

# OWS・SOLETANCHE 工法の泥水比重の現場調査と管理

— 泥水工法における泥水管理に関する研究 (第5報) —

喜 田 大 三  
中 田 礼 嘉  
扇 孝 三 郎

## 概 要

建設分野において泥水を用いて地中連続壁を構築する泥水工法では、泥水比重は泥水圧によって掘さく壁面を安定させる重要な性質である。したがって、泥水を適切に管理するために、工事現場では比重を常時測定する必要があるといわれている。

そこで、東京、横浜、京都、大阪などの当社の OWS, SOLETANCHE 工法の施工現場で、比重の変動ならびに分布範囲を調査し、比重が管理項目として適切であるかどうかを検討した。その結果、比重を常時測定する必要があることを明らかにした。

さらに、掘さく壁面の安定に必要な比重を検討し、それは掘さく地盤の平均N値およびランキン式で算出した土圧に密接な関係を有していることが判明した。この結果に基き、所要の泥水比重を算出する経験式を提案した。

### 1. まえがき

泥水工法では、ベントナイト粘土の水懸濁液を主体とし、必要に応じて各種の無機・有機調整剤を加えた泥水を用いて、地盤を崩壊させることなく掘さくできる。これは表—1に示すようなベントナイト泥水が有する特徴的な機能による。

殊に本報で扱う泥水比重は、泥水圧によって壁面安定の機能を発揮する重要な性質であるが、泥水使用時には掘さく土の混入あるいは分離によって変動する。したがって、泥水を適切に管理するために、工事現場では比重を常時測定する必要があるといわれている。

そこで、当社の OWS, SOLETANCHE 工法の現場泥水について比重変化の実態を調査し、比重が管理項目として適切であるかどうかを検討した。その際、泥水の有効性判定に当社が採用している大林式泥水試験法による判定結果を参考資料とした。さらに、壁面安定に必要な比重の算定式を検討した。

なお、本報の内容は第3回土質工学研究発表会<sup>3)</sup> (1968.6) で発表した。

### 2. 調査現場の概要と調泥

地盤の性状が異なる東京、横浜、京都、大阪の各地区の OWS (クラムシェル掘さく、非循環泥水)、SOLETANCHE (パーカッション掘さく、逆循環泥水) 工法の5現場を選択した。

調査現場の土質ならびに泥水工法の概要を表—2に

示した。

そして、これら調査現場の調泥割合を表—3に示した。同表に示した調泥計画は現場の地盤条件、施工条件などを考慮して行なった。

掘さくを可能にしている泥水の機能	泥水の機能を発揮させるための泥水の性質	泥水の性質を管理する試験項目				試験項目 (注2)
		泥水の性質と試験項目との関係(注1)				
		1	2	2	3	
		(1)	(2)	(3)	4	
○掘さく孔底やビット付近から掘り屑を除去し、ビットを清浄にするとともに掘り屑を地表まで運搬する	1 適切な比重 2 適切なレオロジー的性質	○	○	○	○	比重 全 濃 度
○泥水中に浮遊している土粒子が沈殿しないように泥水中に保持する	(1) 粘性 (2) イールドバリュー	○	○	○	○	粘 度 イールドバリュー
○泥水の側方圧力または応力による孔壁土砂の安定および湧水防止	(3) チキットロビー	○	○	○	○	チキットロビー
○孔壁面に不透水性のしかも強靱な泥膜を作って崩壊を防ぐ	3 良好な泥壁(泥膜及び浸透沈積層)形成性	○	○	○	○	泥壁形成能 懸濁状態*
○泥水が孔壁内に浸透しゲル化して土粒子を連結した不透水性を増加させることによって地盤を安定にする	4 すくれた懸濁分散性(安定性)	○	○	○	○	微細粒子濃度* 塩類濃度*
						pH

