

BHW 工法における泥水固化方法の検討

Study on Slurry Hardening Measures of BHW-Method

稲葉 力* Tsutomu Inaba 岩永 克也** Katsuya Iwanaga

斉藤 顕次*** Kenji Saito

要 約

BH工法を改良して、ビット部分を2軸とし、先行した杭をガイドとして掘削した後、安定液を原位置固化するBHW工法を開発した。

室内実験でベントナイト濃度、混合土砂量と安定後の粘性の関係、ベントナイト濃度、混合土砂量、遅延剤添加量、固化剤量と一軸圧縮強度の関係を求めた他、遅延剤が粘性に及ぼす影響も調べた。

実験工事の結果、掘削速度はBH工法と同程度(2軸掘削なので実掘削量は倍になる)で掘削精度は1/100~1/200であった。掘削礫はベントナイトだけの安定液では排出できず、添加剤を使用して粘性を上げた。

固化作業は、安定液の比重が1.5~1.6に達すると甚だしく困難で、比重を1.4程度に抑え遅延剤を添加するのが最適と判明した。今回使用した仕切工では固化剤の回り込みを完全には防止できず、改良が必要であるが、攪拌はエアブローで十分効果的と判断できた。

目 次

- §1. 新工法開発の目的
- §2. BHW工法の特徴
- §3. 使用泥水の検討
- §4. 固化壁の設計と配合
- §5. 実験工事
- §6. 今後の展望
- §7. あとがき

§1. 新工法開発の目的

シールド工法等のたて坑の土留としては、従来、親杭・横矢板、鋼矢板等を用いるのが一般的であったが、近年地中連続壁が広く用いられている。その他にも、LNG地下式貯槽においては、きわめて一般的な工法と考えられている。この理由は、工法自体が改良され精度が向上したことで、壁に高強度を期待できる、内部に自由空間

を取り易い等の理由もさることながら、低騒音・低振動の工法であるという理由が大である。

いわゆる地中連続壁工法に含められる工法としては、大きくわけて次の2種類が考えられる。

- ①BW機等を用いて壁が完全に連続した壁式地中連続壁工法
- ②PIP-S工法等のいわゆる柱列式連続壁工法(この工法も壁は一応連続している)

一方、地中連続壁を単に土留壁としてだけに用いる場合、壁に高強度を期待する必要がないので、掘削泥水に固化剤を混合して泥水固化壁とする工法が採用されている。

また、前述の①は相当高価につく工法であり、②は①より安価であるが精度・確実さにおいて劣る工法であるといわれ、さらに①、②とも空頭制限のある場合施工不能である。

以上をもとに、下記の条件を満たす工法として、BH工法を基にした泥水固化工法を開発した。

- ①従来のBW工法等の地中連続壁より安価であること。

* 技術研究部土木技術課
** 土木設計部設計課
*** 技術研究部技術研究所係長

- ② 柱列式連続壁工法より精度に優れ、完全な止水性が得られること。
- ③ 装置がコンパクトで、トンネル内、斜面上等狭小、狭溢な現場で施工可能であること。

§ 2. BHW工法の特徴

BH工法を基にした壁(Wall)工法なので、以下今回開発した工法をBHW工法と称する。

BH機自体は非常に一般的なもので詳細は省略する。この工法は石油掘削から生まれた工法で、正循環方式で掘削するのを特徴とする。つまり、リバース工法で使用する泥水は良好な泥壁形成性を持つことが第1条件である。これに対して、BH工法等の正循環方式では孔底から掘削ずりを押し上げるために、泥壁形成性よりもむしろ高粘性が必要である。

開発したBHW工法に用いる掘削機は Fig.1 に示すようにBH機のビットを2軸にしたもので、その他の仕様はBH機と同様である。施工手順は次のようである。

- ① トレンチ及びガイドウォールを作る (ガイドウォールは、通常、横矢板程度で十分)。
- ② 掘削開始位置に、BH機で単軸 φ600の孔を掘削する。
- ③ 単軸孔にH鋼を建込みガイドとする (H鋼は継杭で

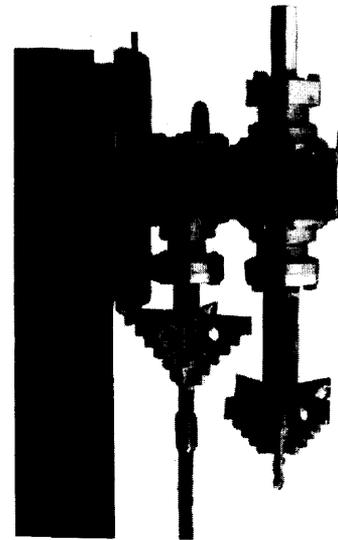


Photo1 ガイド杭に取付けた2軸ビット

もよい)。

- ④ ビットを2軸に付け替え、先行のガイド杭のウェブにガイドローラをあてて掘削する (Fig.1 参照)。
- ⑤ 掘削孔にH鋼を建込む。H鋼の両側面には固化剤の廻り込みを防止する筒状のシートを取付けておく。
- ⑥ 筒状のシート (仕切工) にセメントミルク、モルタル等を注入する。
- ⑦ 掘削孔から泥水を汲み上げ、ミキサーで固化剤と遅延剤を混合して、ポンプで孔底まで圧送する (Fig.2

