

泥水工法における泥水管理に関する研究 (第12報)

——スクリュージェカントによる廃液処理法の開発——

喜田大三
齊藤裕司

概要

泥水工法において発生するベントナイト廃液を現場内で水と固形物に分離処理する方法の研究開発が切望されていた。そこで、処理する際の1つの方法として、横型連続遠心分離機であるスクリュージェカントを取り上げ、現場用の試作機を製作した。このスクリュージェカントは1000Gの遠心効果を与える回転ボウル内に、分離固形物をかき出すスクリュューをそなえている。そこで、除砂装置を通過した廃液を薬品処理したのち、このスクリュージェカントに送りこむことによって連続的に廃液を処理することができる。廃液の性状に応じた適切な薬品処理を行えば、本試作機は経済的に実用化する処理能力を上げることができることを明らかにした。

1. まえがき

現在の地中連続壁工法 (OWS・SOLE TANCHE 工法) においてはベントナイト廃液が発生する。今まで、この廃液は公的機関によって指定された埋立地などにバキューム車などによって廃棄してきた。ところが、このような廃棄場所は制限をうけるようになり、かつ工事の多い市街地からも遠方になってきた。そのため、廃液処理費も年々増加する傾向にある。したがって、工事現場内で簡単にこの廃液を水と固形物とに分離処理する方法の研究開発が切望されていた。すでに、前報 (11報) において、フィルタープレスによる処理方法を報告したが、ここでは別の処理方法として、スクリュージェカントによる処理方法について述べる。

さて、スクリュージェカントとは横型連続遠心分離機の一つであり、内部にスクリュューを組込むことによって遠心分離した固形物を外部に搬出できる。フィルタープレスの場合、処理が断続的であるのに対して、スクリュージェカントでは連続的にベントナイト廃液を処理できる。また、比較的装置自体の設置面積も小さくてすむ等有利な面が多い。前に報告したフィルタープレスの場合と同様に、工事現場内で廃液処理を行なう場合の特殊な制約を考慮したことは言うまでもないが、特にスクリュージェカントの場合には、上述した利点を活用してベントナイト廃液を経済的に処理することを目的とし、研究開発を進めてきた。

2. 処理機構とシステム

図-1にスクリュージェカントの処理機構を示す模式図を示す。スクリュージェカントによる処理過程は、固液の分離過程と分離固液の搬出過程の二つに大別される。図-1の(I)に示した回転ボウルAを高速で回転させることによって、回転ボウル内に約1000Gの加速度の場を作る。この中に廃液を送り込むと、廃液中の固形物はこの加速度によって水と分離し、回転ボウルAの内側に沈降付着する。

つぎに、図-2の(II)に示したように、分離した固形物、および分離水はすぐ回転ボウルA外に搬出しなければ、連続的に処理することはできない。この搬出過程では、分離固形物は回転ボウル内のスクリュューCによって図示したように右側の方に押し出され、回転ボウル外に搬出される。一方、分離水はスクリュューと回転ボウルの回転差のため左方の流出口から出る。

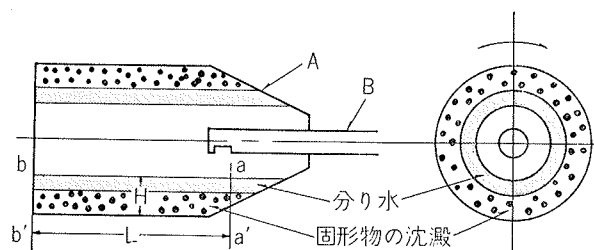
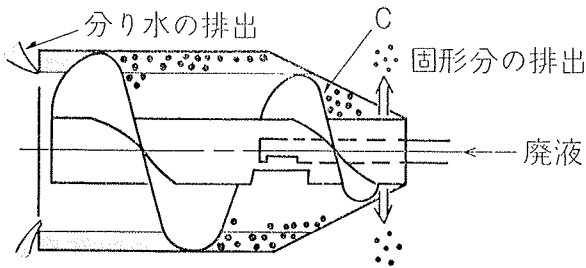


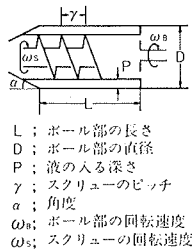
図-1の(I) スクリューデカントによる固液の分離



図一1の(II) スクリーデカンタによる分離固液の搬出

スクリーデカンタで廃液処理を行なう場合、デカンタの処理能力は種々の因子によって左右される。その因子を表一に示す¹⁾。同表に示したように、この因子は機械的因子と工程的因子とに大別される。デカンタを設計する段階ではこれら各々の因子について考察する必要があるが、実際の使用面で留意すべき因子は主に機械的因子としての遠心力、工程的因子としての滞留時間である。

