

# 石灰安定処理碎石微粉末の製造設備の開発

## DEVELOPMENT OF INSTRUMENT MAKING CRUSHED STONE POWDER TREATING WITH QUICKLIME

万波一朗\*・横倉 実\*\*

by Ichiro MANNAMI and Minoru YOKOKURA

### 1. はじめに

石灰の製造は石灰石の焼成過程で水洗工程を必要としており、そのときに発生する石灰石のスラッジはセメント等の原料として利用するためにハンドリング性向上、運搬費の低減を図るため生石灰を用いて脱水処理することがしばしば行われている。各社がこの工程の効率化を求めて開発したプラントが土質改良プラントに応用され、改良土プラントの効率化に寄与している。

同様に碎石スラッジの用途開発のために種々の試みの結果、このプラントが応用可能との判断のもとに碎石工場にスラッジ（脱水処理ケーキ）の安定処理のプラントを建設して現在実稼動しながらその性能実験を試みている。

一方、(社)日本碎石協会は碎石製品の品質向上のため、碎石の水洗工程から発生する碎石スラッジの処理に頭を悩ましてきた状況下で、この度この碎石スラッジの資源化の目処がたち、水硬性複合路盤材の材料規格、製造マニュアルの制定に至った。

その製造マニュアルに制定されている規格をクリアできるプラントの開発ができていない状況下において、筆者等が取り組んできたプラントに新しいプロセスを導入して、この碎石スラッジの資源化を達成するために製造プラントの開発を進めてきた。現在では環境面から見ても水洗比率が増加することは容易に想定され、スラッジ類の資源化は時代の必要条件として認識されている。このように水洗処理設備から排出される脱水ケーキの処理が、大きな問題として顕在化してきた現在では、このケーキを目的に合わせて適性処理して資源化することは製造業の責務として認識されるべきである。

粘性土のハンドリング性や締固め性、強度特性の改善を目的に開発した多軸混合機により脱水ケーキと生石灰を混合処理した水洗処理物はセメント原

料として、また建設発生土は改良土として埋め戻し材料や路床材として活用されているところにおいて、この度の水硬性複合路盤材の添加剤としての石灰安定処理碎石微粉末の規格を満たすプラントを開発した連続分散造粒機の概要を紹介する。

現状はこのプロセスにより石灰石のケーキが10～0mmに加工され、生石灰の焼成用原料石灰としてリサイクルされている。また、昭和45年から東京都青梅市において碎石の採掘を開始し、現在では月産約200,000tの碎石を生産しているが、最近の路盤材の需要減により碎石工場は単サイズ化への移行が進んでいる。これに伴って更なる水洗が必要となり、現在では月産13,000tの脱水ケーキが排出されているが、碎石スラッジの場合は主として崩壊防止を目的に多軸混合機により生石灰と混合し、自社内堆積に、一部をセメント原料や埋め戻し材、遮水材料、不陸整正材料等の建設資材として利用されている。このように石灰石ケーキと同様に、生石灰と混合し、解砕機により10～0、20～0mmに解砕し、石灰処理ケーキを数日間養生した後、出荷しているが、石灰石ケーキと比べればその用途は限られているため、その品質要求は多面性をもっている。すなわち、路盤材への添加材としての材料特性5～0mmのサイズに加工する必要があるなどである。

現在では他の用途向けに活用すべく研究が進んでいるものの、前述したプロセスでは製品の養生期間が必要であり、製品の移動、運搬工程が発生し、コスト高となっていた。これを解消すべく、今回、石灰石ケーキで実績のある連続分散造粒機に混練機を組み込み一連のシステムからなる養生工程を必要としない脱水ケーキの細粒化する技術を開発したので、ここに紹介する。細粒化は用途により種々のサイズが考えられるが現状では5～0mm、10～0mm、20～0mmが想定される。

