HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ロータリードラムスクリーンについて
Author(s)	野田, 匪六; 上野, 豊; 神山, 桂一 他
Citation	衛生工学, 4, 70-78
Issue Date	1960-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/36148
Type	departmental bulletin paper
File Information	4_70-78.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

ロータリードラムスクリーンについて

野田匝六* 上野豊**
神山桂一*** 井上一郎****
砂川茂夫****

（昭和35年3月15日受理）

Rotary Drum Screen

Sōroku Noda, Yutaka Ueno, Kēichi Kōyama,
Ichiro Inoue, Shigeo Sunagawa.

Abstract

To treat human excrement, a kind of drum screen was tested. This screen was made with combinded rings like cylinder setting horizontally. The excrement was feeded continuously from one end and screening was excluded from another side automatically. Between the spaced rings the liquid part of excrement was fallen out into the conduit under the drum. The effectiveness and practicality was proved by this test. In addition to this, we discussed optimum screening out condition of the drum.

* 教授（才2講座）
** 講師（医学部公衆衛生学教室）
*** 助教授（才2講座）
**** 助手（才2講座）

1. 緒　　言

屎尿処理作業中で最も不潔であり、また悪臭を発散するために嫌悪されているのがスクリーン作業である。こうした面の改善や研究は処理作業の本質とは関連が少いために、当事者にとつては問題とされながら、本格的な研究が行われなかつた感がある。我々の理想はこのような作業を完全に自動化し、無人運転を可能にすることにあるが、バースクリーンの自動掻上機や篩渣の脱水機など幾多の試作、研究にもかかわらず、悪臭の発散を防止するためにこの作業を完全に密閉し、完全に自動化することはなかなか困難のようである。

著者らはまず作業の自動化を目指して、従来下水処理に用いられているドラムスクリーンにヒントを得て、汲取屎尿に対しても使用できる籠形円筒型のスクリーンを考案し、実用規模の模型を試作して試験を行つたところ、良好な結果を得たので、これを「ロータリー・ドラムスクリーン」と名付け、ここに広く紹介して参考に供し、その能力および設計条件に関する基礎的研究の成果を述べる。

