

泥水工法における泥水管理に関する研究 (第23報)

—泥水中におけるスライムの沈降, 堆積特性—

喜 田 大 三
川 地 武

Studies on Control of Slurry for Underground Excavation (Part 23) —Sedimentation Properties of Slime Particles in Slurry—

Daizo Kita
Takeshi Kawachi

Abstract

Up to this time the quality of slurry used in construction of a diaphragm wall has been controlled mainly from the stand-point of stability of the trench and prevention of mud loss. Recently, however, diaphragm walls have come to be adapted for permanent purposes, and therefore, quality control of slurry for prevention of slime (bottom deposit in trench) has become necessary. Experiments and surveys have thus been carried out and the following results obtained. (1) Sedimentation of slime particles occurs according to Stokes' equation and velocity of sedimentation in the field was 3.5 ~ 5 m/hr in bentonite base slurry and 8 ~ 10 m/hr in polymer base slurry. (2) The void ratio of deposited slime was about 0.9 in polymer base slurry and more than 1.0 in viscous bentonite base slurry. Slime of high void ratio flows easily. (3) Low viscosity of slurry is desirable for acceleration of sedimentation and self-consolidation, especially in case of bentonite base slurry. It is necessary for funnel viscosity of slurry to be kept lower than 30 seconds.

概 要

従来, 泥水の調合・管理は主として掘削壁面の安定, 逸泥の防止などを考慮して行なわれている。ところが, 最近では地中壁が構造体として利用されるに至っているため, 良好な壁体を築造するためのスライムの処理が不可欠であり, 泥水の管理もこの点を考慮する必要がある。そこで, 各種泥水中のスライム粒子の沈降, 堆積の挙動を把握するために実験を行なった結果, 以下の知見が得られた。(1)スライム粒子の沈降はストークスの沈降式に従い, 沈降速度は粘度に反比例する。現場での実測値では, ベントナイト泥水で 3.5~5m/H, ポリマー泥水で 8~10m/H であり, 沈降粒子の大半は砂分である。(2)堆積スライムの空隙比は, ポリマー泥水中で0.9前後, 粘度の高いベントナイト泥水中で1.0を越え, スライムは流動化し易くなり, 検尺が不正確となる。(3)スライムの沈降促進, 自重圧密促進, 密度の向上などを考慮すると泥水の粘度は低い方が好ましい。特に, ベントナイト泥水ではファンネル粘度の上限値を30秒前後とする必要がある。

1. はじめに

OWS・SOLETANCHE工法による地中連続壁は地下構造体として耐震壁あるいは支持ぐいに用いられるようになっている。したがって, スライムの混らない出来上りの良好なコンクリート壁の施工が従来にも増して必要であり, 特に壁体底部あるいはジョイント部の有害なスライムは許されない。このような良好なコンクリート壁体を築造するためには, 掘削中に泥水中に混入するスライム粒子の処理が不可欠であり,

泥水の管理もこの点を考慮したものとする必要がある。

ところで, 従来の泥水調合および管理は掘削壁面の崩壊防止や逸泥の防止を重要視するため, 高濃度かつ高粘度の泥水を安全側と考える傾向が一部で見られた。ところが, このような泥水を使用して築造した地中壁に必ずしも良好と言えないものが見られるに至り, スライムの処理を考慮した泥水の調合・管理の必要性が認識されるに至った。

さて, スライム処理の方法としては各種のものが採用されているが, 当社では泥水循環式の CIS-58 型掘

削機を使用する場合にはサイクロンおよび沈砂槽により、非循環の KELLY型掘削機を使用する場合にはクラムシェルによる底ざらえによってスライム処理を行なっている。したがって、これらの処理方法をも考慮した泥水の管理が必要であり、そのためにはスライム粒子の沈降速度および孔底に堆積したスライムの性状と泥水の諸性質との関連を把握する必要がある。そこで、一連の室内実験および現場調査を行ない、現場における泥水管理上の指針を得た。

2. 実験方法

2.1. 供試材料

2.1.1. **スライム物質** スライム物質としては粒径のそろったガラス玉 (0.1, 0.2, 0.5mm), 標準砂および OWS 工 工事現場で採取したスライムから細粒分 (粘土, シルト) を一部除いたものを使用した。図一にこれらの粒径分布を示す。なお、沈降速度の測定に用いた

