

新型コーンクラッシャ PREGE CONE (プレージコーン)[®]の開発

Development of New Cone Crusher "PREGE CONE"

佐々木 智* 永井研志* 堀部安彦* 末本裕一* 小玉幸司**

Satoshi Sasaki Kenji Nagai Yasuhiko Horibe Yuichi Suemoto Koji Kodama

砕石事業を取巻く環境が変化する中、将来の省人化、自動化を見据えた次世代型のプラント設備に対応する機械が求められている。当社は永年にわたり油圧式コーンクラッシャを販売している。今回この永年にわたり蓄積した破碎・粉砕技術および納入実績から得られたデータから、各部の構造を見直した、油圧式の新型コーンクラッシャを開発した。油圧式コーンクラッシャの最大の長所は破碎運転中にセット調整が可能なことである。環状油圧シリンダ機構と自動負荷調整システム盤(ATLAS)を組み合わせることにより、運転状況を把握し、自動で間隙調整を行うことにより、生産性向上に大きく寄与する。

そして、1年間のフィールドテストを通して、その耐久性と性能を確認し、商品化した。本稿ではフィールドテストの内、処理能力ならびに2005粒形判定実積率の試験結果を合わせて報告する。

As the quarry business environment changes, there is a strong demand for machines that are compatible with next-generation facilities, and with a view to future manpower saving and automation. The hydraulic cone crusher has been sold by Kurimoto for many years. This time, we have developed a new type of cone crusher by taking into account crushing technologies we have accumulated over the years, the data obtained from our successful performance and reviews of each structural component. The main advantage of hydraulic cone crushers is that clearance adjustments can be made during the crushing. By combining an annular hydraulic cylinder with an automatic load adjustment control panel (ATLAS), can monitor the operation status and also adjust the clearance automatically, which makes a great contribution to increased throughput.

And the new type of cone crusher has been commercialized by confirmations of the durability and the performance through a field test for a year. This thesis reports throughput and the result of solid volume percentage for shape determination in the field test.

1 はじめに

砕石事業を取巻く環境が変化していく中で、魅力的で持続可能な事業の実現に向けてさまざまな取組みが実施されている。その中で老朽化した設備の合理化や工場の集約といったニーズに応えるために、今まで以上に生産性の向上が求められている。さらに、社会的な要請でもある働き方改革、資源の有効活用、安全性の向上、担い手の高齢化に伴う新たな人材の確保といったさまざまな課題がある。

このような課題を解決するために将来の省人化、自動化を見据えた次世代型のプラント設備に対応する機械として、2次または3次破碎で使用されるコーンクラッシャの開発に取組んできた。

当社では『LHコーンクラッシャ』に代表される油圧式コーンクラッシャを販売している。今回、永年にわたり蓄積した破碎・粉砕技術と納入実績から得られたデータより、各部の構造を見直し、油圧式コーンクラッシャの長所をさらに高めた新型コーンクラッシャ『PREGE CONE (プレージコーン)』を開発・商品化した。図1にプレージコーンの外観を示す。本稿ではプレージコーンの性能と技術的特徴について紹介する。



図1 プレージコーンの外観

2 プレージコーンの構造

プレージコーンの断面構造図を図2に示す。コーンクラッシャの破碎のメカニズムは以下のとおりである。ベルトコンベヤなどでホッパに投入された骨材は、円錐状のマントルとバウルライナ間の破碎室に導かれる。マントルが取付いているクラッシングヘッドの旋回運動によって、マントルとバウルライナ間に閉じ開きの変化が連続的に起こされる。この閉じ開きの旋回運動により、破碎室内の骨材は、圧縮、衝撃の力を受け砕かれる。