注1) ○◎：大いに関係がある ○：関係がある  
注2) \*大林式泥水試験法で提案し採用している試験項目

表—1 泥水の機能・性質および試験項目

現場名	A	B	C	D	E		
場所	東京都港区	東京都千代田区	横浜市鶴見区	大阪市南区	京都市中京区		
用途	仮設土留壁・地下外壁	仮設土留壁・地下外壁	土留壁・地下外壁本体	仮設土留壁	土留壁・一部地下外壁		
工事規模	掘さく深度 (m)	16.3	19.7	23.0	20.0~27.3	15.0~18.0	
	壁厚 (cm)、延長 (m)	50, 111	60, 331	60, 204	60, 151	60, 273	
	壁面積 (m <sup>2</sup> )	1,809	6,521	4,700	3,766	4,533	
	設計掘さく容量 (m <sup>3</sup> )	905	3,913	2,820	2,159	2,720	
	1パネル中のガット数	2	4	5	3, 一部 5,7	3	
備考	大通りに面し、片側に地下2階・地上7階の建物に隣接	地下2階・地上12階の建物、高速道路(高架)、河川に隣接	岸壁近くの平地で、直径68mの円形に施工	交通量の多い大通りで一部既設の地下鉄がある	地下2階・地上7階、地上3階の建物に隣接し、市電通りに面す		
掘さく機名	O W S	O W S SOLETANCHE	O W S SOLETANCHE	O W S	O W S SOLETANCHE		
土質	N 値と柱状図	N 値		N 値		N 値	
		シルト		シルト		細砂	
		中砂		中砂		粗砂	
		中砂		細砂		粘土粗砂	
		中砂		土丹		砂礫	

表一2 工事現場の概要

材料	現場	A	B	C	D	E
ベントナイト	計画	クニゲルV <sub>1</sub> 8%	赤城 8	クニゲルV <sub>1</sub> 8.3	赤城 10	赤城 12.5
	実施	クニゲルV <sub>1</sub> 8~6%	赤城 50t	クニゲルV <sub>1</sub> 9.0	赤城 134	赤城(一部クニゲルV <sub>1</sub> ) 8~10 617.8
CMC	計画	銘柄 AG-HH 濃度 0.05~0.025% 使用量 50t	BH-600 0.05	帝石テルセロス* 0.1	帝石テルセロス 0.075	BH-600 0.05
	実施	銘柄 AG-HH 濃度 0.05~0.025% 使用量 0.14t	BH-600 1.8	帝石テルセロス* 1.915	帝石テルセロス 0.97	BH-600 AG-HH tr.
分散剤	計画	銘柄 — 濃度 —	—	テルナイト FCL 0.5%	(炭酸ソーダ) 0.3	—
	実施	銘柄 — 濃度 —	—	テルナイト FCL 0.59%	(炭酸ソーダ) 0.3	—

\*耐塩性CMC

表一3 各現場の調泥割合

### 3. 泥水試料と採取

表一4に示すような各種の泥水試料を昭和42年6~10月の間に採取した。さて、良液槽、再使用液槽、廃液槽では採取前にスコップなどで泥水をよくかくはんした。掘さく孔内では原則的に泥水面から試料を採取したが、現場 B, D, E などでは採水器を用いて経時的に深度が異なる泥水も採取した。SOLETANCHE 掘さくの泥水はその循環過程(吸上げパイプ、アンダー・フロー、トレンチ・リターン)で採取した。またコンクリート打設時には再使用液槽あるいは廃液槽に回収される泥水をコンクリート打設深度と関連させて系

記号	泥水の種類	記号	泥水の種類
●	ミキサー	△	O W S
○	良液槽	◇	SOLETANCHE (吸上げパイプ)
◎	再使用液槽	◆	SOLETANCHE (アンダーフロー)
⊙	廃液槽	◇	SOLETANCHE (トレンチリターン)
⊕	先行ボーリング	×	コンクリート打設

表一4 泥水試料の種類と記号

統的に採取した。

なお、現場泥水の実態を調査するために約700個の試料を採取したが、泥水比重に関してはその内180個の試料を選択し測定に供した。

### 4. 試験項目と方法

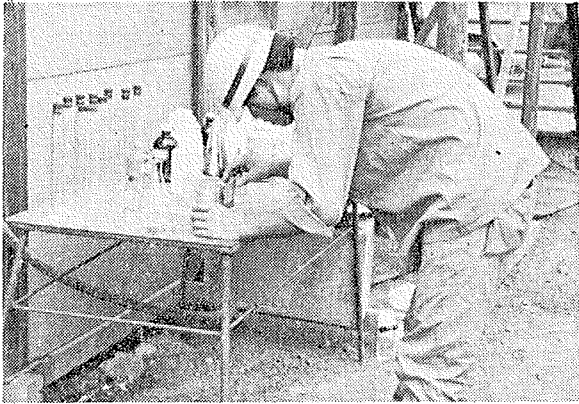
(1) 泥水比重 ( $\gamma_m$ , g/cm<sup>3</sup>) API (アメリカ石油協会) 規格のマッドバランス<sup>8)</sup>を用いて測定した。図一1に現場における比重測定を示した。

