

建設工事に関連する排水処理の研究 (第2報)

—ベントナイト廃泥水の電氣的処理法の検討—

橋本修左
飯塚芳雄
宮路栄二

§ 1. はじめに

安定液工法は基礎工事における騒音・振動問題を解決するものとして現在広く用いられている。この工法においては、ベントナイト泥水が安定液として一般に用いられ、循環使用の過程で性状の劣化したものは廃泥水として廃棄される。しかし、近年このベントナイト廃泥水の投棄場所の確保が次第に難しくなり、廃泥水の運搬・投棄費用も大幅に上昇してきている。また、環境公害問題の激化から産業廃棄物としての法的規制も一段と強化されてきている。このため基礎工事において安定液工法を採用する場合には、廃泥水の処理・処分対策を十分に立てることが必須の要件になってきた。この問題に対処するために多くの処理方法が開発されてきたが、そのほとんどは無機・有機高分子凝集剤を用いた化学的処理と機械的固液分離処理の併用法である。これらの処理法は、安定液工法における廃泥水問題を解決するものとして大きな注目を集めた。しかし、これらの廃泥水の処理法は経済性と残留薬剤について、なお検討の必要がある。これらのことに鑑み、筆者らは従来の薬剤を用いた固液分離法とは別に、処理コスト低減・無薬注を特徴とする新しい廃泥水処理法の開発が必要であると考へた。

本報は電気泳動・電気浸透各原理を応用し、ベントナイト泥水に直流通電して陽極に泥分を泳動吸着させて固液分離する方法、およびその方法とともに多孔質隔膜を

用いて泥水中の水分を浸透脱水する固液分離方法について検討したものである。

§ 2. 電気浸透脱水および電気泳動吸着の原理

2.1 電気浸透脱水¹⁾²⁾³⁾

一般に多孔質隔膜により液体が2つの部分に分けられている系において、外部から隔膜に垂直方向に電場が加わる場合、液体は膜電位に従って膜細孔中を移動する。この界面動電現象は電気浸透として知られている。

いま、隔膜の細孔を毛細管と考へ、その管径が膜の拡散電気二重層厚さより十分大きく、膜固相の表面電導がないと仮定し、また電場が外部からかかり隔膜細孔を液体が移動する現象が定常状態にある場合を考へる(図-1)。電荷密度 δ の単位液相体積を考へた時、それに作用する静電力は $E \cdot \delta$ である。一方、この静電力による液体の流動は隣接液体層に作用する摩擦力によりさまたげられその大きさは、単位長さ当り次のような式で表わされる。

$$\eta \left\{ \left(\frac{dv}{dx} \right)_{x+\Delta x} - \left(\frac{dv}{dx} \right)_x \right\} = \eta \frac{d^2v}{dx^2} \quad \dots\dots(1)$$

η : 流体粘性係数 (poise)

定常状態という仮定より、これら相反する力は等しいから、

$$E \cdot \delta \cdot \Delta x = \eta \frac{d^2v}{dx^2} \cdot \Delta x \quad \dots\dots(2)$$

ここで電荷密度と静電ポテンシャルに関する一次元の Poisson 式は、

$$\frac{d^2\phi}{dx^2} = -\frac{4\pi\delta}{\epsilon} \quad \dots\dots(3)$$

δ : 電荷密度 (esu/cm²)

ϕ : 中心イオンから x の距離における静電ポテンシャル (esu/cm)

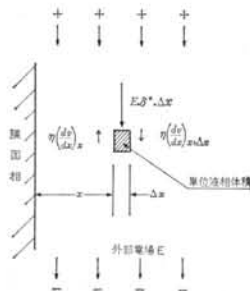


図-1 毛細管電気浸透モデル

式(2), (3)より

$$-\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{\varepsilon \cdot E}{4\pi\eta} \cdot \frac{d^2\phi}{dx^2} \quad \dots\dots(4)$$

ここで膜毛細管を充填しているバルク液静電ポテンシャルを ϕ^s とすると, 境界条件は,

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \phi = \phi^s, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{d\phi^s}{dx} \right) = 0, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{dv}{dx} \right) = 0 \quad \dots\dots(5)$$

式(4), (5)より,

$$v = \frac{\varepsilon \cdot E \cdot \zeta}{4\pi\eta} \quad \dots\dots(6)$$

v : 流体移動速度 (cm/sec)

