

可動網篩(ジャンピングスクリン)

安川商事(株)技術部

小城 和正

<要 旨>

ふるい機は、さまざまな機械が世に出ているが、スクリン面そのものを動かす(可動網篩)アイデアを生かした製品が、ジャンピングスクリンである。

構造は、2組の、クロスビームと側板から成る枠組を設け、クロスビームは、内枠分と外枠分が交互に配置されている。スクリンマットは、クロスビームに固定され、内外枠のクロスビームがお互い反対方向に動くように駆動されるため、伸縮運動を行なう。

この伸縮運動により、スクリン面上の原料は、25Gという高加速度で、上方向に跳躍運動を行なう。この作用により、原料の解砕、ほぐしが行なわれ、網目の変形による目詰り防止効果と共に、ふるい分けが効率よく行なえる。

実績では、世界1000台が稼動している。

国内では碎石分野が多かった。この中でもズリ処理用は、それまで安価に売られていたが、野積みされていた碎石残り分から、目詰りしにくい機能が生かされ、骨材が回収されている。

石炭、コークス、スラグ、焼結粉などは、通常の振動スクリンでは、目詰りが生じ、ふるい分けにくいものがあるが、ジャンピングスクリンの導入により、生産プロセス合理化回収率向上などが行なわれている。

鋳物砂の処理においては、結果として、鋳肌の

品質向上の効果も生まれ、新しい使い方として注目されている。

ビード排水、側溝汚水処理における用途は湿式における使い方、今後の一つの方向である。

メンテナンスコストの削減からみて、スクリンマットの分割方式は、特長の一つであり、摩耗による寿命も、金網に比較すると長い。

エンドユーザ、エンジニアリング会社、コンサルタント会社等の読者諸氏の参考になれば、幸いである。

1. はじめに

一般に、水分を含んだ粉粒体のふるい分けの場合、水分量により、網目への付着が発生し、長時間の運転が不可能となる。また、水分の少ないものでも、網目と、ふるい分けられる粉粒体の粒度分布と、粒子形状との組み合わせによっては目詰りが生じる場合がある。

このため、網目をパルスエヤやブラシで清掃したり、網に高周波振動や二重振動を与えたり、また湿った原料の場合には、網そのものを電熱線としたり、色々な付加的な対策が併用され、少しでも目詰りを少なくする努力がなされてきた。

当社では、ウレタンゴム製のスクリンマットを使用し、この伸縮運動の際に生ずる大きな加速度により、付着、目詰りのない、これまでの常識を越えた「可動網篩」を販売している。

表1 ふるい分け機械の分類

No	大分類	網面の運動	通称名	駆動方式
1	直線振動篩		ローヘッドスクリーン 共振振動篩 電磁式スクリーン 振動モータ式スクリーン	不平衡重錘 偏心軸 電磁石 振動モータ
2			電磁(垂直振動形)スクリーン	電磁石
3	閉曲線形振動篩		リップルフロースクリーン タイロックスクリーン	不平衡重錘 偏心軸
4			楕円振動篩 共振振動篩	不平衡重錘 偏心軸
5	直線平面篩		レスプロケーティングスクリーン	偏心軸
6	閉曲線形平面篩		ジャイレトリーシフタ	偏心軸
7			ローテックスシフタ	偏心軸
8	変形閉曲線振動篩		トップマウントスクリーン	不平衡重錘
9			DFスクリーン	振動モータ
10	円形振動篩		円篩	不平衡重錘
11	振卓篩		振卓篩	不平衡重錘
12	網固定篩	静止	グリズリ	
13	回転篩	回転	トロンメル	
14	遠心力篩	たて形円筒網回転	V形スクリーン	
15	可動網篩		ジャンピングスクリーン	

2. 可動網篩

ふるい分け操作が行なわれる原料は、粒径数十ミクロンの微粉から、2mにもおよぶ大塊まで、処理量は毎時数十キログラムから数百トンまで広範囲である。そのうえ、原料の種類も多種多様で、ユーザの諸条件を満足するため、さまざまな機械が開発されてきた。

表1にこれら、「ふるい分け機械の分類」を示す。

ユニークなアイデアの「可動網篩」の基本原理解は、1964年西独Hein, Lehmann AGによって紹介され、実用機としては、ウンブレックス形、トロウエル形と、駆動機構の変遷を経て、現在のリーウェル形(直線引張形)に発展、完成されている。

