

泥水工法における泥水管理に関する研究（第28報）

——大深度地中連続壁工事の泥水の管理と処理——

喜田大三 川地武
辻博和 炭田光輝
増田知行 喜多平明
(袖ヶ浦土木工事事務所) (袖ヶ浦土木工事事務所)

Studies on Control of Slurry for Underground Excavation (Part 28)

——Control and Treatment of Slurry
at a Certain Long Diaphragm Wall Construction Project——

Daizo Kita Takeshi Kawachi
Hirokazu Tsuji Mitsuteru Sumida
Tomoyuki Masuda Hiraaki Kita

Abstract

OHBAYASHI-GUMI has constructed long underground diaphragm walls for LNG tanks at three sites. The slurry used in under-ground excavation is necessary for stability of the trench and enhancement of the excavation process. This report describes field studies on control of slurry at a certain site. The results obtained are as follows: (1) A polymer-base slurry of good salt-resisting performance and containing a dispersant to check deterioration of slurry was used. (2) The stability of the trench was confirmed while water cut-off properties at joints in the diaphragm wall were good. (3) The volume of discharged slurry was very small. (4) Therefore, it was proved that the control system for the slurry was suited to this site. (5) It was possible for surplus water separated from discharged slurry given filter-pressing treatment to be utilized as blending water for slurry. (6) It was possible for filter-pressed cakes to be utilized as embankment materials.

概 要

当社では、深度100m級の地中連続壁の施工を可能にした掘削機『ハイドロフレーズ』を開発し、すでにLNG地下タンク3基の大深度地中連続壁工事を施工している。当工法において、泥水は掘削壁面の安定に不可欠であるだけでなく、掘削土の運搬・搬出にも重要な機能を果たす。本報告では、東京瓦斯(株)袖ヶ浦工場における大深度地中連続壁工事の泥水の管理と処理に関する研究・調査結果を紹介した。主な内容は以下の通りである。(1) 泥水には特に耐塩性の大きいポリマー泥水を使用し、泥水の劣化対策として分散剤を使用した。(2) 掘削時、壁面の崩壊は一切認められなかった。しかもジョイント部の止水性は良好であった。(3) 廃棄泥水の発生量は非常に少なかった。(4) 以上のことから、当現場で採用した泥水の調合および管理システムが適切であったことが立証された。(5) 廃棄泥水を加圧脱水処理した際の分離水は、掘削工事中、すべて補給ポリマー泥水の混練水として再利用し、水のクローズドシステムの適用に成功した。(6) 加圧脱水処理後の脱水ケーキは天日乾燥後、当該工場内敷地の嵩上げ盛土材として有効利用できた。

1. はじめに

OWS-SOLETANCHE工法は、地中連続壁工法として昭和35年に開発されて以来、地下空間の有効利用、あるいは地下鉄・共同溝などの都市機能確保のための地下工

事、さらに大型橋梁の基礎杭などに幅広く適用されている。そして、当工法はこの種の工法としてわが国最大の実績を誇り、昭和56年8月現在、累計1,700,000 m²に達している。

このような施工実績に加えて、深度100m級の大深

度地中連続壁の施工を可能にした掘削機「ハイドロフレーズ」を昭和54年に開発し、すでに LNG 地下タンク 3 基の大深度地中連続壁工事を施工している。当工法で、泥水は掘削壁面の安定に不可欠であるだけでなく、掘削土の運搬・搬出にも重要な機能を果たす。したがって、大深度地中連続壁工法の安全性・施工性・経済性は泥水技術の優劣に負うところが多い。

LNG 地下タンクなどの大深度地中連続工事が施工される場所は海岸近くの埋立地盤が多く、海水の影響で地下水中の塩分濃度は高い。その結果、掘削時に泥水へ塩分が混入し、泥水の劣化は一般の洪積地盤・沖積地盤を掘削する場合と比較して非常に大きい。

さらに、ハイドロフレーズを使用した大深度地中連続壁工法の特長の一つはジョイントパネルの構築方法である。先行の標準パネルの間に後行のジョイントパネルを掘削する際、ハイドロフレーズで既設の標準パネルの一部をカッピングしながら地山掘削を行なう。したがって、ジョイントパネル掘削時には、泥水にコンクリート成分が多量に混入し、泥水の劣化は標準パネルに比べて大きい。

そこで、過去の地中連続壁工事の経験の蓄積さらには各種研究開発の成果を踏まえて、ハイドロフレーズを使用した大深度地中連続壁工事では、特に耐塩性の大きいポリマー泥水を使用し、劣化した泥水には分散剤を添加して化学的に再生するなどの新しい泥水管理を行なっている。