E : 電場強さ (esu/cm)

ζ : せん断液面がバルク液に対して持つ静電ポテンシャル (esu) であり普通膜 ζ 電位と呼ばれる。

この式(6)が, いわゆる Helmholtz-Smoluchowski の電気浸透式である。

いま, 負の膜 ζ 電位を持つ隔膜で分けられた一方に泥水を入れ, 他方に水を入れて泥水側から水側に電場をかけるならば, 式(6)に従って泥水中の水分は隔膜を通過して水側に流速 v で移動し, 泥水は脱水される。

2.2 電気泳動吸着

一般にベントナイトなどの粘土粒子は水中において負に荷電しており, 外部から電場がかかる場合には陽極側へ泳動する。この界面動電現象は電気泳動として知られている。これは液相が固定し固相が移動するという点で先の電気浸透と全く逆の現象であるが, 相対運動として見た場合には Helmholtz-Smoluchowski の電気浸透式と同じ形となる。しかし, Overbeek らは懸濁粒子の電気泳動速度式の係数自体も下式のように粒子 ζ 電位の関数であることを示した。

$$v = f(\kappa a, \zeta) \frac{\varepsilon \cdot E \cdot \zeta}{\pi\eta} \quad \dots\dots(7)$$

v : 懸濁粒子電気泳動速度 (cm/esu)

κ : 懸濁粒子拡散電気二重層距離の逆数 (1/cm)

ζ : 懸濁粒子の ζ 電位 (esu)

ε : 液体誘電率

E : 電場強さ (esu/cm)

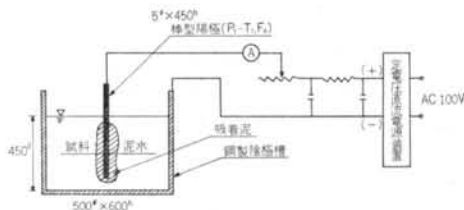
η : 液体粘性 (poise)

a : 懸濁粒子径 (cm)

いま, 陽・陰極間に泥水を入れ直流通電で電場を与えるならば, 式(7)に従って泥水中のベントナイトは速度 v で陽極へ泳動, 濃縮泥分となって陽電極に吸着される。

泥水種類	泥 水 組 成
ベントナイト泥水4種	ベントナイト 1, 3, 9, 12%各泥水
標準泥水	ベントナイト: 6% セルローズ系増粘剤: 0.05% フミン酸系分散剤: 0.1%
ゲル状劣化泥	標準泥水に普通ポルトランドセメント1%添加
ポリマー泥	ベントナイト: 2% ポリマー系安定液材料: 0.04%
赤土混入泥	標準泥水に赤土10%添加

表一 実験 I に用いた調製泥水組成



図一 実験 I 使用装置概略図

§ 3. 実験 I (泥水の電気泳動吸着処理実験)

3.1 実験

実験は, 陰極槽に入れた各試料泥水に棒型陽極を挿入し, 直流通電することによって, 陽極棒にどの程度泥分が吸着されるのかをパッチ処理で検討を行ったものである。

実験装置: 用いた装置は図一に示したように直流定電圧電源, 棒型陽極, 鋼製陰極槽などからなり, 陽極と陰極面の積比は 1:100 である。

実験試料: 試料として用いた調製泥水の組成は表一のとおりであり, 調製後 1 昼夜経過したものを用いた。

実験方法: 所定量の試料泥水を鋼製陰極槽に入れ, 陽極棒挿入後, 種々の陽極電流密度と通電時間で通電し, 泥水分の泳動吸着状態を観た。また, 通電終了後, 陽電極を引きあげて附着している吸着泥の全重量と含水率を測定し泥分回収率 $(= \frac{\text{吸着泥量} \times \text{吸着泥含水率}}{\text{処理原泥量} \times \text{原泥含水率}} \times 100)$ を求める。