西独ではSpanwellen Siebmachinen、英語では、

Flip Flow Screen、日本では、「ジャンピングスクリーン」の商品名で製作されている。

3. 構造とふるい分け機構

ふるい本体は、1対の側板と、これを連結するクロスビームから成る2組の枠(内枠と外枠)で構成されており、スクリーンマットはこのクロスビームに固定されている。

クロスビームは、図1のように、内枠(SI)と外枠(SII)が交互に配置され、偏心シャフトの回転に伴い、お互いに反対方向へ運動する。即、クロスビームは、互いに近寄りたり、離れたりし、この結果スクリーンマットは伸縮を繰り返す。(図2参照)

スクリーンマットは、セグメントになっており、伸縮作用の反力に対し、端部は、押え板と、スタッド袋ナットの締結構造により強固にクロスビームに固定されている。

原料は、ふるい面の、500~700 cpmでの伸張時の高加速度により、激しく跳ねあげられながら、ふるい分けが行なわれ、ふるい面積あたりの処理量が大きい。

また跳躍運動時、原料が相互にぶつかりあって粒子の表面に付着した微粉が払い落とされたり、粒子間の凝集がほぐされたりする作用を伴う。これは、伸縮作用による網目の変形による目詰り防止の効果と共に、ふるい分け効率を高めている。

