

1. まえがき

泥水ツールドでは、通常、排泥水は、土砂分離を行ったのち、濃度を調整して再使用されるが、一部は余剰泥水として脱水処理される。余剰泥水は、凝集沈澱により、スラッジとして濃縮されたのち、加圧脱水される。加圧脱水では、形成されたブロックなどの浮遊性よりも、加圧力及び加圧時間が、脱水効率に大きな影響を与える。余剰泥水を効率よく処理するためには、加圧力、加圧時間の管理が重要である。このため本実験は、スラッジの脱水量と加圧力、加圧時間との関係を求めて脱水状況を推測し、加圧脱水の制御を試みたるものである。

2. 実験概要

実験に用いたスラッジは、表-1に示す粘土を質量濃度10%の泥水にし、この泥水に硫酸アルミニウムを300PPM、アニオン性高分子凝集剤を20PPM、添加して得られた凝集沈澱物である。実験装置は、図-1に示すように加圧脱水機の脱水様式を模したもので、浮室の浮布、合成樹脂の網は、実際に使用されているものと同一のものである。浮室は、幅3cmで片面排水型であるが、浮室厚は1.5cmとなる。実験は、含水比を測定したスラッジを圧力容器に入れ、ゴム製の加圧板を載せ、空気圧(加圧力)により、加圧板を押し下げてスラッジを浮室に送り、空気圧を維持しながら脱水させ、脱水量の経時変化、生成した脱水ケーキの質量、含水比を測定した。

3. 実験結果と考察

実験結果をまとめて表-2に示す。スラッジの脱水前後において、固体の質量(土粒子群の質量)は不変であると考えると、スラッジの脱水量は、次式によって求めることができる。

$$Q = M_b \times (w_b - w_c) \quad M_b = V / \left(\frac{1}{\rho_s} + \frac{w_c}{\rho_w} \right) \quad \text{--- (1)} \quad Q: \text{脱水量},$$

M_b : 土粒子群の質量(脱水ケーキの乾燥質量), w_b : スラッジの含水比, w_c : 脱水ケーキの含水比, V : 脱水ケーキの体積(≡浮室の容積), ρ_s : 土粒子の密度, ρ_w : 水の密度。表-2に示すスラッジの含水比の計算値は、実測した脱水量、脱水ケーキの含水比、乾燥質量から(1)式を用いて計算したもので、測定値と比較して、平均して約6%ほど低い値を示している。これは、圧力容器内のスラッジが沈降分離を起こし、加圧によって、投入したスラッジの全量が浮室に送られるのではなく、沈降分離によって濃縮されたスラッジが主として送られるため、実際には測定時の含水比よりも低い含水比のスラッジが脱水されるためであると考えられる。

スラッジの脱水量と加圧時間の関係を示すスラッジの脱水(浮遊)曲線の例を図-2に示す。この脱水曲線によると、加圧力に関係なく、加圧時間60分で脱水量にあまり変化は見られず、60分の加圧時間でスラッジの脱水

表-1 粘土の物理的性質

土粒子の比■	粒度 I			分類名	コンシステンシー			
	細分	シルト分	粘土分		mo	np	lp	Ip
2.70	3.0%	52.0%	35.0%	CH	56.8%	30.7%	26.1%	

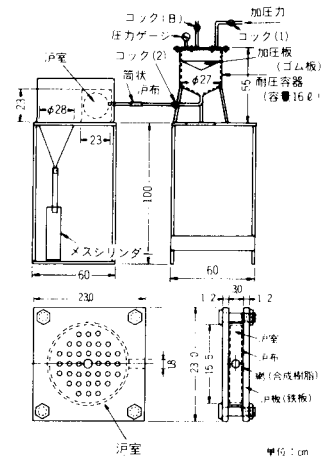


図-1 実験装置

表-2 実験結果

番号	加圧力 (kpa)	加圧時間 (min)	スラッジ含水比 (%)	スラッジ含水比計算値 (%)	脱水量 g	脱水ケーキ含水比 (%)	脱水ケーキ乾燥質量 (g)
1	196	60	245.5	208.9	805	55.3	524
2			263.3	248.1	950	59.2	503
3			231.5	195.1	820	49.0	561
4	392	60	231.5	216.6	930	49.3	556
5			217.0	214.2	945	49.2	573
6			228.0	215.5	925	51.0	563
7			267.2	239.2	1,070	50.7	568
8	588	60	274.8	293.6	1,470	47.0	597
9			217.0	201.5	940	46.0	605
10			257.7	253.3	1,215	47.6	591
11			265.1	251.3	1,255	45.8	611