(2) 全濃度 (Ct, 乾土・内割重量%) 比重の値から次式で算出した。Ct=160×( $\gamma_m$ -1)

(3) 砂分濃度 (Cs, 乾土・内割重量%) まず API 規格の砂分測定器<sup>8)</sup>を用いて、粒径74 $\mu$ 以上の砂分の容量 (Vs, %) を測定し、次にこの値を次式から砂分濃度 (Cs) に換算した。Cs=1.4 Vs

(4) ファンネル粘度 (FV, sec/500ml/500ml) API 規格<sup>8)</sup>のファンネル粘度計を用いて測定した。

(5) 粒度分析 泥水を気乾し、粒径50 $\mu$ 以上の土



図一 現場における比重測定

粒子の粒度分析をフルイ法で、それ以下の土粒子の粒度分析をピペット法で行なった。分散には超音波振とう機を使用し、分散剤としてカルボンを添加した。

(6) 懸濁分散度 (Sm) 泥水有効性の迅速判定法<sup>2)</sup>の試験1に準じて泥水の懸濁分散状態を観察した。

(7) 微細粒子濃度 (C<sub>M2</sub>, 乾土・内割重量%) 泥水有効性の簡易判定法<sup>1)</sup>の実験に準じて測定した。

### 5. 比重の分布範囲

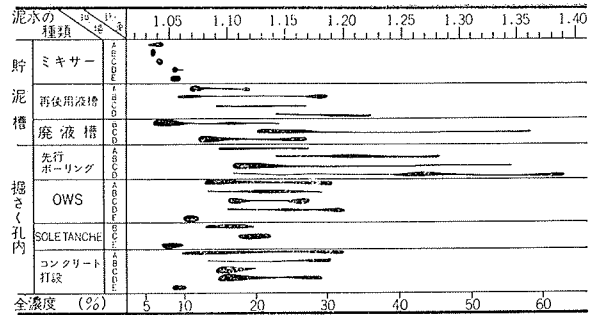
OWS, SOLETANCHE 工法における泥水比重は、作成時には1.035~1.065に、掘さく孔内では大部分1.04~1.20に分布していることが判明した。

図一2に各現場の泥水の種類ごとの比重の分布状況を示す。同図の直線のうち太い部分ほど、そこにより多くの試料が存在していることを示す。

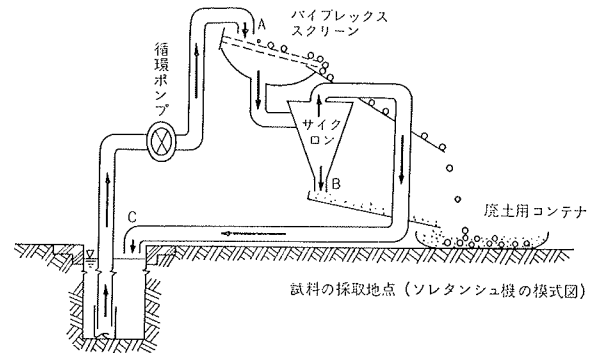
さて、作成時の泥水比重は主としてベントナイト濃度によって決まるもので、ミキサーおよび良液槽から採取した泥水の比重はベントナイト6%の1.035から12%の1.065の範囲にある。したがって、作成時のベントナイト濃度の管理に比重測定は有用である。もっとも、大林式泥水試験法の簡易判定法でも泥水濃度を正確に測定することができる。

一方、掘さく孔内の泥水あるいは一度使用した泥水の比重は作成時のものよりも大きい。これは後述するように掘さく土が泥水に混入するからである。そして、注目すべきことに、先行ボーリングの場合を除いて比重は極端に高くなることもなく、大体1.04~1.20の範囲にある。先行ボーリング掘さくの比重は大きく、しかもその分布も非常に広い(1.10~1.40)。この工法では泥水を正循環させるが、掘さく土の分離装置が不備であるからである。