3.2 結果および考察

本実験において泥水中のベントナイトや土粒子は通電によって陽極に泳動吸着され, 通電終了後の陽電極引上

げによって附着した状態で泥分を回収できた。しかし、これらの実験における泥分の回収は1%にも満たず、大部分はそのまま陰極槽内に残った。以下、各項目との関係で記す。

3.2.1 陽電極の種類、陽極電流密度について

不溶解性電極として白金-チタン電極、溶解性電極として鉄電極の各電極について表-1の標準泥水を用い、電流密度2, 5, 10, 20, 50 A/m²でそれぞれ12時間の実験を行なった。図-3は、白金-チタン製陽電極を用いた場合の結果を吸着乾泥量(=吸着泥重量×(100-吸着泥含水率)/100)、吸着泥の含水率、電流密度および消費電気量の関係で示したものである。吸着乾泥量は陽極電流密度に比例しており、この関係は泥分吸着速度が電気泳動速度に律速されるとするならば、前記原理における式(7)からも導くことができる。一方、単位消費電気量あたりの吸着乾泥量は電流密度の増大と共に減少し、電流密度が大きいくほど泥分吸着効率は低くなるのが分かる。

鉄陽電極を用いた実験結果もほぼ同様の傾向にあったが、溶解性電極であるところから白金-チタン陽電極に比して通電電圧はやや低かった。したがって、電極材料としては鉄電極の方が消費電力は小さく、イニシャル、ランニング両コストの点でより可能性が高い。

陽極電流密度50 A/m²以上における実験も行なったが、白金-チタン電極では水の電解に伴う酸素気泡の発生が著しくなり、通電中に吸着泥分が脱落した。鉄電極では吸着した泥分の脱水が著しく、電流がながれなくなるなどの障害があった。このため、陽極電流密度は大きい方がよいが、50 A/m²程度が可能な上限と考えられる。

3.2.2 通電時間について

通電時間が泥分の吸着乾泥量に及ぼす影響をみるために表-1の標準泥水を試料とし、陽極電流密度14 A/m²、鉄電極を用いて1, 2, 3, 4, 5, 各通電時間による実験を行なった。その結果は図-4のごとくであり、通電時間と吸着乾泥量は直線的関係にあり、通電時間が長い方が処理効果はよい。

3.2.3 ベントナイト濃度および泥水処理について

ベントナイト濃度が泥分吸着量に及ぼす影響をみるために、表-1に示すベントナイト濃度1, 3, 9, 12%について、それぞれ鉄電極を用いて5, 20, 50 A/m²各電流密度で8時間通電による実験を行なった。図-5はその結果であり、ベントナイト濃度が高いほど吸着乾泥量は大きく、吸着泥の含水率も低い。図でも明らかのように、9%程度以上になると吸着乾泥量は著しく上昇

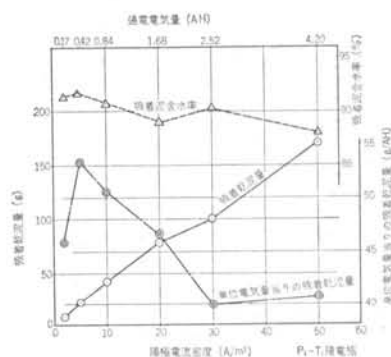


図-3 陽極電流密度・消費電気量と吸着乾泥量・含水率の関係

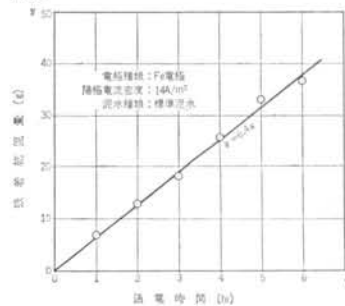


図-4 通電時間と吸着乾泥量の関係

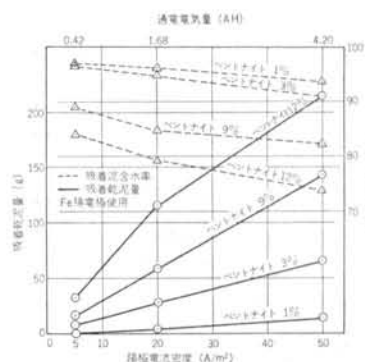
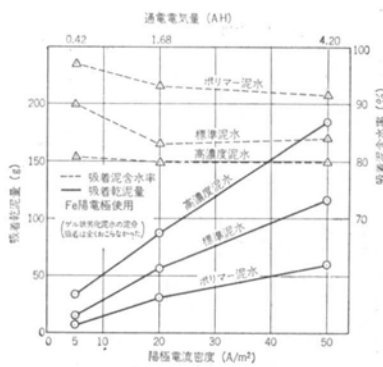