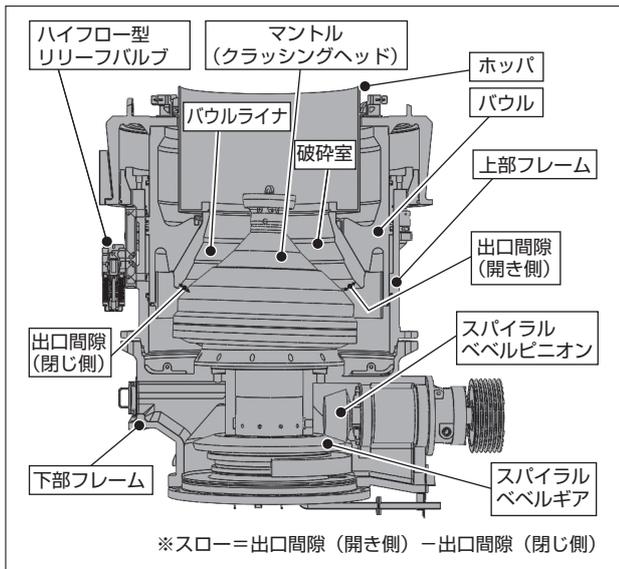


図2 プレージコンの断面構造図

この閉じ開きの差をスローと呼び、マントルとバウルライナ間の隙間を出口間隙と称している。この出口間隙を拡縮することによって破碎物の粗細を調整する。

3 プレージコンの特徴

3.1 環状油圧シリンダ機構¹⁾

当社のコア技術である環状油圧シリンダ機構を採用することにより、油圧式の最大のメリットである『破碎運転中の間隙調整』を可能としている。環状シリンダ機構はバウルライナが取付いているバウルと上部フレームの間に大口径複動シリンダを形成している。この複動シリンダの上部と下部の作動油の出入りによってバウルを昇降させ、上述の出口間隙の拡縮を実施するものである。併せて、シリンダ受圧面積を従来機と比べ大きく設定しており、破碎運転中の油圧支持力の向上を図っている。また、上部高圧側シリンダと下部低圧側シリンダ間にハイフロー形リリーフバルブを設け、鉄片などの異物噛み込み時の油圧保護装置の役割をもたせている。すなわち、破碎室内に破碎不可能な異物が噛み込んだ場合、上部高圧側シリンダ内の圧力が高まる。ハイフロー形リリーフバルブは、直動型のリリーフ弁で設定圧力以上に上部高圧側シリンダ内の内圧が高まればバルブが開き、上部高圧側シリンダ内の作動油が下部低圧側シリンダへ流れ込む。これによってバウルが上昇し出口間隙を拡げ異物を排出する。その後、シーケンサのフィードバック制御に

よりもとの出口間隙に復帰する。また負荷運転中、環状シリンダのピストンに相当するバウルが少しずつ自転することにより、バウルライナの偏摩耗を低減する。負荷が低い場合はバウルが自転しないことがあるが、その場合は付属の治具を用いてバウルの回転を行う。

3.2 自動負荷調整システム制御盤 (ATLAS)

油圧制御の特徴を生かし、運転時の負荷電流値を監視することで状況に応じて間隙を自動調整する自動負荷調整システム制御盤 (Automatic Load Adjustment System: ATLAS) を搭載している。ATLAS の3つの特徴を以下に示す。

1) 操作性

図3にATLASタッチパネルメイン画面を示す。制御方式はフルオート運転と間隙運転の2種類から選択することができる。フルオート運転は制御盤タッチパネルの操作で目標負荷率を設定し、出口間隙自動制御を行う。例えば破碎運転中に30秒間(変更可能)などの比較的短い時間において、モータ負荷率の平均値を演算し、演算結果と目標設定負荷率を対比することで出口間隙の拡縮を行う。また割り過ぎ防止のために、あらかじめ最小間隙を設定しておくこともできる。図4にフルオート運転のイメージ図を示す。粗い粒度の製品を生産したい場合などは、従来の一定の間隙で運転を行う制御方式である、間隙運転で生産を行うこともできる。その場合でもあらかじめ設定していた負荷率よりも負荷が高い場合は機械保護のため、出口間隙を広げ安全装置として機能する。