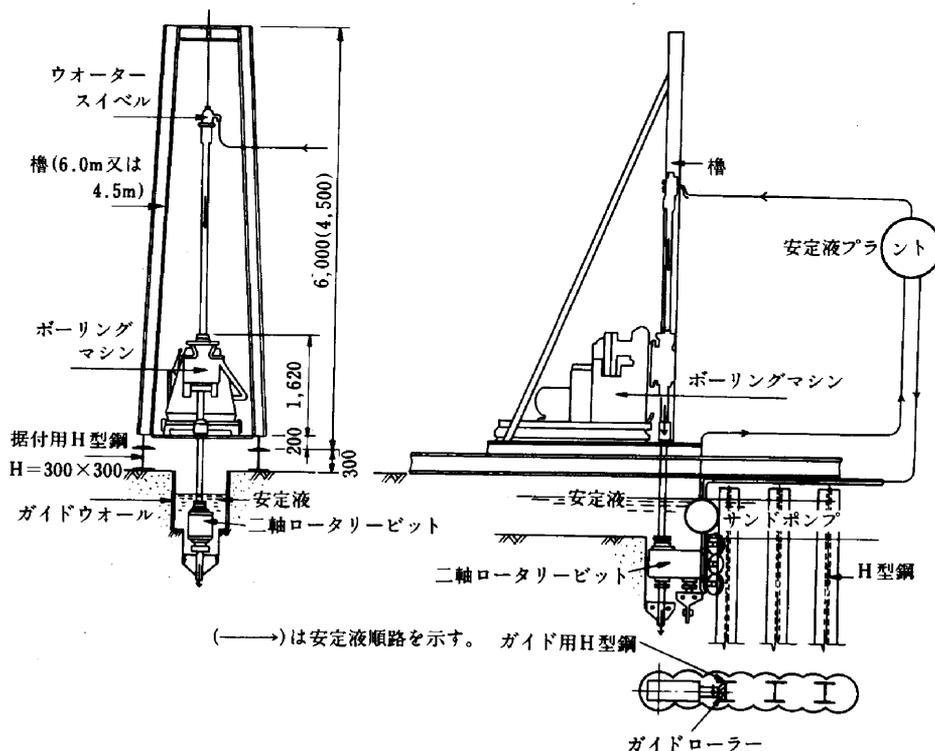


Fig.1 BHW機による掘削概念図

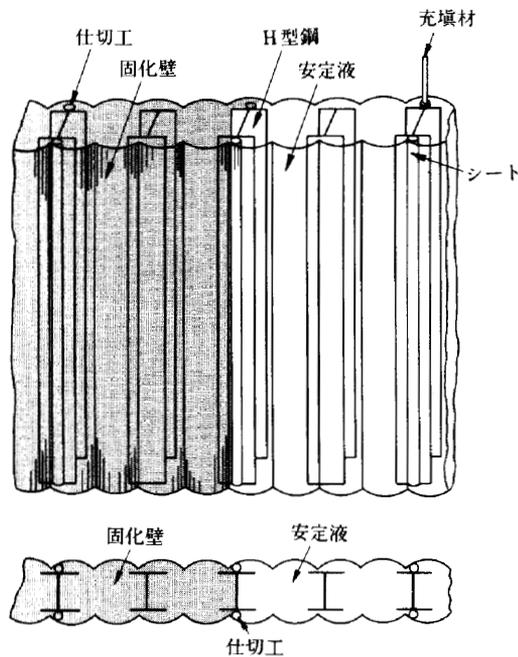


Fig.2 仕切工と泥水固化壁

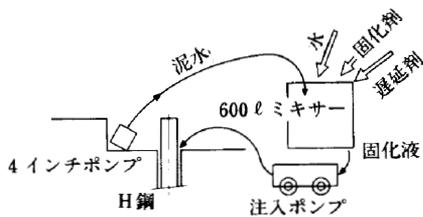


Fig.3 泥水固化説明図

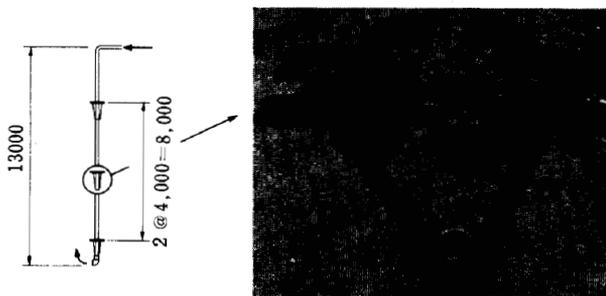


Photo2 攪拌装置

参照)。

- ⑧所定量の固化剤を圧送し終えたら、エアパイプを通じて圧縮空気を孔底に送り込んで攪拌し、その後Photo2の攪拌装置で再度攪拌する。

⑨④に戻る。

泥水固化は、ガイド杭2本毎に行うのが一般的である。また、安定液のプラントを含めた装置全体はコンパクトで、4tトラック1台に搭載できる程度である。

BHW工法の特徴として次の諸点があげられる。

- ・工費が安くあがること。
- ・施工速度が早いこと。
- ・柱列式連続壁に比べ、ガイドがあるため精度が高く止水性に優れること。
- ・装置がコンパクトで狭溢な現場でも施工できること。
- ・廃棄泥水が少ないこと。