### 2. 本システムの特徴

- ①ケーキ排出装置により、対象となる脱水ケーキの安定したフィードが可能となった。
- ②正確な生石灰添加量管理が可能な生石灰添

\* (社)日本碎石協会碎石スラッジ資源化委員会幹事、〒190-1204 東京都西多摩郡瑞穂町栗原新田 107

\*\* 奥多摩工業(株)技監 奥多摩工業(株)エンジニアリング部

加システムを保有している。

③生石灰の脱水ケーキ内部への均一分散が達成された。

等により混練機と連続分散造粒機からなるプロセスによる、短時間養生での生石灰の脱水ケーキの性状改善処理が可能となった。

### 3. 本システムの組み合わせ

図1に本細粒化プラントのフローを示す。

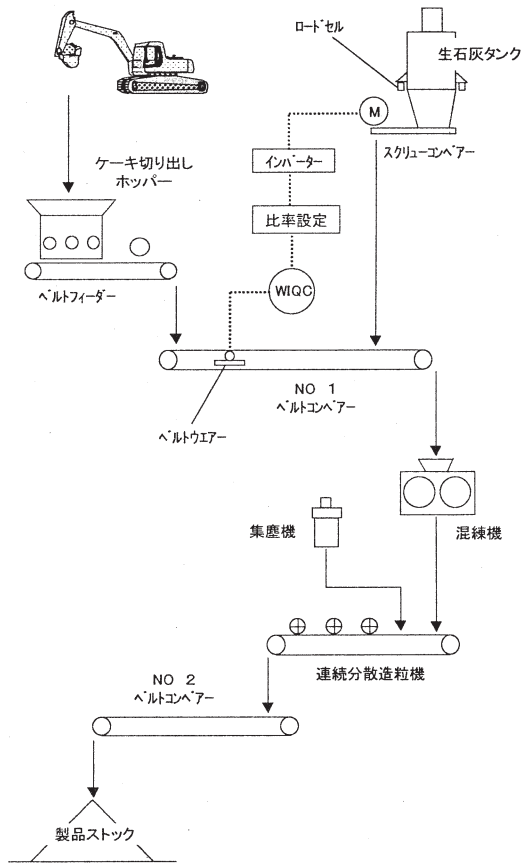


図1 細粒化プラントフローシート

#### 3・1 ケーキ切り出しシステム

ケーキ切り出しホッパーは、過去20年以上の実績がある方式を採用した。

ホッパー内部には、ブリッジブレーカーとブリッジバーを備え、ケーキの性状に合わせてそれらの間隔を適宜変更することにより、対象となるケーキに対して安定した抜き出しが可能である。

リッジブレーカーより切り出されたケーキは、ベルトフィーダーによって抜き出されると同時に、ゲートロールにより10mm程度(用途に応じて適宜変更可能)の厚さに加工された後、必要に応じてケーキカッターで処理され、次工程へと送られる。

#### 3・2 ケーキの計量及び生石灰添加システム

ケーキ、生石灰添加量の計量システムは、改良土プラントで実績のあるシステムを採用した。正確な生石灰添加量の管理が可能である。

ベルトフィーダーにより抜き出されたケーキは、NO1 ベルトコンベアーに乗り継ぎ、ここでベルトウェアにより重量計量される。瞬時に重量計量された値は、比率演算機により生石灰の添加率に応じた比率演算を施され、生石灰添加スクリーコンベアー回転コントロール用のインバーターに入力される。これによりケーキの重量変化に対し、一定した比率の生石灰が添加される。また、生石灰タンクはロードセルにより重量計量され、時間単位の使用量の管理、生石灰の在庫量管理が可能である。

#### 3・3 混練機の構造

混練機は、今回新たに奥多摩工業(株)と前川工業所(株)が共同開発した。

NO1 ベルトコンベアーでケーキに生石灰が添加された後、混練機に送られる。混練機は2軸のロールからなり、ケーキ内部に生石灰を練込む作用を有する。混練機により処理されたケーキは数mm厚さ(目的により変更可能)に加工され排出される。これによりケーキと生石灰の接触面積が増加し、ケーキ中の水分と生石灰の反応が促進される。

#### 3・4 連続分散造粒機

ベルトコンベアー上に複数基のチョッパーローターを配し、チョッパーの剪断と攪拌効果によりケーキを分散、混合及び造粒を行う装置である。チョッパーローターの本数とチョッパー周速を適宜選定することにより、目的の製品粒度を達成することができる。

また、装置内ではある程度の滞留時間があり、混練機で完全に分散・添加されなかった生石灰を、均一に分散混合する効果を有する。

#### 3・5 集塵機設備

集塵機は連続分散造粒機の上部に設置され、一次混練機の投入シュート部と下部排出部の集塵を行う。集塵された生石灰は直接連続分散造粒機に投入され、チョッパーによりケーキと混合される。