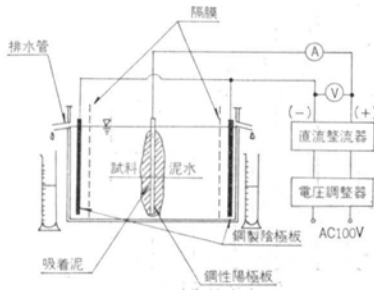
図-5 ベントナイト濃度と陽極電流密度・通電電気量および吸着乾泥量・含水率の関係

し、吸着泥の含水率も小さくなっている。

泥水種類による影響をみるために、上記と同条件で表-1中の標準泥水、赤土混入泥水、ポリマー泥水およびゲル状劣化泥水について、それぞれ実験を行なった。図-6はその結果であり、前3者についてはいずれも泥分の吸着が起こり、ベントナイトに限らず懸濁物濃度が高く、陽極の電流密度が大きいくほど吸着乾泥量も大きかった。しかし、標準泥水にセメントを1%添加したゲル状劣化泥水については、全く泥分の吸着はみられなかつ



図—6 泥水種類と陽極電流密度・通電電流量および吸着乾泥量・含水率の関係



図—7 実験Ⅱ使用改良装置概略図

泥水種類	泥 水 組 成	
泥水No.1	ベントナイト	4.0%
	セルロース系増粘剤	0.04%
	フミン酸系分散剤	0.04%
	炭酸ソーダ	0.08%
	白陶土(カオリン)	2.0%
泥水No.2	ベントナイト	6.0%
	セルロース系増粘剤	0.05%
	フミン酸系分散剤	0.1%

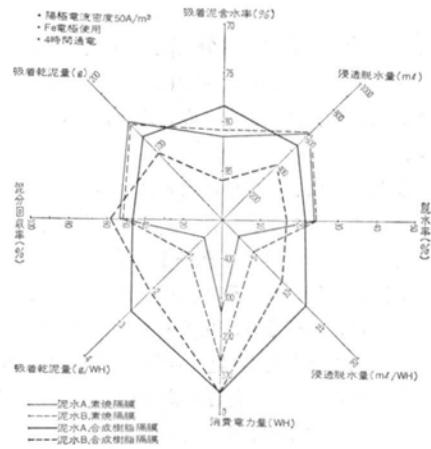
表—2 実験に用いた調製泥水組成

た。以上のことより、泥分濃度が低い場合は自由沈降が大きく影響し、また泥水種類による処理結果に大差ないものの、セメントによる影響は大きく、これはセメントから溶出するカルシウムイオンの作用によるものと思われる。

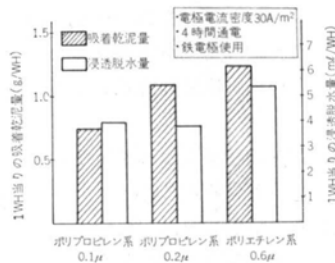
§ 4. 実験Ⅱ (電気泳動・電気浸透併用処理実験)

4.1 実験

§ 3. の電気泳動吸着による処理実験では泥分の回収率が小さく、ベントナイト泥水の処理に適用することは困難と思われる。そこで、泥分の回収率をさらに上げるた



図—8 隔膜比較実験結果概略図



図—9 合成樹脂隔膜種類による1WH当りの吸着乾泥量と浸透脱水量比較

め、隔膜による電気浸透脱水を併用する処理方法の検討を行なったものである。

実験装置：図—7は、この実験に用いた装置の概略図である。この装置は、鋼製の極板、隔膜および鋼製電解槽により構成されている。また、陰極室の外壁上部に排水管を設けた。なお、電極面積は 0.02m^2 、電極間隔は 5cm である。

実験試料：試料泥水の組成は表—2のようであり、調製後1昼夜経過したものを供した。

実験方法：あらかじめ水道水を陰極室に入れておき、陽極室に試料泥水を排水管と同じ高さまで入れる。次に所定条件で通電する。なお、通電に伴ない泥水中の水は陰極室に移動するため、陽極室に試料泥水を補充する。測定は、所要時間ごとに両極室の液pHと浸透水容量を測定する。通電終了後は陽電極を引き上げ、附着している泥分の重量と含水率を測定し、泥分回収率を求める。