図3にスクリーンマットのサンプル写真を、図4に、運動解析に撮影されたスクリーンマット上の鋼球の動きの写真を示す。

図5のような運動解析モデルで、スクリーン面の上下方向の速度および加速度の計算を試みると、

4. スクリーン面の動き

図5のような運動解析モデルで、スクリーン面の上下方向の速度および加速度の計算を試みると、

図1 LSF（低床）形構造図

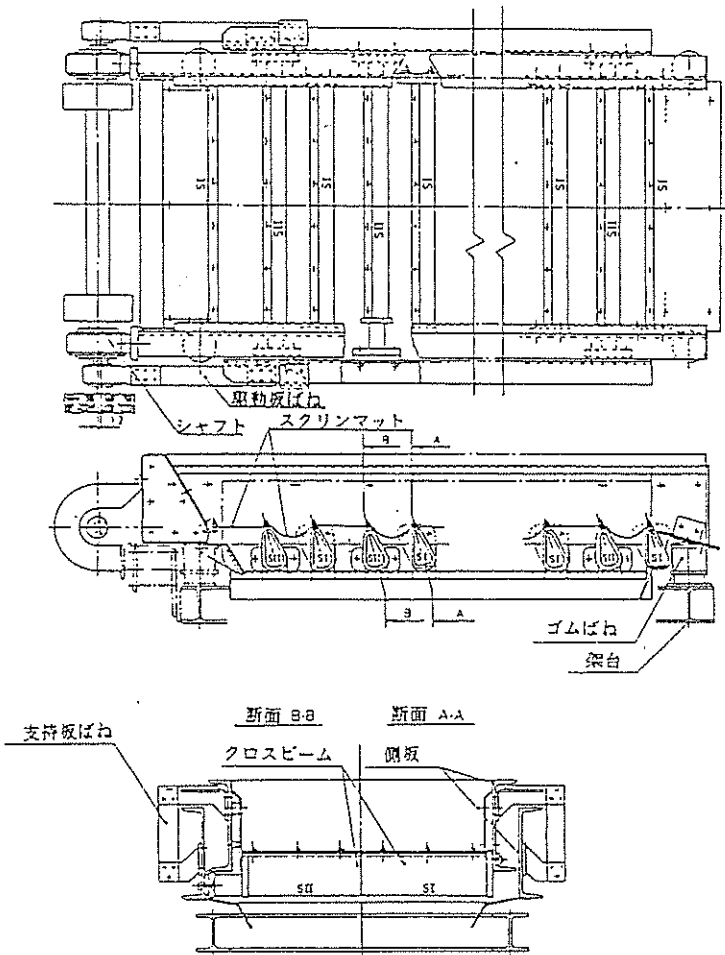


図2 スクリンマットの伸縮運動

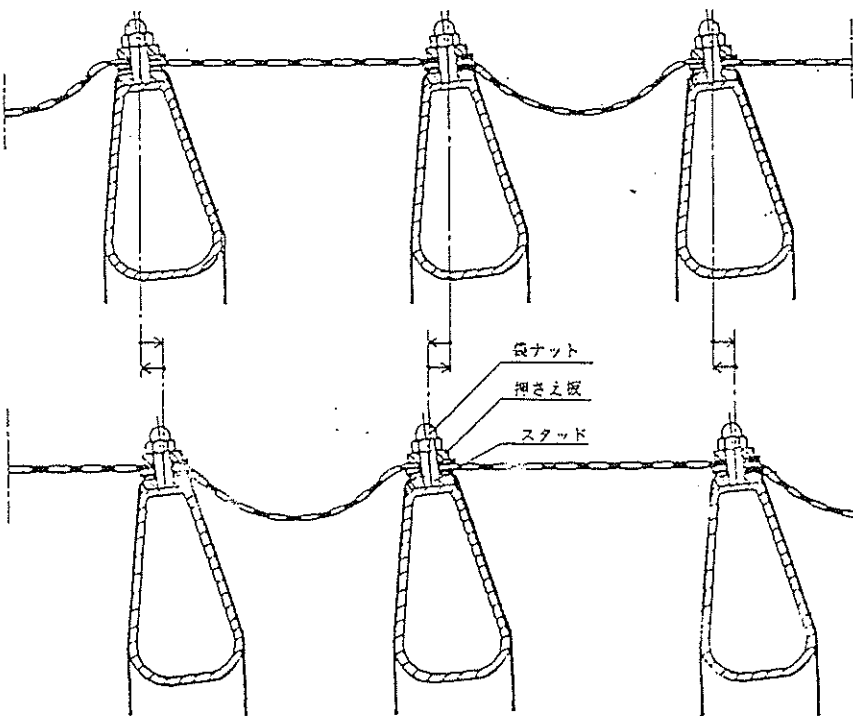


図6のような結果が得られる。

回転数は600 rpm、伸張量 Δl は、 -3 、 0 、 3 、 6 、 9 、 12mm とした場合の速度 V 、加速度 K （重力の加速度の何倍かを示す値）の値を偏心シャフト軸の回転角に対して示している。

$\Delta l = -3$ というのは最大伸張時に3mmのゆるみがあるという意味である。図からわかるように張力がない場合には加速度は低い値になり、張力を与えると無限大になる。

実際には、計算時使用した、スクリン面は伸張時以外は、運動中は長さが変化しないという仮定等が厳密に適用できるものでなく、加速度は当然ある有限な値になる。

これを推定する目安として、薄い層厚が原料を流した場合の跳び上り高さから、速度、加速度を求めてみる。跳び上り高さは $H = 2\text{m}$ にも達することから $V_0 = \sqrt{2gH}$ から V_0 を求めると 6.3m/sec になる。これから、加速度を求めると、 $100 \sim 150\text{G}$ にも達する。

実際のふるい分けでは、層厚の影響もあり 25G 程度である。

偏心シャフトの加速度は、振幅と振動数から求められるが、この値は600 rpm、偏心量 6mm で、約 2.5G である。スクリン面に伸縮作用を行なわせることにより加速度が10倍にも増幅されたことになる。