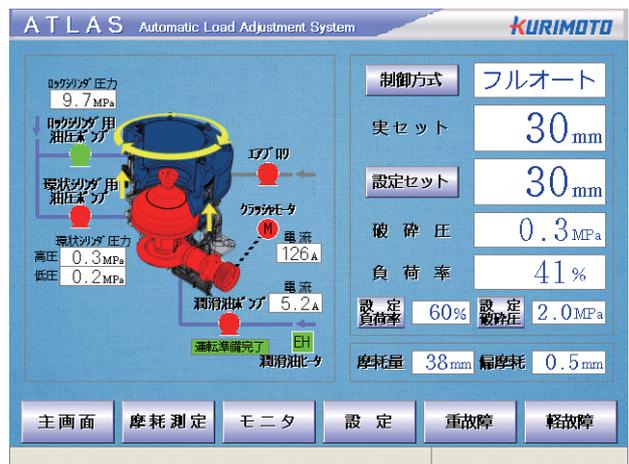


図3 ATLASメイン画面

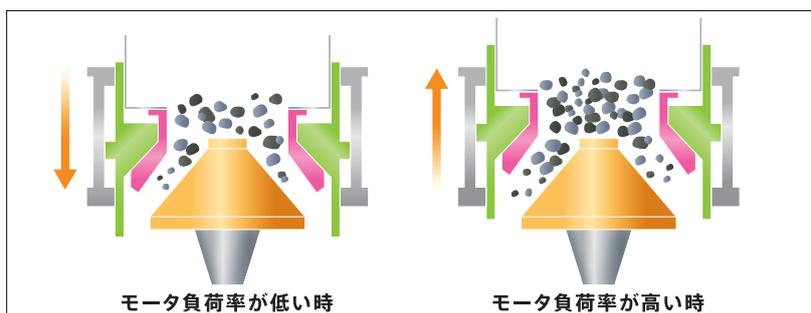


図4 フルオート運転イメージ図

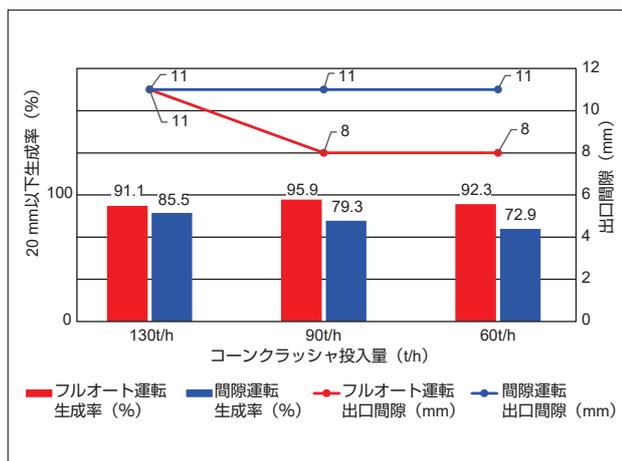


図5 20 mm以下生成率比較
(間隙運転とフルオート運転の比較)

2) 対応性

原料性状、原料粒度に合わせた出口間隙をモータ負荷率で判断し、自動調整を行う。図5に間隙運転およびフルオート運転で生産した場合のコーンクラッシャ破砕品 20 mm 以下生成率のグラフを示す。原料は 100 mm 以下の硬質砂岩を使用した。折れ線グラフが出口間隙 (mm)、棒グラフが 20 mm 以下の生成率 (%) を示している。従来からの制御方式である間隙運転では、コーンクラッシャの投入量が減じモータ負荷率が下がっても、出口間隙を調整する機能がないため、常に出口間隙 11 mm のまま生産し、20 mm 以下生成率が低下していることが分かる。一方、フルオート運転の場合はモータ負荷率の減少に追従して出口間隙を自動調整していることから、20 mm 以下の生成率が減ることなく安定して生産していることが分かる。

また、マントルバウルライナの摩耗によっても、20 mm 以下生成率が低下する。この場合でも ATLAS はモータ負荷率によって間隙を自動調整するため、20 mm 以下の生成率を低下させることなく生産が可能である。

3) メンテナンス性

ATLAS では過負荷などの警報が生じた場合に履歴を残す機能がある。図6はタッチパネル異常警報履歴の画面、図7は警報詳細説明の画面である。それ以外の通常の運転状況はシーケンサ内にロギングされており、最大2週間分の運転データを確認することができる。USBメモリーを差込めばデータの抜取りも可能であり、抜取ったデータをグラフ化すれば直近の運転状況を確認でき、トラブル発生時の原因特定の原因となる。万が一、シーケンサが故障した場合でも操業不能に陥らないように最低限の操業が可能なるハード回路も設けている。

また破砕によってマントル、バウルライナは次第に摩耗し、その分出口間隙が大きくなり破砕物も大きくなるため、定期的に出口間隙のゼロ点を測定し、補正する必要がある。このマントル、バウルライナの摩耗測定作業は従来手動で行う必要があったが、ATLASでは簡単な操作で自動化し、作業の効率化を図っている。



