

# 大量・安定的に処理できる 下水汚泥セメント資源化設備

## ～下水汚泥セメント資源化処理技術～

共同研究者：三重県

### 1. はじめに

三重県の北勢沿岸流域下水道（北部処理区）北部浄化センターは昭和63年1月に供用開始し、汚泥は分離濃縮後ベルトプレスにより脱水され、その後陸上埋立処分されている。埋立処分は、今後処分地の確保難や運搬処分コストの増大が予測されるなか、これに変わる下水汚泥の有効利用を踏まえた、最適な汚泥の最終処理処分方法を早急に確立する必要がある。

下水汚泥のセメント資源化技術は下水汚泥を大量、かつ、安定的に処理できる方法であり、浄化センター内に設置したセメント資源化施設で、脱水汚泥に生石灰を混合して乾燥粉体とし、セメント工場で他の調合原料とともに焼成しセメントを製造するものである。製造されるセメントは、汎用性の高いポルトランドセメントを対象としたもので、品質的にも市場の流通性を十分に考慮し、市販品と遜色のない製品を目指している。

### 2. 技術の概要

下水汚泥セメント資源化技術は、下水汚泥を大量に安定的に処理できる方法として実用化するもので以下の特徴を有している。

①下水汚泥中の有機分を熱源として、また無機分をセメント原料として有効利用が可能である。

②焼却炉，溶融施設と比べて，設備も簡単で，維持管理の手間も少ない。

③乾燥粉体は，生石灰添加により腐敗防止が図られ，衛生的であることから長距離輸送・保存が可能である。

図-1に乾燥粉体製造からセメント製造に至るまでのフローを示す。

主要性能目標を以下に示す。

(1) 汚泥処理設備としての性能

- ①汚泥減容化 ②運転の安定性 ③維持管理
- ④設備の安全性 ⑤環境対策 ⑥維持管理費

(2) 製品（乾燥粉体）性状

セメント工場側受入条件を満足していること。

(3) その他

セメント工場での利用技術について製造工程の安定操業方法を確立する。

全体研究内容は以下のとおりである。

- ①最適なシステム構成の設定：併用乾燥方式における最適フローの決定
- ②設計諸元の確立：実施設計に必要な諸元の決定
- ③安定操業確立：連続運転性及び汚泥乾燥粉体ハンドリング性の確認
- ④環境性の確認：処理場周辺の影響面への影響調査
- ⑤セメント製造条件の確認：工程管理の確立及び品質への影響調査