機械的因子	過程的因子
ボール部の直径	滞留時間
ボール部の長さ	廃液の特質
ボール部の回転速度	粒径
角度 α	粒子の形状
液の入る深さ	粒子の密度
スクリーウの回転速度	レオロジー
スクリーウのピッチ	固体の濃度
フィードする位置	凝集剤の種類
スクリーウの刃の状態	凝集剤の添加量
	液の粘性
	液の密度



表一1 遠心分離に及ぼす因子

さて、この方式による処理量は次に示す関係式で表わせる。図一1の(I)に示したように、土粒子は a b 面から a'b' 面に向かって運動し、処理液は aa' 面から bb' 面に向かって運動する。したがって、固液分離の必要条件は次式によって示される。

$$\frac{H}{V_c} \leq \frac{L}{U} = \frac{V}{Q} \quad \therefore Q \leq V \times \frac{V_c}{H} \dots\dots(1)$$

ここで

- H; 沈降しなければならない距離[m]
- V_c ; 粒子の平均沈降速度[m/sec]
- L; 沈降機の有効長さ[m]
- U; 流れ方向の平均液流速[m/sec]
- V; 液で占められる体積[m³]
- Q; フィードする液の流量[m³/sec]

(1)式より、フィード量Qは滞留時間の逆数に比例する。言換れば、滞留時間が短いほどフィード量は大きくなる。また液で占められる体積V、および粒子が沈降しなければならない距離Hは機械によって定まるた

め一定とすれば、フィード量Qは粒子の平均沈降速度 V_c が大きいほど大きくなる。この V_c は次式で示される。 $V_c = ZV_g \dots\dots(2)$

ここで

- Z; 遠心効果
- V_g ; 重力場での終末速度[m/sec]

(1), (2)式より、フィード量は次式で示される。

$$Q \leq V_g \cdot \frac{ZV}{H} \dots\dots(3)$$

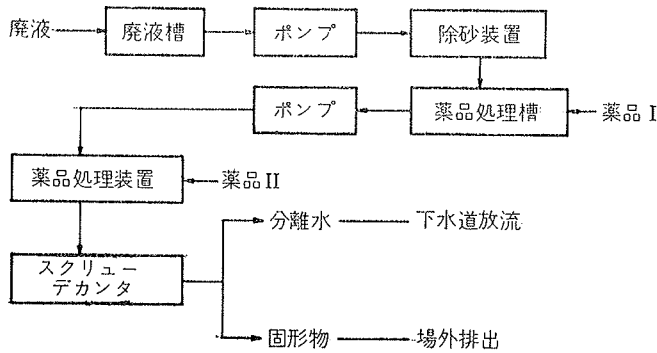
(3)式より、遠心効果Zを一定とすれば、薬品処理することによって粒径の大きな、すなわち V_g の大きな凝集体を作れば、このフィード量は大きくなることを示している。

ところで、廃液は 2μ 以下の微細なベントナイト粒子を含んでいるため、薬品処理が必要である。しかし、この薬品処理を行なう際、薬品を水溶液として使用するため、このフィード量は処理すべき廃液量と薬液の含量である。したがって、処理すべき廃液量を多くするためには、当然フィード量を増加させるだけでなく、フィード量中における廃液量に対する薬液量の比率を小さくする必要がある。よって、薬液はなるべく高濃度のものが好ましい。しかし、ここで使用する有機系薬品は濃度が高くなると粘性は大きくなる。したがって、混合能力のある混合機が必要となる。また、既報(11報)に述べたように、廃液の性状は非常に変動するので、この変動に応じた適切な薬品処理を行なうには、廃液、および薬液の送給量を制御する装置も必要となる。

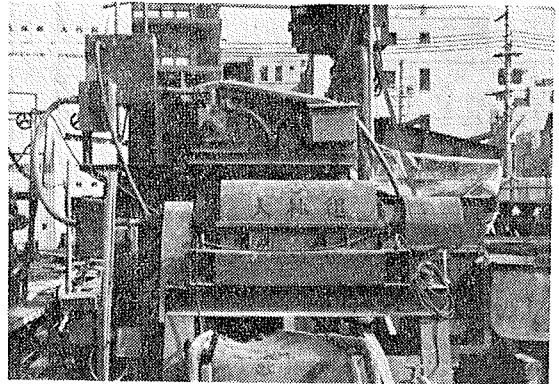
上述したように、薬品処理は粒子の平均沈降速度を大きくする効果だけでなく、さらに、分離した固形物がスクリーウによって搬出されやすくする効果を有していなければならない。したがって、この沈降特性だけでなく、搬出特性も具備した薬品処理を行なう必要がある。いうまでもなく、この適切な薬品処理は最適な薬品の選定、および上述の混合装置の組合せによって可能となる。