図6 異常警報履歴



図7 警報詳細説明

3.3 プレージコーンの処理能力

プレージコーンは3サイズの型番があり、表1に各サイズの能力表を示す。各サイズにおいて、供給される骨材のサイズにより、細割用のF:ファイン型、粗割用のC:コース型さらに、これらの中間であるM:ミディウム型のラインナップがある。従来のLHコーンクラッシャと比べると、マントル径当たりの処理能力は1.4~1.5倍である。これは回転数ならびにスローを従来機より大きく見直したためである。

3.4 横軸駆動方式と高耐久軸受

プレージコーンでは信頼性と高いスパイラルベベルギアによる横軸駆動方式を採用している。また各軸受も負荷容量の大きい軸受を採用している。

3.5 ウエッジロック機構

従来機と比較すると、処理能力の高い当該機は環状シリンドラ部にもそれ相応の負荷がかかる。そこで本機では新たにウエッジロック機構を採用している。図8にウエッジロック機構動作説明図を示す。ウエッジロック機構は、環状油圧シリンドラにてバウルと共に昇降するウエッジリング外と、上部フレームに固定しているパッキンリテーナの間に円環状のウエッジリングを設けて

いる。ウエッジリングの下にはロックシリンダを設けており、当該シリンダを加圧することでウエッジリングがパッキンリテーナと当接するテーパ面に沿って径方向に広がる。これにより、ウエッジリング外とパウルの構造体の揺動を低減し、高負荷状態であっても安定した運転を実現している。なお、ウエッジリングとウエッジリング外の摺動面には擦動部材を設けており、ロックシリンダを加圧した状態であっても環状油圧シリンダの操作によりパウルの昇降ならびに回転が可能な構造としている。

4 フィールドテスト

4.1 フィールドテストフロー

図9に近畿地方A社のご協力を得て実施している

表1 プレージコーン能力表

サイズ	供給口寸法 (mm)	供給塊寸法 (mm)	セット：C.S.S (mm) 能力 (t/h)									電動機 (kW)			
			9	12	15	20	25	30	35	40	45		50		
PR-1F	75	50 × 65 × 100	71 ~ 114	75 ~ 121	80 ~ 127	88 ~ 141	100 ~ 161								110 ~ 160
PR-1M	125	80 × 110 × 160		80 ~ 127	84 ~ 134	96 ~ 154	105 ~ 167	117 ~ 187							
PR-1C	175	110 × 150 × 220			92 ~ 147	100 ~ 161	113 ~ 181	126 ~ 201							
PR-2F	75	55 × 75 × 110	100 ~ 162	125 ~ 202	134 ~ 215	146 ~ 236	159 ~ 256							160 ~ 250	
PR-2M	125	85 × 115 × 170			142 ~ 229	154 ~ 249	167 ~ 269	184 ~ 296	200 ~ 323						
PR-2C	200	125 × 170 × 250				167 ~ 269	179 ~ 290	196 ~ 316	213 ~ 343						
PR-3F	100	70 × 90 × 140		156 ~ 248	194 ~ 308	211 ~ 335	228 ~ 362	249 ~ 395						250 ~ 355	
PR-3MF	150	100 × 135 × 200				224 ~ 355	245 ~ 388	262 ~ 415	283 ~ 449	304 ~ 482					
PR-3MC	200	130 × 175 × 260					253 ~ 402	275 ~ 435	296 ~ 469	317 ~ 502					
PR-3C	250	160 × 220 × 320					262 ~ 415	283 ~ 449	304 ~ 482	325 ~ 516	351 ~ 556				

※能力はセット以上の大きさのかさ比重 1.6 の中硬質岩石を連続均等供給した場合の標準的な値を示す。
 ※処理物性状、水分によっては使用できる最小セットが異なる。

