

平成24年度
環境研究総合推進費補助金 次世代事業
総合技術開発報告書

カーバイド法アセチレン製造における
副産消石灰リサイクル技術の開発
J112006

平成25年3月

電気化学工業株式会社

補助事業名	環境研究総合推進費補助金 次世代事業 (平成23年度～平成24年度)
所管	環境省
総事業費	86,228,679円
国庫補助金	42,725,762円
研究課題名	カーバイド法アセチレン製造における 副産消石灰リサイクル技術の開発
研究事業期間	平成23年6月1日～平成25年3月31日
研究代表者名	行木 正信 (電気化学工業株式会社)

目 次

<概要>

1. 事業の概要 . . . P.4/33～12/33

<本文>

2. 事業の目的 . . . P.13/33
3. 開発した技術の詳細 . . . P.13/33～27/33
4. 実証施設の設置場所等 . . . P.28/33～30/33
5. 開発した技術がもたらす効果 . . . P.31/33
6. まとめ . . . P.31/33
7. 概要図 . . . P.32/33
8. 英文概要 . . . P.32/33～33/33
9. その他 . . . P.33/33

1. 事業の概要

- ・研究課題名 =カーバイド法アセチレン製造における副産消石灰リサイクル技術の開発
- ・研究番号 = J 1 1 2 0 0 6
- ・総事業費 (円) = 8 6, 2 2 8, 6 7 9 円
- ・国庫補助額 (円) = 4 2, 7 2 5, 7 6 2 円
- ・研究事業期間 (西暦) = 2 0 1 1 年度～2 0 1 2 年度
- ・研究代表者名 = 行木 正信 (電気化学工業株式会社)

1-1. 事業の目的

本事業は、副産消石灰をカーバイド法アセチレンガス製造工程においてリサイクル利用することを目的とする。通常カーバイドの原料となる生石灰の形状は直径数 cm の塊状であり、消石灰を使用した場合も同様の形状が必須となる。又、カーバイド法で使用する石灰焼成炉と電炉の反応炉、輸送、貯蔵等を経る際に当該形状を保持するために相当な強度が必要になる。したがって、副産消石灰のリサイクル化を行うためには、粉末状である消石灰の塊状化と高強度化の2条件が重要である。

本事業でこれらの技術確立をすれば、副産消石灰をリサイクルできるセメントプラントを持たない当社大牟田工場で展開することができ、CO₂排出量を削減することが可能であり、同時に石灰石を削減でき、大幅な経済効果も期待できる。

1-2. 開発した技術の詳細

1) 消石灰（粉末）の塊状化技術の検討

1) - 1. 塊状化方法及び機種を選定

塊状化方法として、高強度塊状化物が得られ、高製造能力であるロール型圧縮式ブリケット成型機（ブリケットマシン）による塊状化方法を選定した。ロール型圧縮式ブリケット成型機とは、図.1の様に、ロール上部より縦型スクリューで原料を押し込むと同時に、二本のロールで圧縮しながら、ロールポケットの形状に連続的に成型する成型機のことである。

また、機種としては、様々な機種を用いたメーカー（新東工業(株)）試験の結果を踏まえて、最もサイズの大きなブリケットを連続的に大量生産可能な、図.2のBMS IIを選定し、導入した。

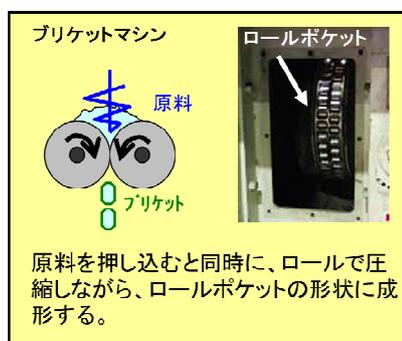


図.1 ブリケットマシンの原理



図.2 機種 BMS II

1) - 2. 補助事業設備（ブリケットマシン）による塊状化条件の最適化

図.3の様な消石灰サイロからの抜出設備～ブリケットマシンを含む平成23年度の補助事業設備を用いて、ロール回転数・ロール圧力がブリケットの圧壊強度・歩留りに及ぼす影響を調べた結果、最も高い圧壊強度・歩留りとなった最適な塊状化条件として、ロール回転数 4rpm、ロール圧力 800kN を選

定した。



図.3 補助事業設備(消石灰サイロ拔出～ブリケットマシン含む)

2) 消石灰ブリケットの高強度化技術の検討

2) - 1. 圧壊強度の測定方法

図.4 の様に、ブリケットに全自動耐圧試験機（前川製作所）で連続的に力（kN）を加え、ブリケットが破壊された瞬間の最高値をそのブリケットの圧壊強度とした。



図.4 全自動耐圧試験機（前川製作所）

2) - 2. 消石灰ブリケット圧壊強度の目標値の設定

通常使用している石灰石の圧壊強度を全自動耐圧試験機で測定（n=30）した結果より、目標値として 3.3kN 以下の割合が 10%以下と設定した。

2) - 3. 消石灰ブリケットの高強度化方法の選定

消石灰ブリケットの高強度化方法として、図.5 の様に、漆喰中の消石灰が常温で大気中の炭酸ガスと反応して、膨張、緻密化することで硬化する原理を利用することとした。（以下、常温炭カル化と呼ぶ）

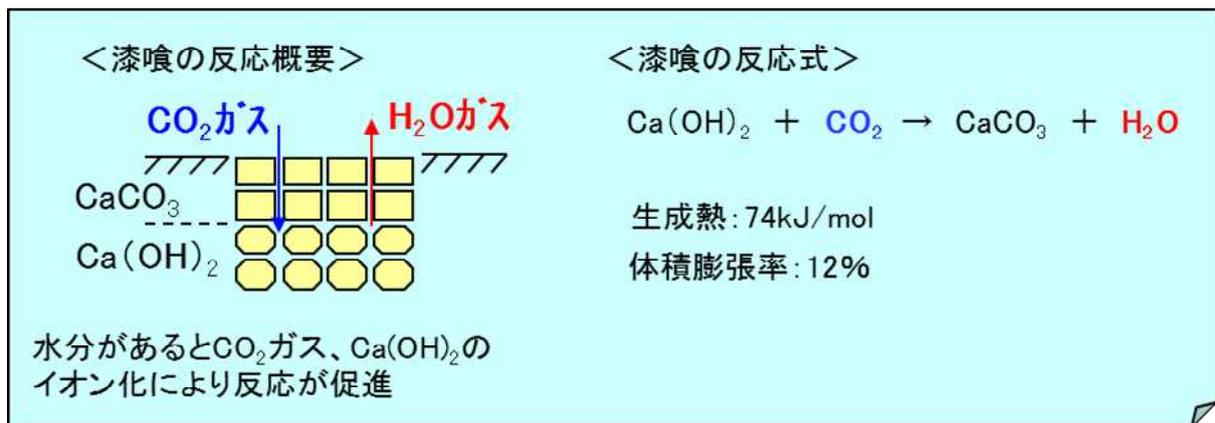


図.5 漆喰の反応（常温炭カル化）

2) - 4. 常温炭カル化ブリケットの試作

平成 23 年度の補助事業設備（ブリケットマシン）を用い、ロール回転数 4rpm、ロール圧力 800kN の最適条件下で連続的にブリケットを試作した。

次に、図. 6 の様な反応容器及び記載された条件下で、常温炭カル化による高強度化ブリケットを 8t 試作した。この高強度化ブリケットを全自動耐圧試験機で圧壊強度を測定（n=240）した結果、3. 3kN 以下の割合が 42%となり、目標値をクリアーできなかった。

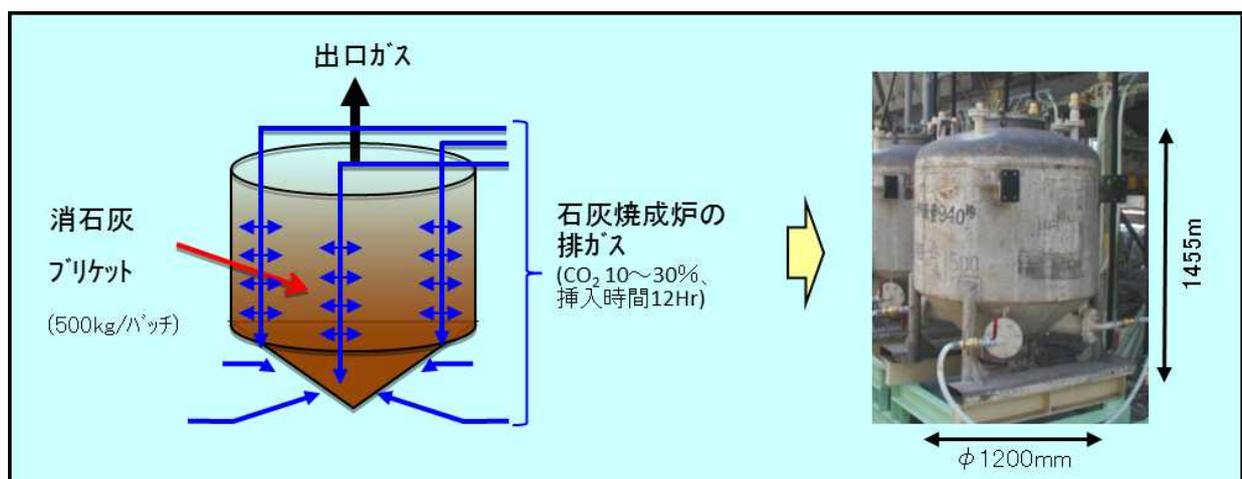


図.6 常温炭カル化に用いた反応容器

2) - 5. 常温炭カル化ブリケットの実機投入試験

常温炭カル化ブリケット 8t（石灰石換算で石灰石約 80%に対して約 20%に相当）と石灰石 45t とを図.7 の様に石灰焼成炉へ投入した。

その結果、石灰焼成炉内でのブリケットの摩砕によるものと推測される石灰焼成炉からの集塵粉発生量が増加したことから、消石灰ブリケットの更なる高強度化が必要であることが判った。