4.2 結果および考察

実験ではいずれの場合も、泥分回収率が約50%にまで改善された。また、浸透脱水量は供試泥水量の約20%であり、供試泥水の量はその分だけ増した。以下、各実験

項目との関係で記す。

4.2.1 粘土素焼隔膜と合成樹脂隔膜の比較

改良装置における隔膜種類による泥水分の吸着と脱水の効果を見るために、粘土素焼隔膜(特製)と細孔径 0.2μ ポリプロピレン系隔膜(市販品)の各陰性多孔質隔膜について、表-2の試料泥水を用いてそれぞれ電流密度 $30A/m^2$ で4時間通電による実験を行なった。その結果、約pH11で濁度のほとんどない水が脱水された。図-8は、結果について吸着乾泥量、吸着泥含水率、泥分回収率、浸透脱水量、浸透脱水率および消費電力量を円グラフで示したものであり、中心より外側の方が良好であることを示している。粘土素焼隔膜は吸着乾泥量、浸透脱水量において合成樹脂隔膜を若干上まわるが、消費電力量は3~5倍を要している。また、現状では、膜加工性も劣る。したがって、隔膜使用にあたっては合成樹脂隔膜の方が有効と思われる。

次に、合成樹脂隔膜の種類による泥分吸着と浸透脱水への影響を見るために表-2のNo.2試料泥水を用い、ポリプロピレン系隔膜(細孔径 0.1μ)、同(細孔径 0.2μ)、およびポリエチレン系隔膜(細孔径 0.6μ)の3種の市販合成樹脂隔膜について、電流密度 $30A/m^2$ で、4時間通電による実験を行なった。図-9は単位電力量当りの吸着乾泥量と浸透脱水量について、その結果を比較したものである。図では細孔径が最大のポリエチレン系隔膜が最も効果がよかったが、原理的には膜の孔径はこの程度の大きさではほとんど関与しないものと考えられる。したがって、膜の材料の違いに基づく電位によるものなのか、膜の有効細孔面積によるものなのかは、これだけの実験からは明らかでない。

4.2.2 定電圧電気処理法の検討

今までの実験は、すべて電流密度を一定に保った定電流処理法であった。しかし、装置の実用を考える場合には定電流より定電圧による方が容易である。そこで定電圧による効果を見るために印加電圧30、50Vの2種について、表-2のNo.1試料泥水を用い4時間通電により実験を行った。図-10はその結果であり、浸透脱水量、吸着乾泥量、吸着泥含水率を比較すると、両者にほとんど差はない。しかし、消費電力量でみた場合に30V実験は50V実験の約1/2であった。また、同一試料における $30A/m^2$ 定電流処理法に比して、30V実験は単位消費電力量当りの吸着乾泥量、浸透脱水量

において大きいという結果を得た。以上のことから、定電圧処理法は処理の操作性、処理能力の点で定電流処理法よりも効果的であると考えられる。

4.2.3 装置スケールアップについて

本処理方式においては、電極面積(=各電極面積)が大きいほど浸透脱水量、吸着乾泥量は大きく、両電極間

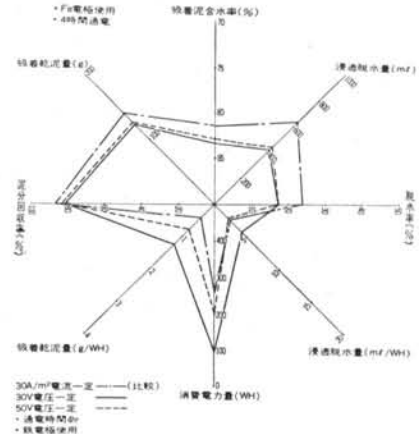


図-10 定電圧法実験結果概略図

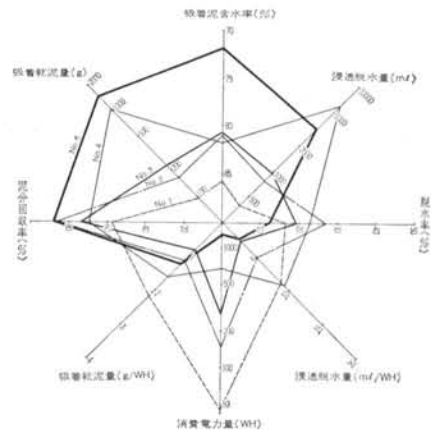


図-11 スケールアップ実験結果概略図

実験No.	実験名称	電極間距離倍率	陽極面積倍率	陽極槽内寸法	陽極電流密度	通電時間
1	現寸	1	1	220×106×100(mm) ³	30A/m ²	4hr
2	"	1	1	220×106×100	50	4
3	電極間隔スケールアップ	1.9	1	220×206×100	50	6
4	電極面積スケールアップ	1	9.1	800×106×250	30	4
5	電極間隔・電極面積スケールアップ	1.9	5.7	500×206×250	50	4