BHW掘削機の仕様と装置の構成をTable1に示す。

Table1 主要設備(掘削機1台の場合)

	施工機械設備	仕様
掘削	ボーリングマシン	TBM-72
	送水ポンプ	NAS-5H 2台
	マッドミキサー	MCE-600
	マッドスクリーン	TA60-150(30メッシュ)
	サンドポンプ	4"
泥水固化	安全液槽	4.0m×1.7m×1.5m
	モルタルミキサー	200ℓ 2連式
	グラウトポンプ	250ℓ/min
	ミニクリート	100ℓ/min
電設力備	コンプレッサー	2m ³ /min
	ゼネレーター	100KVA

§3. 泥水の検討

3-1 孔壁の安定について

掘削壁面の安定解析には、J.K.T.L.Nash & G.K.Jonesの式、N.R.Morgenstern & Amir-Tahmassebの式等が一般に用いられている。これらの式中で安全率に影響を与えるのは、ベントナイト・ケーキが不透水性膜として泥水圧を伝達すると仮定した場合、地山の強度、泥水の密度、泥水と静水の密度の差、泥水位と地下水位の関係、泥水の粘性、掘削孔の長さ、掘削孔の長さで深さの比、等である。

上記したどの要因をとっても、BHW工法では他工法に比べて危険側に作用するものがない。また、高比重・高粘性のため泥水位低下の危険性も少ない。唯一の危険要因は、泥水中に多量の掘削ずりが混入することと、粘性を上げるために、しばしばセメントを添加することによる泥壁形成性*の低下である。

これによる安全率の低下も、その他の要因を考えて問題なく、BHW工法は孔壁の安定上安全な工法と考えて

*泥壁形成性とは、泥水中のベントナイトがマッドケーキとして孔壁に付着して、泥水が浸出するのを防ぐとともに泥水圧を地山に伝達する性質をいう。マッドケーキは薄い程よい。

よいと思われる。

3-2 泥水の掘削ずり運搬能力について

(1)掘削ずり運搬能力の計算

前述したように正循環で掘削する場合、使用泥水が掘削ずりを押し上げるのに十分な粘性を持つことと、孔内の泥水に必要な流速を与えることが重要である。

泥水シールド工法、リバース工法では最大レキ径を用いて、Durandの公式から、管内の限界沈殿流速を求めているが、この式には泥水の粘性がほとんど関係していない。

また、自硬性泥水を用いた場合には Weiss の式を用いて、浮遊し得る土粒子の最大粒径を求めるが、この式には流速の影響が考慮されていない。

したがって、ここでは少々複雑だが石油掘削で用いられている式で、対象粒子を運搬するのに必要な泥水の粘性と流速を計算する¹⁾。§5.で述べる実験工事では砂層を主とする地盤を掘削するので、今回は主として砂(粒径2mm以下)を掘削するものとし、掘削孔径は2軸ビットの内の1本を考え50cm、泥水の循環量は掘削孔1本につき0.5m³/minとする。ロッドの外径は9cmとする。

土粒子が運搬されるには、土粒子が泥水中を沈降する速度 V_s (スリップベロシチー)より孔内を泥水が上に流れる速度 V_a (アニユラーベロシチー)の方が大きければよい。

前記した条件より

$$V_a = 8.34 \text{ft/min} (4.23 \text{cm/sec})$$

V_s は次式で与えられる。

$$V_s = \frac{175d(W_1 - W_2)^{2/3}}{W_1^{1/3} \mu^{1/3}} \quad (\text{ft/min})$$

ここに、 d ; 掘削ずりの平均粒径 (inch)

W_1 ; 掘削ずりの真の密度 (lb/gal)

W_2 ; 泥水の密度 (lb/gal)

μ ; アニユラス粘性 (孔内の泥水の粘性 ~cP)

μ は Power Law Model から求めるが、ここでは詳細は省略する。実際には、ファン V・G メータの300, 600回転時の読みから計算する。

前記した仮定条件から計算する。

$d = 0.1 \text{inch} (0.254 \text{cm})$, $W_1 = 21 \text{lb/gal} (2.51 \text{g/cm}^3)$,

