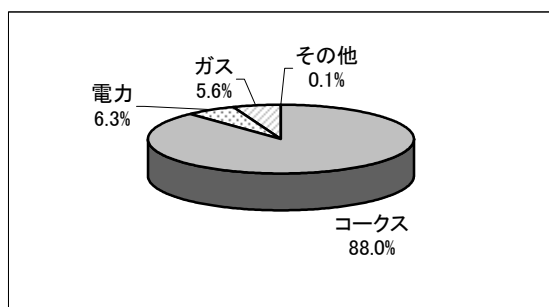


図5 溶湯1トン当りのCO2発生量

・当工程における金属材料1トンを溶かすために必要なエネルギーの中で、コークスから排出されるCO2が88%を占めている

③ コークス比と原単位

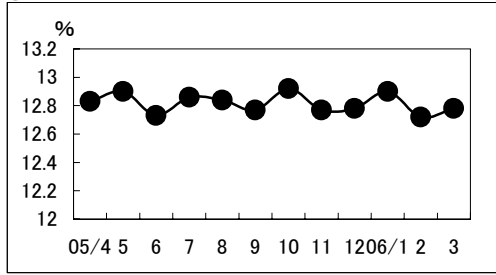


図6 コークス比推移

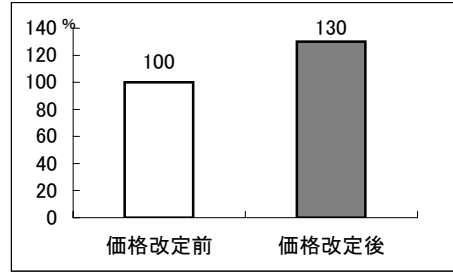


図7 コークス原単位比率

・キュボラ溶解におけるコークス使用割合をコークス比として(溶解するために投入されるコークス重量を地金重量で割った値)表しているが(図6に示す)その平均は約12.8%と横ばいである。また、各原材料の高騰によりコークス原単位(材料1トン溶解するためのコークス費)も価格改定後30%悪化している。(図7)

④ コークス比ベンチマーキング

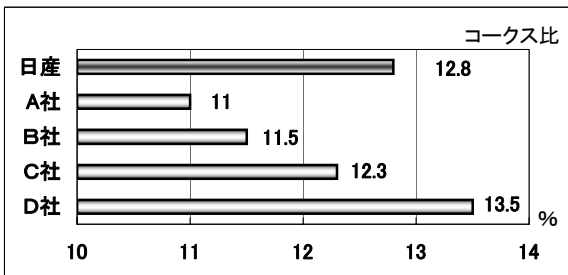


図8 他社コークス比 比較

・同業他社とのコークス比を比較するとトップレベルのA社は11%であり約3%の差がある。

(3) 現状分析

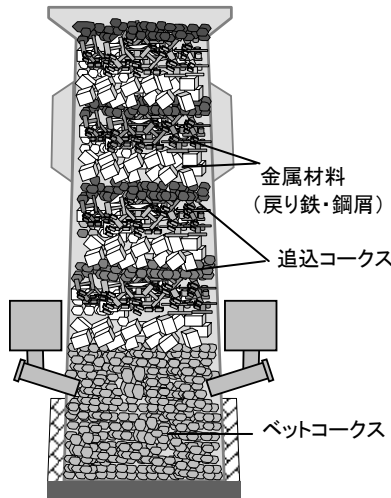


図9 キュボラとコークス

① コークスの役割

- ・金属材料を溶解する為の熱源
- ・金属材料を溶解する為の熱源
- ・低炭素材料に対し溶解過程で炭素を供給する。
- ・溶湯の炭素含有量、温度は材料に対するコークス比率が大きく影響し
- ・目標とする溶湯の化学成分の確保、高温溶解の為には
- ・ベットコークスの高さを適正に維持することが重要で
- ・燃焼による消耗分を補う為、金属材料と一緒に追込めコークスとして投入する。

② 材料配合

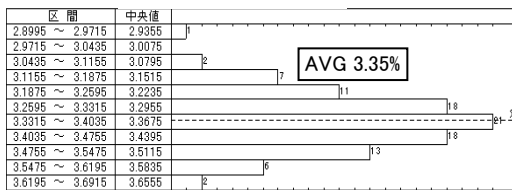
	重量	比率
戻り鉄	1100kg	50%
鋼屑	1100kg	50%
コークス	281kg	

