

泥水式シールド工法における新規増粘剤を用いた逸泥防止手法の開発

(株)大林組 正会員 ○三浦 俊彦 正会員 木村 志照
 正会員 武田 厚 正会員 梶谷 竜也
 正会員 工藤 智之 正会員 宮辺 和

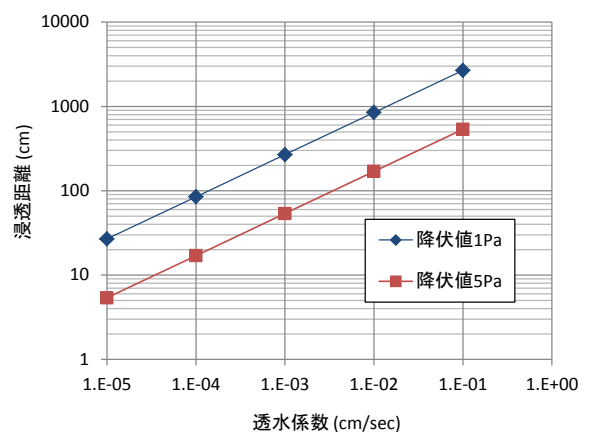
1. はじめに

泥水式シールド工法は、送泥管を通して泥水をチャンバー内に輸送し、その泥水を加圧することで切羽の安定を図りながら地山を掘削し、掘削土砂を泥水とともに排泥管から排出する工法である。そのため、使用する泥水は、切羽面に難透水性の泥膜を形成するための造壁性や、掘削土砂排出に必要な粘性、比重等が管理されている。粘性土地盤の場合は、一般に低濃度ベントナイト泥水と地山の細粒分を利用して掘削するが、砂礫地盤等で掘削面からの逸泥が大きい場合には、高濃度ベントナイト泥水やCMC(カルボキシメチルセルロース)等の増粘剤が使用されている。

逸泥を防止するには、地山間隙に対して目詰りとなる材料を使用する方法と、泥水の粘性(降伏値)を上げて浸透抵抗を図る方法の2つに大別される¹⁾。前者としては、目詰りとなる粒子材や繊維状のファイバー等があるが、掘削時は新たな地山表面が絶えず露出することから、掘削中断時以外はその効果は小さい、泥水の降伏値を上げるには、増粘剤を増やしたり、泥水中の土粒子を凝集させる方法があるが、前者と同様に材料の使用量が多くなり経済的ではない。そこで、従来の増粘剤よりも低濃度で降伏値の上がりやすい新規増粘剤を開発し、その適用を試みたので、その結果を報告する。

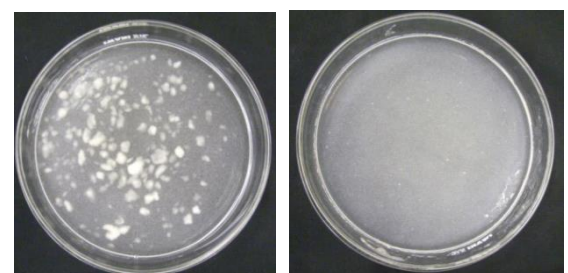
2. 泥水の降伏値による浸透性低減の考え方

泥水をビンガム流体と考えれば、バッキンガム・ライナーの式($L=PR/4\tau$ 、ここにL:浸透距離、P:圧力、R:間隙の半径、 τ :泥水の降伏値)が利用できる¹⁾。泥水圧を1Mpaと仮定した場合の透水係数と浸透距離の関係を算出した結果を図1に示す。泥水の降伏値が高いほど浸透距離を抑えることができ、その分逸泥量を低減できる。対象となる現場の泥水圧や地層の透水性を考慮して、適切な降伏値で管理することが重要である。



3. 新規増粘剤の特徴

開発した新規増粘剤は、主成分が食品添加物としても使用される安全性の高い材料であり、顆粒状で粉じんが飛びにくく、水に溶解しやすい性質がある(写真1にCMCと新規増粘剤を水に2%添加して、2分間攪拌した際の様子を示す)。また、低濃度で大きい粘性を示し、pHや耐カルシウム性、耐塩性、温度の影響については、従来のエーテル化度の高いCMCと同等である。



CMC (粒が残る)

新規増粘剤

4. ベントナイトや各種増粘剤との比較試験

後述する泥水シールド工事現場から採取した泥水を使用して、新規増粘剤とCMC2種類、ポリアクリルアミド系増粘剤、ベントナイトを対象に、造壁性や粘性に与える影響を比較した。採取した泥水は、掘削開始から数か月が経過した調整前の泥水であり、API造壁性は57mLと管理値(50mL以下)よりも大きく、ファン