$W_2 = 11.9 \text{lb/gal} (1.42 \text{g/cm}^3)$, $\mu = 23.4 \text{cP}$ を上式に代入すると

$$V_s = 9.69 \text{ft/min}$$

$V < V_s$ であるが、粒径 2 mm 程度であれば運搬可能と考えられる。 $\mu = 23.4 \text{cP}$ となる泥水は下記の粘性を持つ泥水である。

$$AV \text{ (見かけ粘性)} = 17 \text{cP}$$

$$PV \text{ (プラスチック粘性)} = 16 \text{cP}$$

$$YV \text{ (イールドバリュ)} = 2 \text{ lb/cm}^2$$

(2) 泥水粘性の実験

群馬県産のベントナイトを使用して、ベントナイト濃度と粘性の関係を調べた。泥水には水 1 m³ に対して、豊浦標準砂と木節粘土をそれぞれ300kg 加えた。各ベントナイト濃度に対して、次の5種類の配合の粘性を調べた。

- ①ベントナイトのみ配合
- ②①に豊浦標準砂と木節粘土を混合
- ③②にポルトランドセメントを1.75kg 混合
- ④②にポルトランドセメントを3.5kg 混合
- ⑤②にポルトランドセメントを7.0kg 混合

ベントナイト泥水は作泥後24時間膨潤させ、攪拌はブレパクトモルタル用ミキサーで行った。豊浦標準砂と木節粘土の粒径加積曲線を Fig.4, 5 に示す。粘性はマーシュファンネル粘度計 (500cc/500cc) とファン V・G メータで測定したが、ここでは AV との関係だけを Fig.6 に示す。

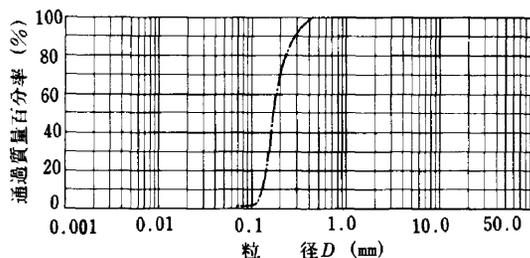


Fig.4 豊浦標準砂の粒径加積曲線

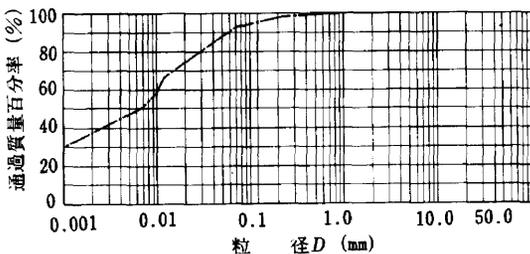


Fig.5 木節粘土の粒径加積曲線

Fig.6を見ると、使用したベントナイトは比較的低粘性なので、ベントナイト濃度が増えても AV は大きく増加しない。土砂を混合すると倍に増える。セメントを少量添加しても粘性に大きな影響がなく、添加量が増すにしたがって、ベントナイト濃度の低い泥水に与える影

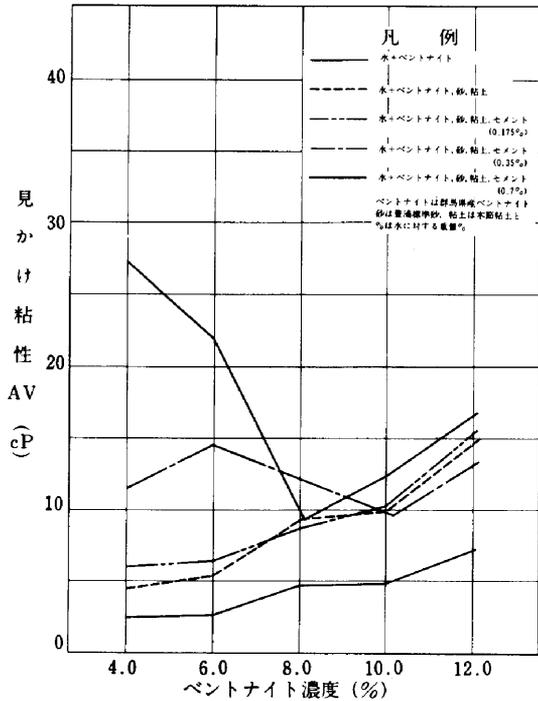


Fig.6 ベントナイト、セメント添加量と見かけ粘性 AV の関係

響が大きくなる。

以上のように、今回使用したベントナイトで3-2-(1)に記した粘性はセメントを添加すれば得られるが、レキを運搬するには更に高粘性のベントナイトを用いる必要がある。

§ 4 . 固化壁の設計と配合

4-1 固化壁の設計

シールド工事の立坑等の固化壁を考える場合、固化壁の具備すべき条件は、背面の土圧によるせん断力に抵抗することである。立坑内部を掘削するときに、固化壁の余分な断面を削り落とす必要があるため、必要以上に固化壁の強度を上げるのは好ましくない。

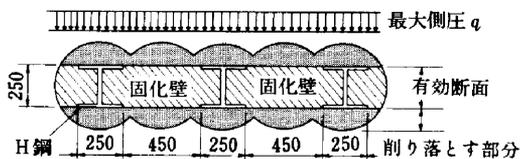


Fig.7 固化壁の設計例(H-250使用の場合)