ところで、OWS 掘さくの比重は SOLETANCHE 掘さくのものよりも大きく、その分布も広い。これは、SOLETANCHE 掘さくでは泥水を絶えず逆循環させ



図一2 泥水の種類と比重分布



現場	SOLETANCHE			OWS			
	採取場所	$\gamma_m$	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	$\gamma_m$	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
B	吸上げパイプ (A)	1.09 ~1.11	13.6 ~17.8	2.1 ~2.5	1.08 ~1.14	12.8 ~22.8	2.1 ~6.3
	アンダー・フロー (B)	1.32 ~1.58	50.4 ~92.9	51.7 ~83.9			
	トレンチリターン (C)	1.08 ~1.11	12.8 ~17.8	2.4 ~3.9			
C	吸上げパイプ (A)	1.10 ~1.15	16.4 ~24.0	3.0 ~6.0	1.10 ~1.17	16.0 ~27.2	5.9 ~9.8
	アンダー・フロー (B)	1.66 ~1.77	105.3 ~123.3	91.0 ~103.0			
	トレンチリターン (C)	1.11 ~1.14	17.8 ~22.9	3.1 ~6.3			
E	吸上げパイプ (A)	1.05 ~1.07	8.0 ~10.7	1.4 ~2.5	1.06 ~1.08	10.1 ~12.8	0.6 ~1.8
	アンダー・フロー (B)	1.47 ~1.65	75.5 ~104.0	63.0 ~71.4			
	トレンチリターン (C)	1.05 ~1.06	7.2 ~8.5	0.1 ~0.8			

(注)  $\gamma_m$ : 比重、C<sub>1</sub>: 全濃度(%), C<sub>2</sub>: 砂分濃度(%)

表一5 泥水の二、三の性質に関する OWS・SOLETANCHE 掘さく機の比較

フルイおよびサイクロンなどで掘さく土の分離除去を行なっているが、OWS 掘さくでは泥水を循環させることなくこのような泥水処理を行っていないからである。

ここで参考までに、SOLETANCHE 掘さくの泥水を検討する。表一5に示したように、吸上げパイプおよびトレンチ・リターンで採取した泥水の比重が1.05~1.15であるのに、アンダー・フローで採取した泥水のそれは1.3~1.8と極端に高い。当然ながらアンダー・フロー泥水の全濃度や砂分濃度も非常に高くなっている。そして、吸上げパイプとアンダー・フローとで採取した泥水の粒径加積曲線を比較するとその差は歴然である(図一3)。同図に基きヘーズンの均等係数 U<sub>c</sub><sup>9)</sup> を算出すると、掘さく地盤が細砂の場合は吸上げパイプで10以上、アンダー・フローで6、一方、土

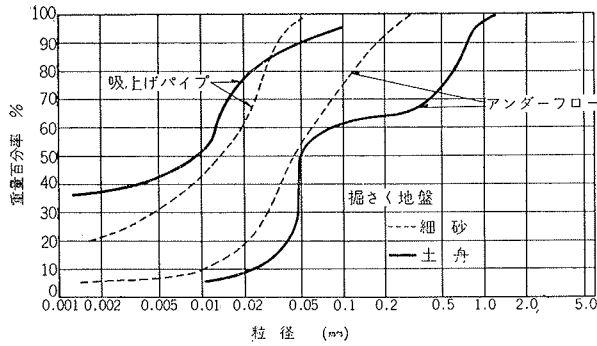


図-3 SOLETANCHE 掘さく泥水の粒度分布

現場	土質	作成時の比重(A)	掘さく孔内の比重(B)	比重増加率(%)	
				$(\frac{B}{A}-1) \times 100$	平均
A	粘性土	1.040	1.07 ~1.19	3~15	9
B					
C	砂質土	1.043	1.10 ~1.18	5~13	9
D					
E	砂レキ土	1.053	1.04 ~1.09	0~4	2

表-6 各現場泥水の比重増加率

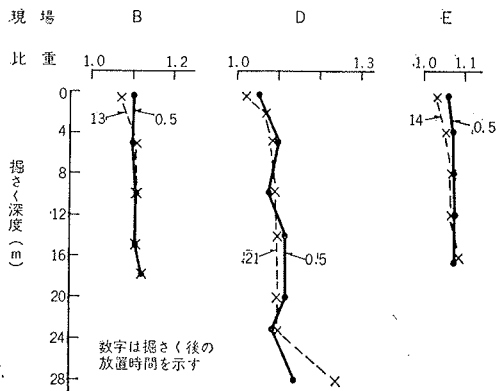


図-4 掘さく放置後の深度方向における比重の変化

丹の場合は吸上げパイプで10以上、アンダー・フローで4である。すなわち、アンダー・フロー泥水の粒度は均等である。いかえれば、非常に良く掘さく土が分離されていることを示している。