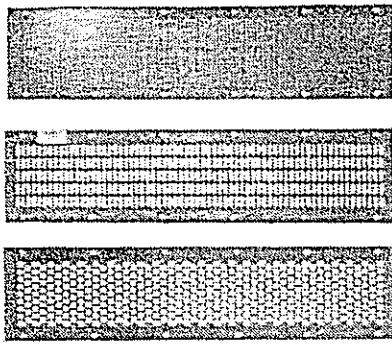
5. 実績データ

以下に実績例を示し、検討いただくための資料に供したい。

5-1 砕石

砕石分野では、廃土処理（ズリ、ダスト処理）に約50%、

図3 スクリンマット

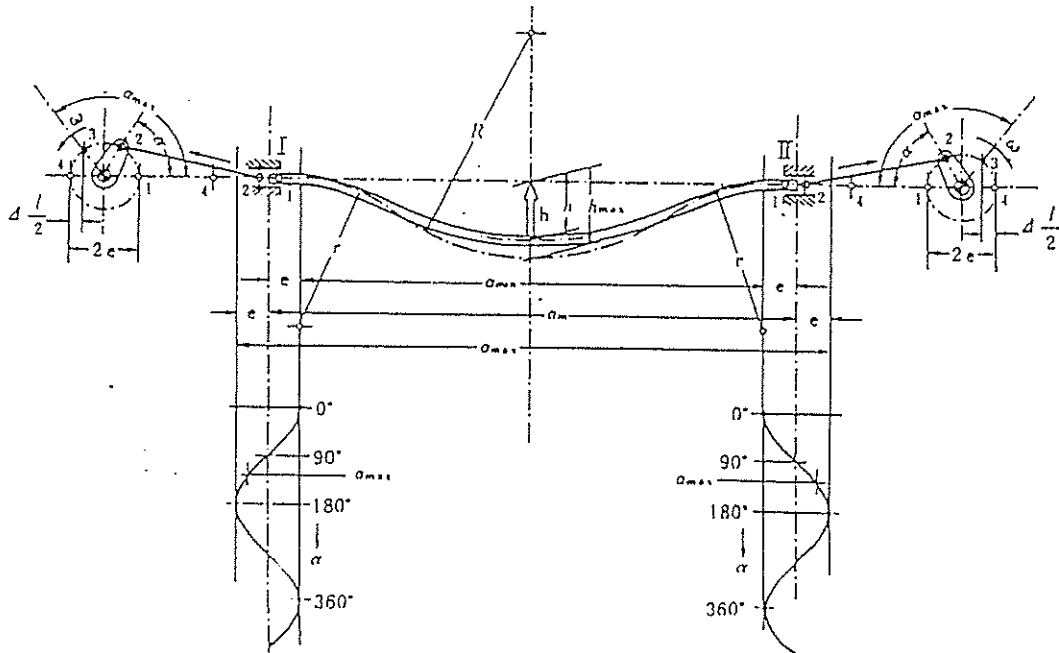


乾式7号処理に約15%、最近では碎石2005、コンクリート用砕砂の生産に採用され、用途が拡大している。

岩質により分類すると、砂岩25、安山岩15、頁岩15、石灰石13各%であり、その他玄武岩、角閃岩、石英斑岩、粘板岩、蛇紋岩等幅広く使用されている。

また、機械容量からみると、 3 m^2 (100~40T/H処理)が約50%、次いで 6 m^2 約20%で、最近では、 8 m^2 、 6 m^2 2段と大形化し、 18 m^2 2段(500T/H処理)の採用例がある。