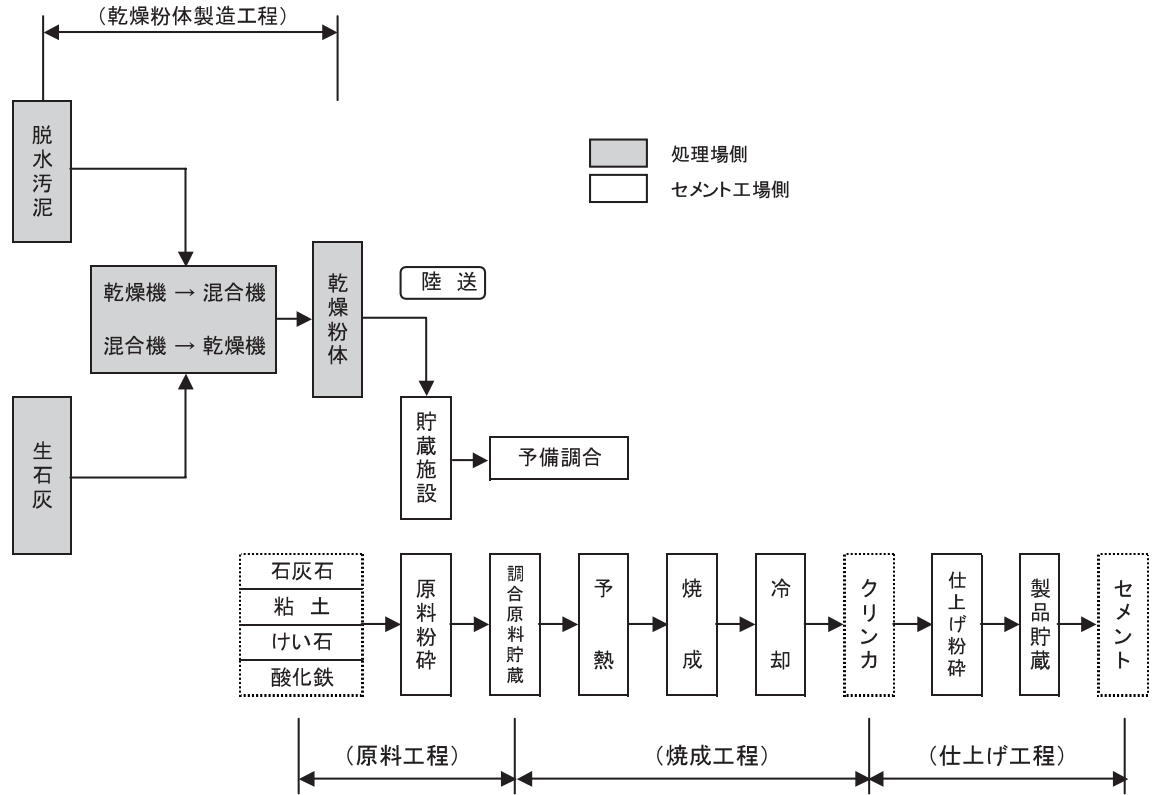


図-1 セメント資源化フロー

### 3. 研究結果

#### (1) 乾燥プロセスの検討

様々な種類のある乾燥機から今回の条件に適用しやすいものを選定し、実験対象機種の検討を行い、①間接蒸気乾燥機を適用した前乾燥システム②バンド通気乾燥機を適用した前乾燥システム③バンド通気乾燥機を適用した後乾燥システムについて、乾燥と生石灰添加を併用した場合の設計諸元の検討及び乾燥粉体の性状把握を目的として汚泥乾燥実験を実施した。

#### (2) 実験結果

##### ①乾燥性能及び生石灰添加結果

表-1 に実験結果を示す。

表-1 実験結果

		前乾燥含水率	50%	40%	30%	20%
前乾燥	生石灰添加率		0.3	0.2	0.15	0.1
	間接蒸気	乾燥状況	◎	◎	△ ダストの発生	△ ダストの発生
		熟成状況	△	△	-	-
	バンド通気	乾燥状況	△ バンドの網に付着	◎	◎	◎
		熟成状況	-	△	△	△
	後乾燥	生石灰添加率		0.5	0.3	0.2
バンド通気		添加・成形	△ 大きな塊 全体的に硬い	○	◎	△ 柔らかく強度が弱い
		乾燥状況	-	○	◎	△ 蒸発速度や乾燥物の 分離性

##### ②乾燥粉体性状等の調査結果

バンド通気乾燥機を適用した後乾燥での汚泥乾燥実験で得られた乾燥粉体性状等の調査結果を表-2 に示す。

表-2 乾燥粉体性状

項目	バンド通気乾燥 後乾燥		基準値 (目標値)		
	乾燥粉体	セメント換算	現状	JIS	
含有成分 (% or ppm)	リン (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.00%	0.002%	約0.1~0.2%	規制値なし
	塩素 (Cl)	300ppm	0.7ppm	約50ppm	200ppm以下
	アルカリ量 (R <sub>2</sub> O)	0.17%	0.0004%	約0.5~0.6%	0.75%以下
平均粒径 (μm)	106		100~200 μm		
大腸菌数 (個/g)	不検出		不検出		

注) ・乾燥粉体成分は、乾重量基準で表示  
 ・セメント換算成分は、セメント基準で表示  
 (セメント工場生産量5,000t/日に対し、乾燥粉体量12t/日)

##### (3) 比較検討

乾燥プロセスの3システムについて運転操作性、維持管理性、経済性等の比較検討を行った結果、バンド通気乾燥機を適用した後乾燥システム(生石灰添加率0.2)が他の方式に比べ総合的に有利であると判断された。

##### (4) 設計諸元と留意事項

##### ①下水処理場側の設計諸元と留意事項

- ・乾燥プロセス: 生石灰添加+乾燥機(後乾燥方式)