Fig.7 に示す断面で固化壁の設計強度を計算してみる。BHW工法でガイド杭に H250を用いると、隣接する杭のフランジ間隔は450mm となり、固化壁の有効断面は厚さ250mm となる。最大側圧を $q \text{ kgf/cm}^2$ とすると、固化壁に作用するせん断応力では次式で表わされる。

$$\tau = \frac{45q}{2 \times 25} = 0.9q \text{ kgf/cm}^2$$

せん断応力と一軸圧縮強度の関係として、 $q_u = 5 \tau^4$ を用いて、必要な一軸圧縮強度は

$$q_u = 4.5q \text{ kgf/cm}^2$$

固化体強度の変動を考慮し安全率 $F_s = 3$ とすれば、目標圧縮強度 q_u は次式で与えられる。

$$q_u = 13.5q \text{ kgf/cm}^2$$

なお、上記の計算では、壁厚と幅の関係から、曲げ破壊ではなく直接せん断で破壊されると仮定している。

4-2 固化壁の配合

(1)配合の種類

4-1 の設計計算及び § 5 で述べる実験計画に基き次の3種類の配合実験を計画した。

①ベントナイト濃度と一軸圧縮強度の関係

標準配合に対して、ベントナイト濃度を6~14%の範囲で変化させる。

②混合土砂量と一軸圧縮強度の関係

標準配合に対して、混合土砂量を0~600kgの範囲で変化させる。混合土砂は豊浦標準砂と木節粘土を同量ずつ混合する。

③遅延剤添加量と一軸圧縮強度の関係

標準配合に対して、遅延剤をセメントの重量比0.3~0.7%の範囲で添加する。

標準配合は、水 1 m^3 について、普通ポルトランドセメント、群馬県産ベントナイト、豊浦標準砂、木節粘土をそれぞれ、300kg, 60kg, 300kg, 300kg 混合したものである。また、③の関係は、実際に施工する場合を考え、遅延剤をセメントの混合前に添加したものと、セメントの混合後に添加したものとの一軸圧縮強度の比較を行った。Table 2 に配合一覧表を示す。

(2)実験方法

各配合とも、24時間膨潤させたベントナイト泥水に土砂を混合してプレパクトグラウト用ミキサーで攪拌した後、セメントを混合して10分間手動攪拌した。

試料はブリージング測定用袋にとり、水中養生した。1週間又は4週間養生した後、JIS 1216に準じ一軸圧縮強度を測定した。

また、それぞれの配合について、土砂・遅延剤を混合した段階で P ロートでフロー値、マーシュファンネル粘度計 (500cc/500cc) とファン V.G メータで粘性を測定した。

(3)実験結果

Fig.8~Fig.10 に実験結果を示す。Fig.8 は、ベントナイト濃度と一軸圧縮強度の関係を示している。混合土

Table2 配合実験一覧表

(水1m³当りの配合量を示す)

No	配 合					備 考	
	セメント	ベントナイト	豊浦標準砂	木節粘土	遅延剤		
①	1	300kg	6%	300kg	300kg	—%	
	2	300	8	300	300	—	
	3	300	10	300	300	—	
	4	300	12	300	300	—	
	5	300	14	300	300	—	
②	6	300	6	300	300	0.3	セメントの混合前に遅延剤を添加する。
	7	300	6	300	300	0.4	
	8	300	6	300	300	0.5	
	9	300	6	300	300	0.6	
	10	300	6	300	300	0.7	
	11	300	6	300	300	0.3	セメントの混合後に遅延剤を添加する。
	12	300	6	300	300	0.4	
	13	300	6	300	300	0.5	
	14	300	6	300	300	0.6	
	15	300	6	300	300	0.7	
③	16	300	6	0	0	—	
	17	300	6	50	50	—	
	18	300	6	100	100	—	
	19	300	6	150	150	—	
	20	300	6	200	200	—	
	21	300	6	250	250	—	
	22	300	6	300	300	—	
	23	1.75	4	300	300	—	
24	1.75	6	300	300	—		
25	1.75	8	300	300	—		
26	1.75	10	300	300	—		
27	1.75	12	300	300	—		
28	3.5	4	300	300	—		
29	3.5	6	300	300	—		
30	3.5	8	300	300	—		
31	3.5	10	300	300	—		
32	3.5	12	300	300	—		
33	7.0	4	300	300	—		
34	7.0	6	300	300	—		
35	7.0	8	300	300	—		
36	7.0	10	300	300	—		
37	7.0	12	300	300	—		

砂量は0kg (△, ▲) と600kg (○, ●) の2種類である。混合土砂量がない場合には、ベントナイト濃度と一軸圧縮強度の相関が見られないが、混合土砂量が600kgの場合には、ベントナイト濃度の増加に伴い一軸圧縮強度が直線的に増加する。また、この傾向は7日強度(σ_7)より28日強度(σ_{28})の方が顕著である。なお、ベントナイトが高粘性のものになる程、この傾向は増大すると考えられる。