ガラス玉は色素で着色し観察しやすいようにした。

2.1.2. 泥水

泥水にはベントナイト泥水およびポリマー泥水を供試した。ベントナイトは群馬産のベントナイトAと山形産のベントナイトBであり、いずれも 250 メッシュのもので、泥水の濃度範囲はベントナイトAで16%以下、ベントナイトBで10%以下とした。ポリマーは OP-4¹⁾ を使用し、濃度は1%以下とした。

2.2. 測定項目と測定方法

2.2.1. **スライム粒子の沈降速度** 着色したガラス玉の所定量を、あらかじめ泥水の入ったメスシリンダーに入れ、よく振とうしたのち静置し、一定距離を沈降するのに要する時間を測定し、沈降速度を求めた。また、現場のスライムの場合には堆積法によって沈降速度を求めた。すなわち、シリンダーに砂を入れ、振とう後静置し、堆積量の経時変化を測定し、堆積量が最大値を示す時間を求め、その時間で沈降距離を除いて沈降速度を算出した。

2.2.2. **泥水の流動特性** 混練後12時間以上経過した泥水についてファンネル粘度計 (500ml) によりファンネル粘度を、B型粘度計により粘度、降伏値を測定

した。粘度はローター回転数が 30rpm の際の値を採用している。なお、B型粘度計による降伏値は V. G ーターによる値の1/20前後となることをあらかじめ確認した。

2.2.3. **スライムの自重圧密速度** 特製のメスシリンダー中にスライム物質と泥水を入れて振とうしたのち静置し、次項に述べるみかけ上の間隙比の経時変化を測定し、堆積が終了してから平衡状態のみかけ間隙比を示すまでの所要時間を測定し、この所要時間でスライムの最終堆積厚さを除いた値をスライムの自重圧密速度とした。なお、ここで呼ぶ圧密とは土質工学上の圧密とは異なり、スライムの体積減少を指している。

2.2.4. 堆積スライムの性状

(1)間隙比 乾燥したスライムの所定重量と泥水を特製のメスシリンダー (1l) に入れ、かくはん混合させたのちに静置し、堆積物の体積を経時的に測定し、みかけ上の間隙比を算出した。このみかけ上の間隙比はスライム粒子と間隙中の泥水との体積比であり、真の間隙比よりわずかに小さくなる。以後、特に断らない限りみかけ上の間隙比を単に間隙比と呼ぶ。

(2)流動抵抗: 上記と同様に静置堆積させたスライム中に十字形のかくはん羽根をジャッキによって静かにそら入し、この羽根を定速回転させた際の抵抗の最大値をトルクメーターによって読み取り、流動抵抗を算出した。

(3)重錘沈下量: 上記と同様に静置堆積させたスライムに鉄製の重錘を静かに落下させ、重錘の沈下量を測定した。

3. 実験結果

3.1. スライム粒子の沈降速度

スライム粒子の沈降速度は底ざらえの待ち時間の決定や沈砂槽の設計、流量の決定などに必要とされる数値である。そこで、ガラス玉の各種泥水中の沈降速度と泥水の粘度を両対数紙上にプロットしたところ、図一2が得られた。図中の直線は各粒径のガラス玉のストークス式の計算値であり、その計算式は次式で示される。