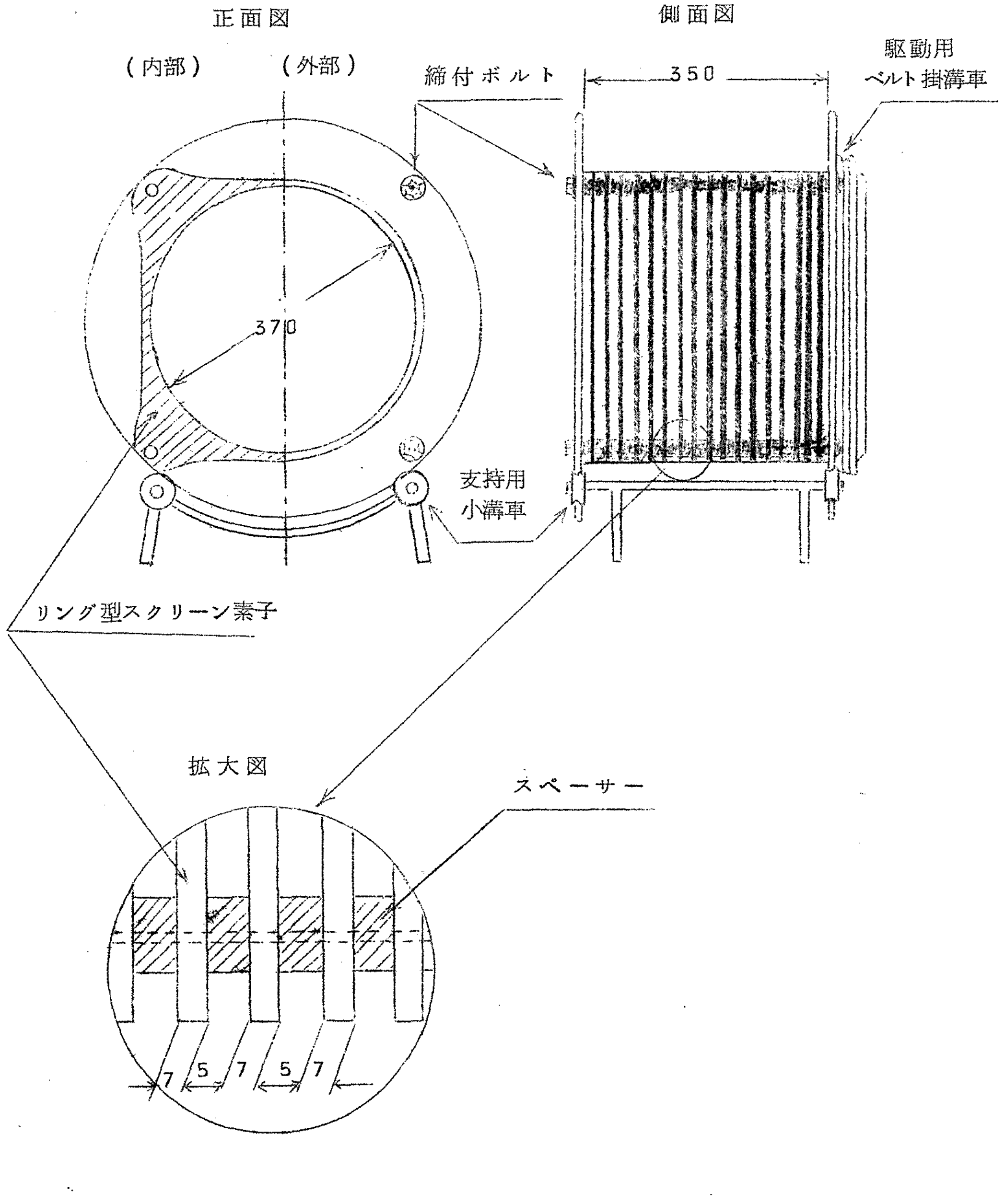
2. ロータリードラムスクリーンの構造とその機能

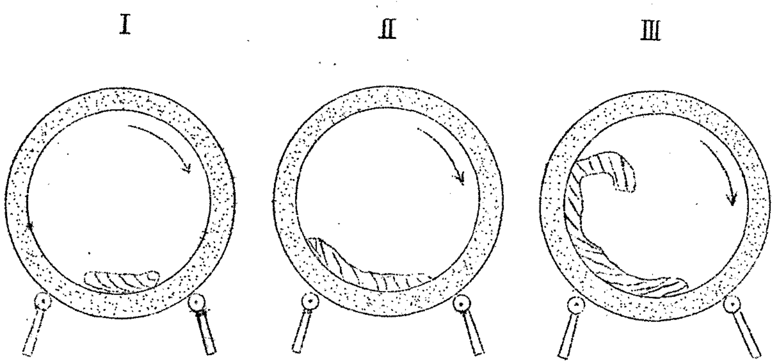
試作した模型は図－1に示すように、全体は円筒を横に倒した形状で、直径（内径）37cm、長さ35cmの大きさのものである。これを円筒の中心を軸として回転せしめるが、模型では円筒の一端に取付けた溝にVベルトをかけてモーターで駆動した。この円筒は中空円板を多数枚かさね合せてできたもので、円板と円板の間にスペーサーを入れてボルトで締めつけてある。スペーサーの厚さがスクリーン間隙（目開き）となる。

この円筒の内へ一端から汲取屎尿を流注すると、液部はこの間隙から円筒外へ流れ出し、下の溝へ流下する。円筒の内部に残つた大型固形物は、回転と共に内面を上方へ移動してゆくので、屎尿の流れ込む最下部には常に新しい面が出てきて、除塵濾過の機能を妨げることがない。

一方、篩渣となる大型固形物は円筒の内面に付着して上方へと移動してゆくが、図－2に示すように回転角が大きくなると自重のためにスクリーン内面よりはぐれ落ちて内部を転動することとなる。円筒の軸に適度の傾きをも