Fig.9には混合土砂量と一軸圧縮強度の関係を示す。 σ_7 、 σ_{28} ともに混合土砂量の増大に伴い強度が増加し、混合土砂量が600kgのものは混合土砂量がないものに比べて約50%強度が増加している。Fig.9の関係についてもFig.8の関係と同様、ベントナイトの粘性が高くなれば、カーブは上方に(高強度の方へ)シフトするものと考えられる。

Fig.10にはセメントの重量に対する遅延剤添加量と

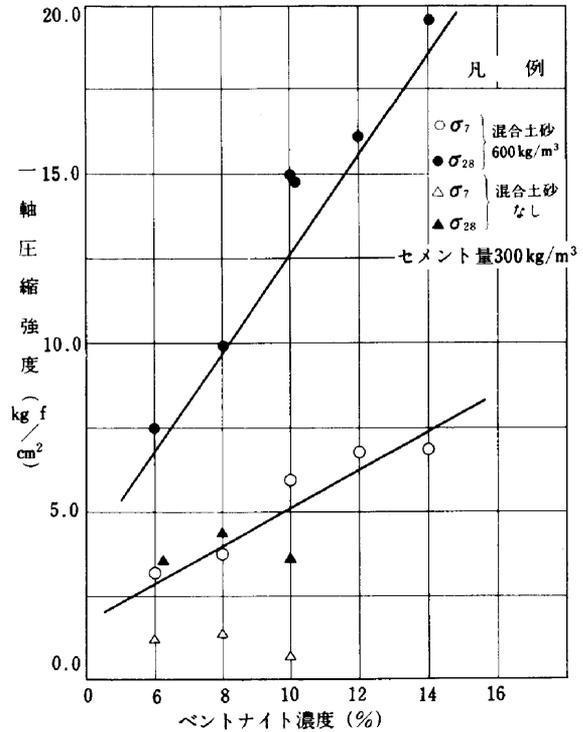


Fig.8 ベントナイト濃度と一軸圧縮強度の関係

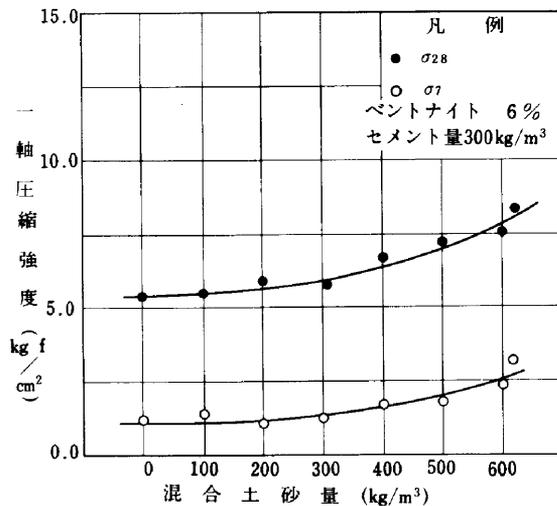


Fig.9 混合土砂量と一軸圧縮強度の関係

一軸圧縮強度の関係を示す。遅延剤メーカーの仕様書によると、添加量の適正範囲はセメント重量の0.3~0.5%で、セメントの混合前に添加することになっている。今回の実験では、トレンチから安定液を汲み上げミキサーで遅延剤とセメントを混合・攪拌する状況を想定し、遅延剤をセメント混合の前と後に添加した場合の強度を調べた。

遅延剤添加量が増大すると、 σ_7 では大きな変化が認められないが、 σ_{28} では明らかに強度の低下が認められる。また、セメント混合の後で遅延剤を添加したものの方が、

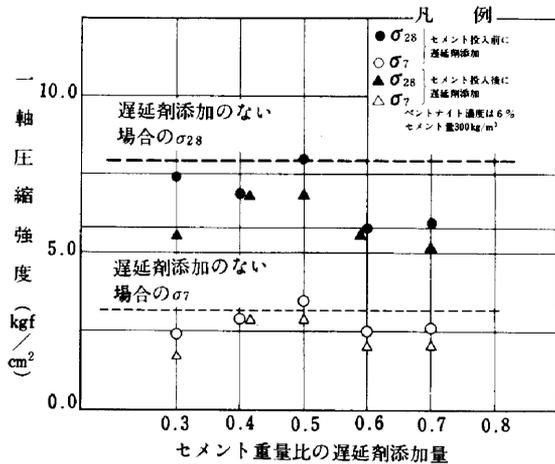


Fig.10 遅延剤添加量と一軸圧縮強度の関係

やや強度が劣るようである。図には示さないが、P ロートによるフロー値は、遅延剤をセメント混合の前に添加しても後に添加しても、ほぼ同じ値となった。

§5.に述べる実験工事の固化壁の配合は、4-1に記した式で固化体の必要強度を決定し、安定液に含まれる混合土砂量を想定した上で、Fig.8~10の関係から安定液のベントナイト濃度を決定すればよい。

§5. 実験工事

§2.で説明したBHW工法の性能を実証するために、§3., §4.の検討結果を基に実験工事を計画し施工した。

5-1 実験工事の計画及び実施

(1)概要

当社東関東支店船橋出張所敷地内で Fig.11 に示す実験工事を計画した。土質は Fig.12 に示すとおり、細砂とシルトが主体であり、地下水位はGL-1mであった。掘削長、杭長はともにGLから14mである。