## 6. 比重の変化に関する検討

### 6.1. 掘さく土の混入による変化

掘さく孔内の泥水あるいは一度使用した泥水の比重は掘さく土の混入量にほぼ比例して大きくなった。そして、表-6に示したように、作成時の泥水比重に対し、粘性土および砂質土のA, B, C, Dの各現場では平均9~10%の比重増加が認められた。しかし、砂レ

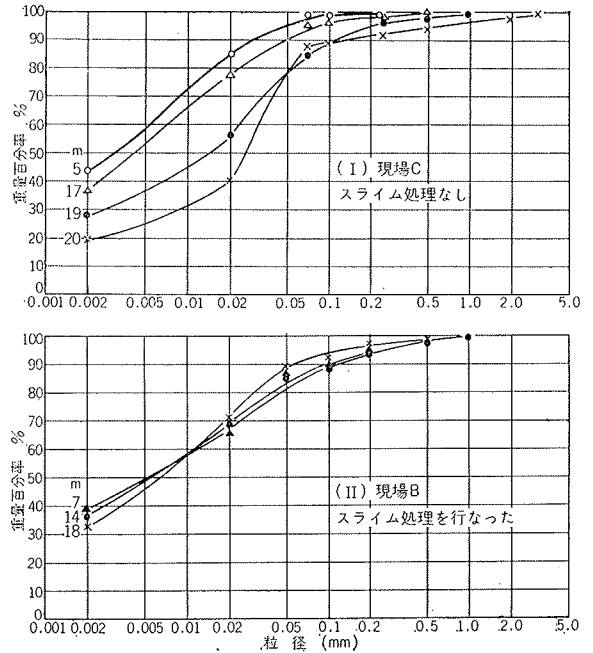


図-5 深度ごとに採取した泥水の粒度分布

キ土の現場Eでは掘さく土の混入が少なく、平均2%の増加にすぎないことが判明した。

### 6.2. 深度別の比重の変化

掘さく中の孔内の泥水はよくかくはんされているため、深度方向における比重の変化はあまり認められなかった。

しかし、スライム生成に関与する泥水中の掘さく土を除去しない場合は、図-4の現場Dのように、掘さく後時間の経過にともない比重は下部ほど大きくなり、やがて上下とも同じようになった。すなわち、掘さく完了したのちコンクリート打設までの間、鉄筋コゴやトレミー管などの挿入のために多少の時間(1.5時間~1.5日)放置するので、泥水中に浮遊している掘さく土のうち粗大粒子が沈降・沈積してスライムとなる。一方、微細粒子は粗大粒子が沈積後も泥水中に保持され、一定時間後の比重の上下の差異がやがて見られなくなるのである。

これを裏付けるために、スライムを除去しない現場Cで掘さく完了2日後に深度が異なる泥水を採取して、それぞれの粒度分布を調査すると図-5の(I)となる。同図から掘さく孔の底部ほど粗大粒子が多くなっていることが明らかである。

一方、掘さく完了後約30分間 SOLETANCHE 掘さく機のサイクロンを作動してスライムが生成しないように泥水中の掘さく土を分離除去した場合は、図-4の現場B, Eのように、長時間放置しても比重の変化はほとんど認められなかった。現場Bにおいてスラ

イム処理後3時間放置して深度を変えて採取した泥水の粒度分布を図一5の(II)に示したが、スライム処理をしない(I)とは異なり、泥水の粒度組成は深度が変わってもほとんど同じである。

### 6.3. コンクリート打設時の変化

図示しないけれども、打設前にスライム処理をしない場合、コンクリート面に近い泥水の比重は急激に高くなった。しかし、スライム処理をした場合、比重の変動はあまり認められなかった。

この事象は、OWS, SOLETANCHE 壁(または基礎杭)の用途によるけれども、コンクリート打設前にスライム処理することが重要であることを示唆している。そして実際に当社では、コンクリート打設前にスライム量を測定し、打設時にそれが押し上げられないと判断した場合、クラムシェルバケット, SOLETANCHE 機のフルイとサイクロン, あるいはエアリフトなどでスライムを除去している。

