

—少水量で品質の安定した湿式碎砂を
安価に生産する省水分級及び廃水処理システム—

小溝芳春^{※)}

1. はじめに

今日、品質の安定した天然砂は、様々な規制により採取が困難となり、充分な供給が難くなっている。そのため、この天然砂に代わる“品質の安定した”碎砂への期待は大きく、近年では生産効率、設備コスト、環境負荷への配慮等から“乾式”による碎砂生産設備を導入する事業所が多くなっている。

ところが、この“品質の安定した”碎砂の条件のうち、JISに規定される製品微粒分量試験値に関しては、天候や原料状態の変動に依存するところが大である。特に、許容変動範囲（つまり“安定性”）については、破碎機・製砂機メーカー等の各社が、種々工夫を凝らしたシステム商品を開発しているものの、未だこの変動をクリアすることが難しいのが現状である。

従来から、品質を安定させるには、湿式洗浄により砂を生産する方が良いとされている。弊社も湿式設備を主に供給してきた。しかし、従来の基準・方式では、大量の洗浄水と相応の洗浄設備を必要とし、かつ発生する洗浄廃水を処理する大規模な廃水処理設備の設置も必要となり、その結果、生産コストが高いものとなってしまう。

そこで弊社では、JIS規格の改定、碎砂への要求品質をふまえ、微粒分量試験値の安定に特化し、従来必要とされている洗浄水量を大幅に削減した“エコ・ウォーテムシステム”を開発した。このエコ・ウォーテムシステムは、洗浄・分級を行う“省水分級システム”と、そこから発生する洗浄廃水を処理する“ECO-20システム”より構成されるトータルシステムである。

以下に納入事例を含め、本システムについて紹介する。

2. システム概要

エコ・ウォーテムシステムは、“省水分級システム”と“ECO-20システム”より構成されている。システム概要は以下の通りである。

“省水分級システム”は、製品砂中の微粒分量が、一般に洗浄廃水濃度に大きく依存する点に着目し、弊社の主力商品であるハイメッシュセパレータ New を本システム用に改良したものを主要機器として構成した洗浄・分級システムである。洗浄廃水濃度を維持するため、必要最少限の洗浄水（清水及び循環処理水）を分級機へ供給する。更に、分級に必要な水量は、洗浄廃水を循環利用することで確保している。基本的に分級点は、従来機と同じ200メッシュであり、製品付着水を除いた極少量（従来比1/4～1/5）の余剰廃水量（廃水処理へ）のみで湿式碎砂の生産を可能としている。本システムは、平成19年10月より販売開始し、既に数社へ納入し好評を得ている。なお、これら納入先では、現在、余剰廃水量が極少量ということで沈殿池により処理を行っている。

廃水処理設備の“ECO-20システム”は、省水分級システムより発生した余剰廃水をコンパクトに処理するシステムである。凝集剤を添加して廃水中の微粒分を捕集し、所定のフロックに成長させるフロック形成装置、成長したフロックを廃水と共に受け入れ、凝集沈殿した汚泥を回収、一次脱水、排出する汚泥回収機、そして最後に回収された汚泥を脱水する汚泥脱水機より構成される。

ECO-20システムの大きな特徴は、そのコンパクト性のみならず、脱水までの全工程を連続処理するところにある。処理された上澄水は、沈殿池を経由して洗浄水として循環利用される。本システムは、平成21年4月に開発され、5月より試験運転を行っている。