図－１　実験用ロータリードラムスクリーン





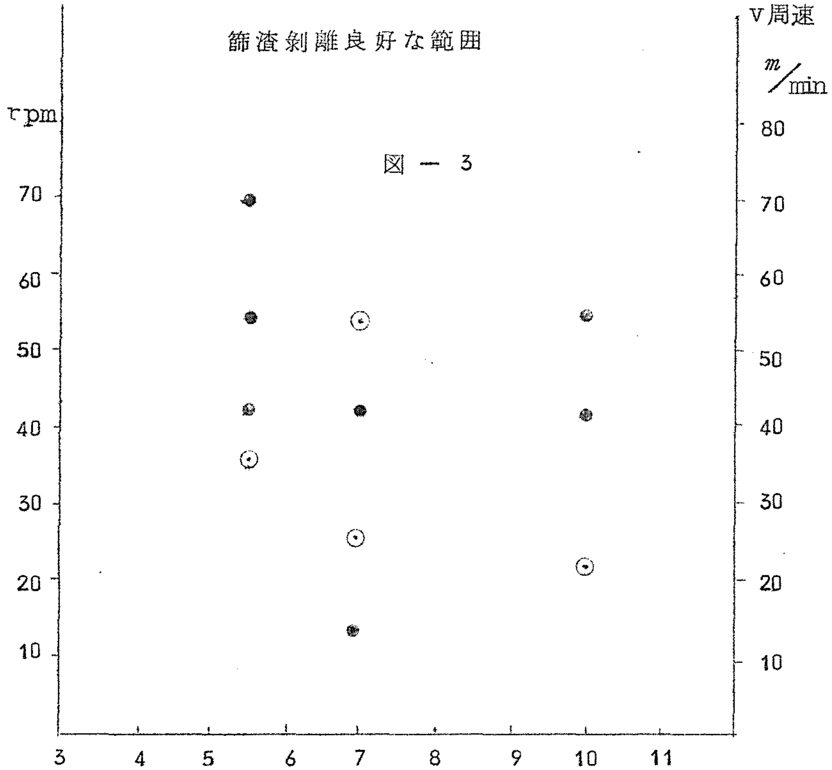
図－2

たせておけば、篩渣は円筒内面を転動する間に棒状となつて、これが徐々に外部へ送り出されてくるので、篩渣をスクリーン面から掻き取つたり引上げたりする必要がない。従つてこのスクリーンの篩渣の出口に脱水機（例えばローラープレスのようなもの）を設置すれば、従来は取扱いに困つていた篩渣も棒状となつて連続的に出てくるので、容易に圧縮脱水することができる。スクリーンの目の内へはまり込んだ固形物も、前記のように円周方向にスリットが開いているため、回転角が大きくなつても細長い物体（例えば布片、わら、ゴム製品など）がスクリーンにからみつくことなく、容易に抜け出てくる。

3. 篩渣の排出実験

前記の機能を発揮せしめるためには、篩渣が連続的にうまく排出されることが必要である。模型ではスペーサーの厚さ（すなわちスクリーンの目開き）を5㎜としてあるが、実験における最大能力としては14 m^3/時 の原屎尿を取扱うことができた。しかし、篩渣の排出が悪い場合には、流注した屎尿が渣の上部を流れて渣と共に溢れ出したり、あるいは篩渣が円筒内部を転動するのみで、うまく送り出されなかつたりする。また回転数を大にすれば、新しいスクリーン面が表われる率は大となり、一応濾過能率が増加すると思われるが、内面に付着した篩渣が遠心力のために剝離脱落する力を失い、円筒と共に回転して遂にはスクリーンの目を閉塞し、濾過の機能を失うにいたる。これを防ぐために、一旦付着した渣を掻落す固定レーキを設けることも一つ

の方法であるが、このレーキに汚物がからみつき、回転の円滑を欠く事態を生じ易い。従つて回転数をいたづらに大きくすることは不利である。このような各種の条件を求めるために、札幌市北光屎尿処理場に搬入されてきた汲取屎尿を用いて、前記の模型を使い実験を行つてみた。その結果を一括して示せば次の図－3のごとくになつた。図中の白丸は濾過および篩渣の排出が



図－3

うまく行われた場合であり、黒丸は排出不良あるいは処理量過多のために篩渣に液部が混入したものを示している。これらの実験から定性的に次の諸点が明らかとなつた。

(1) 回転数を大にすれば処理量は大となるが、篩渣の剥離、転落が困難となり、スクリーンを閉塞し易い。また、遠心力のため濾液が周囲に飛散し易く、小紙片や綿屑がスクリーンを通過して濾液中に混入する割合が多くなる。