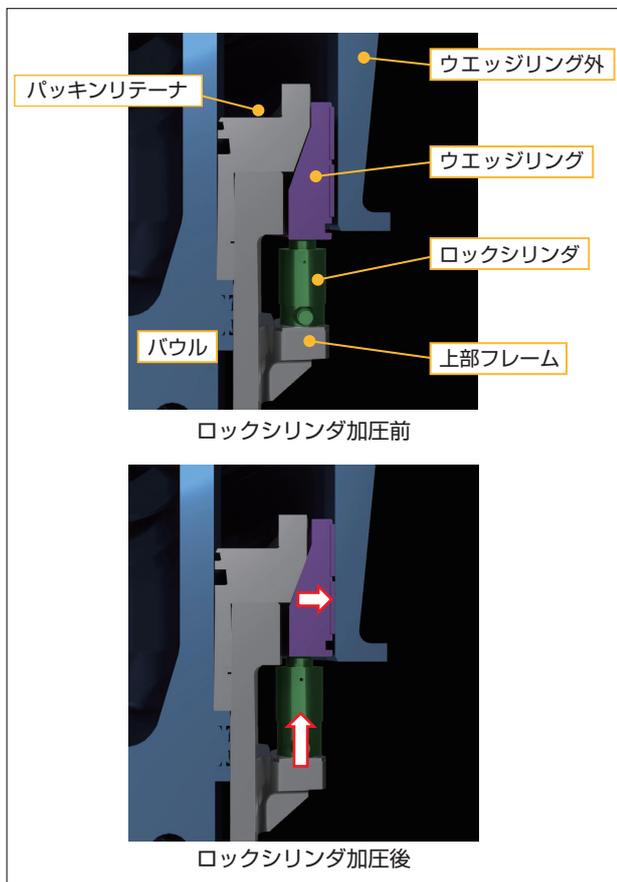


図8 ウエッジロック機構動作説明図

フィールドテストのフローを示す。原料は硬質砂岩である。既設の 50LH コーンクラッシャ (図9中の⑧) と並列に PR-2 プレージコーン (⑨) を設置している。また上流分岐点にダンパー (⑦) を設置しており、必要に応じて既設ラインに切り替えることができる。またフロー中に可逆コンベヤ (⑪) を設置している。可逆コンベヤの回転方向を切り替えることにより傾斜スクリーン (⑩) オーバの製品をミディアムファイン型の 50LH コーンクラッシャ (⑫) で破碎するか、クッションホッパ (⑬) を経由してプレージコーンにリターンさせ破碎するか選択できる。なお、50LH コーンクラッシャ (⑧)、PR-2 プレージコーン (⑨) に給鉱される原料サイズは 200 mm 以下である。