コークス比12.8% (05年度平均)

表1 材料配合

③ 溶湯化学成分(C値)と出鉄温度

カーボン(C)値



出鉄温度

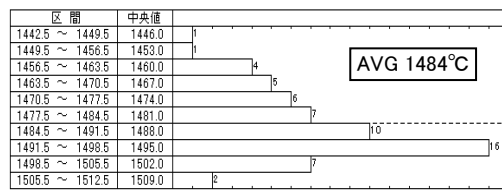


図10 化学成分と出鉄温度

*現状での溶湯化学成分カーボン値は平均で3.35%、温度は1484°Cである。

(4) 目標設定

他社ベンチマークの結果よりコークス比11.0%以下を目標とする

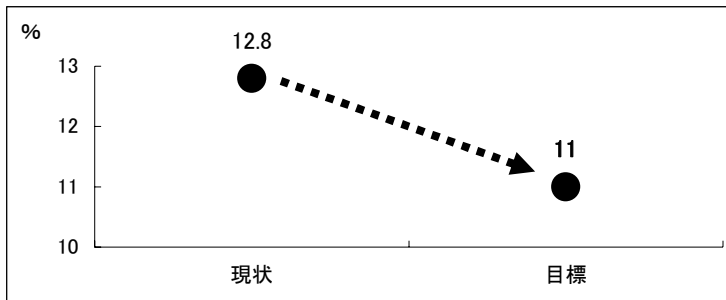


図11 コークス比目標

(5) 問題点と検討内容

*現状の溶湯化学成分と温度を確保しコークス使用量(コークス比)の削減をするための方策をマトリックス図において検討を行う

○2点 △1点 ×0点	コスト	実現性	効果	評価	判断
酸素富化	×	△	○	3	×
材料配合見直し	△	×	△	2	×
熱交換器更新	×	△	△	2	×
コークスブリーズ増量	×	×	△	1	×
コークス代替品の採用	○	○	△	5	○
キュポラ連続操業	△	△	△	3	×
コークス銘柄変更	△	○	○	5	○

表2 対策検討マトリックス図

*上記 評価・判断によりコークス代替品と銘柄変更を進める事とした。

(6) 対策の内容

① コークス代替品の採用

	灰分(%)	硫黄分(%)	固定炭素(%)	気孔率(%)	価格(%)
現行コークス	6.89	0.57	91.66	36.7	100
代替品	0.49	0.50	98.4	24.5	93

表3 現行コークスと代替品の成分比較

代替品とは、精錬用の電極生産段階で不良となった部分を砕いた物で、灰分が少なく炭素量が多い。又価格も現行コークスに比べ7%安い。これを、追い込コークスに配合し、配合量を7段階に分けて検証した。

	追い込コークス		1山当り投入量(kg)	1山当り金額(%)	C値 AVG	溶湯温度 AVG	スラグ流動性	トータル	総合評価
	コークス	加炭材x							
現状	270		270	100	3.35	1484	-	12.85	-
T-1	240	30	270	99.2	3.32	1485	◎	12.81	△
T-2	230	40	270	99.0	3.43	1490	◎	12.83	△
T-3	240	20	260	95.8	3.42	1488	◎	12.85	○
T-4	220	40	260	95.3	3.45	1485	○	12.43	◎
T-5	210	50	255	95.0	3.37	1480	○	12.25	◎
T-6	210	40	250	91.6	3.32	1479	△	11.95	△
T-7	200	50	250	91.3	3.31	1475	x	11.98	x

図12 代替品配合検証結果

T-5の現行コークス210kg、代替品50kgの合計260kg/1回の投入量でも目標とするC値、出湯温度を得る事が出来、コークス比を0.4%削減できる事が判った。

② コークス銘柄変更

	灰分(%)	硫黄分(%)	固定炭素(%)	気孔率(%)	粒度(mm)	価格(%)
現行コークス	6.89	0.57	91.66	36.7	120~250	100
高品位コークス	6.52	0.55	93.07	35.0	150~250	106