表-3 スケールアップ実験条件

の距離も大きいほど電位差も大きくなることが予想される。そこで装置のスケールアップによる影響を見るために、表-2のNo.2 試料泥水を用い、表-3のスケールアップ諸条件で実験を行なった。結果は図-11のごとくであり、電極面積のスケールアップ実験においては、吸着乾泥量、浸透脱水量ともにスケールアップ率である9倍を越えた。また、電極間隔のスケールアップ実験ではスケールアップ倍率約2倍に対して通電電圧が2倍弱となるが、吸着乾泥量と浸透脱水量はともに基準実験を上まわった。次に電極面積、間隔両スケールアップ実験を行なったが、電極間隔スケールアップ実験におけるスケールアップ率約6倍に対して、吸着乾泥量はそれ以上、浸透脱水量においては約4倍程度と良好な結果を得た。

これらの結果を、単位消費電気量あたりの吸着乾泥量、浸透脱水量について比較したものが図-12であり、スケールアップによる悪影響はみられないものと考えられる。

§ 5. 実験Ⅲ（種々の泥水の処理実験）⁴⁾⁵⁾⁶⁾

5.1 実験

実験Ⅱでは、電気浸透脱水を併用した処理方法では泥分回収率は著しく改善され、また、脱水に伴う試料の追加で処理量も増している。しかし、処理の対象である安定液工法から排出される実際のベントナイト廃泥水の性状は、現場の施工条件・土質などにより千差万別である。そこで本実験においては、実際に排出される種々の泥水を想定した調製試料と実際の現場泥水を用いて実験を行なった。なお、試料はベントナイト安定液を劣化させる主な要因と考えられる電解質の混入を中心に実験を行なったものである。

実験装置：実験Ⅱで用いたものと同型式のものを使用した。なお、実験条件は陽・陰極面積各0.04㎡、両電極間隔5cm、細孔径0.2μポリプロピレン系膜隔電流密度30A/㎡、通電時間4時間とした。

実験試料：供試泥水の組成は表-4のとおりであり、試料調製後1昼夜経過したものを使用した。

実験方法：§ 4.と同様であるが、試料泥水の電気比抵抗を新たに測定項目に加えた。

5.2 結果および考察

実験より電解質の過度の混入による泥水劣化は、本装置による処理効果を著しく低減させることが分かった。

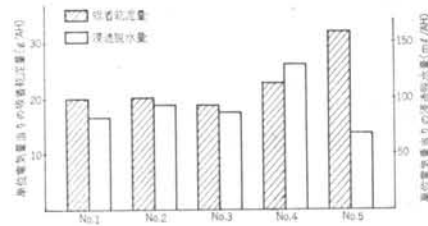


図-12 スケールアップ実験における単位電気量当りの吸着乾泥量・浸透脱水量比較図

実験No.	ベントナイト添加量	赤土添加量	NaCl添加量	フミン系分散剤添加量	Ca(OH) ₂ によるpH調整値
1	6.0%	—	—	0.05%	10
2	6.0	—	—	0.05	11
3	6.0	—	—	0.05	12
4	6.0	3.0%	—	0.05	10
5	6.0	3.0	—	0.05	11
6	6.0	3.0	—	0.05	12
7	6.0	6.0	—	0.05	10
8	6.0	6.0	—	0.05	11
9	6.0	6.0	—	0.05	12
10	6.0	12.0	—	0.05	10
11	6.0	12.0	—	0.05	11
12	6.0	12.0	—	0.05	12
13	6.0	—	0.01%	0.05	—
14	6.0	—	0.05	0.05	—
15	6.0	—	0.10	0.05	—
16	6.0	—	0.30	0.05	—
17	6.0	—	0.50	0.05	—
18	6.0	—	1.50	0.05	—
19	6.0	—	—	0.05	—