以上の見地から、遠心効果1000Gを与えることができる内径45cmの回転ボウルを押つスクリーデカンタと薬品処理装置を組合せて、廃液処理装置を試作した。そのシステムを図一2に、装置を図一3に示す。なお、図一2中の除砂装置は、デカンタの摩耗の原因となる有害な砂分を取除くために必要となる。

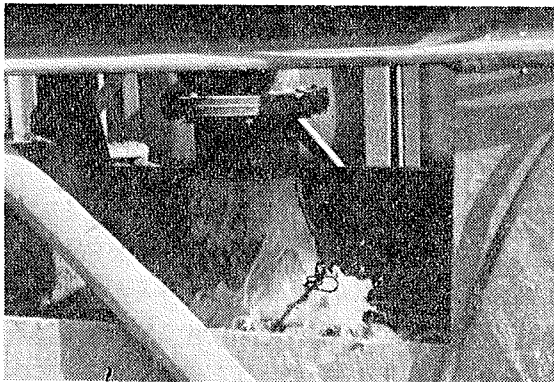
スクリーデカンタから排出される分離水、分離固形物の状態を図一4、5に示す。分離水は有害成分を含まず、清澄であるためそのまま下水道に放流できる。また、フィルタープレスの場合と異なり、分離固形物



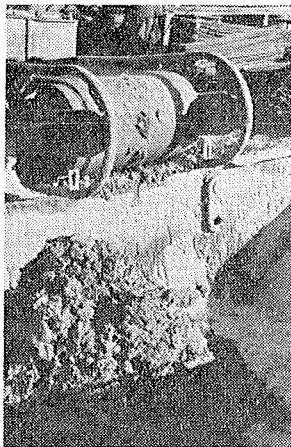
図一 2 処理システム



図一 3 処理装置



図一 4 スクリューデカンタからの分離水



図一 5 スクリューデカンタからの分離固形物

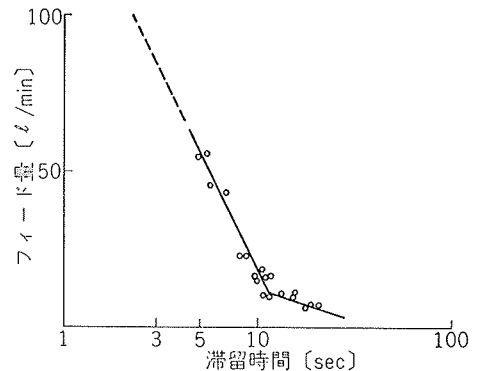
はスクリュウによってかき出しやすくするため、含水比は比較的高いが、ダンプカーで搬出できる。

3. 実験結果と検討

2項で述べたような適切な薬品処理を行なう際の薬品について、室内および現場実験を行ない検討した。詳細については省略するが、最適な薬品として、沈降分離させやすい凝集体であるとともに、スクリュウによってかき出しやすい凝集体を作することを目的として、各種の有機系、および無機系の薬品について実験を行ない本方式に最も適していると思われる無機系薬品 I

と有機系薬品 II を見出すことができた。

本薬品の使用量について検討する前に、試作した本処理機について、フィード量と滞留時間の関係を明らかにする実験を水道水を使用して行なった。その結果を図一 6 に示す。同図から、フィード量を測定することによってそのときの滞留時間を推定できる。一例として、フィード量 $4\text{m}^3/\text{hr}$ のときの滞留時間は 5 秒前後となる。



図一 6 フィード量と滞留時間の関係

つぎに、廃液中の固形物を分離させるのに必要な滞留時間を確かめる実験を行なった。本実験では、他の因子の影響を少なくするため、適切な薬品処理した廃液に水道水を加えることによってフィード量を変化させ分離水の濁度を測定した。この結果は図示していないが、この薬品処理によってこの試作機では下水道法で定められた濁度 600ppm 以下の分離水を得るには最少滞留時間は 3 秒前後である。図一 5 からこのときのフィード量を推定すれば約 $5\text{m}^3/\text{hr}$ となる。いうまでもなく、フィード量は処理すべき廃液と薬液の合量である。したがって、この結果からどれほどの廃液を処理できるかについて検討した。廃液の処理量を増大するには、滞留時間による制約のために廃液量に対して添加する薬液量を少なくする必要がある。