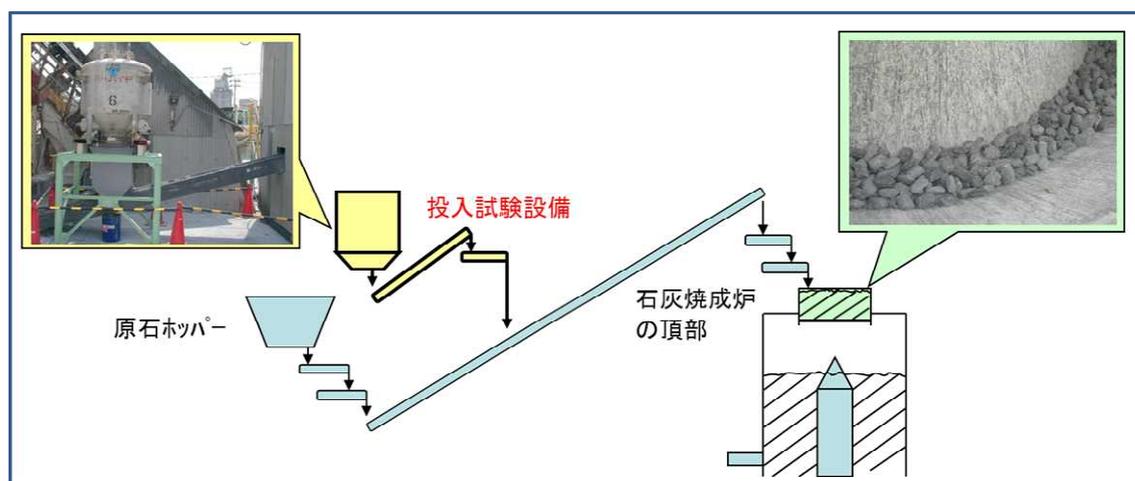


図.7 実機投入試験方法の概略図

3) 消石灰ブリケットの更なる高強度化の検討

更なる高強度化の方法として、消石灰の炭カル化反応が進めば強度も増すのではないかとの考えから、様々な条件（反応温度、反応圧力、反応ガス濃度、反応ガス量など）下での小規模試験を実施した結果、加温処理することで強度が飛躍的に向上することを見出し、以下検討を進めた。

3) - 1. 加温炭カル化の検討（温度の影響）

小規模試験（6ブリケット/バッチ）において、ブリケットの圧壊強度に及ぼす温度の影響を確認した。その結果、200～300℃で加温処理することが好ましい温度範囲であることが判った。

3) - 2. 反応温度と反応時間の影響

更に条件を絞り込むために、反応温度と反応時間の圧壊強度に及ぼす影響を調べ、最適条件を選定した。その結果、最適温度 250℃、最適時間 6Hr 以上であることが判った。

3) - 3. CO₂濃度の影響

最適温度 250℃、最適時間 6Hr の最適条件下で、CO₂濃度の圧壊強度に及ぼす影響を調べ、最適条件を選定した。その結果、最適 CO₂濃度 23%以上である事が判った。

4) 加温炭カル化ブリケットの実機投入試験

4) - 1. 加温炭カル化ブリケットの試作

最適温度 250℃、最適時間 6Hr、最適 CO₂濃度 30%の最適条件範囲の下で、図.8 の様な試作設備で加温炭カル化ブリケットを 6t 試作り、全自動耐圧試験機でブリケットの圧壊強度を測定 (n=900) した結果、3.3kN 以下の割合が 2.9%となり、目標値を大きくクリアーできた。

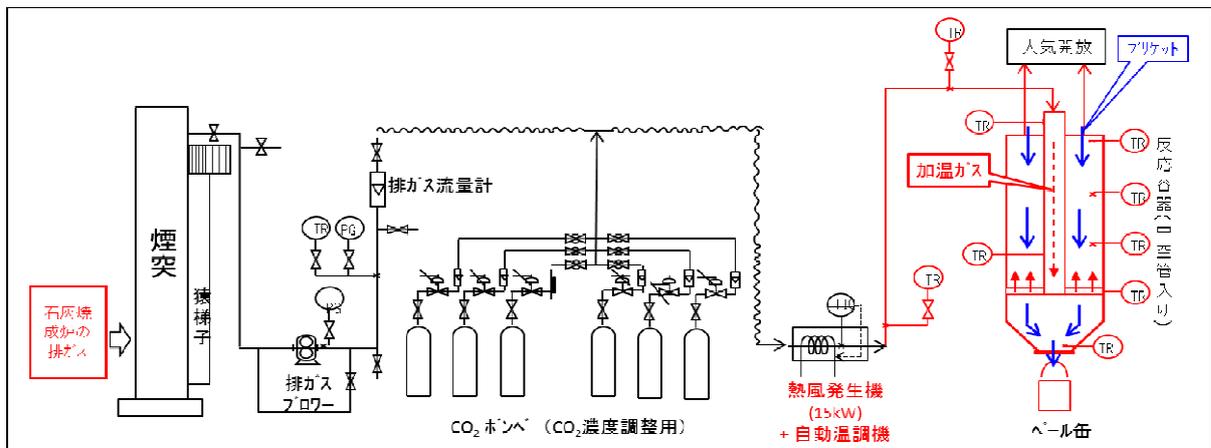


図.8 加温炭カル化ブリケット試作設備の概略図

4) - 2. 加温炭カル化ブリケットの実機投入試験

加温炭カル化ブリケット 6t (石灰石換算で石灰石約 80%に対して約 20%に相当) と石灰石 34t とを石灰焼成炉へ投入した。

その結果、石灰焼成炉内の外観、石灰焼成炉内でのブリケットの摩砕によるものと推測される石灰焼成炉からの集塵粉発生量は、ともに通常操業時と差が無く、ブリケットが石灰焼成炉内で摩砕された兆候は見られず、良好であった。

4) - 3. 焼成ブリケット (生石灰) の圧壊強度及び通常生石灰の圧壊強度

石灰焼成炉で焼成された加温炭カル化ブリケット (以下焼成ブリケットと呼ぶ) の圧壊強度、微細構造 (SEM)、成分 (蛍光 X 線分析)、鉍物組成 (粉末 X 線回折法)、貯蔵安定性 (恒温恒湿室: 30°C、80%での外観及び重量経時変化) を通常生石灰と比較した。

その結果、圧壊強度、微細構造、貯蔵安定性に殆ど差は無いが、成分、鉍物組成には通常生石灰との差が見られ、原因として、消石灰の原料となるカーバイド中の不純物に起因するものと思われる。

5) 成果

5) - 1. 消石灰 (粉末) の塊状化技術の検討

塊状化方法としてロール型圧縮式ブリケット成型機 (ブリケットマシン) を用いた方法とし、機種として新東工業 (株) 製の BMS II を選定した。

また、消石灰ブリケットの最適な塊状化条件として、ロール回転数 4rpm、ロール圧力 800kN を選定し、通常石灰石と略同等サイズ (68×43×27mm) の消石灰ブリケットを平均圧壊強度 1.3kN で、1.2t/Hr の能力で製造できる

ことを確認した。

5) - 2. 消石灰ブリケットの高強度化の検討

高強度化方法として漆喰の反応を利用して、試作した高強度化ブリケットを石灰焼成炉に投入した結果、更なる高強度化が必要であることが判明した。

5) - 3. 消石灰ブリケットの更なる高強度化の検討

更なる高強度化方法として加温処理することを見出し、最適な加温炭カル化条件として、反応温度 250℃、反応時間 6Hr 以上、CO₂ 濃度 23%以上を選定し、圧壊強度の目標値をクリアーする加温炭カル化ブリケットが製造できることを確認した。