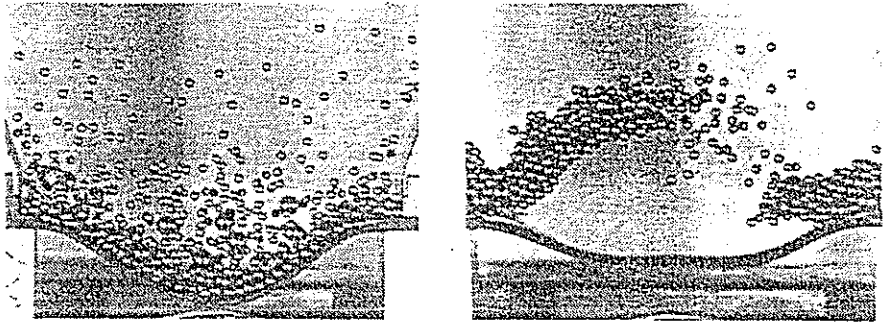
図5 スクリン面の運動解析



(1) ズリ処理

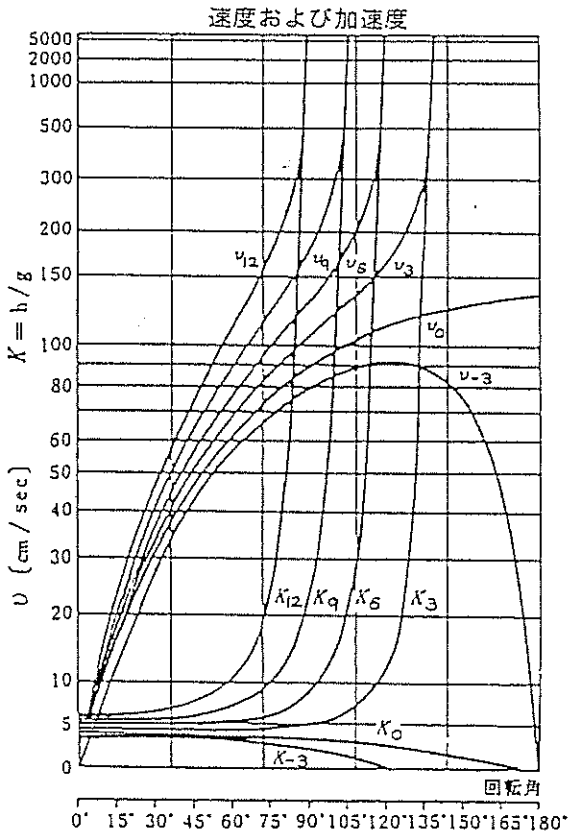
碎石場で発生するズリ(40mm以下)には、骨材として製品化できる粗粒または細粒が、相当量混入している。しかし、このズリをふるって細粒を回収することは、従来のふるいでは、網面への付着、目詰りを生じるため、ほとんど不可能であった。ジャンピングスクリンを使用すると、この問題が一挙に解決している。実績の中では、分離径1.3mm、5mmが多く、網上産物は骨材として100

図4 スクリンマット上の鋼球の動き



%活用されている。網下産物は、下水道配管回りの山砂の代替製品、ゴルフ場用土、グラウンド用砂、土地造成埋戻用土等、各碎石場の立地条件により、種々の製品として開発、活用されている。図7にふるい分け粒度分布の例を示す。

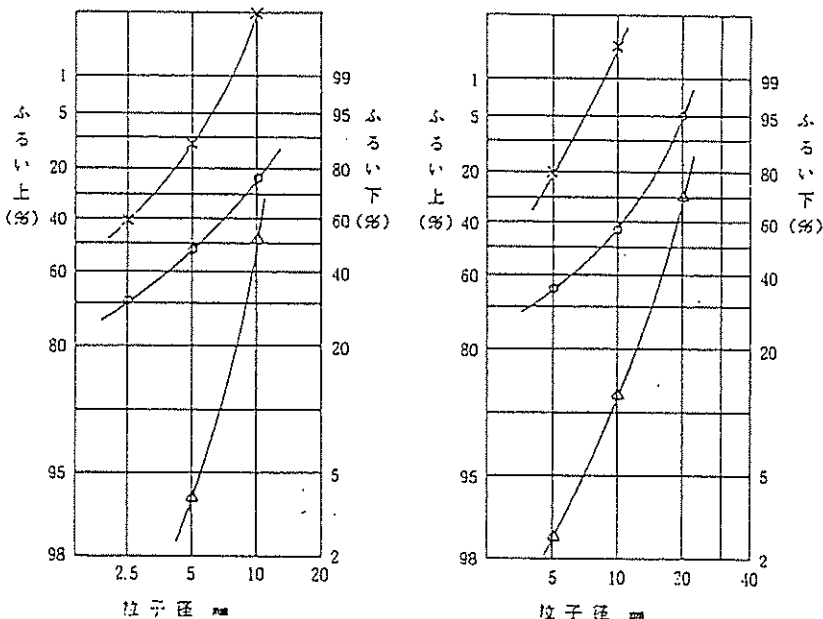
図6 スクリン面の上下方向の



(2) コンクリート用砕砂

乾式、分離径 2.5 mmにおいて、目詰りなくふるい

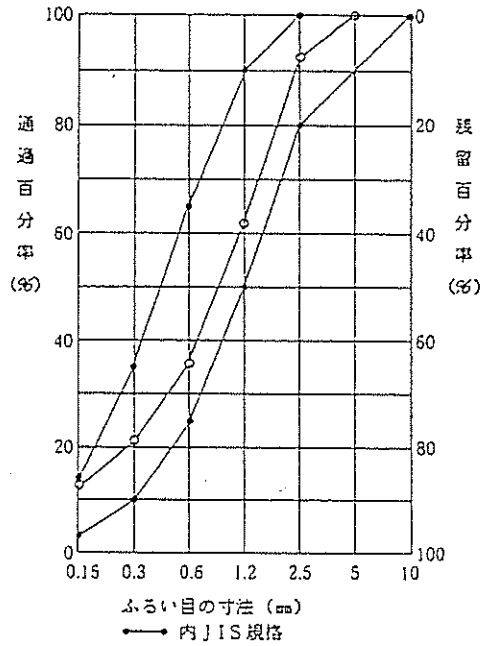
図7 スリふるい分け



- ・ふるい面積 3 m²
- ・開き目 6 × 29 mm
- ・処理量 50 T/H
- ・原料水分 9% (WB)

