

泥水材料の実験研究

(株)鴻池組技術研究室

 工藤 光威
 加藤 克巳
 新田 喜宣
 正員 南川 洋雄

§-1 まえがき

ベントナイト泥水を用いて基礎工事(場所打ぐいや連続壁)を行う場合、泥水管理が施工のポイントとなる。そのためにも泥水の安定性が強く望まれ、現在種々の泥水添加剤(CMCやフミン酸塩等)が使用されている。この実験では劣化状況の理解とその管理の知識を得るとともに、現在開発中の添加剤(ポリアクリル酸塩)の施工実験を行ったものである。実験はアースドリル機で工事施工と同じ条件で掘削ならびにコンクリートを打設して各種の測定を行ったが、この試験は概念の把握を重点にしたものである。

§-2 実験の概要

1.方法: A種くい孔掘削、 $\phi 700\text{mm}$ 、 $l 8.0\text{m}$ のくい孔を掘削し、掘削による(土粒子、地下水の混入による)劣化を検討し、B種泥水配合の指針とする。B種場所打ぐい、 $\phi 700\text{mm}$ 、 $l 4.0\text{m}$ のコンクリートぐいを作製し、各段階(タンク→掘削→コンクリート打設)で泥水の変化状況を調査する。なおA(13本)、B(6本)の泥水配合は表-1、表-2に%($\text{gr}/\text{水}100\text{gr}$)で示す。

2.使用材料: ベントナイトは山形産の300メッシュ、添加剤として土木用CMC、分散剤(劣化防止剤)にニトロフミン酸塩(NFと略す)、開発中のポリアクリル酸塩(ALおよびTKの2種)を使用した。AL、TKは重合度の異なる高分子化合物で、無色透明の水溶性液体で取り扱いが簡単であるが水分が多い。

3.地質状況: 実験現場は名古屋港に近い臨海地で図-1の柱状図に示すように崩壊性の強い砂質(N値3程度)

地盤であり、地下水位は地表面下約3mでその成分は右に示すように海水が1%程度含まれている清水である。

成分	Ca^{++}	Na^+	cl^-
濃度%	0.067	0.02	0.041

4.試料の採取: タンクから使用前の泥水(原液)と、孔上部分部の泥水について。A種では掘削後10分、30分、2時間、1~2日で採取し、B種では掘削直後と、コンクリートの $1/5$ 、 $1/2$ 、 $4/5$ 打設時に、くい孔最上部の泥水を採取した。

5.試験項目: 採取試料について次の試験を行った。

(i)比重、(ii)粘性(じょうご型粘度計500/500 $^{\circ}\text{C}$)、(iii)汙濁試験(簡易法)、(iv)泥水の安定観察(500cc×スリジター-)、(v)PH

簡易汙濁試験法は試料30ccを750mmHgの吸引力で5分間に汙紙を通過する水量(gr)を測定する。この方法では4%ベントナイト泥水の場合で4.5 gr 、8%泥水で2.4 gr の汙濁水量である。

深さ m	土質名	色	記事
	砂質粘土20%	褐色	掘削直後 水質 変化 観察 結果
	砂少	暗	
2.0	砂質	灰	
4.0	ローム	色	
6.0	粘土	灰色	
	砂	暗褐色	

図-1 柱状図

6. 泥水良否の判定：前述の試験 (i) (ii) (iii) の結果をグラフに表わし (例えば図-2) 変化をみる。泥水を使用することによって、比重が増加するのは当然であるので判定には重要視しないが、減少する時は注意する。粘性の変化が著しい場合には、泥水の凝集、分離やベントナイト濃度の低下を意味する。汙過水は急増しないことを絶対条件とする。

また、安定観察では土粒子の含有量や泥水の分散状態を知ることにより判定する。泥水良否の総合判定は、粘性、汙過試験、安定観察の三項目で総合する。PHはセメントの混入量を知る程度にとどめる。以上のことから泥水材料の性能を検討する。

§-3 結果と考察

3-1 掘削による劣化 (A種)

図-2はA-1泥水(ベントナイト6%)の変化状況を示す。粘性は時間によりまちまちであるが傾向として増加している、また上部と下部の泥水の差も大きく、さらに汙過水の状況を見ると急増していることがわかる。安定観察(ここでは省略)によると、掘削後30分以上の試料は上ずみ液とゲル化を生じており、泥水は極めて不安定な性質を示しているこの地盤でのベントナイトだけからなる泥水を用いた掘削は不適当である。

図-3はベントナイトにCMCとTKが添加してあり(A-6泥水)、上部泥水の粘性は安定している。下部泥水も変化が少なく、汙過水が良好であり、安定観察もよい状況を示していた。更にこの図からもわかるように比重が原液に近くなると(砂分が沈澱)粘性も原液に近づく、従って判定は良。