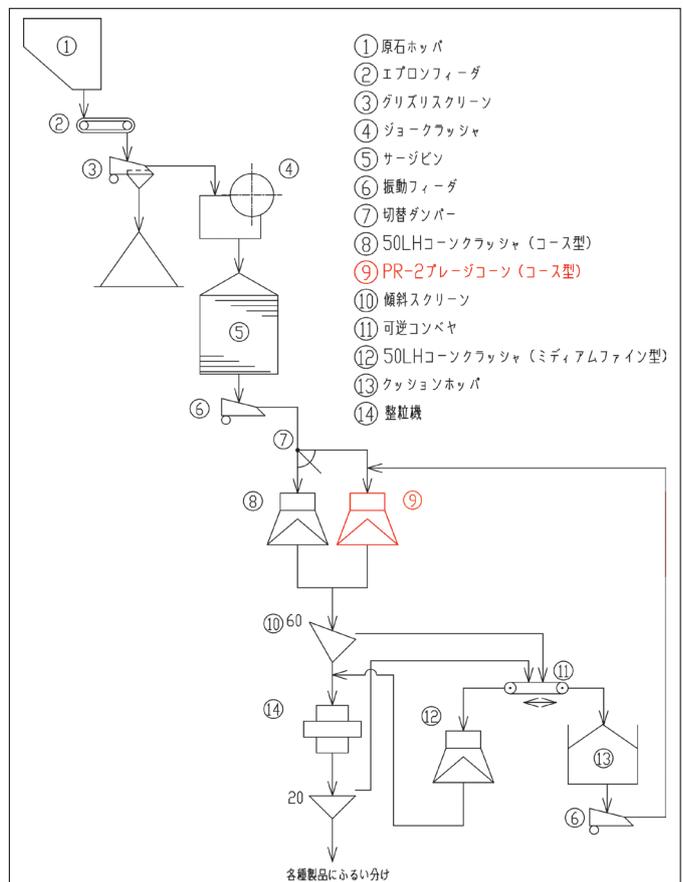


図9 フィールドテストフロー

4.2 フィールドテストサンプリング結果

4.2.1 処理能力

図9に示すフローにおいて、⑦のダンパーをプレージコーン側、⑪の可逆コンベヤをプレージコーンリターン側に設定した上で、プレージコーン入口および出口コンベヤ上でサンプリングを行った結果を図10に示す。それぞれのプレージコーンの設定出口間隙は20 mmと30 mmである。設定出口間隙30 mmで処理能力318 t/hであった。これはPR-2型の1ランク上のサイズに該当する50LHコーンクラッシャの能力を大きく上回り、2ランク上の60LHコーンクラッシャの処理能力に近い値である。

4.2.2 2005 粒形判定実積率

図11は50LHコーンクラッシャ×2台およびプレージコーン×1台を使用して操業した際の整粒機入口のコンベヤ上で採取した粒度分布である。50LHコーンクラッシャ×2台の生産時のフローは図9において、⑦のダンパーを50LHコーンクラッシャ側、⑪の可逆コンベヤを50LHコーンクラッシャ側に設定する。両者を比較すると20～5 mmの生成率はほぼ同等であった。また粒形の丸みを判定する指標として、2005粒形判定実積率がある。50LHコーンクラッシャ×2台使用時の整粒機入手前の2005粒形判定実積率が56.6%に対し、プレージコーン×1台使用時では58.4%で1.8ポイント高い結果であった。これはプレージコーンでは適正なマンテル角度と回転数の組合せにより破碎室内の圧密状態を適正化することで、優れた粒形の製品を生み出すためである。

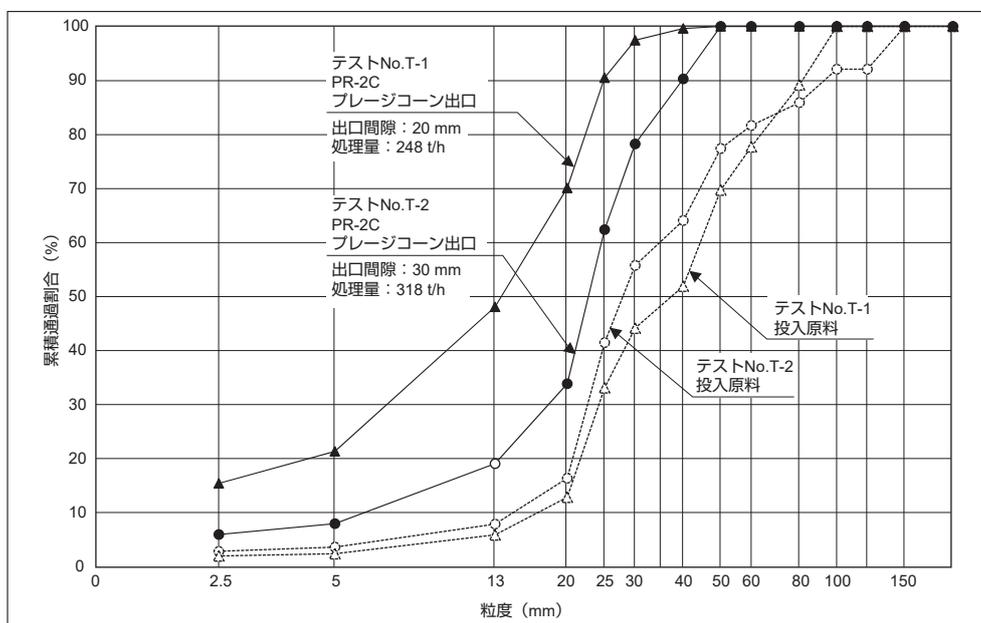


図10 破碎粒度分布 (処理能力)

