

# 土工事における濁水処理に関する研究 (第8報)

——「Mud Press 工法 (フィルタープレス方式)」による廃泥水処理——

喜 田 大 三  
辻 博 和

## Studies on Muddy Water Treatment in Earthwork (Part 8)

——Treatment of Discharged Slurry by “Mud-Press Method (Filter-Pressing Type)”——

Daizo Kita  
Hirokazu Tsuji

### Abstract

Polymer-base slurry has been recently developed for use in underground excavation. Discharged polymer-base slurries were treated by the “Mud-Press Method (Filter-Pressing Type)” at three project sites. The results may be summarized as follows:

(1) The nature of discharged polymer-base slurry varied, but densities of most slurries were 1.06 to 1.10 while pH values were 10 to 12.

(2) A control diagram for optimum quantity of inorganic flocculant used at project sites could be prepared on investigation of filtration properties of discharged polymer-base slurry.

(3) The treated volumes of discharged polymer-base slurries adopting the abovementioned control diagram were 18 to 24 m<sup>3</sup> per day at the three project sites. The water contents then of filter-pressed cakes were 80 to 110%, concentrations of suspended solids in discharge water were under 50 ppm, and pH ranged between 7 and 8.

### 概 要

泥水工法における地盤掘削用泥水として、最近ではポリマー泥水が使用されるようになってきている。そこで、このポリマー泥水から発生する廃泥水の処理にフィルタープレス方式の処理工法を適用した。本報告では、代表的3現場についての処理実績を紹介した。(1) 廃泥水の諸性状の変動幅は3現場ともかなり大きかったが、大略その比重は1.06~1.10に、pHは10~12の範囲にあった。(2) 性状の異なる各種廃泥水について加圧脱水の室内試験を行ない、その結果にもとづいて、現場における処理の際の無機系凝集剤の添加量管理図を、廃泥水の比重とpHをパラメーターとして作成した。(3) 上記の管理図にしたがって、3現場で廃泥水を処理した結果、フィルタープレス機1台当りで18~24 m<sup>3</sup>/日処理することができた。その際の脱水ケーキの含水比は80~110%、放流水のSS濃度は50 ppm以下、そのpHは7~8であった。

## 1. まえがき

OWS-SOLETANCHE工法をはじめとする泥水工法では地盤掘削時に泥水を使用する。この泥水は可能な限り転用されるが、大林式泥水管理試験で使用不可と判定された泥水は廃泥水として廃棄される。公害防止の立場から、この廃泥水の処理が大いに望まれ、当社ではフィルタープレス方式およびロールプレス方式<sup>1)</sup>の処理工法が各現場で実績を上げている。

フィルタープレス方式による処理工法は当初ベントナ

イト廃泥水を対象に開発され、著者の一人はその実績等に関してすでに報告している<sup>2)</sup>。ところで、近年、ベントナイト泥水に勝る性能を有するポリマー泥水が開発され、すでに多くの現場で実用化されている<sup>3)4)</sup>。

そこで、このポリマー泥水から発生する廃泥水の処理にフィルタープレス方式の処理工法を適用した。本報告では、代表的な3現場についての処理実績を紹介する。

## 2. ポリマー廃泥水の発生状況

### 2.1. 現場の概要と廃泥水の発生量

今回調査した3現場の概要を表-1に示す。3現場は土質を異にしており、A現場が軟弱シルト層、B現場が砂層を挟んだ軟弱シルト層、C現場がシルト層を挟んだ砂もしくは砂礫層であった。使用した泥水のポリマー(OP-4)濃度は0.4~0.5%の範囲であり、特にB,C現場ではさらにベントナイトと逸泥防止剤を添加した。

さて、廃泥水の発生量は、表から明らかなように、3現場で掘削土層の9~12%の範囲であった。この値は先に実施されたポリマー泥水の現場性状調査<sup>4)</sup>の際の値6~16%とほぼ一致しており、一般にポリマー廃泥水の発生量は掘削土量の10%内外と考えるとよからう。

項目	A 現場	B 現場	C 現場
工事規模	11000 m <sup>2</sup> の地中連続壁工事	7500 m <sup>2</sup> の地中連続壁工事	9300 m <sup>2</sup> の地中連続壁工事
土質	ヒート層を挟んだ軟弱シルト層	砂層を挟んだ軟弱シルト層	シルト層を挟んだ砂もしくは砂礫層
掘削機	KELLY-60M	KELLY-60M	KELLY-40M
泥水調合	op-4 0.5%	op-4 0.5% ベントナイト 1.0% 逸泥防止剤 0.5%	op-4 0.4% ベントナイト 2.5% 逸泥防止剤 1%
掘削土量	7700 m <sup>3</sup>	6000 m <sup>3</sup>	7400 m <sup>3</sup>
廃泥水量	670 m <sup>3</sup>	690 m <sup>3</sup>	730 m <sup>3</sup>