※) 正会員 株式会社氣工社 技術部部長

エコ・ウォーテムシステム

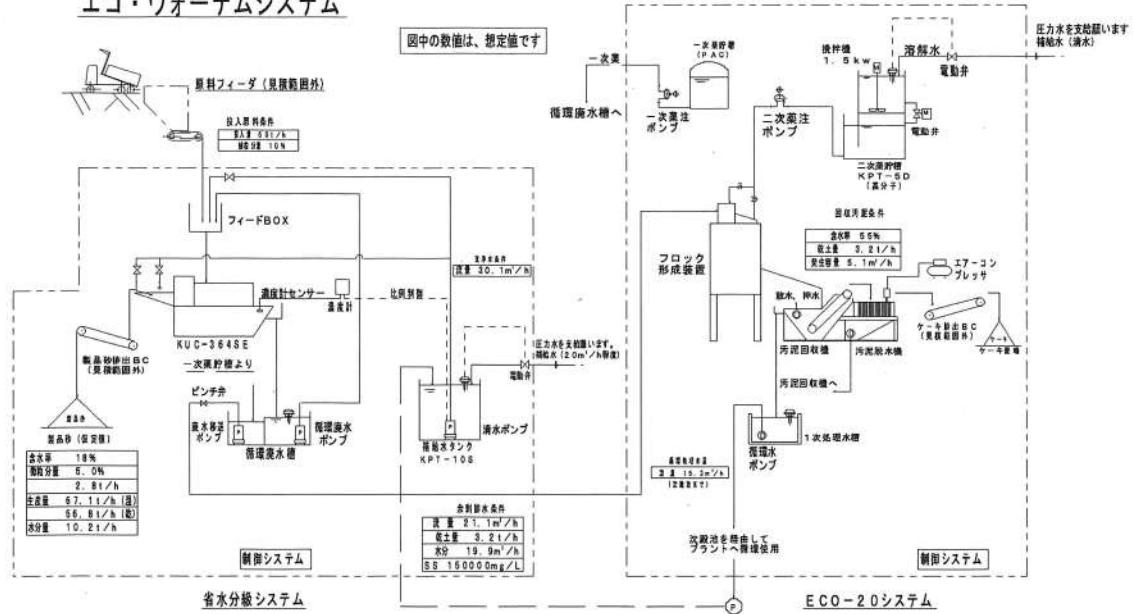


図1 標準フロー図

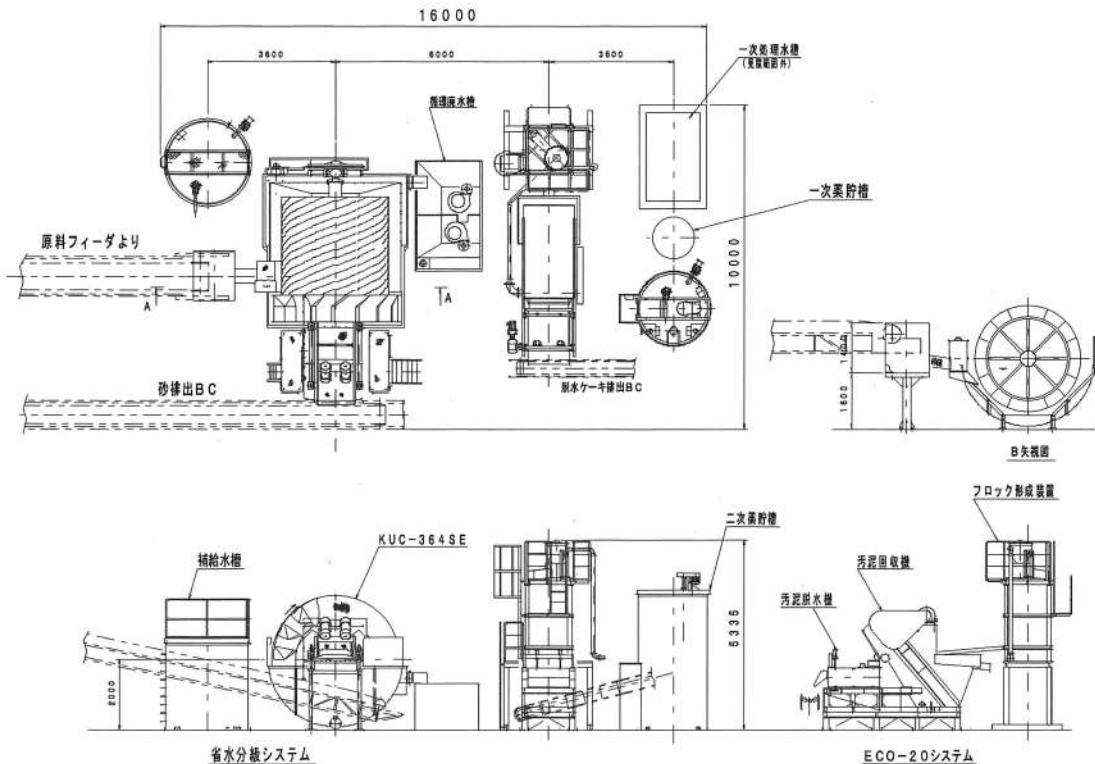


図2 標準配置図

以下に標準フロー図（図1）及び標準配置図（図2）を示す。

3. システムの詳細及び動作

エコ・ウォーテムシステムの詳細と各構成機器の動作について説明する。

① 省水分級システム

投入原料は、エアーセパレータ等で乾式分級された碎砂製品を原則とし、原料中の微粒分量値は、最大10%程度とする。原料フィーダから切出された碎砂原料は、洗浄水及び循環廃水と共に分級機へ投入される。運転条件は、原料及び要求製品品質により決定される。前述のように製品微粒分量試験値（製品品質）は、運転濃度に依存するところが大であり、従って洗浄水量は、原料中の微粒分量と製品含水率を考慮し決定される。なお、洗浄水量を少なくし、余剰廃水量を極力少なくした本システムでは、運転濃度が高濃度（従来比3~4倍）となり、分級点が変動することが考えられる。そこで、循環廃水量も調整することにより安定維持することを可能としている。

このように決定された運転条件は、専用の制御システムによりコントロールされる。

② ECO-20システム

本システムの大きな特徴は、脱水工程までを連続処理することである。このため、従来の廃水処理設備で

必要となる大型のシックナー、スラリー貯槽や、濃縮スラリーの移送、脱水のための大動力のポンプも不要となり、全量脱水処理するための操業時間の延長も不要となる。

動作は、以下となる。