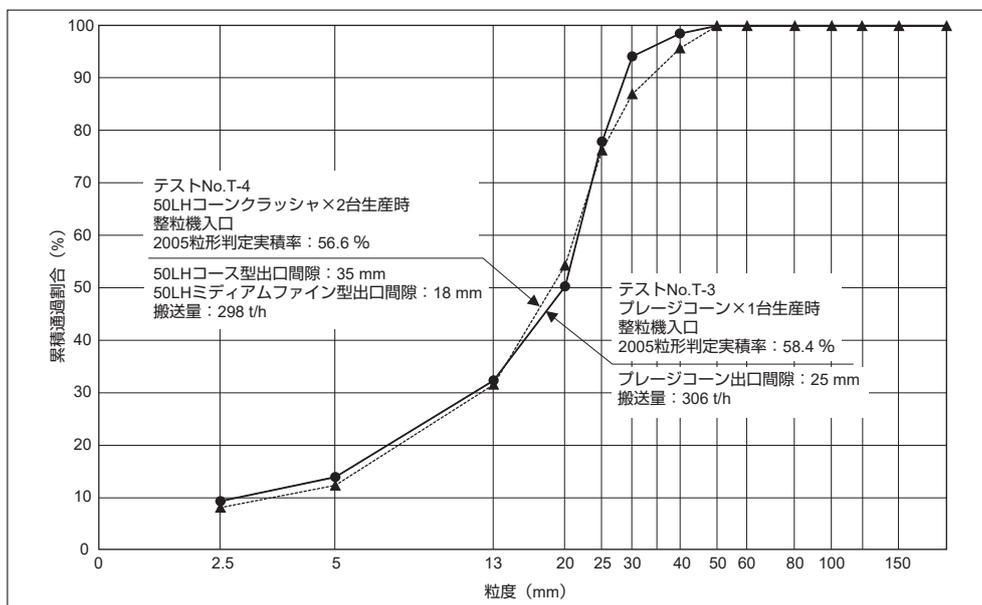


図11 破碎後粒度分布 (2005粒形判定実積率)

4.3 破碎試験結果（ライナ摩耗限界時）

図 12 は図 9 のフローにおいて、⑩傾斜スクリーンのふるい目を 60 mm から 40 mm に変更し、プレージコン×1 台でサンプリングを実施した結果を示す。試験フローを図 13 に示す。本試験では処理能力は 359 t/h であった。なお、本試験はマントル、バウルライナが摩耗

限界値付近で実施したため、処理能力が表 1 と比べ大きくなった。これは、プレージコンがバウル昇降式のコンクラッシャであり、マントル、バウルライナの摩耗進行に伴いスローが増加するためである。当該同一条件にてライナ新品時に破碎試験を行うと、このスローの増分を加味し、約 90 % 程度の処理能力になると推定する。