チョッパーで十分に混合されるため、連続分散造粒機の出口からは発塵しない。

#### 3・6 製品ベルトコンベアー

連続分散造粒機で細粒化されたケーキは、製品ベルトコンベアー(NO2ベルトコンベアー)によりストックヤードに蓄積される。

製品コンベアーの機長は、製品のストック量に応じて変更する。

3・7 製品ストックヤード

雨水等による水分変化を避けるために、上屋（テントシート等でもよい）を設置することが必要である。

4. 安定処理材（改良材）

安定処理材（改良材）としては石灰系改良材を使用する。

ケーキ内部に均一に分散練込ができるように、微粉末が好ましいが3～0mmであれば即時反応が可能。

表1に試験運転に使用した生石灰の品質を示す。

表1 生石灰の品質

粒度	活性度
28メッシュ全通	400ml

活性度は50g、5分値を示す。

5. 実施例

5・1 生石灰添加率と製品粒度

生石灰の添加率を増していくと製品粒度は細くなる傾向にあるが、これは生石灰とケーキ中の水分が反応し含水率が低下することにより、ケーキが分散しやすくなることが確認された。

ケーキ中の1%の水分を下げるためには、ケーキに対して約3%の生石灰が必要であるが実際には生石灰の反応熱による水分の蒸発があるため、3%より低い値となる。生石灰の使用量を減らすためには、脱水処理過程でケーキ水分を下げる事が重要である。