表-1 現場の概要

## 2.2. 廃泥水の性状

廃泥水の諸性状の調査結果を表-2に示す。表から明らかなように、3現場とも廃泥水の諸性状の変動幅は大きかった。しかし、図-1にA現場の泥水比重とpHのヒストグラムを例示するように、変動幅は大きいながらも、大略比重が1.06~1.10に、pHが10~12に集中していた。

項目	A 現場	B 現場	C 現場
比重	1.02~1.16	1.02~1.14	1.03~1.18
砂分率(%)	0.2~5	3~10	3~8
pH	8~12.5	9~12.5	9~12.5

表-2 廃泥水の諸性状

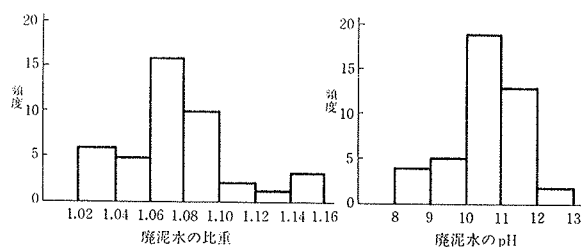


図-1 廃泥水の比重とpHの分布(A現場)

## 3. 室内実験

### 3.1. はじめに

第2章で述べたように、廃泥水の諸性状の変動幅は非

常に大きかった。このような廃泥水の処理にフィルタープレス方式を適用するに際して、脱水促進剤として使用する無機系凝集剤の添加量の最適管理は重要である。

ところで、泥水工法に使用するポリマー泥水は、その泥水中の土粒子がポリマーの保護コロイド作用等によって安定に懸濁分散する結果、謂ゆる安定液として機能している。著者の一人が報告しているように、このポリマー泥水の懸濁分散性には、掘削混入土量およびセメント混入量が大きく影響することが判明している<sup>5)</sup>。ポリマー泥水から発生する廃泥水をフィルタープレス方式で処理する場合、当然のこととしてこの懸濁分散性が低い程度処理が容易であると予想される。

そこで、比重とpHの異なる廃泥水について室内加圧脱水試験を行ない、使用する無機系凝集剤の添加量の管理方法を検討した。

### 3.2. 実験概要

(1) 供試廃泥水 先の現場Bにおける廃泥水で、泥水比重が1.03~1.15およびpHが9~12.5のものを供試した。

(2) 実験方法 廃泥水に所定量の無機系凝集剤を添加混合したのち、API規格のろ過試験器によってろ過圧12 kg/cm<sup>2</sup>ろ過面積45 cm<sup>2</sup>でろ過試験を行なった。なお、廃泥水の供試量はフィルタープレスの装置を想定して、脱水ケーキ厚が15 mmになるよう決定した。

### 3.3. 実験結果と考察

実験結果の一部を図-2, 3に示す。

図-2, 3に例示されるように、いかなる比重およびpHの廃泥水についても無機系凝集剤の添加量とともに脱水時間は減少していた。その際、無機系凝集剤の同一添加量における脱水時間は、廃泥水のpHおよび比重によって大きく異なっていた。