- ・ふるい面積 3 m²
- ・開き目 10 × 29 mm
- ・処理量 80 T/H
- ・原料水分 5% (WB)

図8 砕砂ふるい分け分析曲線



分けができること、およびあとの湿式処理工程の負荷軽減のために使用された。またFM値の変更は、開き目の異なるスクリーンマットの数を変えて行っており、ジャンピングスクリーンのセグメント方式のスクリーンマットの特長が生かされている。図8に、砕砂ふるい分析曲線を示す。仕様は次のとおりである。

- ・処理量 100 T/H/8 m²
- ・開き目 投入側より
3 × 29 20枚
3 × 3 6枚
5-2 石炭

分離径の小さな石炭のふるい分けは、ふるいにくいものの1つである。

(1) 分離径3 mmの場合

コークス用石炭で3 mm以下に粉碎する例があり、粉碎機の容量を小さくすること、および好ましくない微粉の増加を避けるために、まず原料をふるい分けてからふるい上産物のみ粉砕機に戻す閉回路方式がとられている。操業データで、水分9%、10 T/H/m²であり、普通のふるい機の約3倍の単

位面積あたりの処理量をもっている。また、この例では、2床式が使用され、上段は補助ふるい分けと原料の解砕に役立っている。

(2) 分離径 1.5 mm の場合

石炭中の 0.5 mm 以下のダストを除去することは普通のふるい機では困難である。

表 2 石炭 1.5 MM 分離

供給原料中 0 ~ 6 mm の水分 (%)	単位ふるい面積当り原料供給量 (t/h·m ²)	ふるい下に混入した + 0.5 mm (%)	ふるい上に混入した - 0.5 mm (%)
5	7	47	7
6			6
7			12
8			16

LSFI、5-20ED の場合表 2 のような結果になっている。単位面積あたりの処理量は、普通のふるい機の 4 倍になっており、スクリーンマットの平均寿命は 12500 T/m² である。

5-3 鉄鋼業における例

(1) 微粉コークス

焼結プラントで要求される、粉コークスを 3mm でふるい分ける場合、供給原料中の水分が 15% 以上になると、普通のふるい機ではほとんど不可能になり、定期的な清掃が必要になる。ジャンピングスクリーンでは、水分 20% まで、ふるい分けができる。

(2) スラグ

転炉スラグは、その用途により、0 ~ 3 mm、3 ~ 8 mm、8 ~ 12 mm、12 ~ 100 mm にふるい分けられる。3、8 mm でふるい分けた実績で、供給原料 0 ~ 3 mm の水分 6%、10 T/H/m² の処理で、ふるい上下産物の各誤粒率 7 ~ 6% を確保できる。

(3) 焼結粉

高炉用原料のコスト削減を目的として、焼結鉱の高炉槽下粉およびヤードスクリーンふるい下粉から + 3 mm サイズ (細粒焼結鉱) の回収が行なわれている。表 3 に、リップルフロースクリーンとジャンピングスクリーンの性能比較を示す。通常スクリーンの場合、ジャンピングスクリーンに比べ、同レベ

ルの篩上産物の - 3 mm の誤入率を得るためには、開き目を拡大しなくてはならない。この場合、篩下産物中 + 3 mm が上昇し、また細粒焼結鉱の回収率が低下している。

5-4 鑄物砂

シェイクアウト後の鑄物砂の回収工程において、

表 3 焼結粉ふるい分け

	開き目	+3mm 回収率
ジャンピングスクリーン	4.5*19	64.5%
リップルフロースクリーン	5.0*19	39.5

表 4 鑄物砂ふるい分けにおける機器能力比較

	ジャンピングスクリーン	振動モータ式スクリーン
スクリーン寸法 (MM)	2000 * 5460	1500 * 7000
ふるい面積 (M ²)	10.9	10.5
振動数 (CPM)	540	750
開き目 (MM)	6 * 25	10 * 150
水分 3.5% 時	38 (T/H · M ²)	23
水分 3.0% 時	75	29