図2に生石灰添加率と製品粒度の関係を示す。チョッパー本数は連続分散造粒機のチョッパーローターを通過した回数を表す。

本データから分かるように、要求される製品粒度にあわせてチョッパーの本数を選択することが可能である。

図3に製品の粒度分布を示す。

5・2 生石灰添加率と CBR

図4に生石灰添加率と CBR の関係を示す。

生石灰添加率にほぼ正比例して CBR も増加する。

CBR 値を20%に確保するためには、生石灰添加率2%程度で達成可能となった。

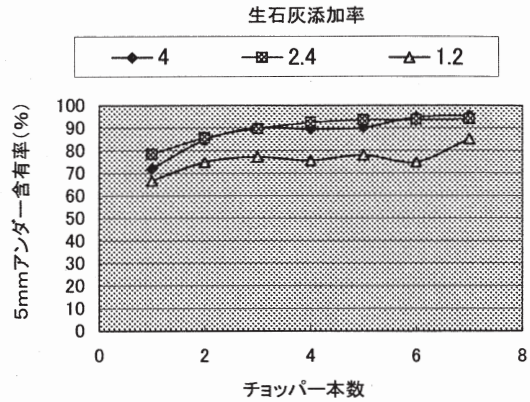


図2 製品粒度に与える生石灰添加率とチョッパー本数の影響

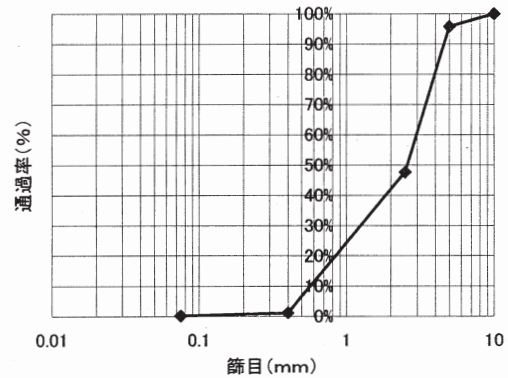


図3 製品の粒度分布

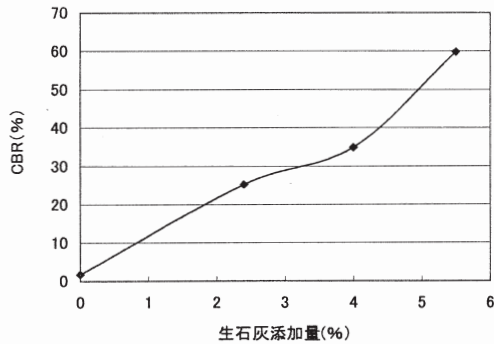


図4 生石灰添加率と CBR の関係

6. プラント概形図

図5にプラントの概略図を示す。

諸元は以下に示すとおりである。

①ケーキホッパー容量：2 m<sup>3</sup>

②生石灰タンク容量：28 m<sup>3</sup>

③製品ストック量：60 m<sup>3</sup>

④処理能力：10～30 t/hr

⑤チョッパー本数：3本

⑥製品ベルトコンベアー（NO2BC）は乗継部を中心に角度変更が可能。

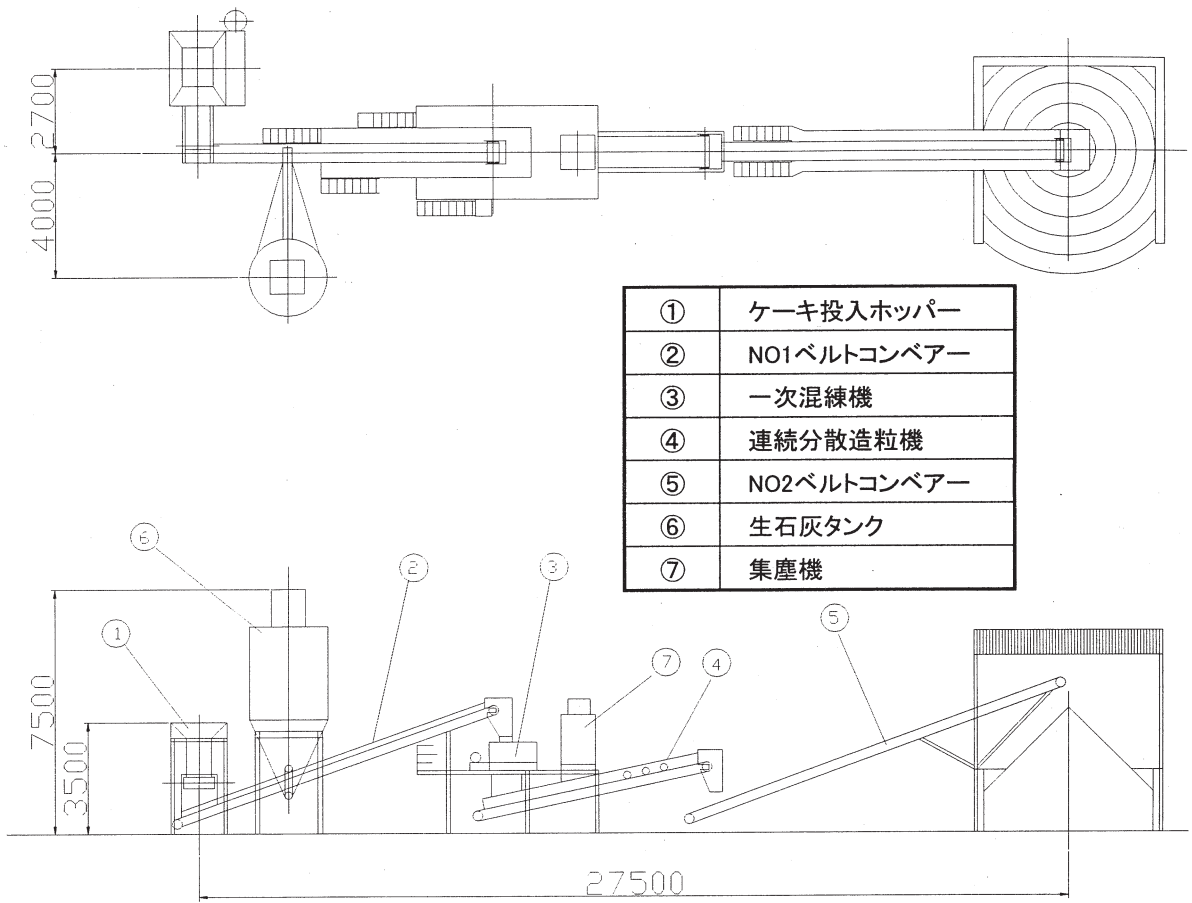


図5 プラント概形図

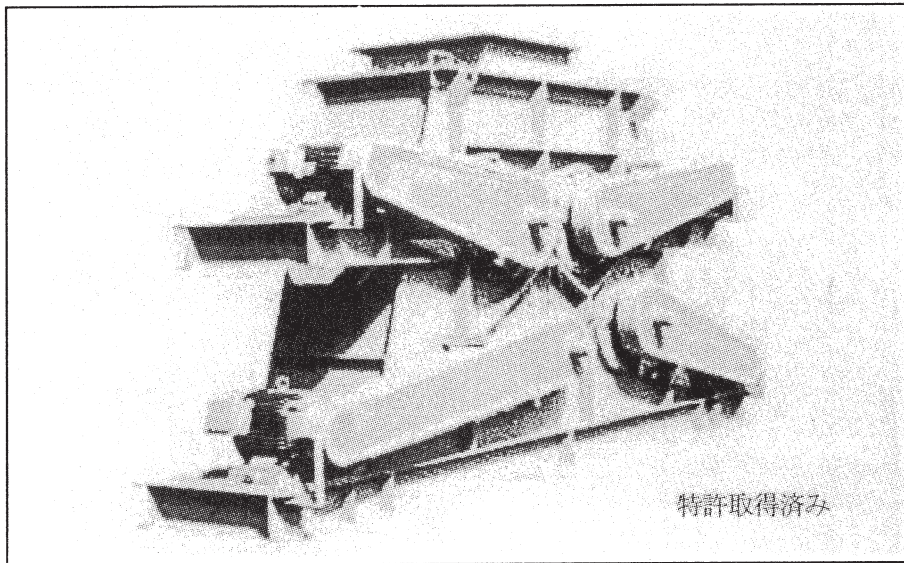