まず、廃泥水のpHが脱水時間に及ぼす影響について

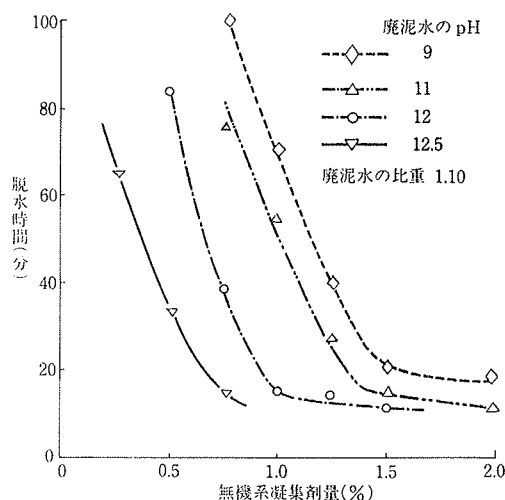


図-2 凝集剤添加量と脱水時間との関係

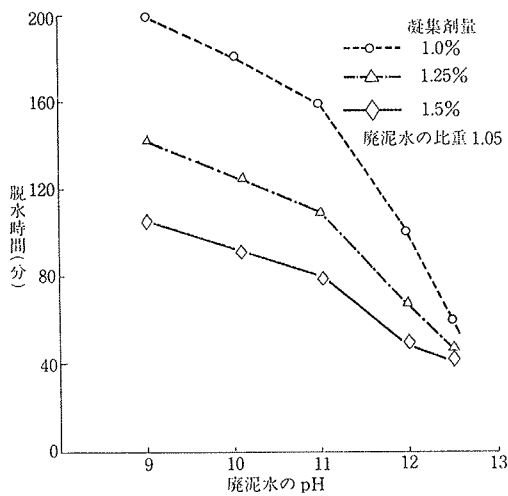


図-3 廃泥水の pH と脱水時間との関係

検討する。図-3からも明らかなように、無機系凝集剤の同一添加量における脱水時間は pH が高い程減少した。この現象は廃泥水の pH の上昇とともに、セメント中のカルシウムによるポリマーのアニオン基の中和・ポリマーのコイリング・脱水和を生じ、さらにポリマー自体が低分子化するために、ポリマーの保護コロイド作用が低下したことによるものと考えられる<sup>5)</sup>。特に、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  雰囲気下で、pH が11以上になるとポリマーの低分子化が顕著に進むとされている<sup>6)</sup>。先の図-3にも示される通り、脱水時間の減少程度は pH 11 をすぎると顕著に大きくなっており、pH が11以上の範囲では、ポリマー自体の低分子化による保護コロイド作用の低下が脱水時間の減少に大きく関与していると考えられる。

つぎに、廃泥水の比重が脱水時間に及ぼす影響について検討する。無機系凝集剤の同一添加量における脱水時間は比重が高い程減少していた。ところで、今回の実験では、脱水ケーキ厚が 15 mm になるように供試廃泥水量を決定しているので、廃泥水の比重が大きくなればそ

の供試量は当然少なくなっている。したがって、廃泥水の比重自体が脱水時間に及ぼす程度は明らかにできなかった。

以上述べたように、無機系凝集剤の同一添加量における廃泥水の脱水時間は、廃泥水の比重と pH に大きく影響されることが判明した。

そこで、ろ過面積  $48 \text{ m}^2$ 、ろ過容積  $0.75 \text{ m}^3$  のフィルタープレス機を用いて廃泥水を時間当たり約  $3 \text{ m}^3$  処理するための無機系凝集剤の管理図(図-4)を廃泥水の比重と pH をパラメーターとして、先の室内実験結果の値から作成した。

図-4からわかるように、たとえば比重 1.10・pH 11 の廃泥水について処理能力約  $3 \text{ m}^3/\text{H}$  を確保するためには、無機系凝集剤を約 1% 即ち  $10 \text{ kg}/\text{m}^3$  添加する必要がある。その際、フィルタープレス 1 バッチ当りの送泥量は約  $3.0 \text{ m}^3$  で、その送泥時間は約 45 分である。

#### 4. 現場における廃泥水処理

##### 4.1. 処理システム

2.1. で述べた A, B, C 3 現場において実施したフィルタープレス方式による廃泥水処理のフローは以下に述べる通りである。

3 現場とも発生した廃泥水は一度廃泥水槽にストックしたのち、適宜反応槽に送られ、ここで無機系凝集剤を所定量添加し、養生槽で養生する。その際の凝集剤の添加量は先の室内実験で作成した管理図に従った。その後、廃泥水をフィルタープレス機に送り、約  $12 \text{ kg}/\text{cm}^2$  の泥水圧で加圧脱水した。フィルタープレス機としては、ろ過面積  $48 \text{ m}^2$ 、ろ過容積  $0.75 \text{ m}^3$  のものを A, B の 2 現場では 1 台、C 現場で 2 台使用した。また、加圧脱水時の分離水は、当社で開発した炭酸ガスによる急速中和装置で中和し、性状をチェックしたのち下水道に放流した。

C 現場における処理プラントの全景を写真-1 に、高速中和装置を写真-2 に示す。

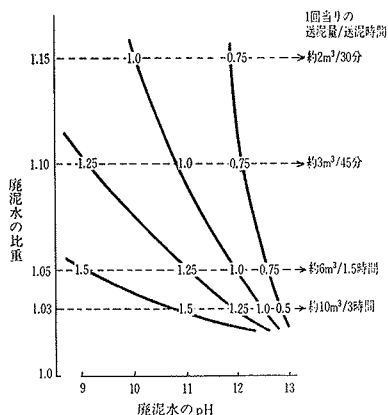


図-4 凝集剤の添加量管理図  
(処理能力約  $3 \text{ m}^3/\text{H}$  確保の場合で、  
図中の単位はパーセント)