$$v = \frac{1}{18} \cdot \frac{(\rho' - \rho)g \cdot D^2}{\eta}$$

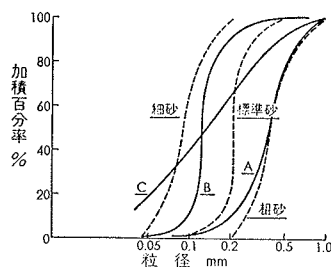
ここに、 v : 沈降速度 cm/sec

ρ', ρ : 粒子および泥水の密度 g/cm^3

g : 重力加速度 $980cm/sec^2$

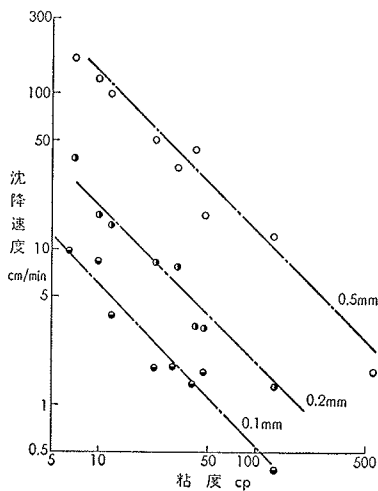
D : 粒子径 cm

η : 泥水の粘度 poise, $g/cm \cdot sec$



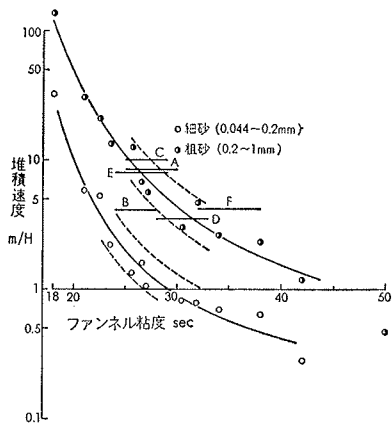
図一 供試体材料の粒径加積曲線 (A, B, Cは図一5の現場スライムから分離した砂)

図一2から明らかなように、泥水中のガラス玉粒子の沈降はストークスの沈降式にほぼ従い、沈降速度は粘度に反比例する。図示しないが堆積法によって求めた細砂、粗砂の沈降速度はそれぞれ、0.05mm, 0.2mmの砂粒子の計算上の値に近似し、砂粒子の沈降もストークスの沈降式にほぼ従う。



図一2 ガラス玉の泥水中の沈降速度

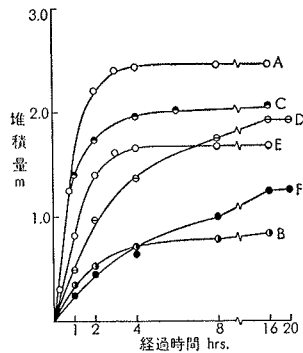
ところで、現場では泥水の粘度をファンネル粘度計で測定している。したがって、実用上は沈降速度とファンネル粘度との関係が重要であろう。そこで、図一3に砂の沈降速度をファンネル粘度に対してプロットした。この図によれば、当然ながら沈降速度はファンネル粘度の増大に伴い著るしく低下し、通常の



図一3 砂の堆積速度とファンネル粘度との関係 (—印は現場測定値)

現場泥水の粘度範囲である22~30秒において、粗砂で25~4m/H、細砂では5~0.9m/Hの範囲で変化している。なお、ファンネル粘度が同じでも沈降速度に2倍近い差が見られるが、沈降速度の大きい方はポリマー泥水の場合であり、小さい方はベントナイト泥水の場合である。この原因については4.1に後述する。

さて、現場におけるスライム堆積曲線の例を図一4に示したが、この結果によればベントナイト泥水を使用した現場(B, D, F)に比べてポリマー泥水を使用した現場(A, C, E)の方が堆積は早期に終了する傾向にある。この曲線から、最終堆積量の95%が堆積するのに要する時間を求め、この時間で沈降距離を除して



図一4 現場におけるスライムの堆積曲線

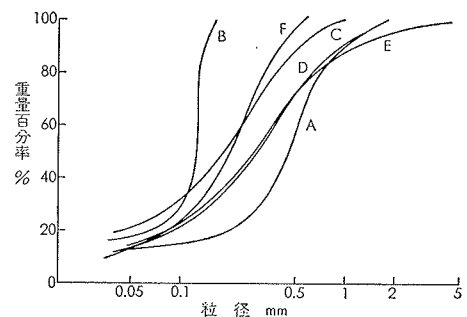
沈降速度を算出すると表一1の値が得られる。沈降速度はベントナイト泥水の現場で3.5~5m/H、ポリマー泥水の現場で8~10m/Hとなり、ポリマ