(2) 円筒の軸の傾きを大とすれば、篩渣の排出は良好となる。ただし円筒

内部を転動する時間が非常に短くなるために、充分に液をふり落すことができず、篩渣の含水率は大きくなる。実験の範囲では傾斜角約7°〜10°で良い結果が得られた。

(3) 濾液の浮遊物量は原尿尿の性質によつて大きく変動したが、大体2.8〜0.2%の範囲となり、特に多量の浮遊物が通過するという心配はなかつた

(4) 篩渣の含水量は前述のごとく傾きによつて異るが、そのために篩渣量も変動する。特に尿の多い尿尿の場合を除くと篩渣の占める割合は原尿尿の2.3〜4.6%であつた。

4. 篩渣の排出条件

以上の実験に見られるように、篩渣の排出を円滑に行わせるためには、スクリーン内で篩渣がうまく剝離して転落することが必要である。このような現象をおこす条件について若干理論的な考察を行つてみた。

(a) スクリーン円筒軸が水平の場合

円筒の内面A点（図−4）にある物体の受ける力を考えてみると、$0<\theta<\frac{\pi}{2}$の範囲ではこの物体は円筒の内面を滑り落ちようとするが、その力は接線方向に働き

$$滑りおちる力 = mg\sin\theta$$

となる。これに対して抵抗する力は遠心力と重力によつて生ずる摩擦力でこれは

$$摩擦力 = kmv^2/r + kmg\cos\theta$$

となる。ここでmは物体の質量、vは円周方向の速さ、rは円筒内面までの半径（物体を質点と考えた）、θは垂直下方からA点までの回転角、gは重力の加速度、kは摩擦係数で、物体の付着力などの影響もこのなかに含めて考えた。

物体がスクリーンの内面に沿つて滑り出す直前においては前記2力は釣合い

$$mg\sin\theta = km\left(v^2/r + g\cos\theta\right)$$

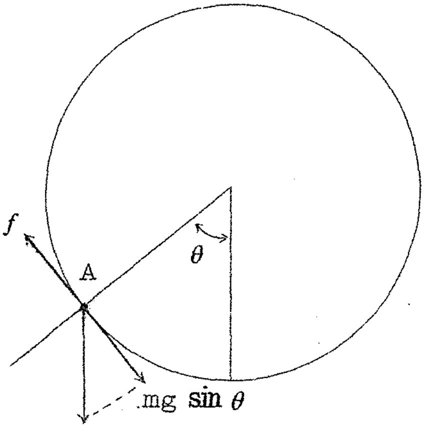
となり、その時の回転角θ_1は

$$\sin\theta_1 - k\cos\theta_1 = kv^2/rg$$

を満足するものとなる。また$\theta=\pi/2$で滑り出す場合の速さv_2は

$$v_2 = ({}^{rg}/_{k})^{\frac{1}{2}}$$

となる。このv_2より速い円周速度で回転する場合は物体は滑り落ちることなく$\theta = {}^{\pi}/_{2}$以上の範囲へ進むが、${}^{\pi}/_{2} < \theta < \pi$ の範囲ではこの物体がスクリーンの内面をはなれるとすれば、これが最初に考えていたような、渣がうまく剝離転落する場合に相当することになる。この時の転落する直前の状態をとつて、前述と同じように考えると、



