

(株) 鴻池組 正員 吉田清司
同上 正員 三浦重義

1. まえがき

泥水掘削工法において使用する粘土泥水に対しては、工法、施工機種、現場土質条件などに応じて、各種の性能を付与した泥水の調製が行われているが、使用後の掘削ずりを含む泥水で、土砂分離機によって土砂分を除去した残りの、微細土粒子からなる含水率の高い汚泥状のものは、ベントナイトを含むと含まないにもかかわらず、産業廃棄物無機性汚泥としての適用を受け、廃棄物処理法にもとづいて適正に処理処分することが要求される。したがって、礫分の多い土質地盤などを掘削する場合は、掘削後の余剰泥水の処理処分を考慮して、可及的に高濃度の泥水を調製して使用することが検討されている。しかしながら泥水濃度を高くするにしたがい、切羽面への配管ポンプ輸送に際して流動抵抗が上昇し、管内圧送のための流送圧が増大する結果となる。このため抵抗低減作用のある各種の混和剤を添加配合した高濃度粘土泥水の使用が試みられている。最近セメント粒子に対する湿潤分散作用に優れた高性能減水剤をベースコンクリートに後添加した流動化コンクリートの使用が盛になるとともに、その流動挙動についての報告も多数発表されている。本研究においては、高濃度粘土泥水に対する流動抵抗低減作用について、これらの高流動化剤を含めた各種の混和剤の比較検討を行った。

2. 実験

2-1 実験材料 用いた実験材料の名称および略記号を表-1に示した。混和剤はいずれも既報¹⁾と同一のもので市販品を精製することなくそのまま使用した。あらかじめ固形分濃度を測定しておき、所要量を秤取して泥水に添加し、添加量は固形分 wt % で表示した。

2-2 実験方法 表-1の各混和剤はまず所定量の水に溶解しておき、BNおよびCLの所定量を加え、ジュースミキサーで10000rpm 300s間攪拌混合し、20℃で一昼夜間静置し、粘度測定の直前に、再びかい形攪拌翼で、300s間攪拌した後、共軸二重同心円筒回転粘度計により20℃で粘度を測定した。

3. 結果および考察

3-1 流動曲線 混和剤として、STPP, NAP, PCA-Aを用いおのおの0.13添加した場合の粘度を測定し、せん断速度(D)と、せん断応力(S)との関係として図-1に示す結果が得られた。いずれもDの低い領域では、Dの上昇につれて、Sは急激に増大する傾向を示すが、Dとして400s⁻¹程度以上の高せん断領域になると、SとDとの関係は、直線に近似するようになり、その流動曲線からみて、ほぼビンガム塑性粘性を示すものとみなされる結果となった。なおそのほかの混和剤を用いた場合においても、いずれも図-1に類似した流動曲線を示したので、以後本実験における高濃度粘土泥水の粘性挙動は、ビンガム流動とみなして、各種混和剤相互の比較を行った。

表-1 実験材料

名 称	記 号	備 考
トリポリリン酸ナトリウム	STPP	縮合リン酸塩 試薬
ヘキサメタリン酸ナトリウム	SHMP	重合リン酸塩 "
リン酸2ナトリウム	SPD	リン酸塩 "
鉄ホウ素リグニンスルホン酸ナトリウム	SFL	市販品
β-ナフタリンスルホン酸ホルマリン高重合体	NAP	高流動化剤 市販品
ポリアルキルアリスルホン酸ナトリウム	AAR	" "
トリアジン高重合体	TRI	" "
ナフタリンスルホン酸リグニンスルホン酸共重合体	NLS	" "
低重合度カルボキシメチルセルロースナトリウム塩	LCMC	重合度 160 エーテル化度 0.77
ポリカルボン酸塩	PCA-A	低重合体 市販品
ポリカルボン酸共重合体塩	PCA-B	" "
群馬産ベントナイト	BN	250メッシュ以下
粘土	CL	笠岡産200メッシュ以下
水	W	水道水