現場	場所	泥水種別	ファンネル粘度 sec	沈降速度 m/H
A	千葉県船橋市	ポリマー	25 ~ 28	8.4
B	東京都中央区	ベントナイト	24 ~ 28	4.1
C	大阪市北区	ポリマー	25 ~ 28	10.0
D	大阪市東区	ベントナイト	28 ~ 33	3.5
E	大阪市西区	ポリマー	24 ~ 29	8.0
F	大阪府堺市	ベントナイト	32 ~ 38	4.2

表一1 現場調査例

ー泥水の方が沈降速度が大きい。この傾向はポリマー泥水の特徴として以前にも述べた¹⁾。このような差異を生ずる原因として、ポリマー泥水の方がファンネル粘度が低い場合が多いことや、後述するように、同じファンネル粘度でもB型粘度計で測定される真の粘度がポリマー泥水の方が低い傾向にあることなどが挙げられる。なお、前出の図一3に現場の実測値をプロットしているが、現場Bの値を除いて、他はすべて粗砂の沈降速度の範囲にあり、沈降したスライムの大部分は0.2mm以上の粒径と考えられる。

さて、図一5には各現場のスライムの粒径分布を示した。この図によれば、0.074mm以下の細粒分(粘土、シルト)が20%前後含まれている。この細粒分はスライムの間隙水である泥水中の細粒分の濃度から算出される割合よりも多い。したがって、泥水中の砂分(>0.074mm)だけではなく細粒分の一部もスライムとして沈降、堆積するものと考えられる。しかし、上述のよ



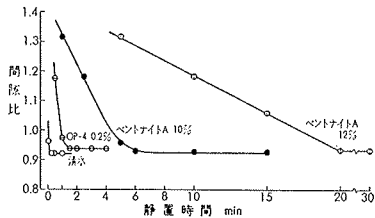
図一5 現場のスライムの粒径加積曲線

うに、現場におけるスライムの沈降速度が粗砂のそれに一致しているのは、沈降速度をス

ライムの95%が堆積する時間を基準にして算出していることなどに起因すると考えられる。実用上は沈降するスライムの代表径を0.2mmと考えてよいであろう。

3.2. 堆積スライムの自重圧密

沈降堆積したスライムを効率よく底ざらえするためには、堆積スライムが十分に縮ってから底ざらえをする必要がある、このためにはいくらかの時間待ちが必要かと思われる。そこでスライムが堆積してからの堆積物の間隙比の経時変化を検討したところ、図一6に例示する結果が得られた。この図によれば、間隙比が平衡値と

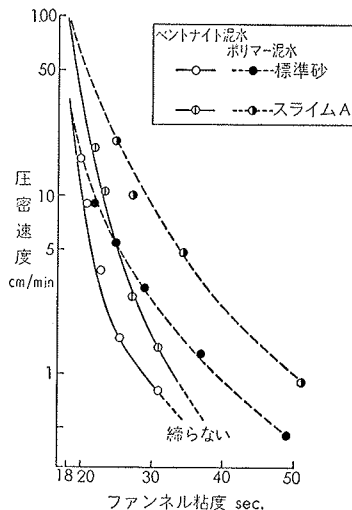


図一6 堆積物の間隙比の変化 (標準砂)

なるためにはある時間経過が必要であり、その時間は泥水によって異なる。また、当然ながら、この時間は堆積スライムの厚さによっても異なる

と考えられる。そこで、間隙比が平衡値となるのに要する時間、すなわちここでいう圧密所要時間と堆積スライムの厚さとの関係を検討したところ、図示しないが、これらは比例関係にあることが判明した。スライムの自重圧密に要する時間で堆積厚さを除して得た値、すなわち自重圧密速度を泥水のファンネル粘度に対してプロットすると図一7が得られる。この図によれば、圧密速度はファンネル粘度の増大につれて極端に低下し、また泥水の種類やスライムの種類によっても異なる。一般の土の圧密現象と同じく、スライムの自重圧密の場合にも

スライムからの排水の難易が圧密速度に影響すると考えられる。したがって、排水される間隙水である泥水の粘度が高いほど圧密速度が小さく、またスライムAのように粗粒なスライムほど圧密速度が大きくなることは容易に理解できる。なお、図一7によれば例えばファンネル粘度が25秒の泥水中の