つぎに、平均的性状を示す廃液を使用して、前述の薬品の適切な使用量と効果的な使用法について検討し

た。まず室内実験の結果にもとづいて、薬品Ⅰの添加量が適当なもの、不適当なものとの2種類の廃液を作成した。つぎに、この各々の廃液を薬品Ⅱで処理した。その際、薬品Ⅱの濃度を変えながら、その一定量を供給した場合に、分離水の濃度が200ppm、および600ppmになるよう廃液のフィード量を制御して処理した場合の結果を図-7に示す。同図には、薬品Ⅱを毎分当りの添加量(g)として、また処理した廃液量は毎分当りの固形物量(kg)として示している。同図から明らかなように、薬品Ⅰが適量であるか否かによって薬品Ⅱの同一添加量において処理量に著しい差がみとめられた。この事象は室内実験の結果とも一致した。また当然のことながら、分離水の濁度を小さくするためには、より多量の薬品Ⅱを必要とする。

また、同図から明らかなように、薬品Ⅱの使用量の増加とともに処理量は比例的に増大し、15%濃度の廃液量で最大約4m³/hrという結果が得られた²⁾。

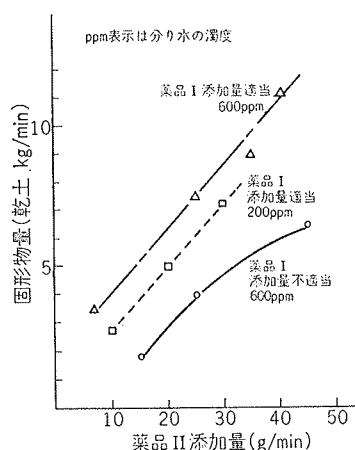


図-7 薬品Ⅰ、Ⅱによる処理量の変化

ところで、前述したように本試作機では分離水の濁度を600ppm以下にするため必要な滞留時間3秒を維持させる場合の最大フィード量は約5m³/hrであった。そこで、上述の値が最大処理能力に相当するか否かを検討した。廃液の最大処理量約4m³/hrの場合、薬液量を含めるとフィード量は約4.8m³/hrになる。したがって、廃液約4m³/hrは本試作機の最大処理能力に相当すると判断した。この程度の処理を行えば、本試作機は充分に実用に供することができることも明らかとなった。

つぎに、分離固形物の含水比についてであるが、スクリュージェカントから分離される固形物の含水比は200%前後とかなり高含水比である。本方式による場合、機構的にもこの程度になるものと思われる。しかし、この分離固形物はダンプカー等で搬出する際、搬出途中でこぼれ出ることもなく、埋立地に放置すれば容易に脱水する性質をもっている。

また、フィルタープレスの場合と異なり、スクリュージェカントについては廃液中の砂分によるスクリュージェの摩耗を考慮する必要がある。予備実験によれば、細かい砂分まで除去する必要性が明らかとなり、そのため装置を検討し、現在、0.1mmの粒径の砂分除去を行なっている。

4. まとめ

スクリュージェカントによる廃液処理法を開発するため、1000Gの遠心効果を与えることができる内径45cmの回転ボウルをもつ現場用スクリュージェカントを試作した。そして、廃液の前処理用として、除砂装置と薬品処理装置を組合せて廃液処理装置を製作した。スクリュージェカントで処理するためには、沈でん特性と搬出特性とを有する凝集体を作る薬品が必要であり、本方式に最も適していると思われる無機系薬品Ⅰと有機系薬品Ⅱを見い出すことができた。そして、廃液を薬品Ⅰであらかじめ処理した後、薬品Ⅱで処理する。その際、薬品Ⅱの添加量を増大させるとともに廃液処理量を比例的に増大させることができた。その結果、本試作機では、濃度15%の廃液を最大約4m³/hr処理することができ、経済的にも実用化が可能であることを明らかにした。

おわりに、本処理法の研究開発は当社機械部、機械工場、現場関係者の熱心な協力の下に行なわれたものであり、ここで改めて謝意を表する。

参考文献

- 1) P. Aarne Vesilind; Estimation of sludge centrifuge performance. Jour. sanitary engineering division (Proceeding of the A. S. C. E.) 1970 6
- 2) 喜田・斉藤; 泥水工法における廃液処理法の開発 (その5) 社内報 (1972)