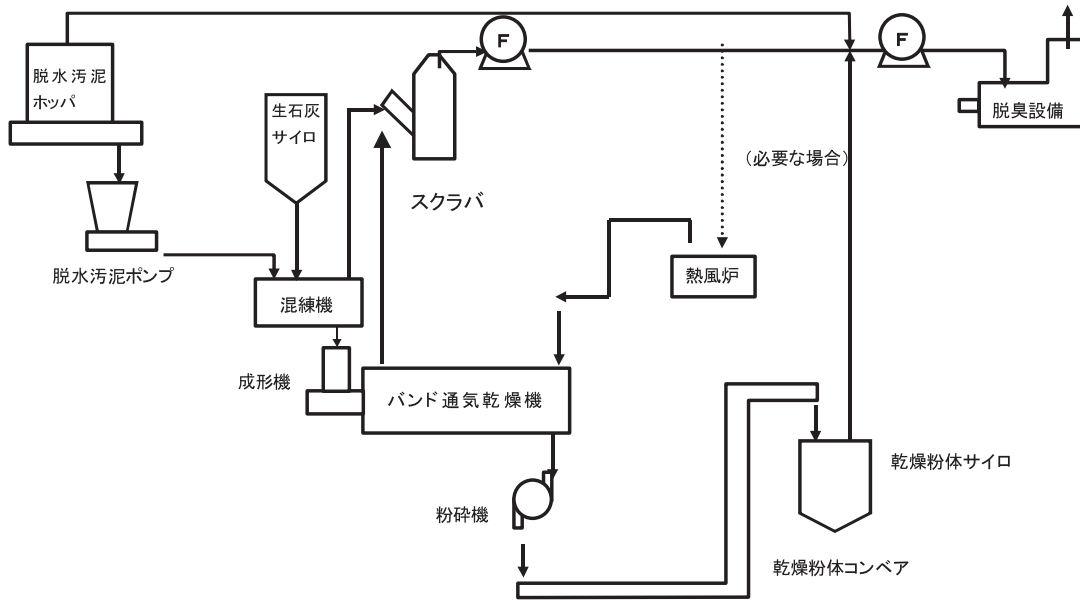


図-2 処理フロー

- ・乾燥前設備 : 脱水汚泥と生石灰の混合設備
- ・生石灰添加率: 20% (対脱水汚泥あたり)
- ・成形機 : 溝型ロール成形機
- ・乾燥機 : バンド通気乾燥機
- ・製品性状 : 含水率5%以下, 平均粒径100~200 $\mu$ m (最大粒径3mm以下)

図-2に処理フローを示す。

②セメント工場側の留意事項

- ・処理場からの輸送は、乾燥粉体の発塵性、臭気等を考慮して密封式のタンクローリー等の使用が望ましい。
- ・乾燥粉体は流動性が悪いため貯蔵サイロ等にはブリッジ防止対策が必要。
- ・乾燥粉体のセメント資源化にあたり必要な粘土系原料は、乾燥粉体との混合性を考慮し、粘土系粉体用のサイロ等が必要となる。乾燥粉体の噴流性はさほど強くないが、フラッシュ防止対策を備えることが望ましい。
- ・セメント資源化する乾燥粉体中の塩素は、セメント製造工程への影響としてプレヒータでのコーティング・トラブルを招く恐れがあるため、塩素バイパス設備等の設置が望ましい。

下に抑えることができる。

脱水汚泥 (80%)	25 t / d
乾燥粉体 (5%)	約12 t / d

- ②運転の安定性: 全自動運転が可能で連続運転の安定性は良好。
- ③維持管理: 日常点検, 整備が通常2人程度で行え, 設備の運転に特別な技能を必要としない。
- ④設備の安全性及び環境対策: トラブルは事前に検知し, 安全に設備停止が行われる。環境面では関連法規を遵守できる。
- ⑤維持管理費

直接混合方式 (生石灰乾燥方式) に比べ, 生石灰使用量は1/5, 乾燥粉体生成量は1/3程度となり, セメント資源化処理のコストが低くなり, 維持管理費は安くなる。

(2) 製品 (乾燥粉体) 性状

セメント工場受入条件を満足できることを確認した。

(3) 事業化効果

①経済性

本システム (併用乾燥方式) は現状の陸上埋立処分による処分費相当と考えられる。

②波及性

周辺環境の制約等で焼却炉の設置が困難な下水処理場において, 焼却・埋立に代わる汚泥処理方法である。

4. まとめ

(1) 汚泥処理設備としての性能

- ①汚泥の減容化: 発生する乾燥粉体量を1/2以