図一7 堆積スライムの圧密速度

スライムの圧密速度は、スライムAの場合、ポリマー泥水で 20cm/min、ベントナイト泥水で 5.5cm/minである。したがって、例えば厚さ2mのスライムの圧密所要時間はそれぞれ10分、36分となる。ところが、実際の現場ではスライムの堆積と堆積スライムの圧密が並行して進行しているため、例えば図一4のスライム堆積曲線には、特にスライムの自重圧密による堆積厚さの減少は見られない。しかし、自重圧密に要する時間がスライム粒子の沈降に要する時間より長い場合には、圧密のための待ち時間が必要となる。

なお、図一7においてベントナイト泥水が30秒以上のファンネル粘度となると圧密が進行しなくなるが、この点については次項で詳述する。

3.3. 堆積スライムの性状

以上のように、スライム粒子は泥水中で沈降し、堆積した後に自重圧密を受けて平衡状態に至る。そこで、堆積スライムを一夜静置して自重圧密を完了させ、このスライムの性状、特にさらいの効率、検尺の精度に影響すると考えられる性質について測定を行なった。図一8に各種スライムの間隙比と泥水のファンネル粘度との関係を示した。この図によれば、スライムBを除く各スライムは清水中およびファンネル粘度の低い泥水中では間隙比が0.9前後となり、スライムBでは1.15~1.20と大きな値を示している。現場におけるコンクリート打設前のスライムの間隙比については実測例が見当たらないが、場所打ちぐいの孔底のスライムの間隙比は0.88~1.08と報告されている例³⁾があり、今回の実験で得られた数値は妥当なものであろう。なお、スライムBで特に大きな間隙比が得られた原因として、図一1の粒径分布曲線に明らかなように均等係数が小さく、かつ細粒径のものが多いことや、このスライムが扁平な雲母粒子を多量に含むことなどが考えられる。

一方、泥水の粘度が高くなると、ポリマー泥水中に堆積したスライムは間隙比が極端に大きくなることはないのに対し、ベントナイト泥水中で堆積したスライムは、ファンネル粘度が30秒前後を境にして間隙比が急激に大きくなり、スライムは縮らない状態となり、容器を傾斜させると堆積物が流動するに至る。間隙比が急上昇する点のファンネル粘度は表一2に示すように、スライムの種類およびベントナイトの種類によって異なり、ベントナイトAよりベントナイトBの泥水の方が低いファンネル粘度で間隙比が急上昇する。また10%粒径の小さいスライムが低いファンネル粘度で縮らなくなる。したがって、堆積スライムのさらいの効率を向上し、さらったスライムの体積を減少させる

ためには、泥水の種類、スライムの粒径分布などを考慮して泥水のファンネル粘度を管理する必要がある。

次に、堆積スライムの流動抵抗および重錘沈下量の例を図-9に示す。この結果によれば、堆積ス

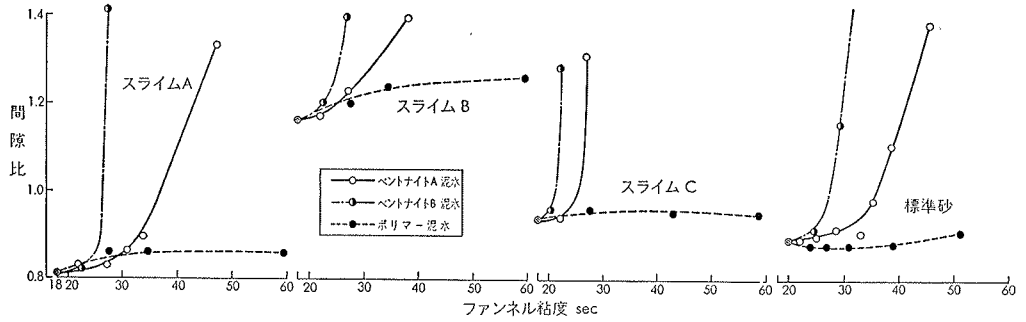


図-8 堆積スライムの間隙比と泥水のファンネル粘度との関係

スライム	スライムの10%径 mm	間隙比上昇点のファンネル粘度 sec		間隙比上昇点の降伏値* dyne/cm ²
		ベントナイトA	ベントナイトB	
標準砂	0.17	35.8	27.0	1.5
A	0.21	41.6	27.8	2.0
B	0.10	33.5	26.5	0.8
C	0.03	27.6	21.2	0.4