5) - 4. 加温炭カル化ブリケットの実機投入試験

最適条件下で試作した加温炭カル化ブリケットを石灰焼成炉内に投入した結果、ブリケットは石灰焼成炉内で摩砕された兆候は見られず、得られた焼成ブリケットの物性も通常の生石灰とほぼ同等であることが確認された。

1 - 3. 開発した技術がもたらす効果

副産消石灰の塊状化技術及び高強度化技術は、ほぼ確立され、生石灰製造工程での副産消石灰の使用は可能と考える。また、得られた焼成ブリケット（生石灰）が通常の生石灰とほぼ同等の強度であったことから、次工程のカーバイド製造工程での使用の可能性も高まった。

1－4．環境政策への貢献

本事業は、カーバイド法アセチレンガス製造における副産消石灰をリサイクル利用する技術を確立することが目的であり、目的が達成されれば、原料石灰石を消石灰に置き換えることによる非エネルギー起源 CO₂ の削減及び省資源、消石灰を炭カル化するための CO₂ 源として石灰焼成炉の排ガスを利用することによる CO₂ リサイクル、更に、加温炭カル化のための燃料としてカーバイド法アセチレンガス製造において副産される余剰 CO ガス燃料を利用することによる省エネ効果など環境政策への貢献度は大きいものとする。

1－5．開発した技術の事業化の可能性

副産消石灰の塊状化技術及び高強度化技術については、ほぼ確立され、生石灰製造工程での副産消石灰の使用は可能になったと考える。しかし、副産消石灰から得られる生石灰には通常含まれない不純物や鉍物組成が認められ、次工程のカーバイド製造工程及び製造されるカーバイドの品質に及ぼす影響までは確認されていない。

以上より、事業化の可能性は十分あると考えるが、既存製造設備に展開可能なリサイクル技術の構築までには至っていない。

事業化を実現させるためには、既存製造設備を用いたカーバイドの連続製造試験に耐えうる実証設備を導入する必要がある。

2. 事業の目的

本事業は、副産消石灰をカーバイド法アセチレンガス製造工程においてリサイクル利用することを目的とする。通常カーバイドの原料となる生石灰の形状は直径数 cm の塊状であり、消石灰を使用した場合も同様の形状が必須となる。又、カーバイド法で使用する石灰焼成炉と電炉の反応炉、輸送、貯蔵等を経る際に当該形状を保持するために相当な強度が必要になる。したがって、副産消石灰のリサイクル化を行うためには、粉末状である消石灰の塊状化と高強度化の2条件が重要である。

本事業でこれらの技術確立をすれば、副産消石灰をリサイクルできるセメントプラントを持たない当社大牟田工場で展開することができる。大牟田工場のカーバイドの生産量は2.8万 t/年、石灰石の使用量は5.2万 t/年、副産消石灰の発生量は1.9万 t/年である。排水処理の中和剤として約0.9万 t/年外販するので、残り約1万 t/年が余剰として外部での有償処理となる。この余剰消石灰を石灰石換算で20～25%配合し、リサイクルできれば0.43～0.55万 t/年のCO₂排出量を削減することが可能であり、同時に1.0～1.3万 t/年もの石灰石を削減でき、大幅な経済効果も期待できる。

3. 開発した技術の詳細

3-1. 消石灰（粉末）の塊状化技術の検討

1) 塊状化方法及び機種を選定

主な塊状化方法として、①転動法：塊状化物の形状として球、②押出法：円柱、③圧縮法：ペレット、ブリケットが知られている。その中でも、高強度塊状化物が得られ、高製造能力であるロール型圧縮式ブリケット成型機（ブリケットマシーン）による塊状化方法を選定した。ロール型圧縮式ブリケット成型機とは、図.9

の様に、ロール上部より縦型スクリーンで原料を押し込むと同時に、二本のロールで圧縮しながら、ロールポケットの形状に連続的に成型する成型機のことである。

また、機種としては、図.10 の様な機種を用いたメーカー（新東工業(株)）試験の結果、表.1 の様に、通常 of 石灰石（30～80mm）と略同等サイズ

（68×43×27mm）の消石灰ブリケットが連続的に大量製造可能であることが確認された BMS II を選定し、導入した。

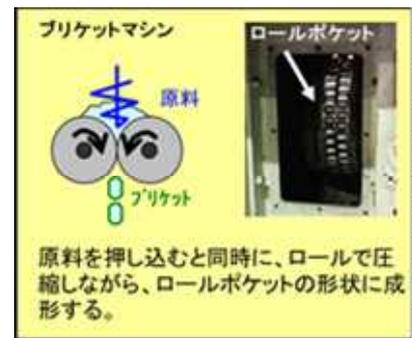


図.9 ブリケットマシンの原理



図.10 メーカー試験で使用したブリケットマシン

表.1 メーカー試験結果

評価			ブリケットサイズ			
			小	中	大	
ブリケットマシン			BGS I	BMS II	BMS II	BMS II
重量		g	5.4	36	50	91
サイズ	タテ	mm	29	46	59	68
	ヨコ	mm	18	35	31	43
	タカサ	mm	10	22	24	27
製造能力		kg/h	110	1300	1500	1420

2) 補助事業設備（ブリケットマシン）による塊状化条件の最適化

図.11 の様な消石灰サイロからの抜出設備～ブリケットマシンを含む平成23年

度の補助事業設備を用いて、下記試験条件による試験の結果、図.12 の様に得られたブリケットの圧壊強度が高く、歩留り (+30mm) が高い、最適な塊状化条件として、ロール回転数 4rpm、ロール圧力 800kN を選定した。



図.11 補助事業設備(ブリケットマシン)

<試験方法>

①ブリケットマシン：新東工業(株)製の BMS II

②試験条件

{	ロール回転数：3、3.5、4rpm
	ロール圧力：400、600、800kN

③評価項目：圧壊強度(n=10の平均値)及び歩留(+30mmの割合)

④圧壊強度測定装置：前川製作所製の全自動耐圧試験機(ACD-20S-E)

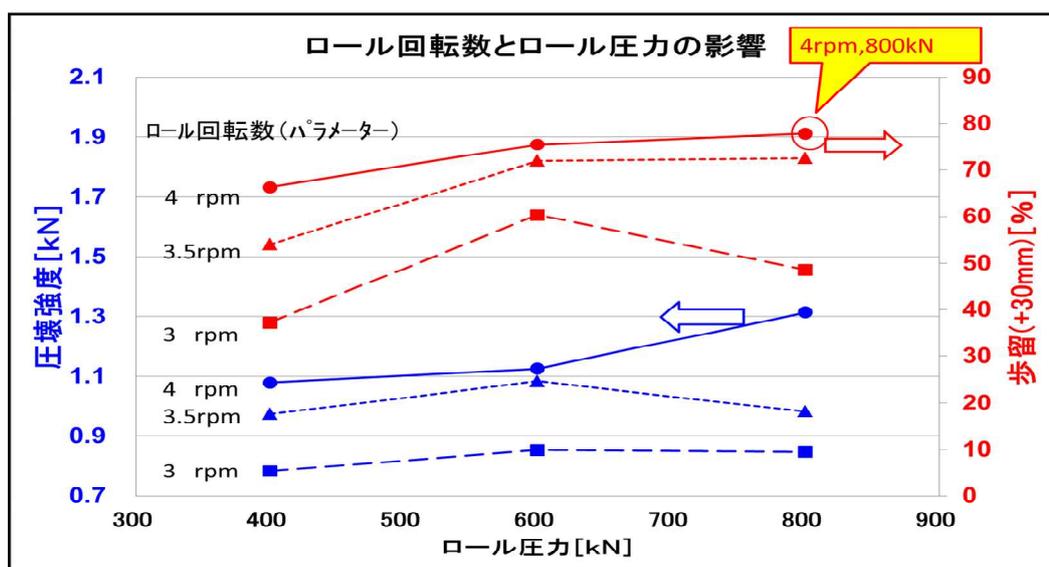


図.12 補助事業設備による試験結果(ロール回転数・圧力が強度・歩留に及ぼす影響)

3-2. 消石灰ブリケットの高強度化の検討

1) 圧壊強度の測定方法

図. 13 の様に、ブリケットに全自動耐圧試験機（前川製作所）で連続的に力（kN）を加え、ブリケットが破壊された瞬間の最高値をそのブリケットの圧壊強度とした。



図.13 全自動耐圧試験機（前川製作所）

2) 消石灰ブリケット圧壊強度の目標値の設定

通常使用している石灰石の圧壊強度を全自動耐圧試験機で測定（n=30）した結果、図. 14 の様に、石灰石の最低強度 3.3kN の割合が 10% であることから、消石灰ブリケット圧壊強度の目標値を 3.3kN 以下が 10% 以下と設定した。