がほぼ終了したものと見て差し支えない。加圧時間60分における脱水量に対して、各加圧時間の脱水量を百分率で示したものを脱水率と称し、この脱水率を表-2の全実験について求め、図示したものが図-3のスラッジの脱水率と加圧時間の関係図である。この図は加圧力に關係なく脱水率の値をプロットしている。図-3によれば脱水率に、ある幅のパラッキがあるものの、脱水率と加圧時間の關係を、次式に示す曲線によって近似することができる。

$D = 1.637 \times \sqrt{3731 - (61.08 - t)^2}$ ----- (2), D : 脱水率(%), t : 加圧時間(min). (2)式はスラッジの脱水量の経時変化を、加圧力に無關係な脱水率によって表したものである。

表-2の脱水ケーキの含水比は、加圧時間60分における脱水ケーキの含水比で、脱水終了時のスラッジの含水比を表している。脱水ケーキの含水比と加圧力の關係を示すと図-4のようになる。この図において加圧力と脱水ケーキの含水比の關係を、一つの曲線が表すと図中に示す曲線となり、次式で与えられる。

$W_t = \frac{3000}{p} + 42.0$ ----- (3), W_t : 脱水ケーキの含水比(%), p : 加圧力(kPa). (3)式は浮遊厚1.5cmにおける粘土泥のスラッジの、脱水限界を表す式で、加圧力を無限大にすると脱水ケーキの含水比は42.0%となり、脱水ケーキの脱水限界の含水比が42.0%であることを示している。一般に、木製浮遊槽では加圧力は980kPaが限度であり、実用上この加圧力に対応する脱水ケーキの含水比が限界含水比となる。(3)式より加圧力980kPaに対して限界含水比を求めると45.1%になる。もちろんこの限界含水比は、スラッジの性質や脱水様式に応じて定まるものである。(3)式で示される曲線は、各加圧力において脱水可能な含水比の下限を示すもので、この曲線の上側がスラッジの脱水が可能な領域で、この領域を越えて、脱水ケーキの含水比を下げることはできない。この脱水可能領域は同一の脱水様式でも、当然、処理するスラッジの性質や浮遊厚によって変化する。

以上の結果より、前出の(1)式、(2)式及び(3)式を用いて加圧脱水の制御を行うことができる。例えば、含水比250%のスラッジを浮遊厚1.5cm、浮室の容積0.03m³の加圧脱水機で、含水比50%の脱水ケーキに脱水するものとする、スラッジの脱水量は(1)式より($\beta = 2.70\%$, $\rho_w = 1.0\%$ とする) $Q = 6890g$ となる。この時の加圧力は(3)式より $p = 375kPa$ であり、加圧時間は60分である。この場合、加圧力を700kPaに増加すると加圧時間がどの程度短縮するか計算すると次のようになる。(3)式より加圧力700kPaに対する脱水ケーキの含水比は $W_t = 46.3\%$ となり、スラッジの脱水量は $Q = 7330g$ となる。加圧力375kPaにおける脱水量6890gは加圧力700kPaにおける脱水量7330gに対して94.0%の脱水率になる。(2)式よりこの脱水率に対する加圧時間を求めると $t = 40.2min$ となる。この結果6890gの脱水量を得るための加圧力375kPaにおける加圧時間60分は、加圧力700kPaにおいては40.2分の加圧時間に相当し、ほぼ20分程度、加圧時間を短縮することができることになる。

4. まとめ

粘土泥水の加圧脱水処理実験によって得られた実験式を用いて、粘土泥水のスラッジの脱水状況を推測し、加圧脱水の制御を行うことが可能となった。

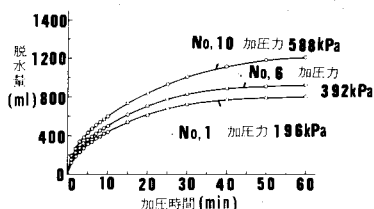


図-2 スラッジの脱水曲線

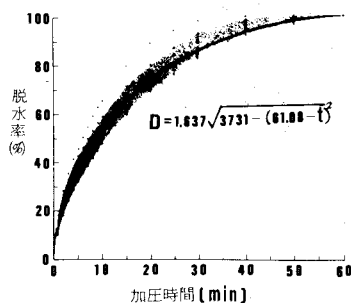


図-3 脱水率と加圧時間

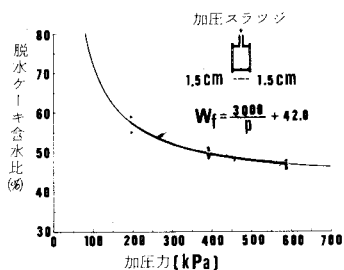


図-4 脱水ケーキ含水比と加圧力