*図-13から求めた値

表-2 ベントナイト泥水中の堆積スライムの間隙比急上昇点

ライムの流動性は図-8から推察されるように、ベントナイト泥水でファンネル粘度が高くなると顕著に流動抵抗が低下するのに対し、ポリマー泥水中に堆積したものは流動抵抗の低下がわずかである。また、重錘沈下量についても、ベントナイト泥水でファンネル粘度が高くなると顕著に大きくなり、スライムの堆積厚さを正確に検尺することができなくなる。このように流動抵抗が低下し、重錘沈下量の大きくなったスライムは現場でも認められることがある。すなわち、堆積したスライムをクラムシェルでさらってもスライムが流動化してさらえないことや、孔底にはスライムが堆積しているにもかかわらず検尺によっては確認できないことがある。なお、以上に述べた堆積スライムの諸特性は相互に関連していると考えられ、図-10はこれを裏付けている。図-10のような関係は例示した標準

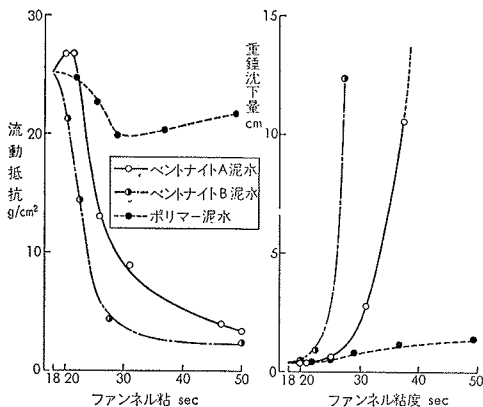


図-9 堆積物の流動性 (標準砂)

砂以外のスライム物質についても認められ、流動化の限界となる堆積スライムの間隙比はスライム B で約 1.2、他のスライムでは約 1.0 である。

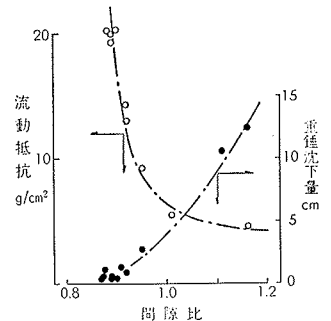


図-10 堆積物の間隙比と流動性の関係 (標準砂)

4. 考察および検討

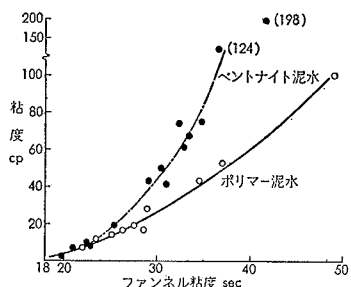
4.1. スライム粒子の沈降速度に関して

スライムを底ざらえて除去する場合の待ち時間の決定や沈砂槽でスライムを除去する場合の沈砂槽の容量や流速の決定に不可欠なスライム粒子の沈降速度はストークスの沈降式に従うことが判明した。したがって、沈降速度を支配する因子としては主として粒径及び粘度を考慮すればよい。現場スライムの粒径分析の結果から沈降堆積したスライム粒子の大部分は 0.074mm 以上の砂分であるので、この砂分のうちの最小粒径分が短時間に沈降するように泥水を管理する必要がある。しかし、前述したように現場のスライム粒子の沈降速度は特別な場合を除いて粗砂のそれに近似しているので、実用上は 0.2mm の粒子が短時間に沈降するように管理すればよい。

一方、泥水の粘度は現場によってかなり変動があり、さらに同一現場でもかなりの範囲で変動する。したがって、沈降速度も現場により、また同一現場でも時期によって変動することになる。したがって、スライム粒子の沈降速度の変動範囲を小さくし、所定の沈降速度を得るためには、現場における粘度の適確な管理が特に重要である。そして、底ざらいの待ち時間を短縮し、沈砂槽の除砂能率を向上するためには、他の条件