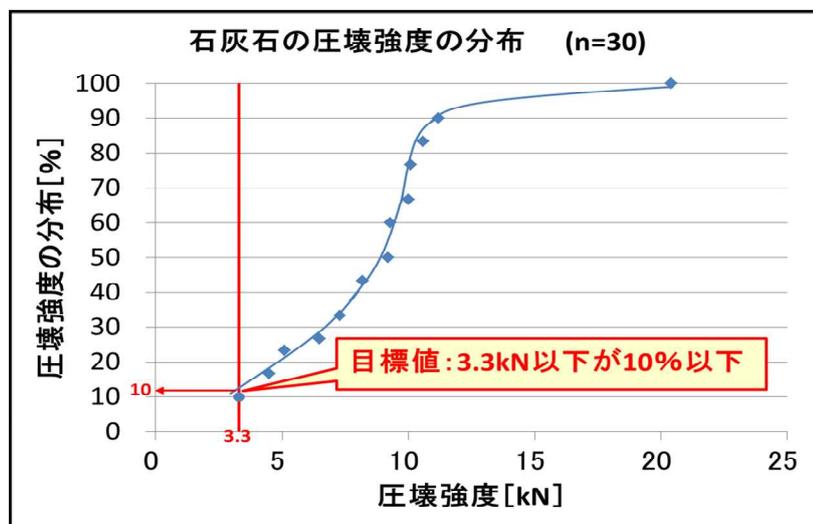


図.14 強度目標値の設定（石灰石の圧壊強度の分布）

3) 消石灰ブリケットの高強度化方法の選定

消石灰ブリケットの高強度化方法として、図. 15 の様に、漆喰中の消石灰が常温で大気中の炭酸ガスと反応して、膨張、緻密化することで硬化することを利用することとした。（以下、常温炭カル化と呼ぶ）

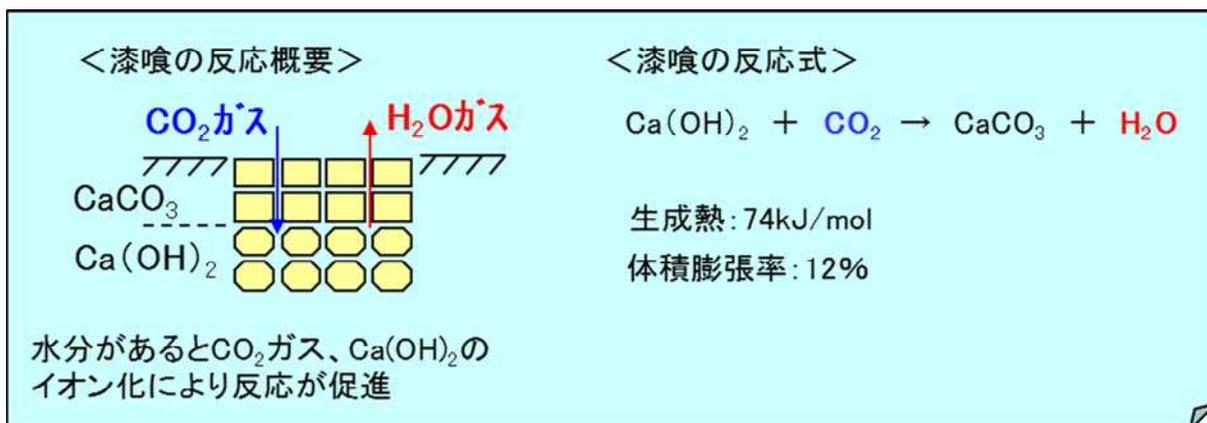


図.15 漆喰の反応 (常温炭カル化)

4) 常温炭カル化ブリケットの試作

平成 23 年度の補助事業設備 (ブリケットマシン) を用い、ロール回転数 4rpm、ロール圧力 800kN の最適条件下で連続的にブリケットを試作した。次に、図. 16 の様な反応容器及び記載された条件下で、常温炭カル化による高強度ブリケットを 8t 試作した。この高強度化ブリケットを全自動耐圧試験機で圧壊強度を測定 (n=240) した結果、図. 17 の様に、目標値 3.3kN 以下の割合が 10%以下に対して、42%となり、目標値をクリアーできなかった。

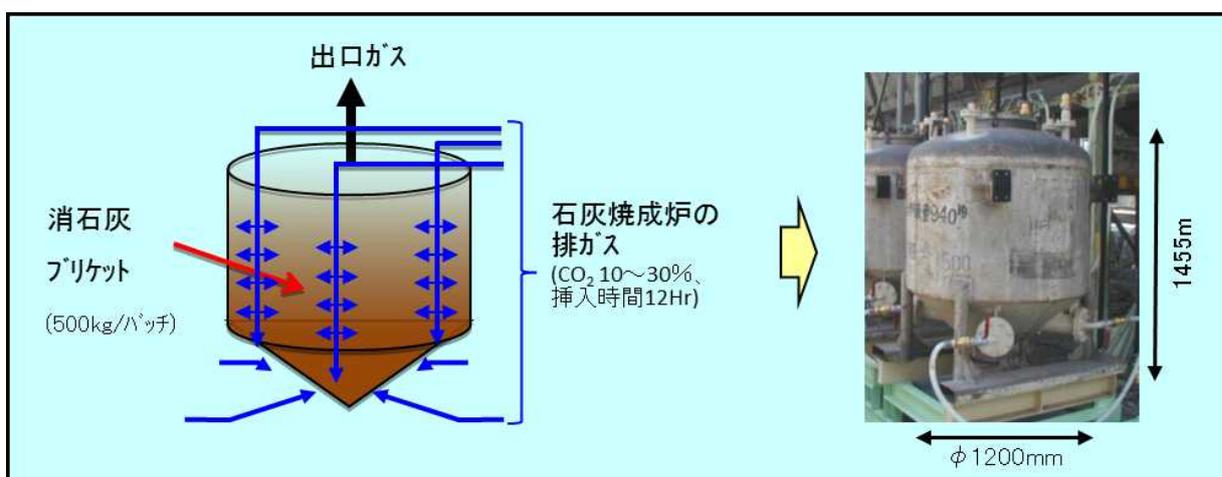


図.16 常温炭カル化に用いた反応容器

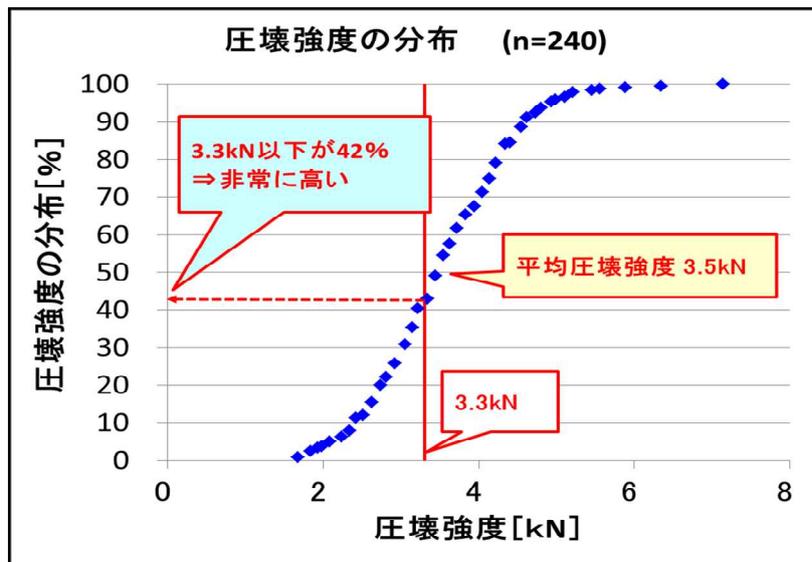
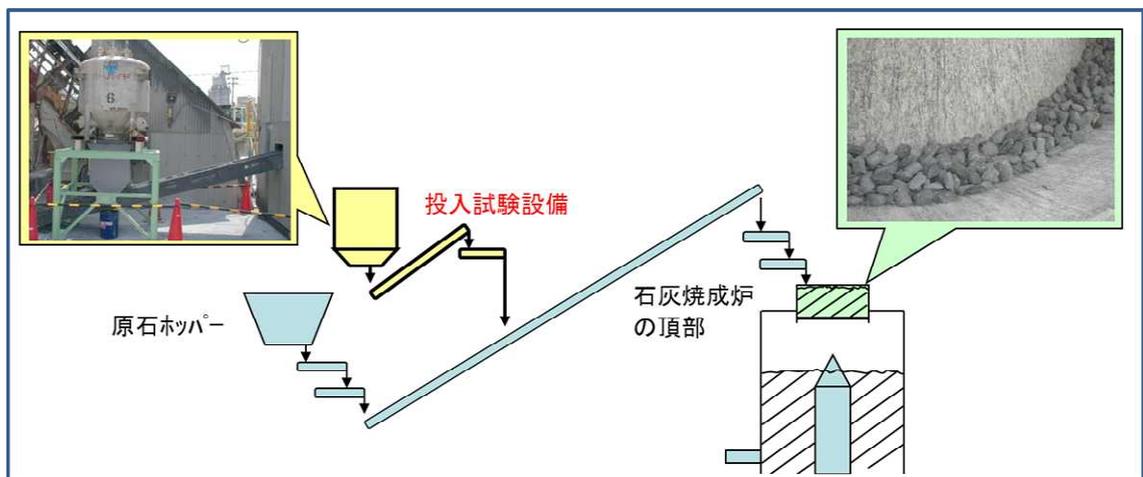