表-4 実験Ⅲ使用調製泥水組成

しかし、泥分混入濃度が大きくなるとこの効果を緩和するようであり、現場泥水を用いた実験の結果は良好であった。以下、各項目との関連で記す。

5.2.1 無機電解質による検討

ベントナイト安定液は、主としてコンクリート打設に伴うセメント汚染により劣化する。そこでそれらの影響を調べるために、水酸化カルシウム(1価陽イオン)と赤土で泥水のpH値、泥分濃度を種々にかえて調製した表-4のNo.1~No.12の試料泥水を用いて実験を行なった。

図-13は、泥水pH・赤土濃度と吸着乾泥量・浸透脱水量についてその結果を示したものである。図でも明らかなように、浸透脱水量は泥水pHが高くなるほど減少し

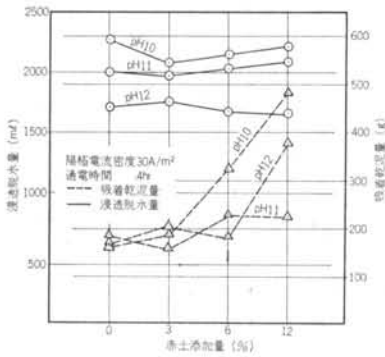


図-13 泥水 pH, 泥分濃度の影響

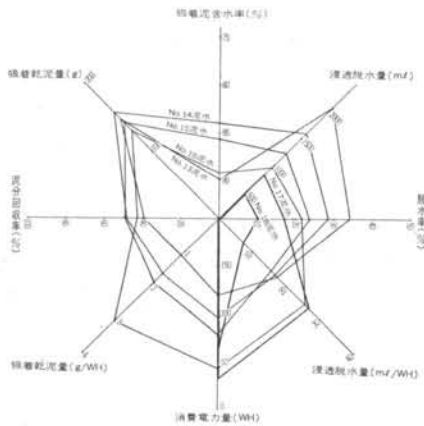


図-14 塩化ナトリウム添加実験結果概略図

ている。また、高 pH になるほど陽電極への泥分吸着力は弱くなり、電極上げの際に脱落するようになった。しかし、赤土混入濃度の増大は、これらの作用を緩和し、顕著に吸着乾泥量を増加させた。

ベントナイト安定液の劣化は、上記の他に海水等からの電解質混入によって起こる場合も多い。そこで、ベントナイト泥水に塩化ナトリウム（1価陽イオン）を種々の濃度で添加した表-4の Na13~Na18の組成の調製泥水を試料として実験を行なった。図-14はその結果であり、塩化ナトリウム添加量増大と共に浸透脱水量は顕著に低下している。また、吸着乾泥量については添加量 0.3%までは影響がみられ変化しないが、0.5%程度を越えると泥分の吸着は全く起こらなくなった。

電解質濃度の指標として通常よく用いられるものに電気比抵抗があるが、図-15は表-4の試料泥水について、それぞれ泥水の電気比抵抗と浸透脱水量をプロットしたものであり、使用した混入電解質を問わずこれらの間に明瞭な相関性が見られた。このことは電気浸透に関する式(6)に、オームの法則が成立し、膜表面電導がない

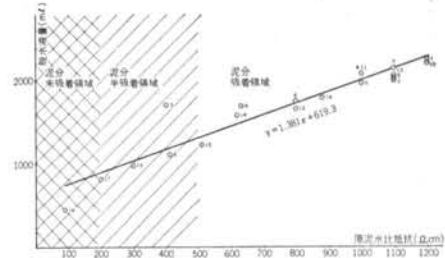


図-15 原泥水比抵抗と脱水液量の関係

と仮定したときに導びかれる下式から定性的に説明される。

$$V = \frac{i \cdot \varepsilon \cdot \zeta}{4\pi\eta} \cdot \rho \quad \dots(8)$$

V: 隔膜細孔面積 S から単位時間に浸透する液量

i: 電流

ρ: 毛細管バルク液比抵抗

一方、吸着乾泥量と泥水比抵抗の間には明瞭な相関性は見られなかったが、以下のような領域に分けることが出来る(図-15)。

200Ω·cm以下 泥分未吸着

200Ω·cm~500Ω·cm以下 泥分半吸着

500Ω·cm以上 泥分吸着

5.2.2 無機電解質と混入粒子の作用について

懸濁粒子の電気泳動において、粒子ζ電位は粒子の泳動速度に大きな影響を及ぼすことを§2. で記したが、このζ電位を左右する因子の一つに懸濁粒子の拡散電気二重層の距離があげられる。また二重層距離は、混入電解質の対イオン濃度の増大により圧縮されて Stern 層の電位を低下させる。Stern 層の電位とζ電位はほぼ等しいと考えられるから、ζ電位も低下する。この現象はとりわけ疎水性ゾルにおいて鋭敏であり、そのとき凝結に要する電解質の対イオン濃度はその価数に依存し、価数が高いほど効果的に凝結することが経験的に知られている (Schulze-Hardy の法則)。