さて、ポリマー泥水は可能な限り繰り返し転用されるが、転用不可能な泥水は廃棄しなければならない。この廃棄泥水は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」によって産業廃棄物としての規制を受け、その取り扱いには慎重に行なう必要がある。当社では、この廃棄泥水の処理にフィルタープレス方式による加圧脱水処理を採用している。加圧脱水処理によって発生した分離水は従来 pH 調整などの三次処理を行なったのち、下水道などに放流していた。しかし、大深度地中連続壁工事では、この分離水を補給ポリマー泥水の混練水として再利用するクローズドシステムを開発し、その適用に成功している。

本報告では、ハイドロフレーズを使用した大深度地中連続壁工事の一現場について、泥水の管理および処理に関する研究・調査結果を紹介する。

2. 現場概要

2.1. 工事概要

(1) 工期
昭和55年 9 月～昭和56年 4 月。

(2) 工事内容
東京互斯(株)袖ヶ浦工場における C-3 LNG 地下式貯槽 (容量 130,000 kℓ) 建設工事に当たっての土留止水壁の構築工事である。

(3) 工事規模

- ① 掘削壁面積: 22,538 m²
- ② 掘削土量: 27,045 m³
- ③ 標準パネル 数量: 28パネル

掘削規模:

L5.864×W1.2×H97.4 m (平均)

- ④ ジョイントパネル 数量: 28パネル

掘削規模: L2.4×W1.2×H97.4 m (平均)

(4) 土質性状

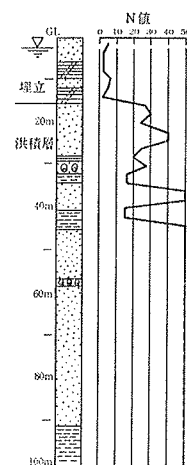


図-1 土質柱状図

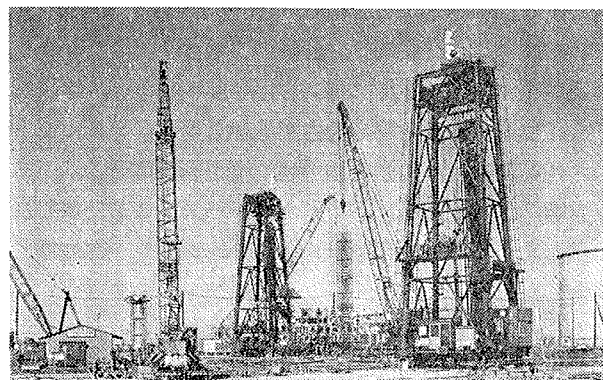


写真-1 大深度地中連続壁工事現場

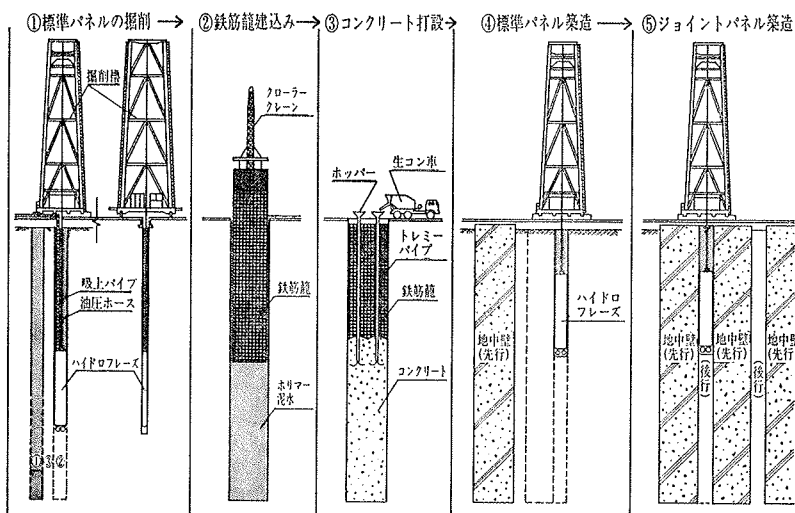


図-2 大深度地中連続壁工法の施工順序

泥水掘削の対象となる 0~100 m の土質柱状図を図一 1 に示す。表層の 0~10.5 m がN値0~20の埋立砂層, 10.5~13 m がN値8~19の沖積粘性土層, 13~41 m がN値10~43で洪積砂層と粘性土層の互層, 41~83 m がN値20~50以上の洪積砂層, 83~100 m がN値50以上で洪積砂層と粘性土層の互層である。