図.17 常温炭カル化ブリケットの圧壊強度の分布

5) 常温炭カル化ブリケットの実機投入試験

常温炭カル化ブリケット 8t (石灰石換算で石灰石約 80%に対して約 20%に相当) と石灰石 45t とを図. 18 の様に石灰焼成炉へ投入した。

その結果、図. 19 の様に、石灰焼成炉内でのブリケット摩砕によるものと推測される石灰焼成炉からの集塵粉発生量が増加したことから、消石灰ブリケットの更なる高強度化が必要であることが判った。



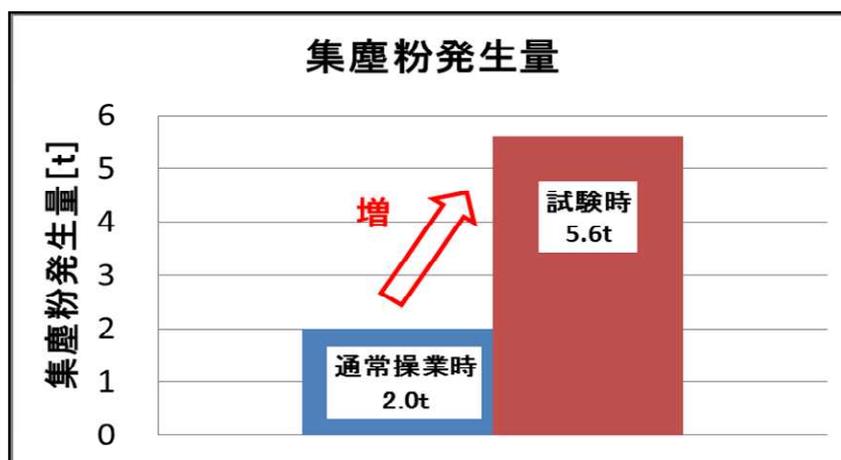


図.19 常温炭カル化ブリケットの実機投入試験結果
(通常作業時と試験時との集塵発生量の比較)

3-3. 消石灰ブリケットの更なる高強度化の検討

更なる高強度化の方法として、消石灰の炭カル化反応が進めば強度も増すのではないかとの考えから、様々な条件（反応温度、反応圧力、反応ガス濃度、反応ガス量など）下での小規模試験を実施した結果、処理処理することで強度が飛躍的に向上することを見出し、以下検討を進めた。

1) 加温炭カル化の検討（温度の影響）

下記試験条件の下、小規模試験（6ブリケット/バッチ）において、ブリケットの圧壊強度に及ぼす温度の影響を確認した。その結果、図.20の様に200～300℃の範囲でブリケットの圧壊強度が高いことから、好ましい範囲であることが判った。

<試験方法>

- | | | |
|-----------|---|--|
| ①加温炭カル化条件 | { | バッチ量：6ブリケット/バッチ、反応時間：3Hr |
| | | 反応ガス量：10Nℓ/min (CO ₂ 濃度 100%) |
| | | 反応温度：100、150、200、300、350、400℃ |
| ②評価項目 | | ：ブリケットの圧壊強度(n=6の平均値) |

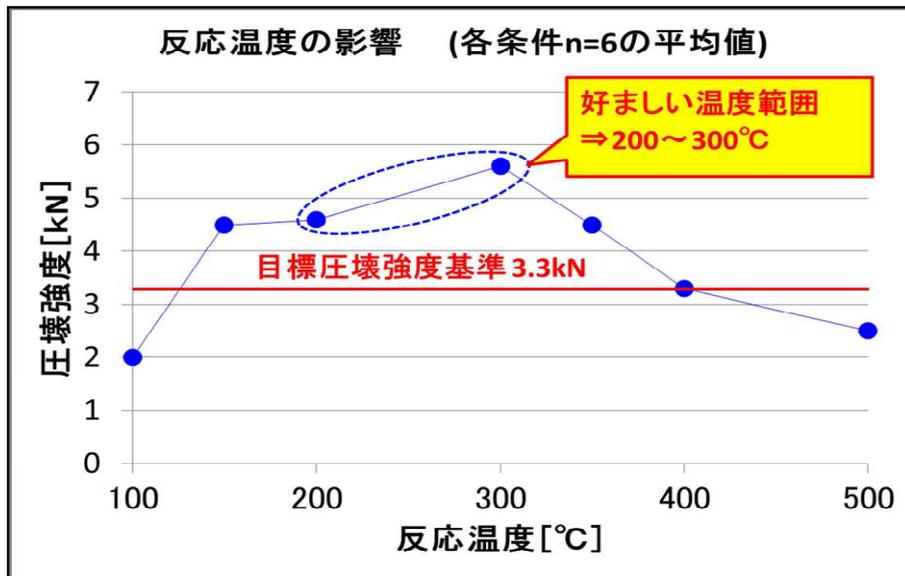


図.20 反応温度が加温炭カル化ブリケット強度に及ぼす影響

2) 反応温度と反応時間の影響

更に条件を絞り込むために、下記試験条件の下、反応温度と反応時間の圧壊強度に及ぼす影響を調べ、最適条件を選定した。その結果、図. 21 の様に、短い反応時間で、目標値 3.3kN 以下の割合が 10%以下となる最適条件は、温度 250°C、時間 6Hr 以上であることが判った。

<試験方法>

- | | | |
|-----------|---|---|
| ①加温炭カル化条件 | { | バッチ量：100 ブリケット/バッチ
反応ガス量：18Nm ³ /Hr (CO ₂ 濃度 48%)
反応温度：150、200、250°C
反応時間：4、6、9、12Hr |
| ②評価項目 | | ：ブリケットの圧壊強度 (n=30) |

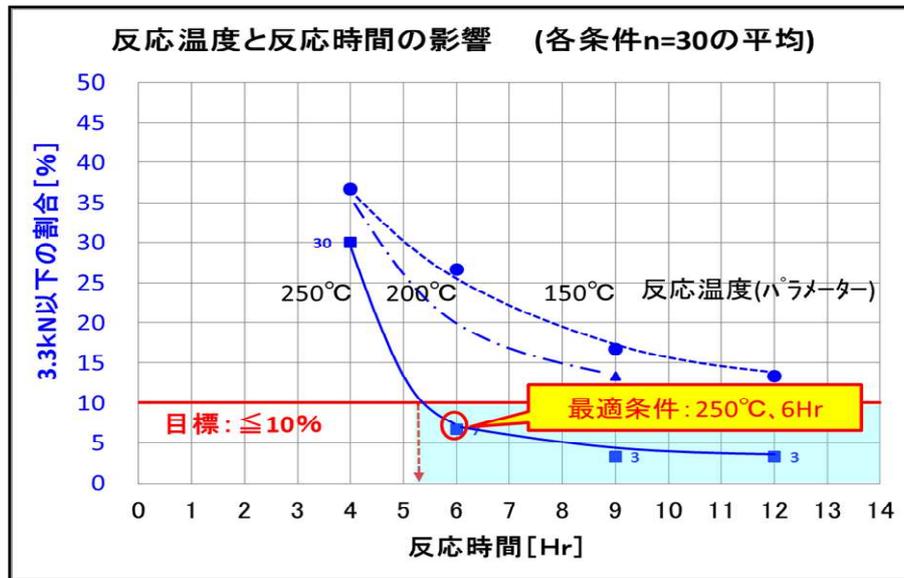


図.21 反応温度・時間が加温炭カル化ブリケット強度に及ぼす影響

3) CO₂濃度の影響

最適温度 250°C、最適時間 6Hr の最適条件下（その他の条件は下記参考）で、CO₂濃度の圧壊強度に及ぼす影響を調べ、最適条件を選定した。その結果、図. 22 の様に、最低の CO₂濃度で、目標値 3.3kN 以下の割合が 10%以下となる最適条件は、CO₂濃度 23%以上であることが判った。

<試験方法>

- ①加温炭カル化条件

{	バッチ量: 100 ブリケット/バッチ、反応ガス量: 18Nm ³ /Hr、反応温度: 250°C、反応時間: 6Hr CO ₂ 濃度: 12、20、24、36、48%
---	--
- ②評価項目 : ブリケットの圧壊強度 (n=30)