表4 現行コークスと変更品の比較

現行コークスはエネルギー費用削減の観点から廉価品を使用しているが、kg当りのコークス単価は高くなるが各特性の高い高品位コークスと代替品を配合して検証した。

	追い込コークス		1山当り投入量(kg)	1山当り金額(%)	C値 AVG	溶湯温度 AVG	スラグ流動性	トータル コークス	総合評価
	コークス	加炭材x							
現状	270		270	100	3.35	1484	-	12.85	-
代替品	210	50	260	95	3.37	1480	-	12.45	-
高品位 T-1	210	50	260	100	3.48	1502	◎	12.28	x
T-2	200	50	250	96.2	3.42	1495	◎	11.91	x
T-3	190	50	240	93	3.41	1490	○	11.45	△
T-4	180	50	230	88.5	3.37	1484	○	11.31	○
T-5	175	45	220	84.8	3.38	1482	○	10.92	◎
T-6	170	45	215	82.9	3.30	1477	△	10.81	△

図13 高品位+代替品配合検証結果

T-5のコークス175kg、代替品45kgの1回当たり投入量合計220kgで化学成分・出湯温度とも問題なく採用とした・・・トータルコークス比10.92%

* コークス価格はupしたがトータルでの使用量が大幅に削減できたため、コスト削減も出来た。

③キュポラ立上げ時のコークス投入基準の見直し
 ・高品位コークス使用によるベットコークス高さ基準変更

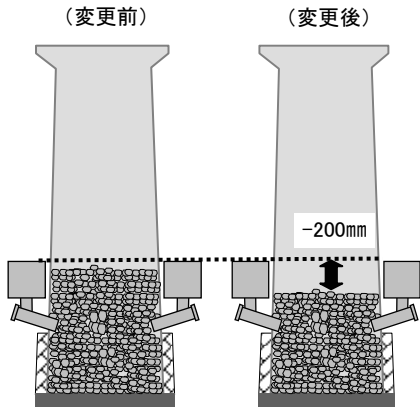


図14 ベットコークス高さ基準変更

*高品位コークス採用によりキュポラ立上げ時のベットコークス高さを現行より200mm低い基準に変更したことにより約500kgの削減が出来た。
 又、5山目と10山目に300kgずつ追加コークスを投入していたが、8山目に1回300kgの投入でも目標成分が確保された。
 以上の結果、キュポラ立ち上げ時1回当たりの投入量を合計で800kg削減することが出来た。
 (キュポラの立ち上げは1回/週)

(4) 熱風温度の安定化
 ① 熱風発生装置と熱風温度

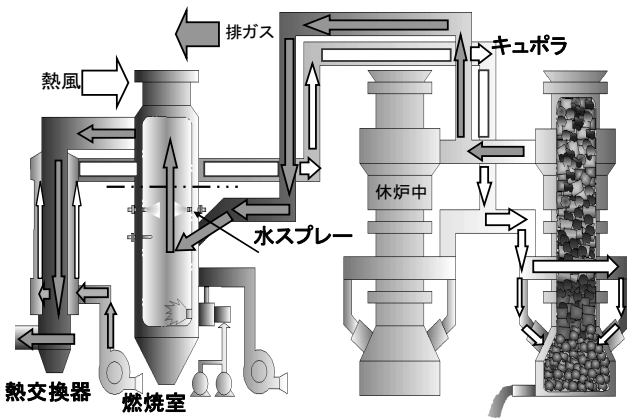


図15 熱風発生装置

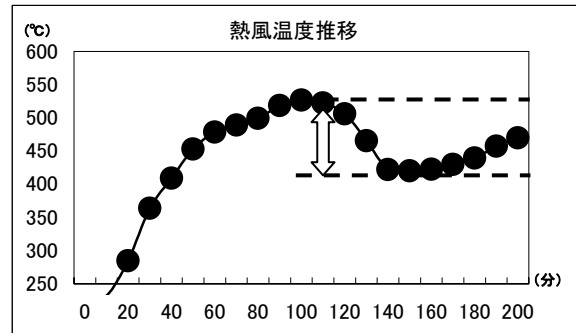


図16 現状の熱風温度推移

*キュポラ溶解の操業効果の向上のため高温の熱風をキュポラ内に送り込んでいる。その方法を図15示すが、キュポラで発生した排ガス(CO)を燃烧室で再燃焼させその熱を利用し熱交換器にて送風する空気を熱風に変えている。熱交換器は熱膨張による変形量が大きく、保護のため熱風温度を500°Cに保つように燃烧室内を水スプレー装置によってコントロールしている。
 熱風温度コントロール用の水スプレーはNO.1~NO.8まで8本設置されており、温度が500°Cに達するとNO.1から順次スプレーを開始し 500°Cまで下降するとNO.8から順次停止するシステムであるが現状の熱風温度は520~420°Cと変化が大きい。(図16に示す)