なお、工事期間中水位を下げる為に使用したウェルポイントの排出地下水には、海水の影響を受けて、13,000~15,000 ppm の高濃度の塩分が含まれていた。

2.2. 大深度連続壁の施工法

ハイドロフリーズを使用した大深度地中連続壁工法の施工順序を図一 2 に示す。

① まず、ハイドロフリーズで標準パネルを掘削する。その際、孔内にポリマー泥水を満たし掘削壁面の安定を保つ。② 所定深度まで掘削したのち、孔底に沈降したスライムをハイドロフリーズで除去する。その後、鉄筋籠を建て込む。③ トレミー管を使用してコンクリートを打設する。④ 一つの標準パネルが完成すると、隣接する標準パネルを先の①~③を繰り返して築造する。⑤標準パネル完成後、両隣の標準パネルのコンクリート面をカッティングしながら、ジョイントパネルを掘削し、標準パネルと同様の作業を繰り返し、ジョイントパネルを築造し、大深度地中連続壁を完成させる。

なお、当現場では、ハイドロフリーズを3基使用し、掘削した土砂は2段振動フルイ→サイクロン→沈砂槽で除去した。

2.3. 泥水管理と廃棄泥水処理のシステム

2.3.1. 泥水調合 当社では、地中連続壁工法に使用する泥水として、ベントナイト泥水に比べ耐塩性・耐セメント性に優れ転用性に富むポリマー泥水を開発し、すでに200近い現場で使用した実績を持っている。

当現場にも、表一 1 に示す調合のポリマー泥水を使用した。その際、地盤が海岸に近い埋立地盤で、土中水に高濃度の塩分が含まれており、掘削時泥水に多量の塩分が混入することが予想されたので、各種のポリマーの中で特に耐塩性の優れた OP-66あるいは OP-160を使用した。ポリマー濃度は0.5~0.75%の範囲であり、2.3.2. で後述する泥水管理試験の結果に基づいて適宜決定した。

材 料	濃 度
ポ リ マ ー	0.5 ~0.75%
ベ ン ト ナ イ ト	1.0 ~2.0 %
変 質 防 止 剤	0.03~0.05%
逸 泥 防 止 剤	1.0 ~2.0 %
分 散 剤	0.3 ~0.5 %

表一 1 ポリマー泥水の基本調合

ベントナイトについては、ポリマー泥水における高分子・粘土複合体の形成に不可欠である細粒分として、2%以下の濃度で使用した。

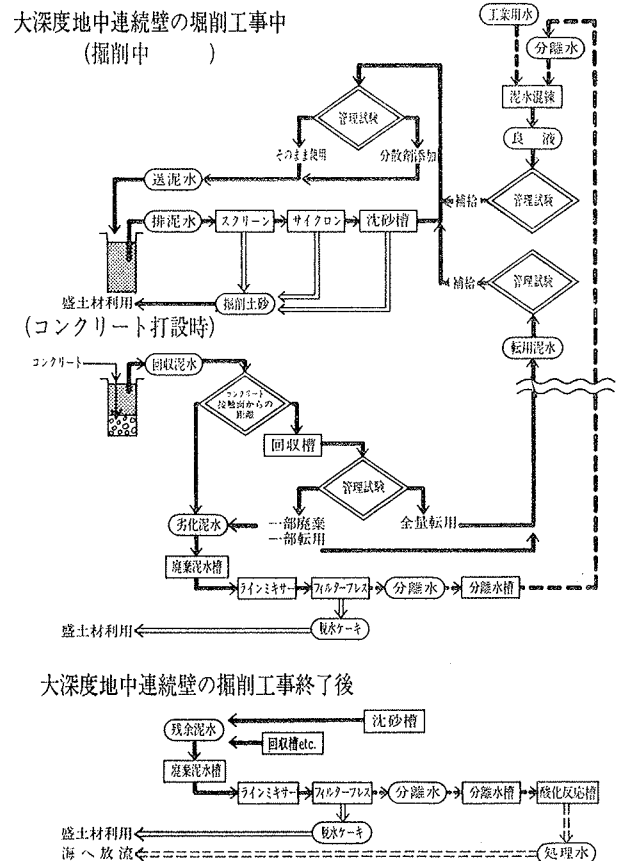
また、先の2.2. で述べたように、ジョイントパネル掘削時には、隣接する標準パネルの既設コンクリートをカッティングするので、泥水中に多量のコンクリート成分が混入する。コンクリート中のセメントによる泥水の劣化を防止するため、ジョイントパネル掘削時の泥水には特に分散剤を0.3~0.5%の範囲で使用した。