掘削方法は§2.の Fig.1, 2 に示す方法で、泥水固化は Fig.3, Photo 2 に記す要領で施工した。実験工事に使用した設備についても Table 1 の設備と同様である。

使用したガイド杭 (全ての杭がガイド杭となる) は、H-300×300×10×15である。BHW工法開発の目的の1つ「作業空頭制限のある場所での施工が可能である」という条件を満たすため、ガイド杭は下杭5m、中・上杭4.5mの3本継とした。各々の継杭は、将来杭を引抜いて回収することを考えハイテンションボルトで結合した。

また、ここでは報告しないが、各杭には引抜き回収を目的として、マッドオイル又は当社開発の引抜き剤*を塗

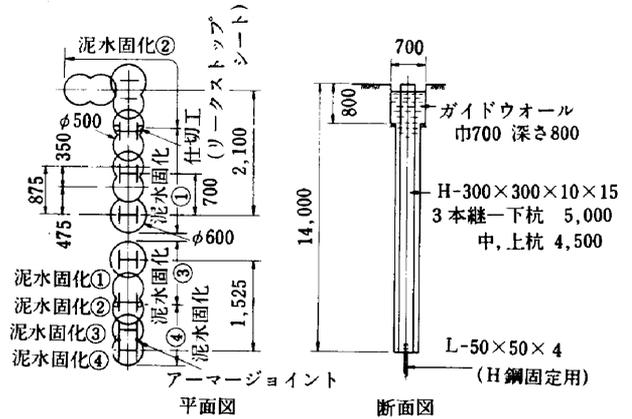


Fig.11 施工計画図

深 度 (m)	層 厚 (m)	土 質 記 号	土 質 名	標準貫入試験				
				N 値				
				10	20	30	40	50
0.90	0.90	⊗	盛土					
2.20	1.30	○	細砂					
6.50	4.30	▽	シルト質 細砂					
7.80	1.30	▽	砂質 シルト					
9.60	1.80	▽	シルト					
		Q	貝ガラ混り 細砂					
10.50	0.90	○	細砂					
13.20	2.70	▽	シルト					
13.80	0.60	○						
14.20	0.40	▽	レキ混り中砂					
14.80	0.60	▽	シルト					

Fig.12 実験工事の土質柱状図

布した。

(2)安定液の配合

Fig.12の土質柱状図から、細砂とシルトが主体であるので、ベントナイト濃度8% (群馬県産ベントナイト) で、掘削ずりの運搬が可能と判断した。安定液に混合す

* 西松建設技報 VOL.7 「親水性ウレタン被膜を芯材引抜き工法の開発」

る土砂量は、セメントを添加して粘性を上げた場合600~800kg/m³に達すると考えられた。

(3)固化剤の配合

今回の実験では固化壁の周囲を掘削しない計画だったので、土圧に関係なく固化体の目標強度は5 kgf/cm²と10kgf/cm²の2種類とした。ベントナイト濃度と混合土砂量から、Fig.8, Fig.9 と、§4 .の実験とは別の実験から求めた Fig.13 の関係を考慮して、固化剤(普通ポルトランドセメント)の混合量は各々200kg/m³, 300kg/m³(水1 m³について)と決定した。

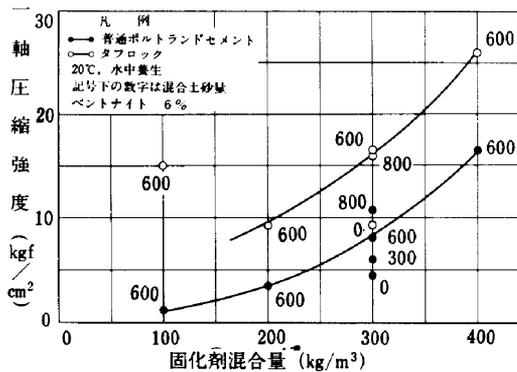


Fig.13 固化剤混合量と一軸圧縮強度の関係

なお、遅延剤は掘削中の安定液管理から、流動性を高めなければ泥水固化が困難と判断されたときのみ、セメント重量比の0.3~0.5%の範囲で添加することとした。

5-2 実験工事の結果

(1)掘削について

安定液の管理は、粘性(P ロート1,725cc/1.725cc とマーシュファンネル500cc/500ccを併用)、比重(マッドバランス)を用いて行った。ファンネル粘性は全体を通じて30~40秒、比重は1.3~1.6であった。

掘削ずりは、ベントナイトと土砂の混合だけでは揚がらず、セメントを最高10kg/m³程度混合して揚げた。この安定液は、1 エレメントの固化後、余った分を破棄した。

掘削速度は、約11.6m/h と通常のBH工法による速度と差がなく、したがって掘削能力は2軸ビットであるため約2倍であった。掘削精度については、固化壁軸方向で1/100、軸直角方向で1/200程度であった。この掘削精度の測定は、超音波孔壁測定器では、安定液の混合土砂量の関係で測定できず、浮子を利用して実施したものである。