図－4

$$mg = \frac{k\,m\,v^2 \sin\theta}{r} - \frac{m\,v^2 \cos\theta}{r} \qquad (3)$$

となる。左辺は重力による下向きの力、右辺才1項は遠心力による上向きの力、才2項は摩擦力にともなう上向きの力である。したがつてこのときの円周速度は

$$v = \{ {}^{rg}/(k\sin\theta - \cos\theta) \}^{\frac{1}{2}} \qquad (4)$$

となり、$\theta = \pi$（すなわち直上）ではじめて転落するとすれば、その時の円周速度 v_3 は、

$$v_3 = (rg)^{\frac{1}{2}}$$

となる。この v_3 以上の円周速度となるような回転数で円筒を回転させれば、物体は円運動をはじめ、剝離や滑動をおこさない。

(b) 円筒軸が水平とαなる角度を有する場合

篩渣の自動排出を促すために、円筒軸を水平に対してαなる角度だけ傾けた場合について前と同様の考えで滑動と転落の条件を考えてみると次のようになる。

まず $0 < \theta < {}^{\pi}/_{2}$ の範囲では物体はスクリーンの目に沿つて滑動するが、

滑りはじめる直前には

$$mg\sin\theta\ \cos\alpha = km^{v^2}/_r + kmg\ \cos\theta\ \cos\alpha \tag{5}$$

が成立するから、その時の円周速度vは、

$$v = \{\frac{rg\cos\alpha}{k}(\sin\theta - k\cos\theta)\}^{\frac{1}{2}} \tag{6}$$

となる。$\theta = \pi/_2$ で滑り落ちるとすれば、その時の円周速度 v_4 は

$$v_4 = (rg\ \cos\alpha/k)^{\frac{1}{2}}$$

となる。$\alpha = 0$ の場合は v_2 に等しくなる。

次に $\pi/_2 < \theta < \pi$ の範囲で剥離転落する場合には、前と同様に考えて、

$$mg = \frac{kmv^2}{r}\sin\theta\,.\cos\alpha - \frac{mv^2}{r}.\cos\theta\,.\cos\alpha \tag{7}$$

が成立するから、

$$v = \{gr/_{\cos\alpha}(k\sin\theta - \cos\theta)\}^{\frac{1}{2}} \tag{8}$$

となる。転落をおこしうる最大の周速度 v_{max} は $\theta = \pi$ の時におこるから、

$$v_{max} = (rg/k\cos\alpha)^{\frac{1}{2}}$$

となる。

以上の考察のように、円周速度が $v < v_4$ のときには篩滓は円筒内面（スクリーン面）でスクリーンの目に沿つて滑動するのみで、はじめに予期したごとくには送り出されないが、$v_4 < v < v_{max}$ になると $\pi/_2 < \theta < \pi$ の位置で剥離がおこり、篩滓は転動しながら円筒内の傾斜を下に向つて移動し、遂には排出されるようになる。したがつてスクリーンの回転数はその円周速度が次のような値でなければならない。

$$(rg\cos\alpha/_k)^{1/2} < v < (rg/\cos\alpha)^{1/2} \tag{9}$$

(c)　kの値

以上の考察で問題となるkの値は、スクリーン内面に残つた物体の性質によつて、あるいはスクリーン内面の平滑さなどによつて異つてくると思われる。式(2)においてvを0とした極限では右辺が0となり、このときでもなお

滑りはじめる角度θ_0とkとの関係は

$$k = \frac{\sin \theta_0}{\cos \theta_0} \tag{10}$$

となる。実験に用いた模型（木製ペンキ塗り）による測定では次のごとき値となつた。

水にひたした雑巾 ………………………… 1.78

紙、布片、綿屑
藁、ベントナイト ）の混合物 ……… 2.75

同上を強く押つけたもの ………………5.67.

以上のごとく、篩渣となる物の性質によつて、また付着の状態によつてもこの値はかなり大きく変動する。

5. 結　　語

屎尿処理用のロータリードラムスクリーンについて、その機能や構造について説明したが、特に篩渣の排出条件はこのようなスクリーンの設計や据つけに役立つと思われる。

このスクリーンの特長はすでに述べたように篩渣が自動的に排出されることと、全体が小型にできるので、特に小容量の屎尿処理場に適している。人件費および据付け面積がこれによつて節減されるであろう。ただ一つの欠点としては、円筒型であるため、屎尿受槽と消化槽との間におくとすれば若干大きめの落差が必要となることである。

実施設計にあたつては、部材の耐蝕性に考慮をはらうことは勿論であるが、駆動機構に布片、藁、綿屑などがまきつかないように留意しなければならない。実験用の模型では筒長が少し不足していることも判つたが、幾分長くこれを伸ばしておくと、その間で篩渣は充分に脱水できて、以後の脱水作業が容易となる。

終りにのぞみ本研究を行うにあたり、実験に種々の便宜を与えていただいた札幌市北光処理場の皆様方および実験に終始協力していただいた亀岡聖善君と駒形進君に厚く感謝の意を表する。また、本研究について御援助と御鞭撻をいただいた歌志内市に対して謝意を表す。