発塵防止と冷却のための散水で、水分3.5%になると鋳物沙は粘性が生じたようになり、通常スクリーンでは、篩上産物がオーバーフロー状況になり、ライン停止が生じていたのを解決した例がある。ジャンピングスクリーの採用で、開き目も小さくなり、篩下産物にシェルガラの混入が少なくなり、鋳物の肌の品質も向上している。表4に、設備更新前後の機器能力比較を示す。

表5 コンポストふるい分け

分離径 (mm)	供給原料の水分 (%)	単位ふるい面積当たりの処理能力 (t/h・m ²)
18	30 ~ 40	4
8		2.5
5		2
3		1.5

最終工程で、固形分のビートルの分離に使用されている。流量120m³/Hで、固形分1.5%、開き目10mmである。

5-5 コンポスト

コンポストのふるい分けでは、原料がきわめて不均一で、大きな表面積を持ちながら軽い紙やプラスチック、重い金属片やガラス屑などが混在しており、その他付着性がきわめて強い物質も入っている。コンポストは、普通3~18mmでふるい分けられ、ふるい下は、畑の堆肥として使用される。表5に得られたデータを示す。

5-6 ビートル排水の処理

てんさい糖よりの砂糖生産において、水処理の

5-7 側溝污水集合暗きょの清掃処理

街路側溝の污水を集合させている地下暗きょは、長年の使用による堆積物を、定期的に清掃する必要がある。堆積物は、水圧を利用したポンプで地上にすい上げられ、廃棄物、土砂、污水に分離される。スクリーンは車輪付移動設備に設置されている。図9にその例を示す。機器仕様は次のとおりである。

- ・LSF 1.0-10ED (2m²)
- ・開き目5×5
- ・処理量60m³/H

図9 側溝清掃処理の例

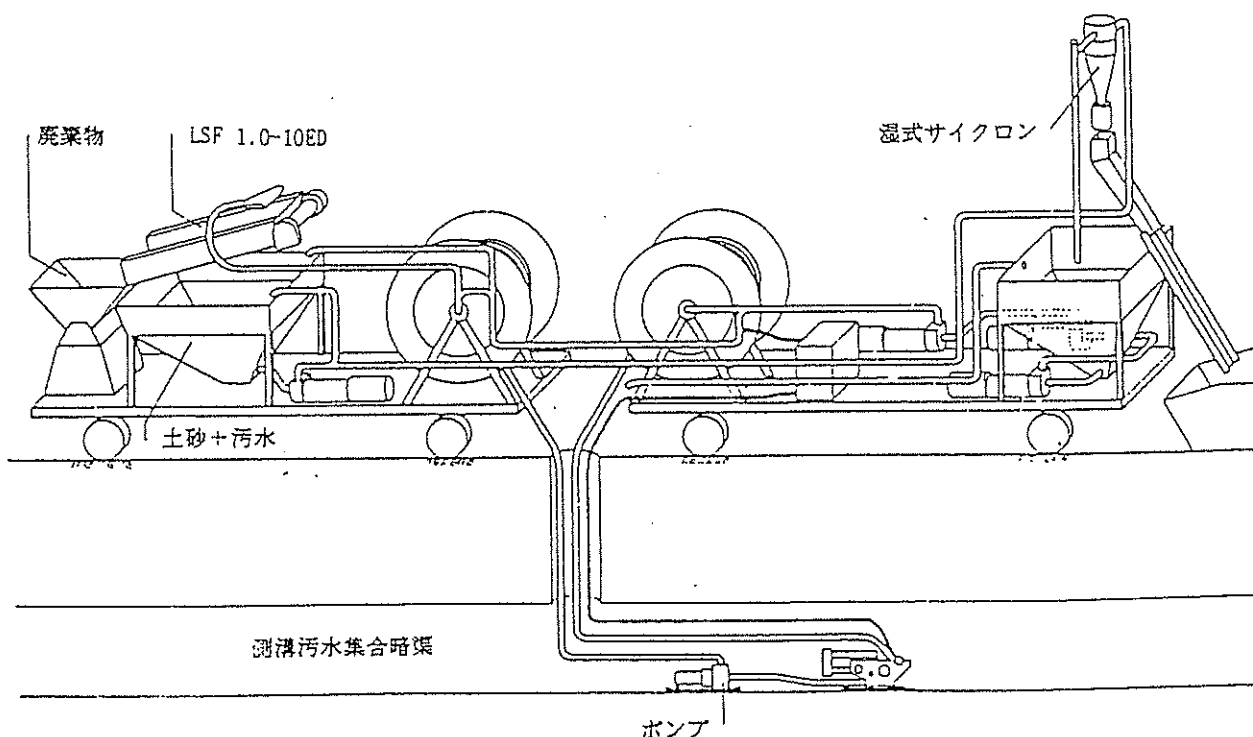
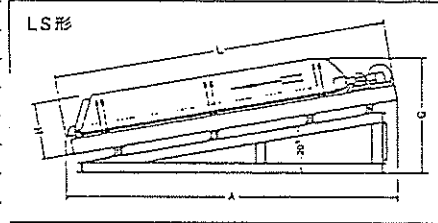
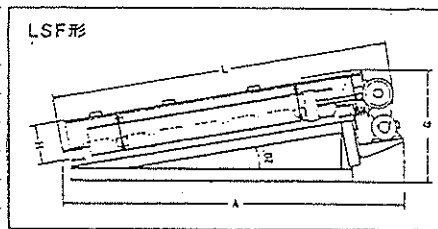