### 6.4. 泥水粘度との関係

これに関しては第6報<sup>4)</sup>で述べるのでここでは省略するが、比重と粘度との間に明瞭な関係が認められなかった。

## 7. 比重(泥水圧)と土圧とに関する一考察

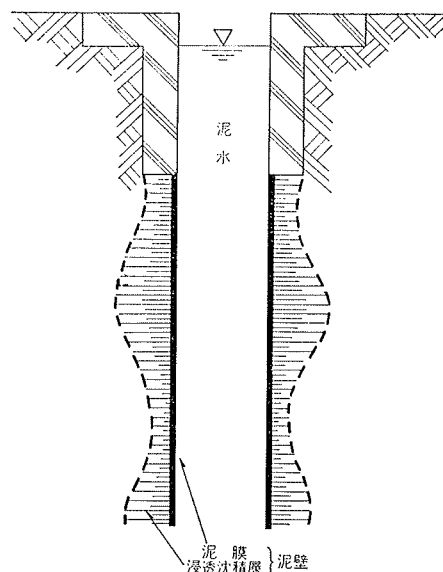
OWS, SOLETANCHE 工法などの泥水工法において、泥水のもっとも重要な機能は掘さく壁面の崩壊を防止することであるため、これに関する多くの研究が特にヨーロッパにおいて行なわれている。

それによれば、図一6に示すように、孔壁面に不透水性の泥壁が形成し、湧水・逸泥を防止し、また孔壁面の土砂の肌落ちを防止するだけでなく、もっとも重要なのは泥水圧が有効に作用して孔壁面の土圧(静水圧を含む)と釣合うことである。たとえば、最近 Elson<sup>7)</sup> は室内模型実験を行ない、掘さく壁面の安定に泥水圧が一番大きく関与しその割合は75~90%であると報告している。

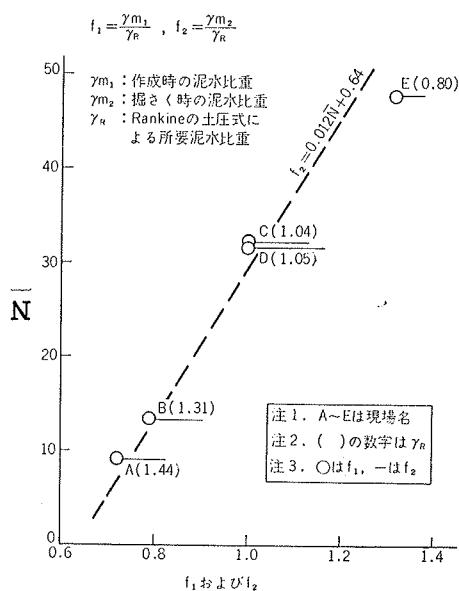
しかし、壁面安定のための所要泥水比重を算出する理論式はまだ確立されていない。そこで、筆者らは経験的に所要比重を算出する式を求めようとした。

その手段として、佐藤ら<sup>8)</sup>と同様に、ランキンの土圧算定式から得た所要比重( $\gamma_R$ )に対する実測比重( $\gamma_m$ )との比  $f (= \gamma_m / \gamma_R)$  を求めた。

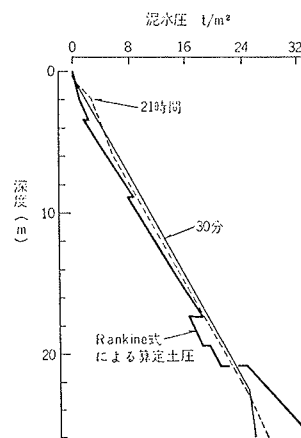
泥水圧が土圧よりも大きければ  $f$  は1以上となり、安全であるといえる。しかし筆者らの調査では、後述するように、 $f$  が1以下になる場合もあり、それでも安全に掘さくが行なわれた。このことは、ランキンの土圧算定式は半無限の長さの掘さくに適用しなければ



図一6 掘さく孔内の泥壁



図一7 泥水比重に関する係数(f)と平均N値( $\bar{N}$ )との関係



図一8 掘さく放置後の深度方向における泥水圧の変化の一例(D現場)

ならないのに、実際には有限長さの掘さくをしているので、アーチ作用の効果を考慮しなければならないこと、また泥壁形成の因子も関与していることなどを示唆している。さらに注目すべきことに、この  $f$  は地盤の平均  $N$  値と密接な関係があることを見出した。これに基き掘さく時の所要泥水比重を算出する経験式を求めることができた。

さて、図一七に各現場における泥水比重に関する係数 ( $f_1, f_2$ ) と平均  $N$  値 ( $\bar{N}$ ) との関係を示した。係数  $f_1$  および  $f_2$  は作成時および掘さく時のそれぞれの泥水比重に関するものである。また  $\bar{N}$  とは、掘さく深さ 1 m ごとの  $N$  値を全掘さく深さについて算術平均したものである。