が許す限り粘度を低く抑えることが望ましい。

ところで、現場測定の結果、スライム粒子の沈降速度はポリマー泥水中の方がベントナイト泥水中よりもかなり大きく、その差異は両泥水のファンネル粘度の差異のみでは説明できないことを前述した。をこで、両泥水について、B型粘度計による粘度とファンネル粘度との関係を見



図—11 泥水の粘度とファンネル粘度との関係

たとところ図—11が得られた。この図によれば、いずれの泥水もファンネル粘度の増大につれて粘度が大きくなるが、ファンネル粘度25秒を境にして、同一のファンネル粘度ではベントナイト泥水の方の粘度が高くなる。図—2の結果から沈降速度は粘度に反比例するので、同一のファンネル粘度ではベントナイト泥水中の方が沈降速度が小さくなる。この傾向は図—11の結果から考えて、ファンネル粘度が高くなるほど顕著になるであろう。

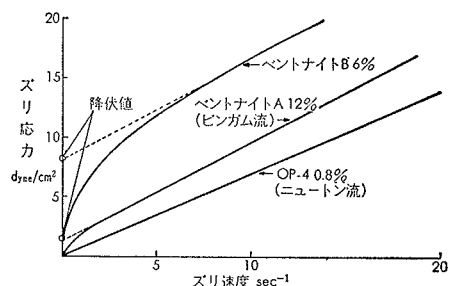
さて、ベントナイト泥水を使用する場合、スライムを泥水中に保持させてコンクリートを打設することがある。ところが、実際にはファンネル粘度を50秒近くまで高くしてもスライム粒子はゆっくりとではあるが沈降することは図—3からも明らかである。したがって、孔底にはいくらかのスライムが沈降し、このスライムは流動化し易い状態にある。この状態でスクリートを打設すると、流動性の高いスライムがコンクリートに混入したり、ジョイント部に付着することになる。したがって、泥水中にスライム粒子を残したままコンクリートを打設することは得策ではなく、やはりスライムとなりうる砂分は沈砂槽やサイクロンで除き、孔底のスライムはクラムシェルなどで除去する方式がスライム対策の本筋と言えよう。

4.2. 堆積スライムの性状に関して

堆積スライムの性状は泥水の粘度、泥水の種類やベントナイトの種類によって異なることが実験によって明らかとなり、これらの因子が泥水の調合や管理の際に考慮される必要がある。そこで、ここでは、これらの差異の生じる原因について考察を加える。

さて、泥水の流動特性は図—12に示すように二つのタイプに分けられ、降伏値がゼロのニュートン流体と、わずかながら降伏値を有するビンガム流体とがある。実験を行なった泥水の濃度範囲では、ポリマー泥水は

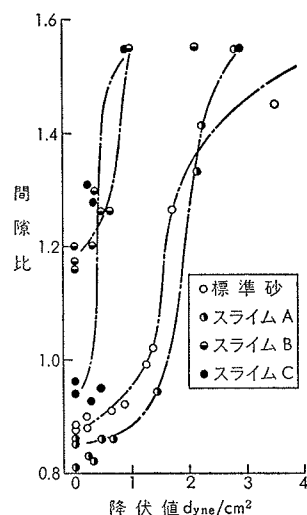
ニュートン流体として、比較的高濃度のベントナイト泥水はビンガム流体として挙動する。ベントナイト泥水の降



図—12 泥水の流動曲線

伏値の大きさは、ベントナイトの種類、濃度によって異なり、ベントナイトBではより低濃度で降伏値が認められる。

ところで、粉体工学の分野では、粉体の液中充てんにおいて液体が非ニュートン流体であると充てん物の密度が小さく、すなわち間隙比が大きくなることが知られている³⁾。そこで、泥水の降伏値に対して堆積スライムの間隙比をプロットすると図—13が得られ、降伏値の増大につれてスライムの間隙比が大きくなって



図—13 泥水の降伏値と堆積物の間隙比の関係

いる。すなわち、スライムの締りを悪くしているのは泥水の有する降伏値であり、ポリマー泥水でスライムの締りが良好であるのは、ポリマー泥水が降伏値を有しないニュートン流体であることに起因していると言える。なお、スライムの間隙比が大きくなる点の降伏値は表—2に併記