写真1 オリジナル多軸混合機



写真2 砕石脱水ケーキ

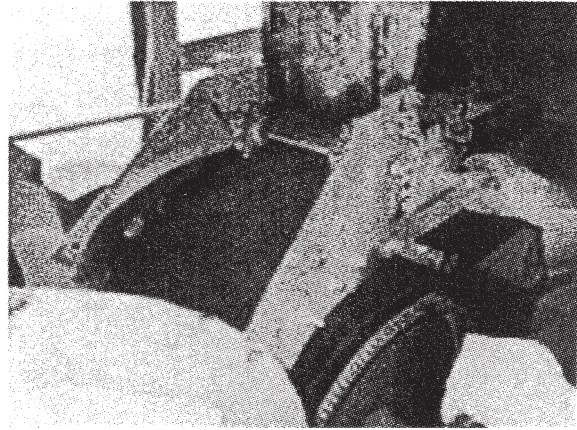


写真5 ホッパーからの抜出し状況

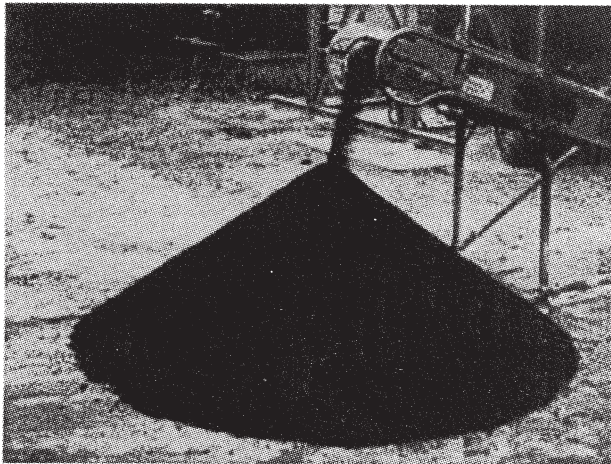


写真3 製品ストック状況

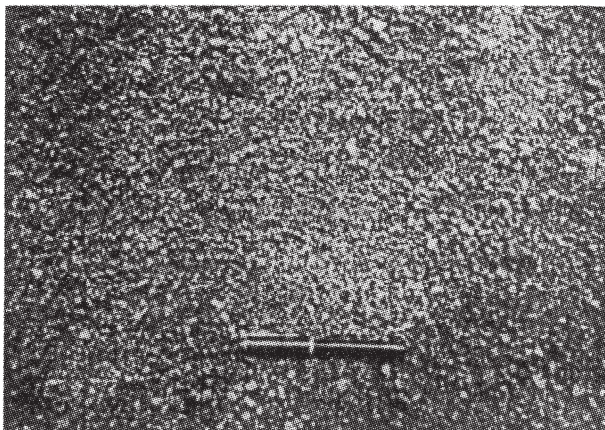


写真4 製品拡大写真

## 7. おわりに

砕石業界においては、今後製品の品質管理と環境対策の必要性から益々水洗化が進むものと予想され、これに伴って脱水ケーキの処理が大きな負担となってくる。今後更なる脱水ケーキの用途開発が望まれるが、この脱水ケーキの有効利用を計画してゆく上において、今回紹介した脱水ケーキ細粒化プラントが、必ずや必要と確信している。現在、当社青梅工場より発生する脱水ケーキで実証運転中であり、その成果を紹介する予定である。耐久性路盤材やリサイクル材の普及が求められている現在、この目的のために開発した砕石スラッジの資源化製造システムであり、産業廃棄物である砕石スラッジの有効利用は砕石業界が取り組まざるを得ない課題であり、道路事業者、施工者、材料供給業界の共通の課題である。この共通の目的（市民、事業者、施工者、砕石業界）あげて産業廃棄物の資源化（リサイクル）に取り組むことが求められる。このような状況下において、水硬性路盤材の実用化は時代の要請にマッチしているものと確信する。また砕石スラッジ等の更なる利用・用途が開発されることが期待されている。

(2000年3月18日受付 2000年5月12日受理)