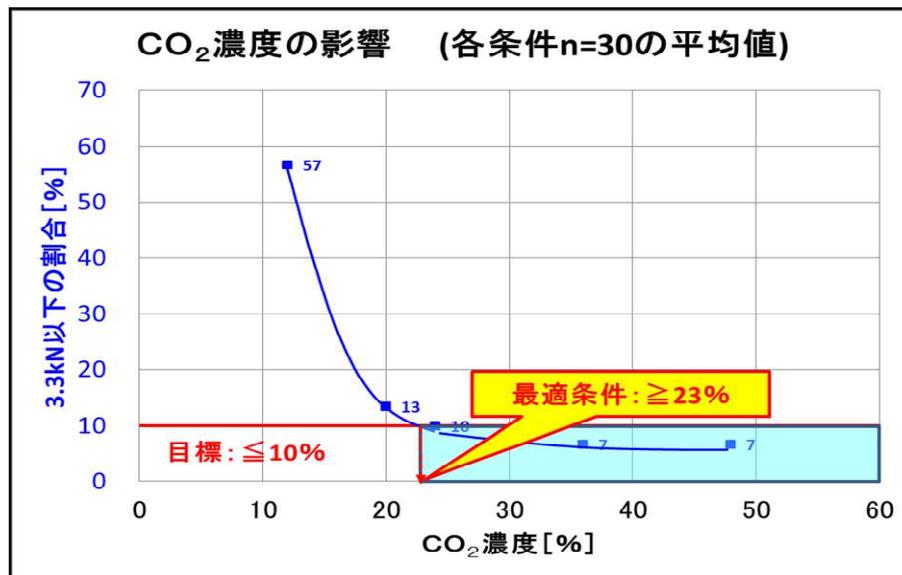


図.22 CO₂濃度が加温炭カル化ブリケット強度に及ぼす影響

3-4. 加温炭カル化ブリケットの実機投入試験

1) 加温炭カル化ブリケットの試作

最適温度 250°C、最適時間 6Hr、最適 CO₂濃度 30%の最適条件範囲の下（その他の条件は下記参考）で、図. 23 の様な試作設備で加温炭カル化ブリケットを 6t 試作し、全自動耐圧試験機でブリケットの圧壊強度を測定 (n=900) した結果、図. 24 の様に、目標値 3.3kN の割合が 10%以下に対して、2.9%となり、目標値を大きくクリアーできた。

<加温炭カル化ブリケットの試作>

- | | | |
|-----------|---|--|
| ①加温炭カル化条件 | { | バッチ量：300kg/バッチ、反応時間：6Hr、 |
| | | 反応ガス量：80Nm ³ /Hr（石灰焼成炉排ガスと濃度調整用 CO ₂ ボンベガスを使用） |
| | | CO ₂ 濃度：30% |
| ②評価項目 | | : ブリケットの圧壊強度 (n=900) |

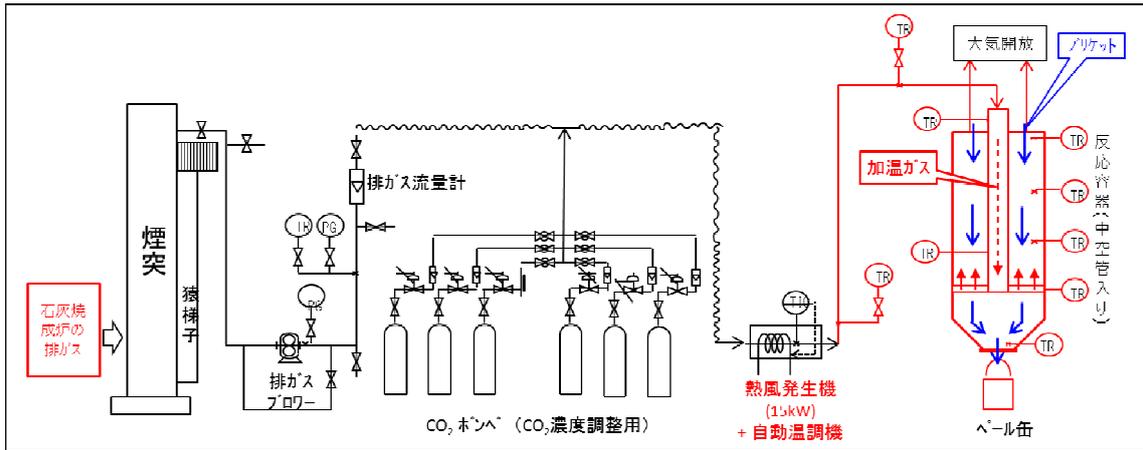


図.23 加温炭カル化ブリケット試作設備の概略図

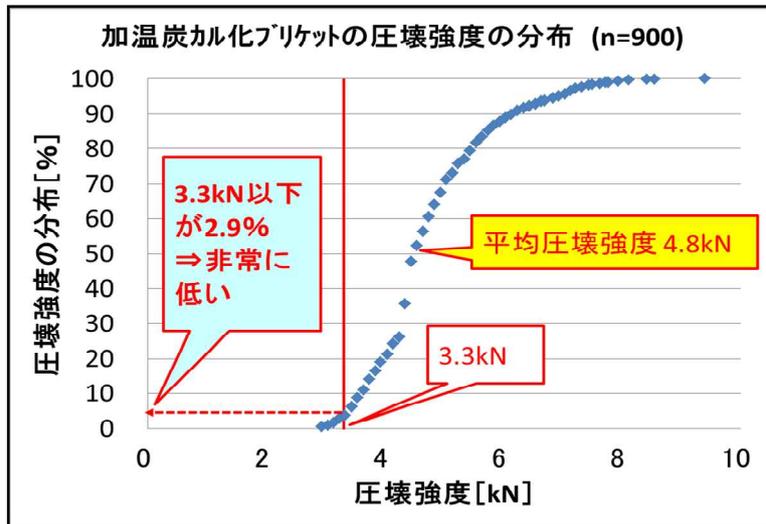


図.24 加温炭カル化ブリケットの試作品の圧壊強度の分布

2) 加温炭カル化ブリケットの実機投入試験

加温炭カル化ブリケット 6t (石灰石換算で石灰石約 80%に対して約 20%に相当) と石灰石 34t とを図. 25 の様に石灰焼成炉へ投入した。

その結果、図. 26 の様に、石灰焼成炉内の外観、石灰焼成炉からの集塵発生量は、ともに通常操業時と差が無く、ブリケットが石灰焼成炉内で摩砕された兆候は見られず、良好であった。

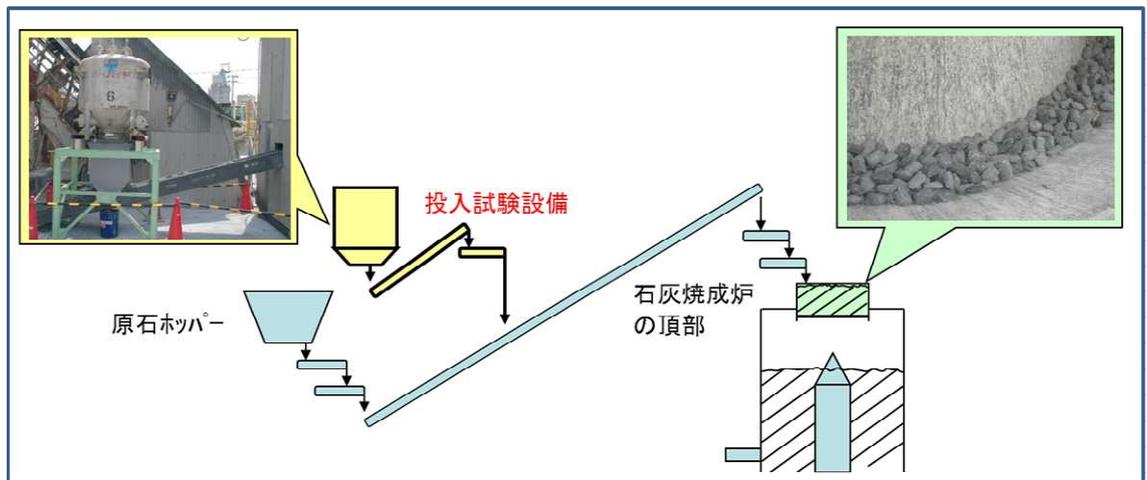


図.25 実機投入試験方法の概略図

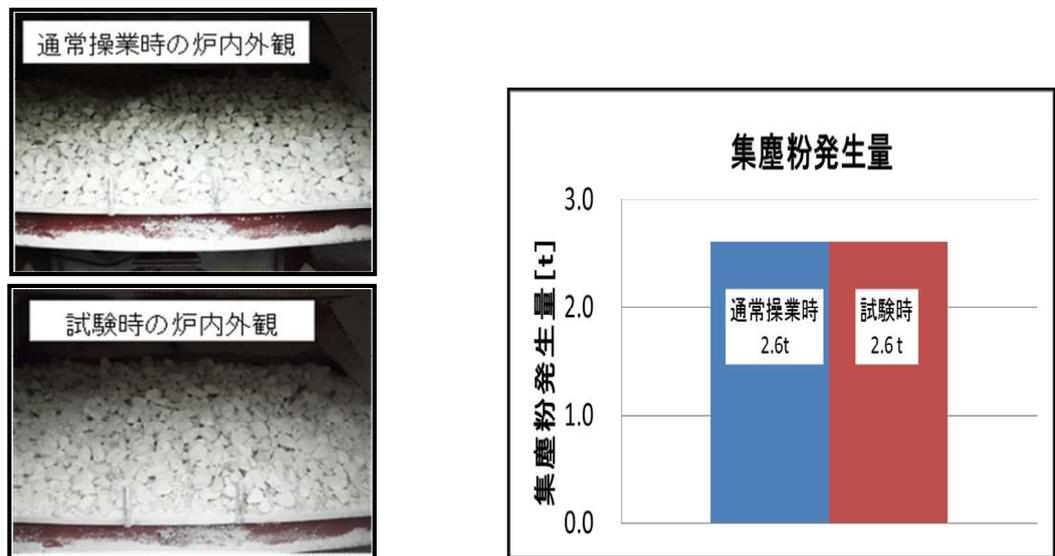


図.26 加温炭カル化ブリケットの実機投入試験結果
(通常操作時と試験時との炉内外観・集塵粉発生量の比較)