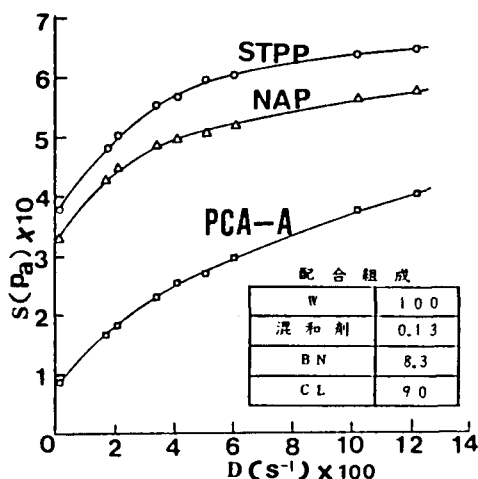


図-1 D-S 流動曲線

3-2 各種混和剤の添加量と粘度との関係 泥水に対する混和剤の添加量を0.02~0.2wt %の範囲で変化させて流動曲線を作り、 D が 612 s^{-1} のときの見掛け粘度(η_{ap})を作図から求めて、図-2~4の結果を得た。なお図中には各混和剤とも、無添加の場合を図示しなかったが、それは、ベースとした粘土泥水の濃度が高くて高粘性に過ぎ、本実験で使用した回転粘度計の粘度測定可能範囲を超過し、測定値が得られなかったためである。いずれの混和剤においても、添加とともに粘土泥水の η_{ap} は急激に低下し、流動性が改善されることが知られる。しかし粘度低下効果は、混和剤の種類によって差異が認められ、低分子量のリン酸塩類はあまり良い結果が得られていない。これは他の混和剤に比べて界面活性が低く、土粒子に対する分散効果が劣るためと考えられる。また高流動化剤間には、ほとんど差は認められなかった。

3-3 各種混和剤の添加量と降伏値との関係 3-1の実験において、混和剤を添加した各粘土泥水とも、ほぼビンガム塑性流動を示すことが知られたので、各流動曲線の高 D 領域における直線部分を $D=0$ に外挿して降伏値(YV)を求め、各混和剤添加量との関係として、図-5~7の結果が得られた。3-2の場合と同じく、各混和剤間の種類によって、 YV に相異が認められ、いずれも η_{ap} 低下効果の大きいものほど YV も低く、したがって、 YV 低下効果の優れたものが、粘土泥水の流動化には、より有効に作用する傾向にあり、また低重合度のCMCを用いた場合にも、増粘作用は認められず、むしろ粘度低下効果のあることがわかった。なおNAPについては多核体ほど分散流動化効果は大きいといわれているが、本実験で用いたものは市販品で、その核体数については明らかでない。

4. あとがき

流動化コンクリート用各種混和剤をはじめ、無機微粒子表面に吸着して湿潤分散作用を有する二三の分散剤について、高濃度粘土泥水の流動性改良効果を比較検討した。コンクリート用流動化剤としては、空気連行性、凝結遅延性などについても悪影響を及ぼすことのないための物性が要求されるが、粘土泥水の流動性改良剤としてはこれらの点に対する条件を緩和して、その有効性を比較した。図-6 混和剤添加量と $Y \cdot V$ との関係 結果、高流動化剤に比肩できる混和剤のあることがわかった。

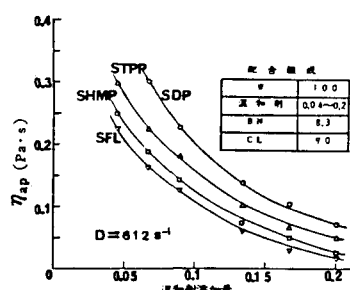


図-2 混和剤添加量と η_{ap} との関係

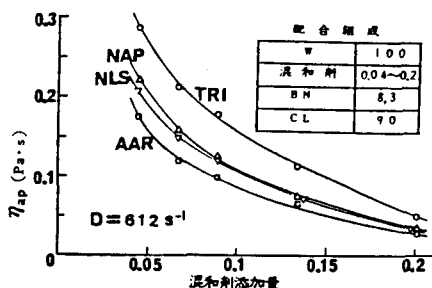


図-3 混和剤添加量と η_{ap} との関係

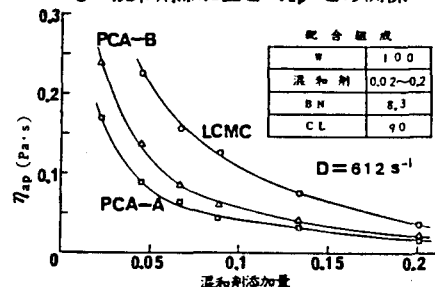


図-4 混和剤添加量と η_{ap} との関係

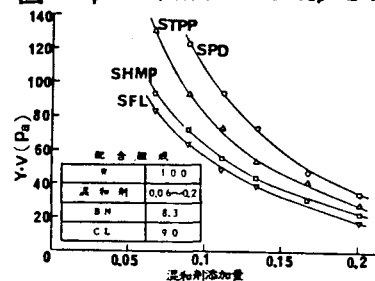


図-5 混和剤添加量と $Y \cdot V$ との関係

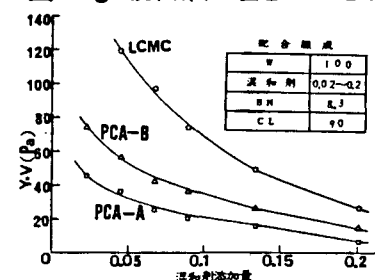


図-7 混和剤添加量と $Y \cdot V$ との関係