省水分級システムからの余剰廃水は、廃水移送ポンプにより移送される。その過程で一次薬（主にPAC）が添加され、フロック形成装置へ投入される。本形成装置において、二次薬（主に高分子）が適宜分散添加され、水流のみの作用により無駄なく充分に混合・攪拌及び造粒される。廃水中の微粒分は、大きなフロックを形成しながら汚泥回収機へ流入し急速沈降する。沈降したフロックは、フロック回収機により回収され、排出過程で一次脱水され、最終段の汚泥脱水機へ送られる。本脱水機は、従来の濾布に依るろ過脱水ではなく、特殊構造のフィルター機構により逆洗動作等余分な水・工程を必要としない連続式特殊脱水機である。

本システムの採用により、従来洗浄廃水を直接沈殿池処理した場合と比較し、沈殿池のメンテナンス費用も大幅に低減できるものと考える。なお、ECO-20システムには、公称能力 $20\text{m}^3/\text{h}$ と制限がある。また、導入される事業所によっては、清水補給量が充分に確保できない場合も多いと考える。そこでエコ・ウォーテムシステムでは、前述のような運転濃度及び各水量ばかりでなく、原料供給量の調整も含め、トータルな

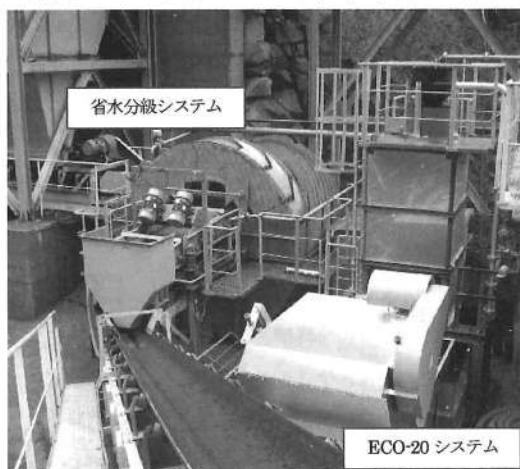


図3 エコ・ウォーテムシステム

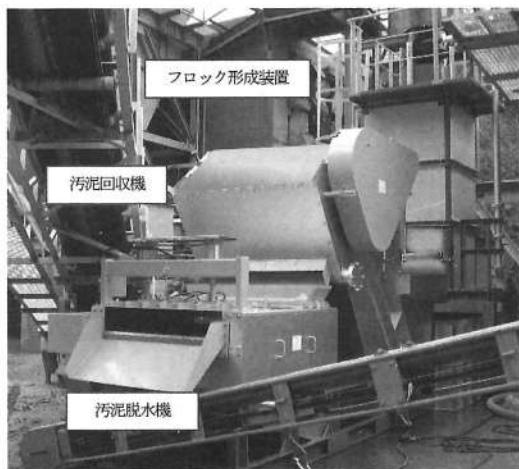


図4 ECO-20システム

専用制御システムで制御することにより、投入される原料中の微粒分量が変動しても“品質の安定”した碎砂の生産を可能としている。

4. 納入事例

エコ・ウォーテムシステムの納入事例（図3、図4）を示す。納入先は、山梨県のA碎石業社である。A社は、乾式で碎石、碎砂を生産・販売する会社として創業され、一時湿式へ設備を変更したものの、現在では、再び乾式により生産・販売している大手である。