したように、スライムの10%粒径とともに大きくなり、10%径の大きいスライムAで 2 dyne/cm²、小さいスライムCでは 0.4dyne/cm² である。したがって、ベントナイト泥水を使用する場合には、これらの値よりも小さな降伏値とすればよく、筆者らの研究では、ある種の分散剤の添加によって降伏値を低下させることが判明している⁴⁾が、さらに有効な方法について現在検討中である。

4.3. 泥水管理との関連

以上の実験結果および考察を泥水管理の面で考慮すると、ベントナイト泥水を使用する場合には特にファ

ンネル粘度の管理が重要である。当社では、これまでも泥水の粘度は余り高くしないような配慮を行ない、管理基準値を通常の地盤、施工条件ではファンネル粘度で20～30秒としている。しかし、一般には泥水の粘度については掘削機やポンプの能力の制約の範囲内で高ければ高いほど安全側とする風潮がある。例えば、藤井ら⁵⁾は泥水のファンネル粘度を砂地盤で30～40秒、別の文献⁶⁾では35～60秒としている。これらの値はスライム粒子の沈降促進、堆積スライムの締りなどを考慮すると余りに高いと考えられる。

そこで、堆積スライムの締りの面からベントナイト泥水のファンネル粘度の上限を求めると、表—2から明らかごとく、スライムAのような粗砂地盤でも、ベントナイトA泥水で40秒、ベントナイトB泥水で27秒となり、細砂地盤ではそれぞれ30秒、20～26秒となる。なお、これらの上限値は、前述の降伏値の低減を図る方法が講じられればさらに高くなる。

5. まとめ

従来、泥水の調査や管理は掘削壁面の崩壊防止、逸泥の防止などを考慮して行なわれてきたが、最近では良質の地中壁を築造するためにスライムの処理を考慮する必要があると強調されている。そこで、スライム処理を考慮した泥水管理の指針を得るため室内実験、現場調査を行ない、以下に列挙する知見を得た。

- (1) スライム粒子の泥水中の沈降はストークスの沈降式に従い、沈降速度は粘度に反比例し、粒径の2乗に比例する。現場で測定した沈降速度はベントナイト泥水の現場で3.5～5m/H、ポリマー泥水の現場で8～10m/Hである。
- (2) 現場のスライムは主として泥水中の砂分(>0.074mm)の沈降したものであるが、約20%の細粒分が含

まれ、泥水中の細粒分の一部もスライムとなる。

(3) スライムは堆積後、自重圧密を受けて平衡状態に至る。堆積スライムの自重圧密に要する時間は堆積厚さに比例し、泥水の粘度の増大につれて長くなる。

(4) 堆積一夜後のスライムの間隙比は清水中では、一部の例外を除き0.9前後であるが、ファンネル粘度の高いベントナイト泥水中では1.0を越え、流動化し易く、重錘が容易に沈下する、ゆるいスライムとなる。

(5) このような現象はベントナイト泥水の有するわずかの0.5～2 dyne/cm²の降伏値によると考えられ、降伏値を有しないポリマー泥水ではこのような現象が見られない。

(6) スライムの沈降促進、自重圧密の促進あるいは堆積スライムの密度の向上などを考慮すると、泥水の粘度は低い方が好ましい。特にベントナイト泥水の場合、ファンネル粘度の上限値を30秒前後とする必要があり、上限値はスライムの粒径やベントナイトの種類によって異なる。

参考文献

- 1) 喜田・川地：大林組技研所報 No. 10, (1975), p. 46
- 2) 高橋・北川：第1回土質工学研究発表会講演集, (1966), p. 827
- 3) 久保他3名編：粉体, 理論と応用, 丸善(1964), p. 221
- 4) 喜田・川地：大林組技研所報 No. 6, (1972), p. 151
- 5) 藤井他3名編：地下連続壁工法の理論と実際, 山海堂, (1975), p. 51
- 6) 日本建設機械化協会編：地下連続壁工法ハンドブック, 技報堂, (1975), p. 122