キーワード 泥水式シールド, 増粘剤, 逸泥防止

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 環境技術研究部 TEL 042-495-1014

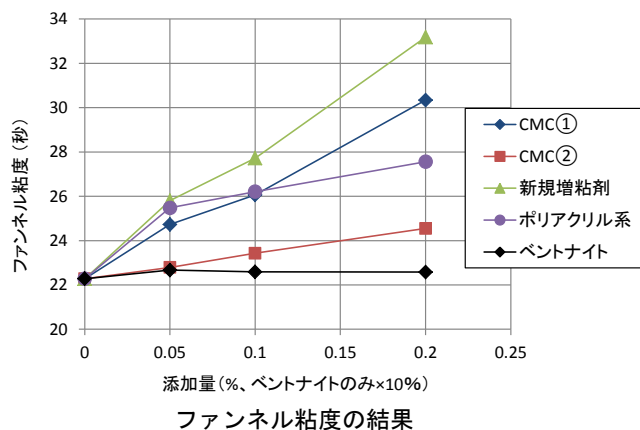
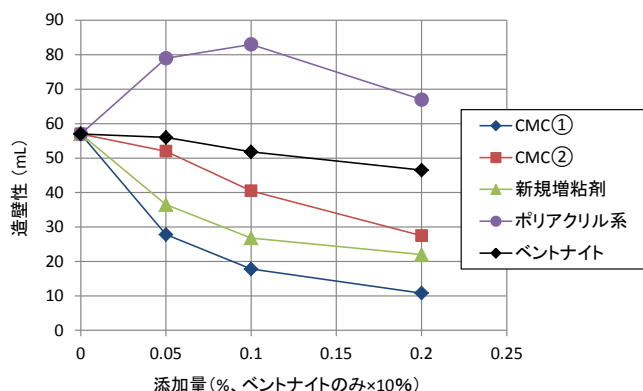


図2 比較試験の結果

ネル粘度は22秒で管理値(23秒以上)よりも小さい値であった。泥水に各種増粘剤を入れてよく攪拌し、一晩静置した後のAPI造壁性とファンネル粘度の測定結果を図2に示す。造壁性は、ポリアクリル系以外の材料で低減し、CMCと新規増粘剤の効果が高かった。ファンネル粘度は、新規増粘剤とCMC①、ポリアクリル系の増粘剤で増加し、高い効果があった。図3にB型粘度計を使用して、泥水に各種増粘剤を添加した際のズリ速度とズリ応力の関係を示す。降伏値はこの流動曲線の近似式の接点から求めた。

CMCの降伏値は、初期泥水とほぼ同等であった。ファンネル粘度では粘性が増加したのに対し、降伏値が大きく変わらなかったのは、CMCは静粘性よりも動粘性を上げていることを示している。一方で、新規増粘剤とポリアクリル系は降伏値を大きくする効果が認められた。以上のことから、新規増粘剤は、他増粘剤と比べて造壁性の向上と降伏値の増加に有効であることがわかった。

5. 現場適用試験

新規増粘剤の効果を検証するため、現場での適用試験を行った。本現場は掘削外径3.27m、延長2.8kmの泥水式シールド工事で、砂礫とシルト層が掘削対象である。砂礫層ではCMC0.5~1kg/m³を増粘剤として使用していたが、その一部を新規増粘剤とした。図4に現場適用試験における造壁性とファンネル粘度の結果を示す。なお、同図には比較のため、CMC使用区間の結果も併せて示している。新規増粘剤は、室内試験結果からCMCよりも効果が高いことがわかっていたため、使用濃度をCMCの半分(0.2~0.5kg/m³)とした。新規増粘剤の造壁性はCMCよりも低く抑えられ、ファンネル粘度はCMCよりも高く、現場使用においても効果が認められた。図4で変動が大きかったのは、添加後の数リングでCMCまたは新規増粘剤の効果が低減したためであり、逸泥量を抑えるためには定常的な添加管理が必要と考えられた。

参考文献 1) 喜田大三, 川地武: 泥水シールド工法における泥水に関する研究(その2) —砂礫地盤における泥水の品質管理—, 大林組技術研究所報, No.29, 1984.

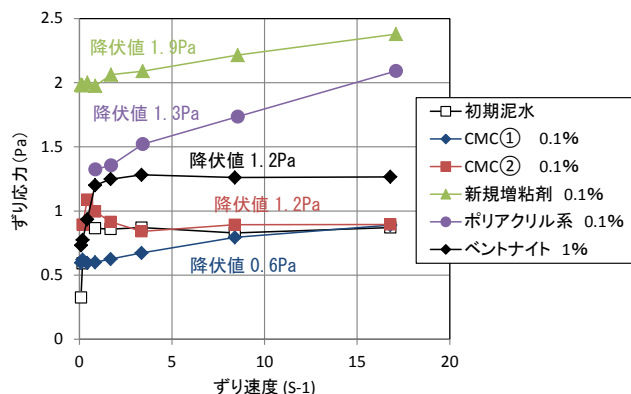
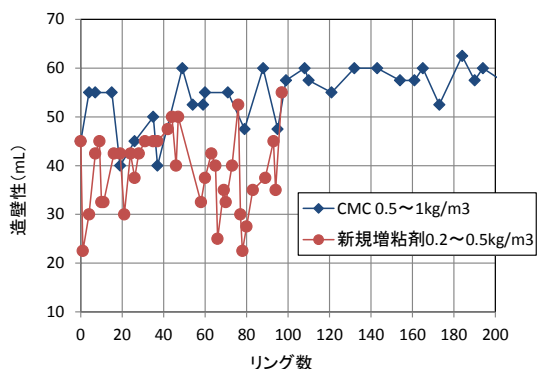
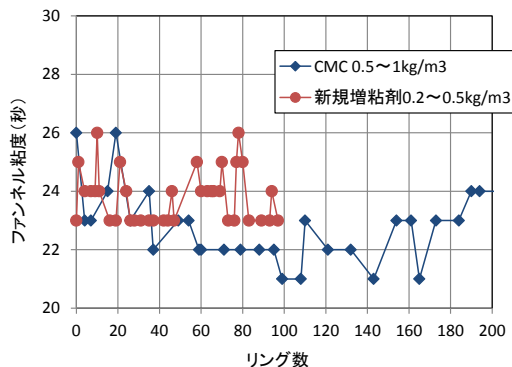


図3 ズリ速度とズリ応力の関係



API造壁性試験の結果



ファンネル粘度の結果

図4 現場適用試験の結果(抜粋)