図-4はCMCとNFを添加したもので(A-9泥水)、A-6(図-3)と同様に判定は良となる。

以上のようにしてA種の泥水を判定した結果を表-1に示す。表-1からA-3,5,6,9,10は土粒子、地下水混入に対して安定しており、CMCと併用したポリアクリル酸塩の働きは粘性を下げるのに有効であった。

また、A-11,12,13は濃度、粘性が比較的大きく1日放置したくい孔の深さの減少は少なく、他のくい孔では0.5~1.5mのスライム沈積が認められた。

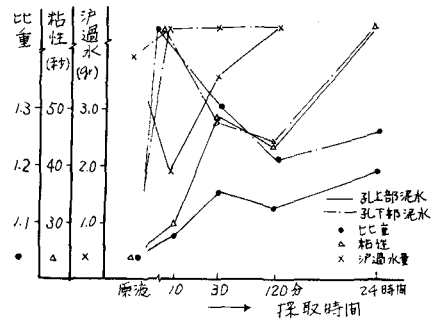


図-2 A-1 泥水変化

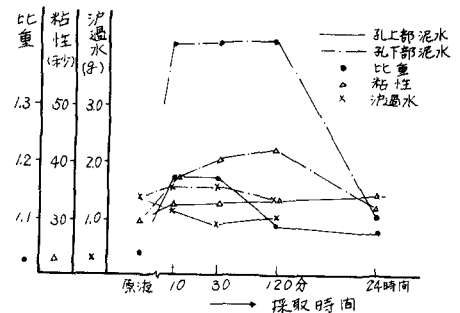


図-3 A-6 泥水変化

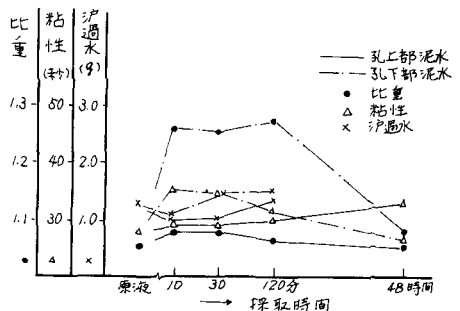


図-4 A-9 泥水変化

3-2 コンクリート打設による劣化

場所打ぐい作製段階における泥水の変化状況を一部の泥水について下図に示す。

図-5は8%のベントナイト泥水(B-1)で、掘削直後と原液の差は少ないが、打設と同時に泥水の機能を失っていることが明りようである。図-6はCMCとTKを添加した泥水(B-6)でコンクリートの打設量4/5の試料以外は、粘性、沈過水ともに良好で安定観察もOKであった。劣化の激しい試料はスライムに近いもので、泥水とみるのは不適当である。図-7はCMCとNFを添加した泥水(B-6)で比重と粘性に変化がみられるが、粘性においてこの程度は問題とならない。しかしこれは沈過水と安定観察から総合してはじめて言えることである。

以上のような手法でC種の泥水を判定した結果を表-2に示す。判定において○印は使用泥水の1/2以上が再使用可能であり、▽印は一部の改善により可能、×は不可であると思われる。またベントナイトを使わずにCMCと分散剤から成る泥水(B-5)は、この現場実験の結果、掘削後の試料を除いて沈過水量が極めて多い(30秒で10gr以上)ので、速水を防ぐためにベントナイトが必要であると考えられる。以上の結果から分散剤を用いて(CMCは当然)ベントナイト泥水を改良する方法は有効である。