2.3.2. 泥水管理システム ポリマー泥水は掘削壁面の安定に不可欠であるだけでなく、掘削土の運搬・分離にも重要な機能を果たす。したがって、ポリマー泥水の性状を適切に管理することは重要である。

泥水管理システムは、図一 3 に示すように、大別して掘削中とコンクリート打設時の二つに分けられる。

掘削中の主要な泥水管理は下記の3点である。

- ① 新規に混練した泥水の性状管理
- ② 循環使用している送泥水の性状管理。特に、ジョイントパネル掘削時には、劣化した泥水を再生するために送泥水に定期的に添加する分散剤の量の決定。
- ③ 補給する転用泥水の性状管理



図一 3 泥水管理と廃棄泥水処理のシステム

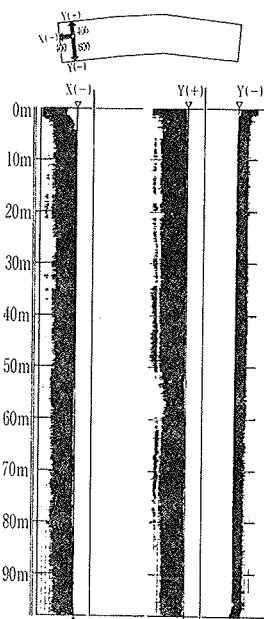
つぎに、コンクリート打設時の泥水管理は回収した回収泥水の性状を確認し、その転用性の可否を判定するものである。

2.3.3. 廃棄泥水処理システム 廃棄泥水の処理システムは前掲の図一3に併記した通りであり、大深度地中連続壁の掘削工事中と掘削工事終了後で異なる。

掘削工事中に処理の対象となる泥水はコンクリート打設時の回収泥水のうち、転用不可能と判定された劣化泥水である。廃棄泥水に硫酸バンドを添加したのち、フィルタープレスで加圧脱水処理した。ここで、加圧脱水処理時に発生する分離水は従来 pH 調整などの三次処理を行なったのち下水道などへ放流していた。しかし、この分離水を泥水混練用の水として再利用するべく検討を重ねた結果、使用する凝集剤の種類およびその添加量を管理することによって可能であることが判明した。

そこで、当現場では分離水をすべて新規泥水の混練水として再利用するクローズドシステムを採用した。したがって、掘削工事中の廃棄泥水処理に伴って系外へ排出されるものは加圧脱水処理時に得られる脱水ケーキのみである。

大深度地中連続壁の掘削工事終了後に処理の対象となる泥水は沈砂槽や回収槽などに残った残余泥水である。残余泥水の処理は掘削工事中と同様にフィルタープレスで行なった。その際発生した分離水は、さらに湿式酸化法による COD 除去を行なったのち、5.2. で後述するように当該地区の放流基準を満足する水質の処理水を海へ放流した。



図一4 超音波による孔壁測定結果の一例

3. 施工結果

3.1. 掘削壁面の安定

先の2.3.1. で述べた泥水管理を万全に行なった結果、掘削壁面の崩壊は一切認められ



写真一2 大深度地中連続壁のジョイント部

なかった。

図一4に例示するように、超音波による孔壁測定ではほとんど凹凸もなく、基準面から最も食い込んだ所でも10 cm 以下であった。このことは現在施工している内部掘削の際に露出しているコンクリート壁体の観察によっても確認され、写真一2, 3に示すように、コンクリートの張り出しはほとんどなかった。また、コンクリート打設時の割増量は従来の地中連続壁工事の実績と差異がなかった。

以上述べたことから、大深度地中連続壁工事において、ポリマー泥水を使用し、2.3.2. に述べた泥水管理システムを採用した結果、安全にかつ確実に掘削でき、当現場で採用した泥水の調合管理が適切であったことが立証された。

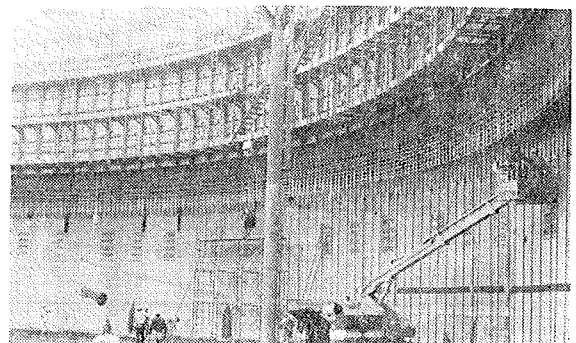
なお、大深度地中連続壁の垂直精度は、当初計画の1/1,000を充分クリアし、1/1,000~1/3,000であり、ハイドロフリーズの掘削精度の高いことが明らかになった。