平成20年10月に既設の生産ラインとは別に、省水分級システム（60t/h仕様）を導入し、一部湿式碎砂の生産を開始した。導入理由は、製品微粒分量試験値の安定にあり、他社との差別化のためのJISの認証取得にある。納入後JISの認証を取得するために隨時製品の品質チェックを行っており、その品質の安定性は、充分評価して頂いている。また、廃水処理は、当初沈殿池処理ではな

く、独自の方法により簡易的に処理されていたが、処理に手間やコストがかかる上、充分に処理ができず、安定した操業ができない問題点を抱えていた。

そこで、このような問題を解決するため、A碎石業社にご協力頂き、平成21年4月に廃水処理設備のECO-20システムを開発し、5月より試験運転を開始した。その処理能力とコンパクト性については充分に評価して頂いており、7月に正規ラインへの設置を行った。

5. 従来機との比較

表1は、投入量60t/h、原料中の微粒分量値10%の碎砂原料より、湿式碎砂を従来システムとエコ・ウォーテムシステムで生産した場合の諸仕様の比較表である。各仕様における差異が、充分に理解頂けるものと考える。

6. おわりに

今回紹介した“エコ・ウォーテムシステム”は、本シ

表1 仕様比較表

比較検討項目	従来システム	エコ・ウォーテムシステム	備考
原料	乾式碎砂（一部泥分含む）	乾式碎砂（微粒石粉含む）	
投入量	60t/h	←	
原料微粒分量（75μm以下）	10%	←	
分級機型式	KUC-364S	KUC-364SE	
必要洗浄水量	130m ³ /h	30m ³ /h	
廃水濃度	40000mg/L	150000mg/L	
余剰廃水量	120m ³ /h	20m ³ /h	製品付着水約10t/h
乾土処理量	4.8t/h	3.0t/h	
製品微粒分量試験値	2%	5%	
廃水処理設備型式	KTN-10 KFP φ1200×71室	ECO-20	主要機器のみ
薬剤使用量 (添加率)	PAC 7.2kg/h (6.0L/h) (60mg/L) 高分子 0.36kg/h (2~4mg/L)	PAC 2.0kg/h (1.67L/h) (100mg/L) 高分子 0.4kg/h (15~30mg/L)	$\gamma = 1.2$ 3mg/Lと20mg/Lで計算
必要動力	約 105.6kw	約 40kw	分級機、廃水ポンプ含む (BC含まず)
設置スペース	18m × 33m (廃水処理設備のみ)	10m × 16m (分級機及び廃水処理設備)	
設置工事日数	3人 × 5日(分級機) 3人 × 33日(廃水処理設備)	3人 × 5日(分級機) 2人 × 3日(廃水処理設備)	他指導員1人
概略基礎ボリューム	250m ³	16m ³	廃水処理設備のみ

※原料の性状により諸条件は変更されることがあります
※本運転条件は、改良のため予告なく変更されることがあります

(58)

システムだけで、品質の安定した湿式碎砂生産設備として充分な生産能力を備えている。然しながら、納入事例のように、そのコンパクト性及び導入コストにより、既設の乾式生産設備とは別に、場内の空きスペースにも充分設置可能な設備である。このように乾式及び湿式製品の生産ラインを準備することでエンドユーザーの要求品質に適宜対応でき、他社との差別化が可能と考える。

以上のように、本システムは、省水量、省エネルギー、省スペースと正に“エコ”な設備となっている。品質の安定した碎砂の生産において、本システムが各位のお役に立つことができれば幸いである。

なお、弊社では、本システムのより一層の性能及び品質向上のため、日々研究・改善を行っていく所存である。

Less Water Classification System of Sand Manufacture and Water Treatment System

Yoshiharu KOMIZO