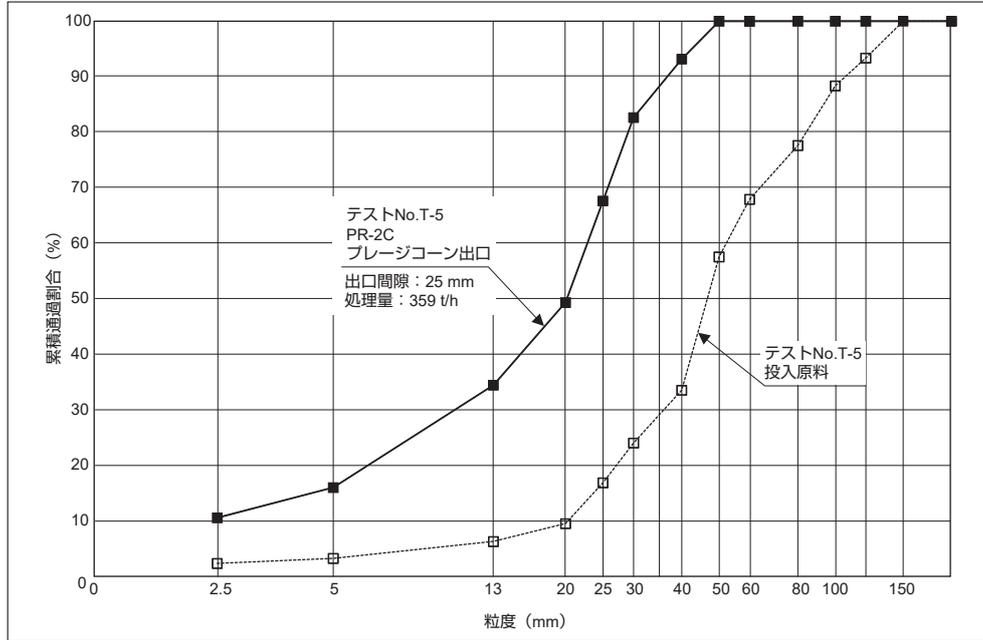


図12 破碎後粒度分布（ライナ摩耗限界時）

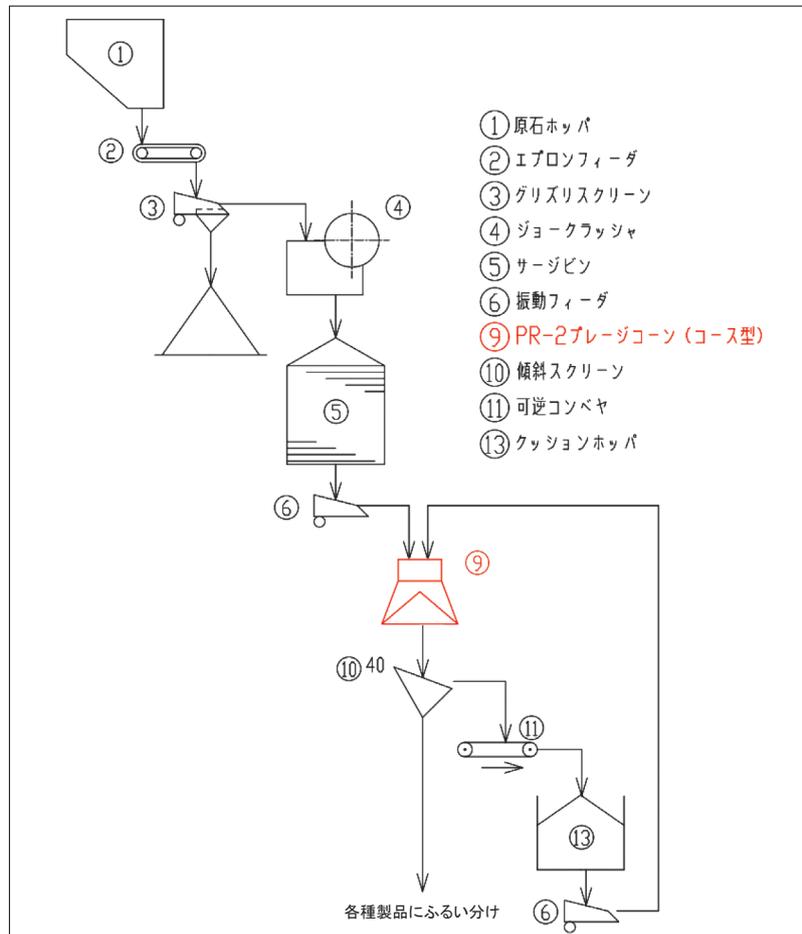


図13 テストNo.T-5 試験フロー

5 まとめ

油圧式コーンクラッシャの最大の長所は破碎運転中にセット調整が可能なことである。環状油圧シリンダ機構と自動負荷調整システム盤(ATLAS)を組み合わせることにより、運転状況を把握し、自動で間隙調整を行うことで生産性向上に大きく寄与する。

プレージコーンは従来機よりも回転数とスローを大きく見直したことにより、処理能力ならびに2005粒形判定実積率の値が大きく向上することを確認した。

また、従来のマントル昇降式のコーンクラッシャの課題であったライナ摩耗時にスローが減じ、処理能力が低下する事象についても、環状油圧シリンダ機構を採用した当該機であれば、能力を低下させることなく生産が可能であり、供給粒度によってはスローの増分が寄与し、処理能力がライナ新品時と比べ向上することを確認した。

6 おわりに

今回開発したプレージコーンを通じて、次世代型の省人化、自動化設備を実現し、お客様のさまざまな課題解決に応え、更なる生産性向上に貢献していく考えである。

参考文献：

- 1) 中嶋紀行:新型コーンクラッシャ AC-Z オーロラコーンについて、クリモト技報 No.41 (1999)、pp.36-42

執筆者：

佐々木 智

2007年入社

破碎機およびスクリーンの設計・開発に従事



永井研志

2014年入社

電気計装設計・開発に従事



堀部安彦

2015年入社

プラント設計に従事



末本裕一

2017年入社

破碎機メンテナンス業務に従事



小玉幸司

2002年入社

破碎機営業に従事