3.2. ジョイント部の止水性

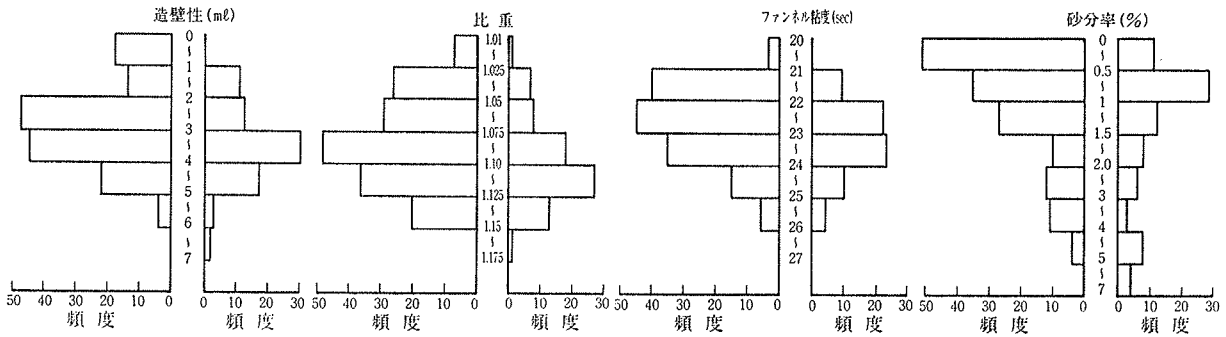
ポリマー泥水を使用して施工された地中連続壁が優れた止水性を有していることは幾多の実績によって立証されている。ところで、ハイドロフリーズを使用した大深度地中連続壁工事では、深度が深くジョイント部の延長が長いことを考慮し、より高い止水性を確保するため、ジョイントパネル掘削時に標準パネルのコンクリート面をカッティングし、脆弱なコンクリートを除去した後に、大深度地中壁を接合させるジョイント方法を採用した。

当現場でも泥水としてポリマー泥水を使用した結果、ジョイント部に付着したマッドケーキの量は微量であり、前掲の写真一2に示されるように、その厚さは1 mm 以下であった。そして、内部掘削に先立って行なったディープウェルの揚水試験の結果および現在施工している内部掘削の際にジョイント部からの漏水が皆無であることから判断して、ジョイント部の止水性は極めて良好であることを確認した。

なお、当現場では、ジョイントパネル掘削後、鉄筋籠



写真一3 露出した大深度地中連続壁の壁体



図一五 送泥水の造壁性(脱水量)・比重・ファンネル粘度・砂分率の分布
但し、左側；標準パネル，右側；ジョイントパネル

建て込み前にワイブラシによるマッドケーキの物理的除去も併用したことを付記しておく。

4. 泥水の性状

4.1. 掘削中の泥水

第3章で述べたように、掘削は安全にかつ確実に施工された。掘削中の送泥水について、その造壁性(脱水量)・比重・ファンネル粘度・砂分率の分布を図一五に示す。

ところで、泥水の劣化する主要な要因は、標準パネルで掘削土の混入・土中水の混入による塩分濃度の増加・コンクリート打設時におけるセメント成分の混入であり、ジョイントパネルでは上記3点に加えてコンクリートカッティングに伴うコンクリート成分の混入である。そこで、掘削中の泥水性状について、標準パネルとジョイントパネルを比較しつつ以下に述べる。

(1) 造壁性(脱水量)・比重・ファンネル粘度

造壁性(脱水量)・比重・ファンネル粘度の分布範囲は標準パネルとジョイントパネルで大きな差はなく、それぞれ0~7ml, 1.01~1.16, 20~26秒であった。しかし、最高頻度を示す範囲は3項目ともジョイントパネルの方が高い。当然平均値でも高くなり、造壁性(脱水量)が標準パネルで3.8mlに対してジョイントパネルで4.4ml, 比重が1.095に対して1.111, ファンネル粘度が

22.7秒に対して23.3秒であった。造壁性(脱水量)の値の違いから、標準パネルに比べてジョイントパネルの方が泥水の劣化程度がやや大きかったことが分かる。

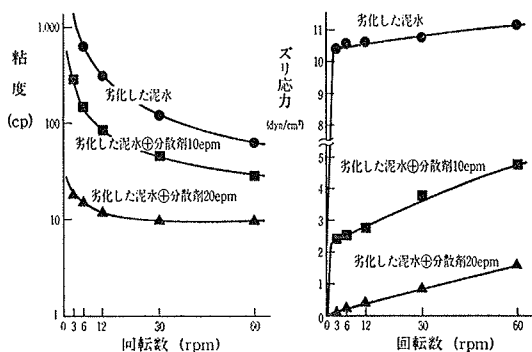
(2) 砂分率

ジョイントパネルにおける泥水の劣化現象は砂分率の分布にあらわれている。すなわち、0.5~1%を最高頻度として、1%以上4%の範囲までで頻度は減るけれども、砂分率4%以上の頻度がまた高くなっている。