図10 形式および外形寸法

形式	フルイ面積 (㎡)	外形寸法 (mm)					重量 (kg)	駆動モータ (kW)
		A	L	H	G	傾		
LSF-1.0-10 ED	2	2900	3100	500	1450	1750	2,300	5.5
LSF-1.0-14 ED	3	3700	3950	500	1700	1750	2,750	7.5
LSF-1.0-20 ED	4	4900	5200	500	2150	1750	3,350	11
LSF-1.5-20 ED	6	4900	5200	500	2150	2250	3,600	15
LSF-1.5-26 ED	8	6050	6450	500	2550	2250	4,200	18.5
LSF-2.0-26 ED	11	6050	6450	500	2550	2750	5,150	22
LS-1.5-20 DD	2 × 6	5900	6200	1450	3400	2300	8,200	30
LS-1.5-26 DD	2 × 8	7100	7450	1450	3850	2300	9,700	37
LS-1.5-32 ED	10	8200	8600	1400	3900	2300	10,300	42
LS-1.5-32 DD	2 × 10	8300	8750	1450	4300	2300	14,300	25
LS-2.0-26 DD	2 × 11	7200	7550	1450	3800	2950	11,100	45
LS-2.0-32 ED	14	8400	8800	1100	3950	2950	11,800	30
LS-2.0-32 DD	2 × 14	8400	8850	1450	4250	2950	12,900	45
LS-2.0-42 ED	18	10700	11250	1400	5000	3050	19,200	37
LS-2.0-42 DD	2 × 18	10550	11150	1700	5400	3250	26,300	55
LS-2.2-42 ED	20	11050	11450	1400	5100	3300	19,800	37



6. 保守

保守面での特長は次のとおりである。

- (1) ふるい分けは、原料のはね上げ運動によるため、従来のふるい機にみられる、原料と網面間のすべり運動が少なく、摩耗性のある原料でも網の寿命が金網に比べて長い。
- (2) スクリンマットはセグメントになっており、たとえば投入口などの摩耗の激しい部分のみの交換が行なえ、交換作業も簡単である。
- (3) 駆動部のクランク軸部以外には、回転部がなく、機械的摺動部もない、単純堅牢な構造である。
- (4) ふるい本体の振動加速度は、2～2.5 G程度であり、従来のふるいの1/2から1/3であり、本体にかゝる力も小さい。運転中点検口からの点検も可能であり、保守が容易である。
- (5) 給油、軸受、板ばね、Vベルトの点検は、すべて機体の外側から行なえる。

7. 仕様

基本仕様は次のとおりである。

1. 篩面積

LSF (低床) 形 2.0～11 m²
 LS (単床2床) 形 6.0～18 m²

2. モータ容量 5.5～55 KW

3. 振動数 500～700 RPM

4. スクリン開き目 1.5～2.5 mm

5. 据付角度 5～30度

6. 寸法 図10参照

8. おわりに

「可動網篩」という、ユニークなアイデアを突用化した、ジャンピングスクリーンは、すでに、世界で1000台が稼動している。

以上、この紹介記事が、ふるいの目詰りの解決に役立ち、設備の合理化、メンテナンスコストの削減、篩分産物の新用途開拓・付加価値の増加などの参考になれば幸いである。