(2)泥水固化について

Fig.13 に記した各固化エレメントの施工配合を、安定後の比重とセメント混合量から計算した。Table 3 に

Table3 施工時の配合

エレメント No.	目標強度 σ_{28} (kgf/cm ²)	C/W (%)	比重	水/m ³ に対する配合			備考
				ベントナイト (kg)	土砂 (kg)	セメント (kg)	
①	5	20	1.38	80	750	200	
②	5	20	1.2	70	320	200	
③	10	30	1.42	80	870	300	遅延剤使用
④	5	20	1.35	80	670	200	遅延剤使用

示す。

エレメント①で掘削中、安定液の比重が上がり過ぎ、泥水を追加するなど固化作業に苦労したため、以後安定液の比重を1.4程度に抑え、エレメント②, ③の攪拌混合時には遅延剤をセメント重量比0.3%添加した。この結果、泥水固化作業はスムーズであった。

前述した攪拌装置等(別の装置も使用を試みた)は、高濃度泥水に対しては必ずしも有効でないことがわかり、主としてセメント全量混合後、5分程度孔底からエアブロー(1孔につき2 m³/min)して攪拌した。

実験工事終了後エレメント②, ③のコアボーリングを実施して、28日強度を測定し Fig.14 に示す結果が得られた。ともに目標強度を下回っているが、エレメント③は遅延剤添加による強度発現の遅れと考えられる。

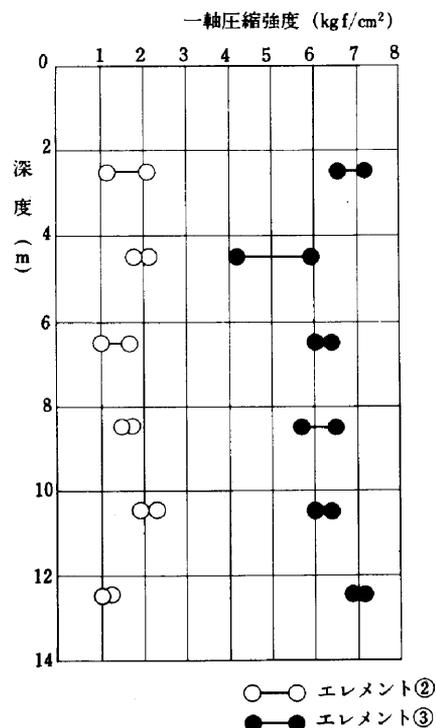


Fig.14 深度~一軸圧縮強度の関係 (コアボーリング)

(3)実験のまとめ

掘削に関しては、ガイド機構、掘削速度、掘削精度等

満足できる結果が得られた。掘削ずりの運搬については、室内実験である程度予測できたことだが、セメントを添加しなければ不可能だった。もっとも、使用するベントナイトの粘性により結果は異なると考えられる。

泥水固化に関しては、セメント投入前の安定液の比重と粘性の管理が重要である。2回目の固化作業から管理を徹底して、固化作業は順調に進んだ。

固化壁の完成後の状況は、コアボーリングによると攪拌状態も均一と判断できた。ただし、コアの一軸圧縮試験の結果は、目標強度を下回っていた。

§ 6 . 今後の展望

今回の実験工事の地盤は細砂が主体であったため、比較的低粘性のベントナイトでも掘削ずりを揚げる事が可能だった。レキを掘削する場合は、孔内の流速を高めるか安定液の粘性を非常に高くする必要がある。固化作業との関係で今後、高粘性の安定液を研究する必要がある。

泥水固化作業に関しては、建設用シートを用いた仕切工の遮断効果は必ずしも満足できるものではなく、一部に固化液の回り込みがあった。より確実・簡単な仕切工の開発が望まれる。

掘削速度・精度に問題はなかったが、ビット部のバランスが少々悪く、ロッド取付け位置の改良等が必要と考えられる。

攪拌に関しては、種々考案した装置は固化液の抵抗が大きく十分に攪拌できず、主としてエアで攪拌した。レキを対象として固化する場合は、安定液の粘性からさらに困難が予想されるので、これについても検討が必要である。

§ 7 . 謝 辞

第1回目の室内実験を主として担当された広川、平岡氏、実験工事で施工を担当して戴いた高嶋建設工事㈱、実験工事の現場を提供して戴いた船橋土木(出)の皆様へ感謝致します。

なお、本研究は本社土木設計部、東関東支店土木課の各位のご指導のもとに進められたものであることを申し添えます。



Photo3 実験工事全景

(参考文献)

1. 沖野文吉「ボーリング用泥水〈新版〉」技報堂出版
 2. 宮沢政 他「安定液掘削工法」総合土木研究所
 3. 塚田章 他「シールド工法の実際」鹿島出版会
 4. 喜田大三 他「自硬性安定液に関する研究」他大林組技報
 5. 増沢鯨男 他「K-DW 工法の開発」他熊谷技報
- その他