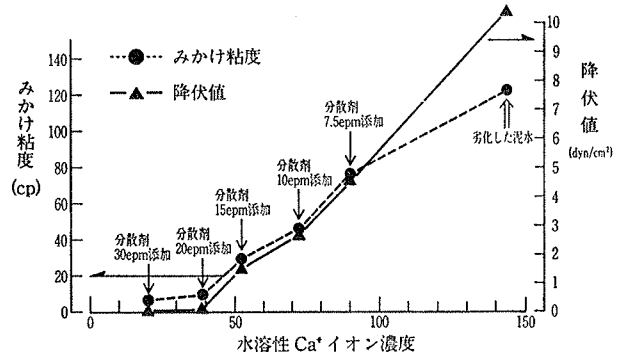
これはコンクリートカッティングに伴ってコンクリート成分が泥水に混入し泥水の流動特性が変化し、土砂分離装置の除砂効率が低下した結果である。劣化した泥水のB型粘度計で測定した流動特性の一例を図一六に示すように、泥水のみかけ粘度が上昇し、泥水は降伏値を持つビンガム流体に変化している。

そこで、この劣化した泥水を再生するため分散剤を添加した。この添加効果の一例を前掲の図一六に併記したように、分散剤の添加によって、みかけ粘度も低く降伏値を持たない正常なポリマー泥水の流動特性に戻すことができ、劣化した泥水を化学的に再生することができた。

分散剤による泥水の再生過程を泥水中の水溶性のCa⁺イオン濃度との関係で整理すると、図一七に示すように、水溶性のCa⁺イオン濃度が約50ppm以下になった段階



図一六 劣化した泥水および再生泥水の流動特性



図一七 劣化した泥水の再生過程

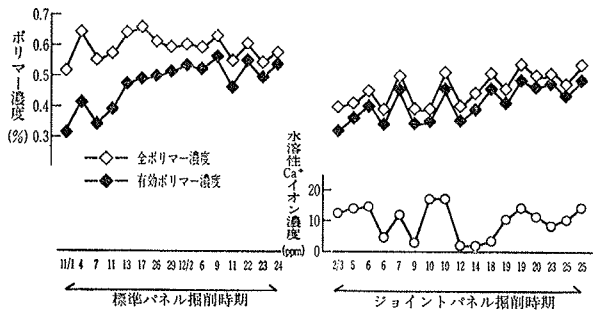


図-8 転用泥水中のポリマー濃度・水溶性 Ca²⁺ イオン濃度の変化(一例)

で、みかけ粘度・降伏値ともポリマー泥水の正常値に至っている。このことから、コンクリートカッティングによって増大した泥水中の水溶性の Ca²⁺ イオンを不溶化することによって、劣化した泥水の再生がなされたことが分かる。

なお、図-8 に示すように、転用泥水中の水溶性の Ca²⁺ イオン濃度はすべて 20 ppm 以下であり、ジョイントパネル掘削時に劣化した泥水は分散剤の添加によってすべて再生されていたことが確認できる。

4.2. 転用泥水

コンクリート打設時の回収泥水の大部分は転用した。その際、転用できるか否かを判定するため、泥水の造壁性(脱水量)・比重・ファンネル粘度の項目に加えて、泥水中の全ポリマー濃度と有効ポリマー濃度も常時測定した。有効ポリマー濃度とは全ポリマー濃度から、各種要因によって変質しポリマー泥水の高分子・粘土複合体を形成し得ない低分子のものを差し引いた濃度である。

測定結果の一部を図-8 に示す。図から明らかのように、工事期間全体を通して有効ポリマー濃度として常に 0.3~0.5%を確保していたことが確認できる。

全ポリマー濃度と有効ポリマー濃度との関係で、標準パネル掘削時期とジョイントパネル掘削時期で違いが認められた。標準パネル掘削時期には、全ポリマー濃度と有効ポリマー濃度との差が大きい。これは、泥水調合の段階で変質防止剤を添加していたが、その効果が充分得られず、ポリマーが微生物によって劣化した結果と判断される。これに対して、ジョイントパネル掘削時期には両者の差が小さい。これは、コンクリートカッティングの結果、泥水が高アルカリ性を呈し、微生物によるポリマーの劣化が起こらなかったことによると考えられる。