3) 焼成ブリケット（生石灰）の圧壊強度及び通常生石灰の圧壊強度

石灰焼成炉で焼成された加温炭カル化ブリケット（以下焼成ブリケットと呼ぶ）の圧壊強度、微細構造（SEM）、成分（蛍光 X 線分析）、鉍物組成（粉末 X 線回折法）、貯蔵安定性（恒温恒湿室：30℃、80%）を通常生石灰と比較した。

その結果、図. 27 から圧壊強度、図. 28 から微細構造、図. 29 から貯蔵安定性と各々、殆ど差が無いが、表. 2 の様に成分、鉍物組成には通常生石灰との差が見られ、原因

として、消石灰の原料となるカーバイド中の不純物に起因するものと思われる。

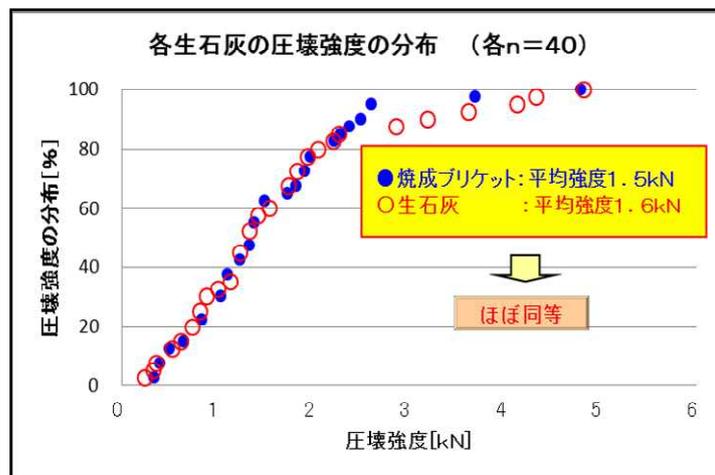


図.27 焼成ブリケットと通常生石灰との圧壊強度分布の比較

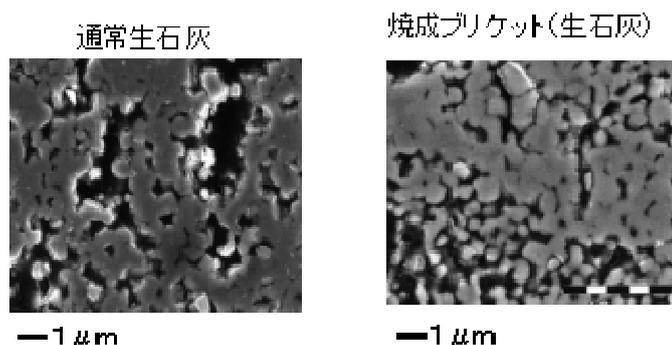


図.28 焼成ブリケットと通常生石灰との微細構造 (SEM) の比較

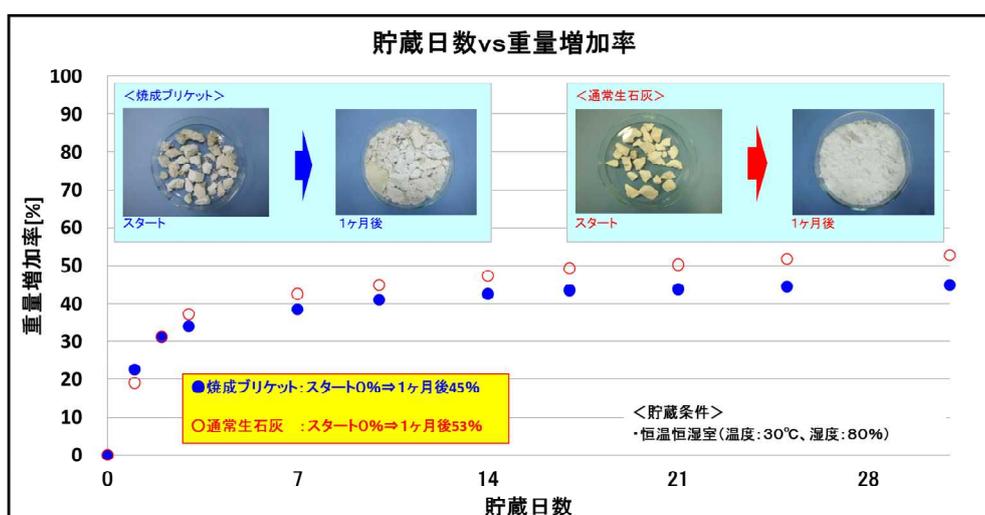


図.29 焼成ブリケットと通常生石灰との貯蔵安定性の比較

表.2 焼成ブリケットと通常生石灰との成分・鉱物組成の比較

サンプル	成分(%)								鉱物組成
	CaO	F-C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SO ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	P ₂ O ₅	
焼成ブリケット (生石灰)	94	3	2	1	1	0.3	0.2	<0.1	CaO,Ca(OH) ₂ ,Ca ₄ Al ₆ O ₁₂ SO ₄ , Ca ₅ (SiO ₄) ₂ SO ₄
通常生石灰	97	3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	<0.1	CaO,Ca(OH) ₂

3-5. 成果

1) 消石灰（粉末）の塊状化技術の検討

塊状化方法としてロール型圧縮式ブリケット成型機（ブリケットマシーン）を用いた方法とし、機種として新東工業(株)製のBMSⅡを選定した。このブリケットマシーン含む設備を平成24年2月に補助事業設備として設置し、消石灰ブリケットの塊状化条件の最適化を行った。

その結果、ロール回転数4rpm、ロール圧力800kNの条件下で、通常の石灰石と略同等サイズ（68×43×27mm）の消石灰ブリケットを平均圧壊強度1.3kNで、1.2t/Hrの能力で製造できることを確認した。

2) 消石灰ブリケットの高強度化の検討

高強度化方法として漆喰中の消石灰が常温で大気中の炭酸ガスと反応して、膨張、緻密化することで硬化する原理を利用して、高強度化ブリケットを試作し、石灰焼成炉に投入する実機投入試験を実施した。

その結果、更なる高強度化が必要であることが判明した。

3) 消石灰ブリケットの更なる高強度化の検討

更なる高強度化方法として、消石灰の炭カル化反応が進めば強度も増すのではな

いかとの考えから、様々な条件（反応温度、反応圧力、反応ガス濃度、反応ガス量など）下での小規模試験を実施した結果、加温処理することで強度が飛躍的に向上することを見出し、消石灰ブリケットの更なる高強度化、すなわち、加温炭カル化条件の最適化を行った。

その結果、反応温度 250℃、反応時間 6Hr 以上、CO₂濃度 23%以上の条件下で、圧壊強度の目標値である 3.3kN 以上が 10%以下をクリアする加温炭カル化ブリケットが製造できることを確認した。

