

高濃度泥水の流動特性について

脚間組 技術研究所 正会員 馬渡 裕二
 " " 正会員 T.D.P.オアン
 日本大学理工学部 学生会員○斉藤 直樹

1. まえがき

切羽の安定を得ることが難しい砂地盤や粗大れき地盤でのシールドトンネル工事においては、加泥タイプの土圧系シールド工法の適用が多くなっている。この工法では、切羽の安定を図り掘削土砂の流動性を改善するために、泥水を用いる。このような機能を満足させる品質として次のことが要求される。①水との分離性が小さい、②掘削土の目づまり作用がある、③硬化作用がない、④公害がない、⑤安価で取扱いが容易である、⑥高濃度で流動性があること、などである。

今回は、高濃度泥水の流動性に関する基礎的な室内実験を行ったのでその結果について報告する。

2. 実験方法

1) 使用材料と配合：材料は、クレイサンド（渡部耐火工業所）、ベントナイト（豊洋、#200）、およびカルボキシル・メチル・セルローズ（CMC）を用いた。配合は、表-1に示すようにCMC/水比、およびベントナイト/クレイサンド比（B/C）の割合を変化させた。

表-1 配合表

密度: (g/cm ³)	1.2	1.3	1.4
B/C 重量比	0.1	0~20	0~0.2
CMC/水 重量比 (%)	0.4~1.4	0	0

2) 使用機器と測定方法：流動性の測定は、B型粘度計（東機産業、B8M型）を用い、ロータNo.4で、回転速度を1.5~60rpmまで、遅い順に行った。測定は、一つの回転速度に対して、読み値がほぼ一定になったのち行った。また、流動性の経時変化についても調査した。

3. 実験結果と考察

1) 流動特性について：流体の流動特性を検討するために、ずり応力とずり速度の関係を示したのが図-1、2である。なお、ずり応力、およびずり速度の換算は式（1）によった。

$$D = 0.215N, \quad S = 12.9\theta \quad (1)$$

ここに、D：ずり速度（s⁻¹） N：回転速度（rpm） S：ずり応力（dyn/cm²） θ：回転速度に対応する読み値（%）である。

S-D曲線において、接線の勾配を見掛け粘度とよぶが、ずり速度によって変化することがわかる。特にずり速度が小さい範囲で著しい。すなわち、見掛け粘度は、ロータの回転速度によって異なった値を示し、泥水のような流動を表わす指標として不適当であると考えられる。

一方、log S-log D曲線を見れば、直線関係にあり、泥水の流動特性は、式（2）で表すことができ、擬塑性流体であることがわかる。

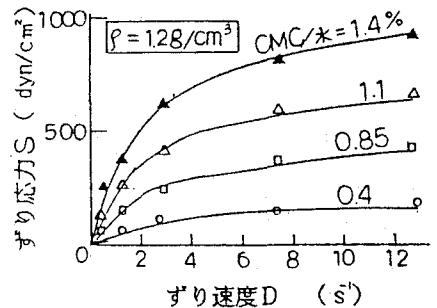


図-1 S-D曲線

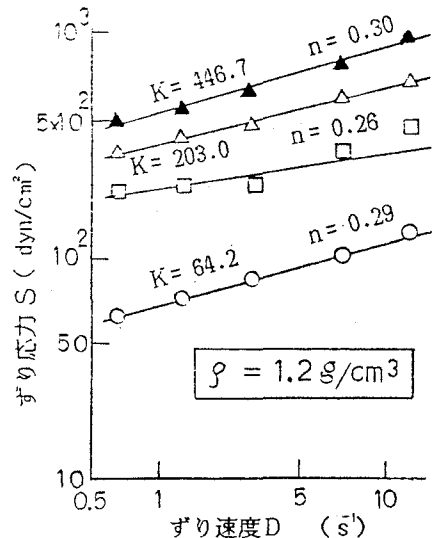


図-2 log S-log D曲線

$$\log S = \log K + n \cdot \log D \quad \text{または} \quad S = K \cdot D^n \quad \dots\dots(2)$$

ここに、 K ：粘性係数($\text{dyn/cm}^2 \cdot \text{s}^{-n}$)、 n ：粘性指数 である。

今回の実験では、粘性指数 n は、0.25～0.4 とほぼ一定値であるが粘性係数 K は30～500 $\text{dyn/cm}^2 \cdot \text{s}^{-n}$ の値を示し配合によって変化することがわかった。また、回転数60rpm（すり速度12.9 s^{-1} ）のときの見掛け粘度が大きいものほど K が大きいことがわかった。