5. 廃棄泥水の処理

5.1. 廃棄泥水量

廃棄泥水量は約 12,000 m³ であり、掘削土量に対する割合は 0.44 であった。従来、ベントナイト泥水を使用し、本工法のように泥水循環方式で掘削した場合、廃棄泥

水量は掘削土量の 0.6~1.0 と言われており、当現場の廃棄泥水量は上記の値に比べて非常に小さかった。

この主要原因の一つに、耐塩性・耐セメント性に優れ、転用性に富むポリマー泥水を使用したことが挙げられる。

廃棄泥水量の内訳は、掘削工事中の劣化泥水量が約 9,000 m³、掘削工事終了後の残余泥水量が約 3,000 m³ であった。さらに、劣化泥水量の内訳は、標準パネルで約 6,400 m³、ジョイントパネルで約 2,600 m³ であり、劣化泥水量の掘削土量に対する割合は、標準パネルで 0.33、ジョイントパネルで 0.34 であった。

ところで、先の 4.1. で述べたように、泥水の劣化する主要な要因において、ジョイントパネルは標準パネルに比べてコンクリートカッティングに伴う因子が付加される。このことから、劣化泥水量の掘削土量に対する割合は標準パネルに比べてジョイントパネルの方が大きいと考えるのが妥当である。

しかし、先述したように、劣化泥水量の掘削土量に対する割合は両パネルでほぼ同じであり、コンクリートカッティングは廃棄泥水の発生量には影響しなかったことを示している。このことは、2.3.1. および 2.3.2. で述べたように、ポリマー泥水を使用しかつ分散剤を添加して劣化した泥水を化学的に再生したことによっている。

5.2. 掘削工事中の劣化泥水の処理

処理した泥水の比重は 1.080~1.200 範囲にあり、平均

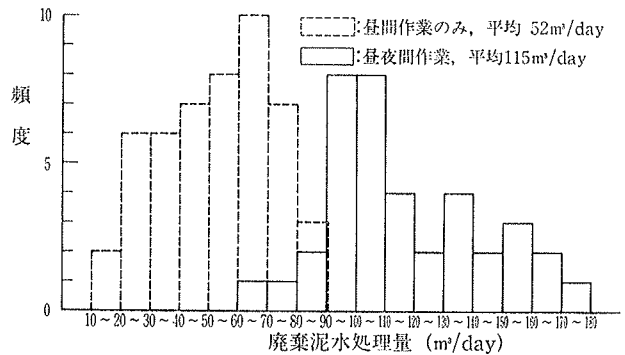


図-9 フィルタープレスの廃棄泥水処理量の分布 (ろ過面積 150 m², ろ室容積 2.25 m³)

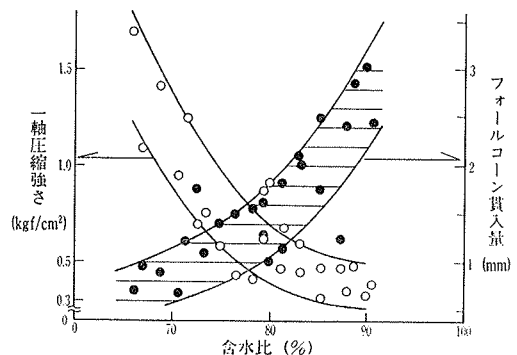


図-10 フィルタープレスの脱水ケーキの性状

1. 127 であった。この廃棄泥水をフィルタープレスで加圧脱水処理するに際しては凝集剤として硫酸バンドを使用し、その添加量は $10\sim 40\text{ l/m}^3$ の範囲で泥水性状に合わせて適宜決定した。その結果、ろ過面積 150 m^2 ・ろ室容積 2.25 m^3 のフィルタープレス 1 台で、図-9 に示すように、昼作業だけの場合平均 $52\text{ m}^3/\text{day}$ 、昼夜間作業の場合平均 $115\text{ m}^3/\text{day}$ の泥水を処理することができた。これをフィルタープレスのろ過面積当りの処理能力に換算すると、平均 $7.7\sim 8.5\text{ kg-dry solid/m}^2\cdot\text{hr}$ であった。

加圧脱水後の脱水ケーキの性状は、図-10 に示すように、一軸圧縮強さで $0.3\sim 1.5\text{ kgf/cm}^2$ 、フォールコーン入量で $3\sim 0.2\text{ mm}$ 、含水比で $70\sim 90\%$ であった。この含水比は脱水ケーキの液性限界より低く、脱水ケーキの液性指数（相対含水比）は $0.5\sim 0.9$ であり、脱水ケーキの運搬、処分の際にこの性状は良好なものであった。