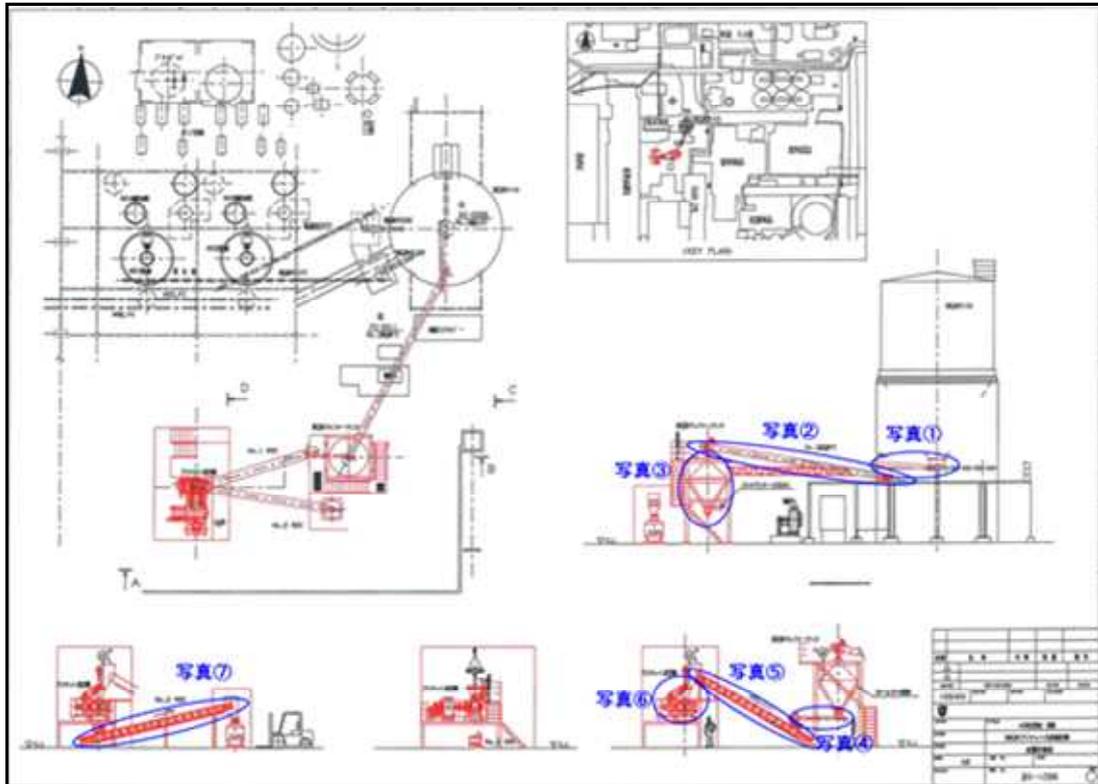
4) 加温炭カル化ブリケットの実機投入試験

最適条件 250℃、最適時間 6Hr、最適 CO₂濃度 30%の最適条件範囲の下で試作した加温炭カル化ブリケットを石灰焼成炉内に投入する実機投入試験を実施した。

その結果、ブリケットは石灰焼成炉内で摩砕された兆候は見られず、得られた焼成ブリケットの物性を通常の生石灰と比較すると、成分、鉱物組成以外の圧壊強度、微細構造、貯蔵安定性に殆ど差が無いことが確認された。

4. 実証施設の設置場所等

＜副産消石灰リサイクル化実証設備（ブリケット化）＞

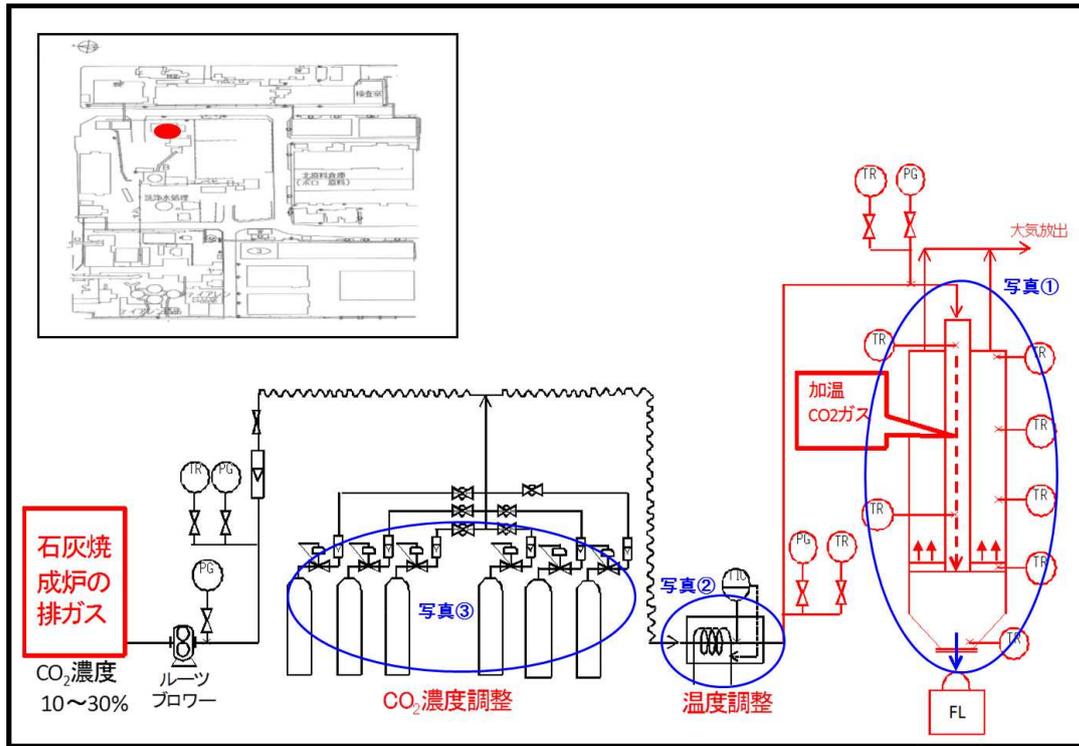


全景写真





<加温炭カル化試験設備>



5. 開発した技術がもたらす効果

副産消石灰の塊状化技術及び高強度化技術は、ほぼ確立され、生石灰製造工程での副産消石灰の使用は可能と考える。また、得られた焼成ブリケット（生石灰）が通常の生石灰とほぼ同等の強度であったことから、次工程のカーバイド製造工程での使用の可能性も高まった。

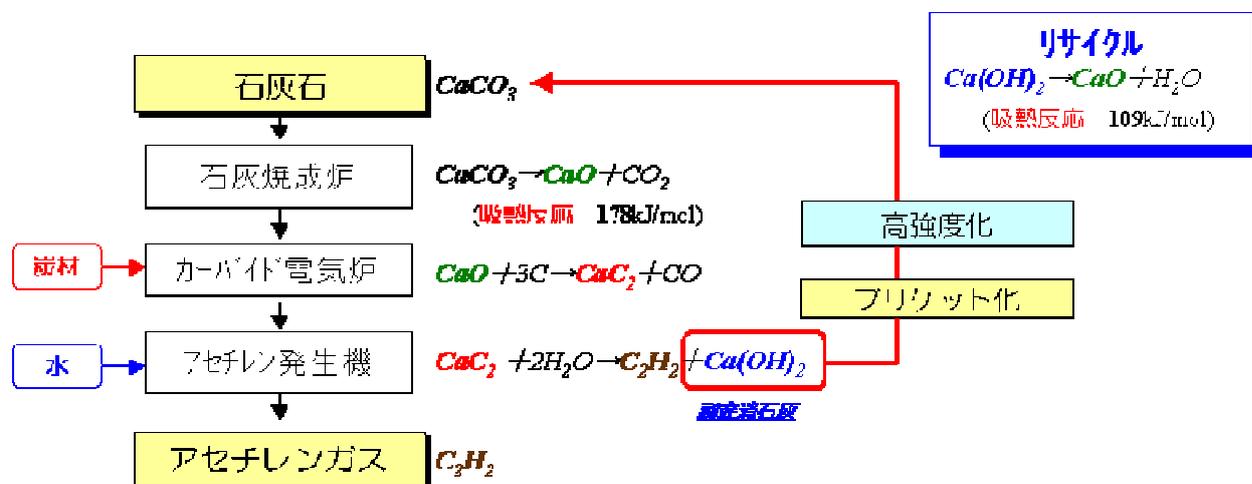
6. まとめ

本事業は、カーバイド法アセチレンガス製造における副産消石灰をリサイクル利用する新規の実証技術を確立することを目的とする。目標達成のためには、粉末状である副産消石灰の塊状化、すなわちロール型圧縮ブリケット成型機による成型技術と高強度化、すなわち消石灰ブリケットの加温炭カル化技術の2つの技術を連携させて、実用化に必要なリサイクル実証プロセスを構築することである。

上記、重要な2つの技術は、ほぼ確立されたと考えるが、2つの技術を連携させた実用化に必要なリサイクル実証プロセスの構築までには至っていない。前述したが、副産消石灰から得られる生石灰には通常含まれない不純物や鉍物組成が認められ、次工程のカーバイド製造工程及び製造されるカーバイドの品質に及ぼす影響までは確認されていない。

事業化を実現させるためには、既存製造設備を用いたカーバイドの連続製造試験に耐えうる実証設備を導入し、更なる検討が必要と考える。

7. 概要図



8. 英文概要

・研究課題名

Developing recycle technique of calcium hydroxide, by product
In acetylene gas process from calcium carbide

・代表研究者名及び所属

MASANOBU MAMEKI
DENKI KAGAKU KOGYO CO., LTD.
OMUTA PLANT
CERAMIC RESEARCH DEPARTMENT

・要旨

In calcium carbide method acetylene production, it is to build a reduction of the carbon dioxide discharge and acetylene production technology superior in economy by recycling vice-product calcium hydroxide as some limestone.

- ・キーワード

calcium carbide method acetylene production , carbon dioxide discharge,
acetylene production technology , recycling ,
vice-product calcium hydroxide

9. その他

- ・出願特許：特願 2010-211579