② 水スプレー弁出力設定値変更
 (変更前)

	出力
NO. 1スプレー設定値	10%
NO. 2スプレー設定値	20%
NO. 3スプレー設定値	30%
NO. 4スプレー設定値	40%
NO. 5スプレー設定値	50%
NO. 6スプレー設定値	60%
NO. 7スプレー設定値	80%
NO. 8スプレー設定値	100%

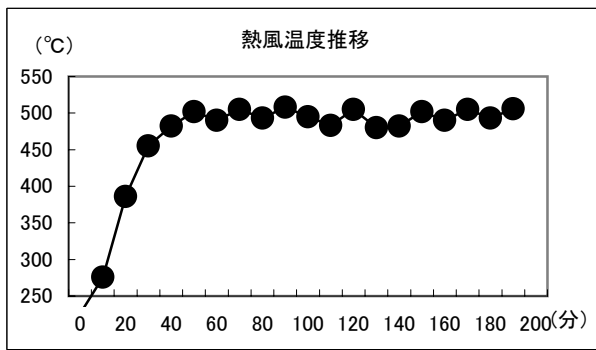
(変更後)

	出力
	30%
	30%
	95%
	100%
	50%
	40%
	98%
	100%

*そこで水スプレーの配置とスプレー弁出力設定に着目した。
 出力設定を検証トライアルを実施し表のように変更した。

表5 スプレー出力弁設定値

③変更後の熱風温度推移



*結果、熱風温度が500°C±10°Cと安定したことから、更に1山当りの追込めコークス量を220kg(コークス175kg 代替品45kg)から215kg(コークス165kg 代替品50kg)に削減することができ、溶湯成分・温度も確保された。

図17 改善後熱風温度推移

(7) 対策後の効果

コークス比推移

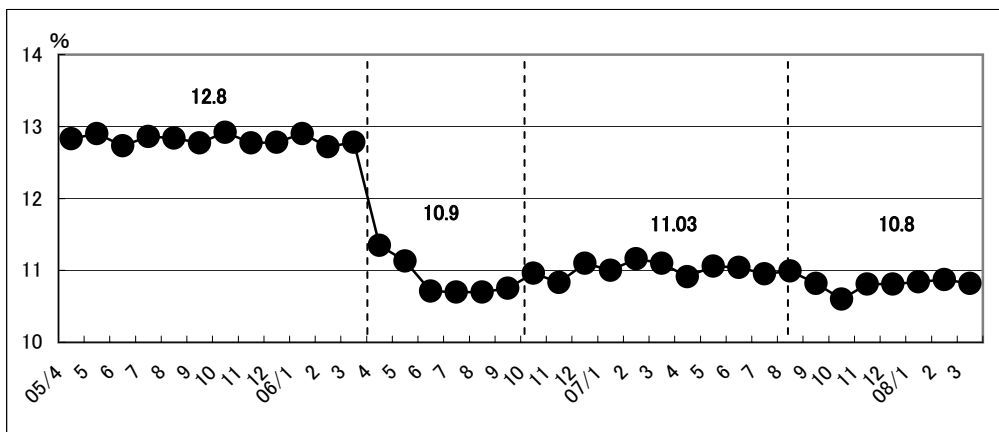


図18 コークス比推移

・環境改善	CO2削減量	4,831.5t/年
・経済効果	コークス比削減による効果	34,828,000円/年

3. まとめ

- ・重要課題である「CO2排出量削減」に大きく貢献できた。
- ・目標であるコークス比11%以下を達成し、業界トップレベルを実現できた。

4. 今後の取り組み

- ・「ニッサン・グリーンプログラム 2010」の指針のもと各製造条件、設備の最適化・高効率化を図り、更なる省エネCO2削減に挑戦。