この脱水ケーキは、当該工場内敷地の嵩上げ盛土材として有効利用すべく、約 1 m の厚さで野積し約 3 ヶ月間天日乾燥したのち、大深度地中連続壁工事の掘削土砂とほぼ同量で混合して盛土厚約 1.5 m に盛土した。

嵩上げ盛土した地盤は、含水比 $39\sim 60\%$ 、乾燥密度 $1.03\sim 1.10\text{ g/cm}^3$ で現場 CBR として $3.1\sim 7.1\%$ を確保しており、フィルタープレスで加圧脱水処理後の脱水ケーキは当該工場内敷地の嵩上げ盛土材として有効利用できることを確認した。

なお、加圧脱水処理の際に発生した分離水は、2.3.3. で述べたように、すべてポリマー泥水の混練用水として再利用した。

5.3. 掘削工事終了後の残余泥水の処理

残余泥水の加圧脱水処理は、掘削工事中の劣化泥水と同様にフィルタープレスで行なった。

しかし、分離水については、海へ放流するため当該地区の環境保全のため厳しく規定された放流基準を遵守すべく、さらに三次処理を行なった。この三次処理の主な内容は COD 除去である。そこで、各種処理方法を検討した結果、COD を確実に除去でき、しかも当工事の処理水量程度で経済的に処理する方法として、酸化剤による湿式酸化法を採用した。

湿式酸化処理施設は 3 日分の分離水を一度に処理できる規模とし、取水→酸化処理→放流の工程を 3 日サイク

ルで実施した。酸化反応槽では、COD 除去に加えて pH 調整・静置沈澱による SS 除去も行ない、表-2 に示すように、当該地区の放流基準を満足する処理水を海へ放流することができた。

6. おわりに

以上、東京瓦斯(株)袖ヶ浦工場の C-3 LNG 地下式貯槽（容量 $130,000\text{ kl}$ ）の大深度地中連続壁工事における泥水の管理と処理に関する研究・調査結果を報告した。その主な内容は以下の通りである。

- (1) 泥水には特に耐塩性の大きいポリマー泥水を使用し、ジョイントパネル掘削時の泥水劣化対策として分散剤を使用した。
- (2) 掘削に際して、掘削壁面の崩壊は一切認められなかった。しかも、ジョイント部の止水性は極めて良好であった。
- (3) 廃棄泥水の発生量は非常に少なかった。
- (4) 以上のことから、当現場で採用した泥水の調合ならびに管理システムが適切であったことが立証された。
- (5) 廃棄泥水をフィルタープレスで加圧脱水処理した際の分離水は、掘削工事中すべて、補給ポリマー泥水の混練水として再利用し、水のクローズドシステムの適用に成功した。
- (6) フィルタープレスで加圧脱水処理後の脱水ケーキは天日乾燥後、当該工場内敷地の嵩上げ盛土材として有効利用できた。

謝辞

C-3 LNG 地下式貯槽の大深度地中連続壁工事を施工するに当たって、東京瓦斯(株)工務部工場建設室および同袖ヶ浦建設所の関係各位の方々から貴重な御指導と多大な御督励を賜わった。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 喜田, 川地: 高分子・粘土複合体の泥水工法への適用, 土と基礎, Vol. 28, No. 2, (1980)
- 2) 喜田, 川地: 泥水工法における泥水管理に関する研究, 大林組技術研究所報, No. 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 21, (1974~1980)
- 3) 喜田: 建設系掘削土および泥水の処理処分方法, 土木学会関西支部講習会, (1981)
- 4) 喜田, 辻: 各種泥水工法における廃棄泥水の処理と有効利用, 土と基礎, Vol. 29, No. 11, (1981)
- 5) 喜田, 斎藤, 辻, 他: 土工事における濁水処理に関する研究他, 大林組技術研究所報, No. 9, 11, 17, 21, 22, 23, (1974~1980)

項目	放流日 放流基準	放流日								
		3/7	3/10	3/13	3/17	3/20	3/23	3/26	3/30	4/2
pH	6.5~8.6	8.1	7.7	7.4	7.8	7.2	7.7	8.0	8.1	7.6
SS	20ppm以下	4.3	2.0	0.4	7.7	1.9	1.2	1.3	3.3	3.0
COD	10ppm以下	5.9	2.4	3.8	4.8	4.6	3.3	1.4	2.2	2.2
（キサン） 抽出物	1ppm以下	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.3	1.0

表-2 当該地区の放流基準と放流水の性状