泥水の調査は、従来の経験に基いて、地盤特に粒度組成および施工の条件を考慮して行なった。この作成時の泥水比重とランキン土圧による所要比重との比  $f_1$  が  $\bar{N}$  と密接な関係にあることが認められ、 $\bar{N}$  が小さい地盤ほど  $f_1$  も小さい値をとることが判明した。また掘さく時における  $f_2$  も  $f_1$  と同様であった。そして、同図における  $f$  値は崩壊しない場合に得たものであり、図中の破線より右側に孔内泥水は存在しているので、最低限界の泥水比重  $\gamma_m$  は次式から算出できることが判明した<sup>5)</sup>。

$$\gamma_m \geq f_2 \cdot \gamma_R = (0.012\bar{N} + 0.64) \cdot \gamma_R$$

上述のように  $f_2$  は崩壊限界で得たものでなく、さらに他の因子をも考慮する必要があると考えられるので、この関係式は完全なものではない。しかし、泥水掘さくにおける土圧算定式が確立されていない現在、この関係式は掘さく孔内における所要泥水比重を算出する上で有効であると考えられる。そして、掘さく当初において孔内の比重が少なくともこの式を満足するかどうかをあらかじめ測定しておき、壁面崩壊がない場合、比重を常時測定する必要はないと判断した。

なお、図一七に示したように、砂レキ地盤の現場 E では  $\gamma_R$  が 1 以下であるので一度だけ清水のみで掘さくしたところ、逸泥して壁面が崩壊した。この事実は、泥水圧が作用するため、および壁面の土砂が肌落ちしないために不透水性の泥壁形成が不可欠であることを示唆している。

ところで、掘さく完了後泥水中の掘さく土の沈降とともに泥水圧も低下する心配があったので、図一四の現場 D の試料について泥水圧の変化を検討した。その結果、図一八に示すように、掘さく完了後の泥水圧の変化は無視しても良い位に小さなものであることが判明した。

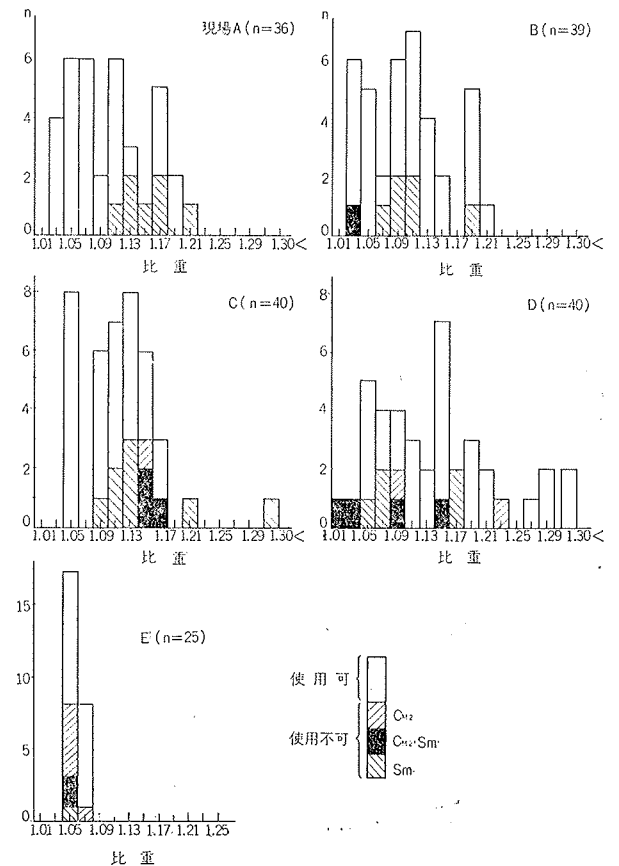
## 8. 泥水の有効性判定と比重測定

当社では、前述したように、泥水の有効性を大林式泥水試験法 (簡易判定法<sup>1)</sup>、迅速判定法<sup>2)</sup>、改良迅速判定法) で管理している。本試験法では懸濁分散度と微細粒子濃度を基本的な試験項目としている。しかし、従来から泥水の有効性を管理するためのもっとも重要な試験の 1 つとして、比重測定が推奨されている<sup>10)</sup>。そこで本章では、当社の試験法と比重測定との関係について検討した。なお、別に報告するけれども、当社の試験法で使用不可と判定された現場泥水の多くは、懸濁分散度に起因していた。