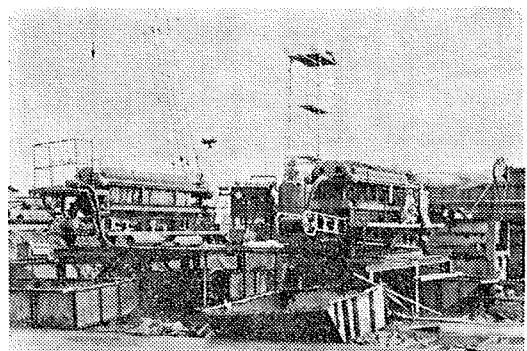


写真-1 C 現場における処理プラント

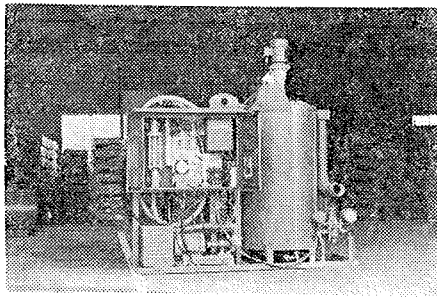


写真-2 炭酸ガスによる高速中和装置

#### 4.2. 処理結果

3現場における処理結果を表-3に示す。

##### (1) 処理量

室内実験の結果から作成した凝集剤添加量管理図にしたがって、凝集剤を添加したところその量は0.75~1.25%の範囲であった。その結果、表-3に示したように、フィルタープレス機を1台使用したA、B両現場では、廃泥水を1日当り18~24 m<sup>3</sup>処理することができ、また、フィルタープレス機を2台使用したC現場では、1日当り40~48 m<sup>3</sup>(1台換算で20~24 m<sup>3</sup>)処理することができた。

##### (2) 脱水ケーキの性状

脱水ケーキの性状は3現場とも類似しており、その含水比は80~110%の範囲であった。当然のこととして、ダンプ運搬してもななら変形することなく、そのまま埋立地に廃棄することができた。

##### (3) 放流水の性状

放流水の懸濁物質濃度(SS濃度)は50 ppm以下と透明であった。また、放流水のpHは、当社で開発した炭酸ガスによる高速中和装置によって7~8に管理する

ことができた。その際の炭酸ガスの使用量はpH 12の分離水で約0.5 kg/m<sup>3</sup>分離水(0.25 N m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>分離水)、pH 12.8の分離水で約1.5 kg/m<sup>3</sup>分離水(0.75 N m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>分離水)であった。

#### 5. まとめ

泥水工法における地盤掘削用泥水として、最近ではポリマー泥水が使用されるようになってきている。そこで、このポリマー泥水から発生する廃泥水の処理にフィルタープレス方式を適用した。本報告では、代表的3現場について処理実績を紹介した。

(1) 廃泥水の諸性状の変動幅は3現場ともかなり大きかった。しかし、大略その比重は1.06~1.10に、pHは10~12の範囲にあった。

(2) 性状の異なる各種廃泥水について加圧脱水の室内試験を行ない、その結果にもとづいて、現場における処理の際の無機系凝集剤の添加量管理図を、廃泥水の比重とpHをパラメーターとして作成した。

(3) 上記の管理図にしたがって、3現場で廃泥水を処理した結果、フィルタープレス機(ろ過面積4.8 m<sup>2</sup>、ろ過容積0.75 m<sup>3</sup>)1台当りで1日18~25 m<sup>3</sup>処理することができた。その際の脱水ケーキの含水比は80~110%、放流水のSS濃度は50 ppm以下、放流水のpHは7~8であった。なお、放流水のpH調整には当社で開発した炭酸ガスによる高速中和装置を使用した。

おわりに、本研究を行なうにあたり、現場測定に協力して下さった3工事事務所および本社特殊工法部の皆様、および中和装置の製作に際し協力していただいた東京機械工場の中川、志賀の両氏に深く謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 喜田, 辻: 大林組技術研究所報, No. 15, (1977), p. 95
- 2) 喜田, 斎藤: 大林組技術研究所報, No. 9, (1974), p. 111
- 3) 喜田, 川地: 大林組技術研究所報, No. 8, (1974), p. 123
- 4) 喜田, 川地: 大林組技術研究所報, No. 10, (1975), p. 46
- 5) 喜田, 川地: 大林組技術研究所報, No. 11, (1975), p. 140
- 6) 鈴木, 多田, 河添: 生産研究, Vol. 28, No. 7, (1975)

項目	現場名	A 現場	B 現場	C 現場
凝集剤添加量(%)		0.75~1.25	0.75~1.25	0.75~1.25
1回の送泥量(m <sup>3</sup> )		2~6	4~6	2.5~6
1回の送泥時間(分)		30~100	60~120	50~120
1回の脱型時間(分)		5~10	5~15	5~10
1日の処理回数(回)		4~10	3~6	8~16
1日の処理量(m <sup>3</sup> )		20~24	18~24	40~48
脱水ケーキの含水比(%)		90~120	80~105	90~110
放流水のSS濃度(ppm)		<50	<50	<50
放流水のpH		7~8	7~8	7~8

表-3 処理結果