ベントナイト泥水も粘土懸濁液の一種であり、疎水性ゾルであるところから過剰の電解質添加による対イオンの作用で粒子ζ電位を低下させて凝結劣化する。この凝結が泥分濃度の高い泥水において起こる場合には“ゲル化”と呼ばれる。したがって著しくゲル化した泥水は粒子ζ電位が 0 に近く、等電点にあるものと考えられる。この場合、式(7)が示すように粒子の電気泳動速度はほとんどなく、泥分の吸着も起らないと考えられ、電解質混入量が多いほど吸着乾泥量が小さいという結果を裏付けている。

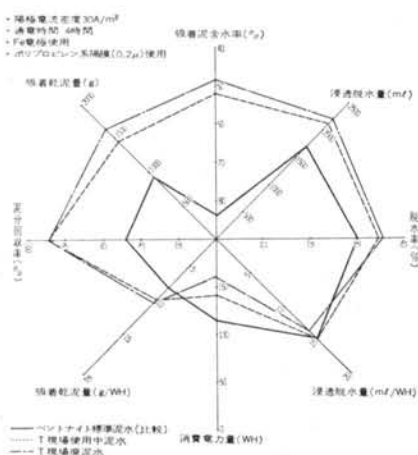


図-16 T現場泥水による実験結果概略

また、赤土混入量が多いほどセメント劣化が緩和されるという結果は、セメント汚染に起因して混入したカルシウムイオンが混入粒子中の1価カチオンと陽イオン交換を行なうことにより、等電点への移行が緩和されたためと考えられる。

5.2.3 現場泥水による実験

実際の現場廃泥水による処理効果を見るため、地中連続（SSS工法）の工事現場における①循環泥水、②同廃棄泥水、および表-4の③Na19標準泥水（比較のため）の計3種泥水を用いて実験を行なった。図-16はその結果であり、現場泥水はいずれも調製泥水に比し多少消費電力量は増すが、泥分回収率約90%、浸透脱水率約35%、吸着泥含水率約50%と処理効果は良かった。なお、T現場泥水はいずれもpH約10、比重約1.2であり、電

気料金10円/KWHとすると、使用電気料は250円/m³となる。

§ 6. おわりに

以上のように、泥水の電気処理法は未検討の項目を解明し、装置の改良を行なうに従って処理効果が著しく改善されてきた。しかし、実用化にあたっては、固液分離処理の目的からは泥分回収は完全でなければならず、また、浸透脱水率は少なくとも50%以上の必要がある。これらのことから、今後以下のような項目を検討する必要がある。

- ① 通電後陽極室内に残留する未吸着泥を完全に吸着させるための物理的・化学的方法の検討
 - ② 浸透脱水量をさらに増加させるための泥水比抵抗、pH値の低減法の検討
 - ③ 膜移送現象における駆動力とフラックスに関する不可逆過程の熱力学的解明
 - ④ ベントナイト土粒子の界面電気化学的性質の解明
- 以上の項目を今後検討することによって、本電気処理は有効な処理法となるものと期待される。

謝辞

最後に、本研究の遂行に多大なご援助をいただいた中川防蝕・今喜多芳美氏、福沢秀刀氏、当社機械部技術課・坂本和義氏、梶岡保夫氏、江副楠雄氏に心から感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 北原文雄、渡辺昌義：“界面電気現象” 共立出版
- 2) 丹保憲仁：“水処理における凝集機構の基礎的研究(I)(II)(III)” 水道協会誌
- 3) 玉虫倫太：“電気化学” 東京化学同人
- 4) 日本粘土学会編：“粘土ハンドブック” 技報堂
- 5) 日本化学会編：“化学便覧(基礎編)” 丸善
- 6) H. van Olphen：“An Introduction to Clay Colloid Chemistry” Wiley