さて、図一九に当社の試験法のうち迅速判定法の結果と泥水比重との関係を示した。

同図から明らかのように、両者の間にいずれの現場においても一定の関係が認められなかった。

さらに、前述したように、使用時の泥水には掘さく土が混入しているため、比重測定から微細粒子濃度を算出することができない。また、壁面安定のための泥水圧と関連して比重を常時測定する必要がない。そして、第 6 報<sup>4)</sup> で述べるように、泥水の基本的性質の 1 つである泥水粘度と比重の間にも、必ずしも明瞭な関



図一九 迅速判定の結果と泥水比重との関係

係が得られなかった。

したがって、比重測定によって使用中の泥水を適切に管理することができないと判断した。

なお、比重が大きすぎる場合、掘さく能率が低下したり掘さく用具の摩滅が激しくなることが予想される。しかし、5章で前述したように、OWS, SOLETANCHE 工事の現場泥水の比重の大部分は1.04~1.20の範囲にあり、実際にこの範囲内でその影響は認められなかった。

したがって、掘さく能率と関連させても、比重を現場で測定する必要がないと判断した。

## 9. まとめ

建設分野における泥水工法では、泥水比重は泥水圧によって壁面安定の機能を発揮する重要な性質である。したがって、泥水の有効性を適切に管理するために、工事現場では比重を常時測定する必要があるとされている。

そこで、当社の OWS, SOLETANCHE 工法の現場泥水について、比重の変動ならびに分布範囲を調査して、比重が管理項目として適切であるかどうかを検討した。さらに、壁面安定に必要な比重の算定式についても検討した。その結果、次のことが判明した。

(1) 作成時の比重は1.035~1.065に、また掘さく孔内のそれは大部分1.04~1.20の範囲に分布していた。

(2) 掘さく土の混入にともない比重は増大するが、作成時の比重に対するその割合は粘性土、砂質土では平均9~10%、砂レキ土では平均2%であった。

(3) 壁面安定に必要な比重を算出するために、次の経験式を見出した。 $\gamma_m \geq (0.012\bar{N} + 0.64) \cdot \gamma_R$ 。ここで、 $\gamma_m$  は掘さく孔内の泥水比重、 $\bar{N}$  は掘さく地盤の平均N値、 $\gamma_R$  はランキンの土圧算定式から求めた所要泥水比重である。

(4) 所要比重になるように泥水を調合・作成すれば、泥水の有効性判定のために比重を常時測定する必要がない。

(5) 掘さく完了後、長時間放置による泥水圧の低下は無視できる程度である。

(6) 先に提案した大林式泥水試験法による泥水有効性の判定結果と比重測定の結果との間に、一定の関係が認められなかった。

最後に、本研究に助言を賜った技術研究所の佐藤寛職員ならびに泥水の試料採取ならびに調査に快く協力して下さった多くの現場職員の皆さんに、心からの謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 喜田：泥水工法における泥水管理に関する研究（第1報）簡易有効性判定法，大林組技研所報 No. 1 (1966)，第1回土質工学研究発表会講演集，(1966)
- 2) 喜田：泥水工法における泥水管理に関する研究（第2報）泥水有効性の迅速判定法，大林組技研所報 No. 1 (1966)，第2回土質工学研究発表会講演集 (1967)
- 3) 喜田・中田・扇：泥水工法における泥水管理に関する研究（第5報）現場泥水の比重の実態調査と管理，第3回土質工学研究発表会講演集，(1968)
- 4) 喜田・中田・扇：OWS, SOLETANCHE 工法の泥水粘度の現場調査と管理，泥水工法における泥水管理に関する研究（第6報），大林組技研所報 No. 3, (1969)
- 5) 喜田：地中連続壁工法の工事現場における泥水の管理——主として泥水（安定液）の有効性判定——，建設資料，1, (1969)
- 6) 佐藤・吉田：泥水掘削壁面の安定に関する一考察，大林組技研所報 No. 2, (1968)
- 7) Elson, W. K. : An Experimental Investigation of the Stability of Slurry Trenches, Géotechnique, 18, (1968)
- 8) たとえば，沖野：ボーリング用泥水，技報堂，(1966)
- 9) たとえば，河上：土質力学（改訂版），森北出版，(1964)
- 10) たとえば，藤井：基礎工における地盤の安定（泥水工法），理工図書，(1966)