そしてポリアクリル酸塩TKはニトロフミン酸塩と同様に泥水の安定に効果的であると考えられる。

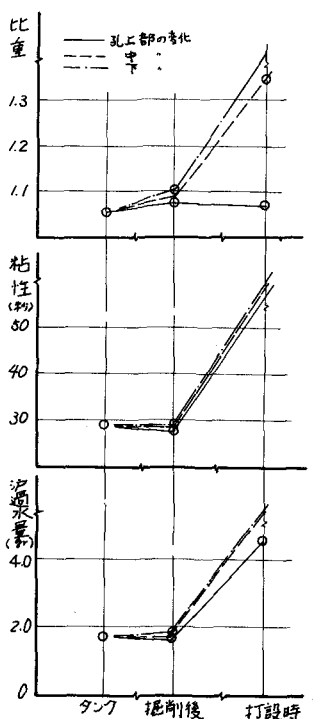


図-5 B-1 泥水変化

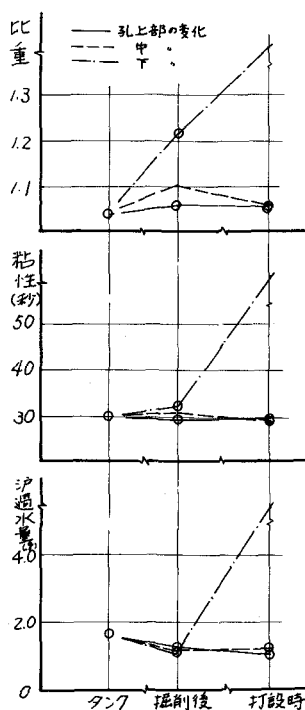


図-6 B-3 泥水変化

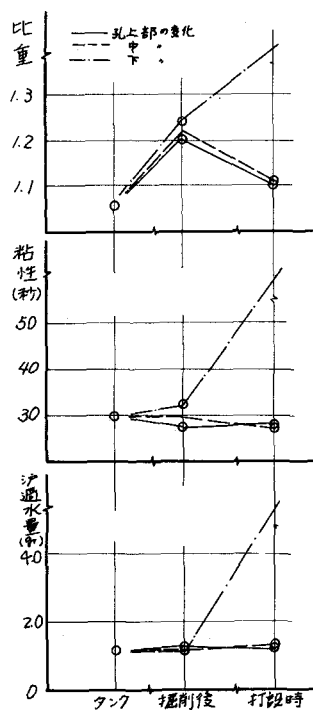


図-7 B-6 泥水変化

なお、PHの測定結果は、この地盤で6.5程度で、掘削によって泥水のPHは7.5前後になる。そしてセメントの混入によって10~11.8に上昇した。この変化は各泥水同じであり、添加剤とPHの関連ははっきりしなかった。

従って泥水管理に最小、粘性と沈過試験と安定観察の三項目が必要であらうと考えられる。また、地下水の成分によっては塩類濃度が必要になる。

§-4 あとがき

表-1 くい孔掘削による泥水の劣化の判定

実験は泥水というものを
を知るための第1段階
であるのでうな考
えのもとに行った。

場所が変れば、かな
りの相異がでてくるた
うから、機会ある毎
にデータを集めて行き
たい。

なおこの研究は東亜
合成化学工業(株)との
共同研究によるもので
製品の開発、提供して
いただきましたことに
感謝いたします。

A		泥 水 配 合 %					粘 性			沈 過 水 量			比 重			観 察	判 定	
NO	セメント	CMC	AL	TK	NF	時間	上	下	全体	時間	上	下	全体	時間	上			下
1	6					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	6		0.2			▽	X	X	○	▽	○	▽	X	▽	○	▽	○	▽
3	4		0.4			○	○	○	○	○	○	▽	▽	▽	○	◎	◎	◎
4	5	0.08	0.4			○	X	▽	○	○	○	○	▽	○	▽	○	◎	◎
5	6	0.1		0.2		○	○	○	○	○	○	▽	▽	○	○	◎	◎	◎
6	4	0.2		0.2		○	○	○	○	○	○	▽	X	▽	○	◎	◎	◎
7	2	0.2		0.2		○	○	○	▽	▽	○	○	▽	○	○	○	○	○
8		0.4		0.2		○	○	▽	○	○	○	▽	▽	▽	○	○	○	○
9	4	0.2			0.2	○	○	○	○	○	○	○	▽	▽	○	○	◎	◎
10	4	0.2			0.1	○	○	○	○	○	○	○	▽	○	○	○	◎	◎
11	8	0.2	0.1					X	○	○	○	○	○	○	○	X	▽	▽
12	8	0.2		0.1				X	○	○	○	○	○	○	○	○	○	▽
13	8	0.2			0.1	○	○	▽	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

(注) 時間: 時間的変化, 上下: 孔の上部と下部の差, 全体: 各項目の総合を意味する。

表-2 泥水の再利用についての判定

B NO	泥 水 配 合 %					粘 性			沈過水量			比 重			観 察	判 定
	セメント	CMC	AL	TK	NF	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
1	8					X	X	X	○	X	X	○	X	X	X	X
2	6	0.1		0.1		▽	▽	▽	○	○	○	○	▽	X	○	▽
3	4	0.2		0.1		○	○	X	○	○	X	○	○	X	○	○
4	4	0.2	0.1			▽	▽	▽	X	X	X	○	○	○	▽	X
5		0.4		0.1		○	○	○	○	X	X	○	○	▽	○	X
6	6	0.1			0.1	○	○	X	○	○	X	▽	▽	X	○	○

(注) 上、中、下は各々上部、中部、下部の泥水の変化である

参考文献

- (1) 藤井 基礎工における地盤の安定 理工図書
- (2) 喜田 泥水工法における泥水管理に関する研究 土質工学研究講演発表集