したがって、泥水の流動性を表わす指標として、粘性係数を用いることが有効であると考えられる。

2) CMC/水比による流動性の変化： 図-3は、CMC/水比による流動性の変化を示したものである。粘性指数は一定であるのに対し、粘性係数 K はCMC/水比が大きいほど増加する。すなわち、CMCを添加することによる増粘効果は、粘性係数 K の増加としてとらえることができる。

3) B/C比による流動性の変化： 図-4と5は、B/C比による K と n の変化を調べたものである。両者とも、 n は一定であるが K については、B/C比の増加に伴い増加する傾向がわかる。粘性係数 K の増大からベントナイトの増粘効果が読みとれる。

4) 時間依存性について： B/C比による粘性係数 K 、および粘性指数 n の経時変化を調べた結果が、図-6である。図によると、 n はB/C比に関係なくほぼ一定で $n=0.25\sim0.4$ である。また、 K については、B/C比が0.5以下では、経時変化がほとんど見られないが、一方B/C比が0.5以上では、経時変化が生じて、1日放置後でほぼ一定値を示している。

また、1日後の粘性係数 K は、練り上がり直後の約2～3倍である。これは、ベントナイトの膨潤による時間的変化を示すものと思われる。

4. あとがき

クレイサンド、ベントナイトおよびCMCにより配合した高濃度泥水の流動性に関する実験を行ったが、次のようなことがわかった。①高濃度泥水は擬塑性流体で、流動性を表わす指標として粘性係数 K を用いることが有効である。②CMCおよびベントナイトは、増粘効果がある。③B/C比が、0.5より大きくなると時間による流動性変化が見られる。これは、ベントナイトの膨潤性によるものと考えられる。

今後は従来の管理指標値との対比から泥水の流動性の管理値を求める手法、および現場での簡便な管理試験方法の確立などの課題が残されている。

参考文献： 川崎 “回転粘度計による粘性測定の実際”

東機産業 NEW FOOD INDUSTRY Vol.22 pp 1～42, 1980.

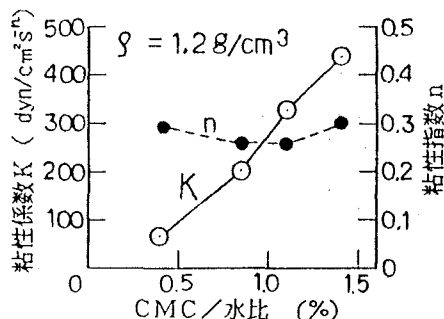


図-3 CMC/水比による流動性の変化

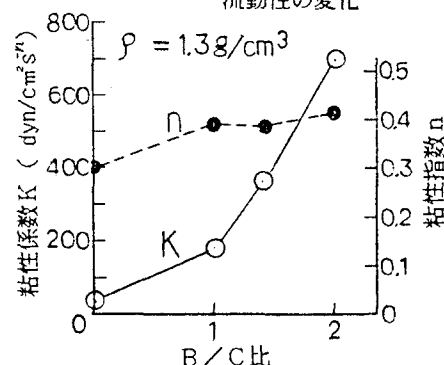


図-4 B/C比による流動性の変化(1)

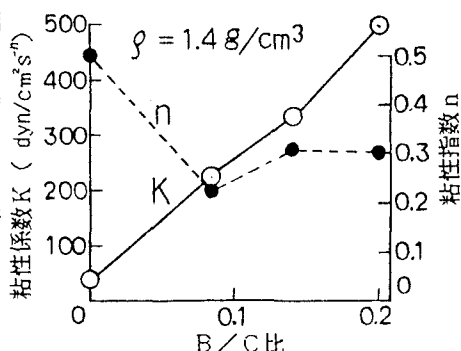


図-5 B/C比による流動性の変化(2)

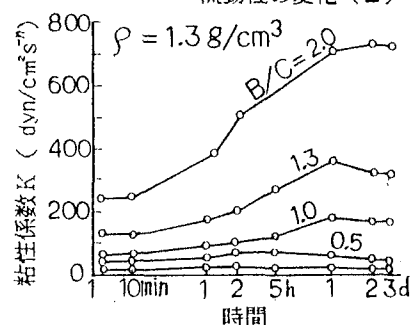


図-6 流動性の時間変化