

泥水シールド工法における崩壊性地盤での泥水の役割と必要性能（その6）  
高濃度泥水とPAA泥水のレオロジー特性の相違

株式会社テルナイト 正会員 佐久山 晋  
佐藤 巖  
株式会社ホージュン 正会員 佐々木育子  
エーケーケミカル株式会社 正会員 小林 一男

### 1. はじめに

その4～5を通じて、PAA泥水が地盤間隙を閉塞する効果があることが確認できた。本報では、見かけ粘性が同程度の高濃度泥水とPAA泥水を用いて、レオロジー面からの違いを測定して、逸泥抑制効果の要因を検討する。

### 2. 泥水配合と性状

高濃度泥水、PAA泥水およびPAA無添加の従来型泥水の配合を表1に、各泥水の性状を表2に示す。表2より高濃度泥水の性状は、比重、粘性がPAA泥水よりも大きく、ろ水量が小さいことが理解できる。

### 3. 応力制御型粘弾性測定器による粘性測定

各泥水の粘性を応力制御型粘弾性測定機で測定した。結果を図1に示す。

PAA無添加泥水は粘性が小さいが、PAAを添加すると泥水の粘性は増加する。

高濃度泥水はコロイド材と粉末粘土の含有率が大きいいため、PAA泥水より全せん断領域に渡って当量粘性は高くなっている。

### 4. 応力制御型粘弾性測定器による静的粘弾性の測定

各泥水のクリープ・リカバリー試験結果を図2に示す。この試験は、試料に一定の圧力を加えて変位の経時変化を追いつ（クリープ試験）その後圧力を解放した時の変位の回復を測定（リカバリー試験）して、物体の静的粘弾性を測定することができる。

図3に測定結果を示す。高濃度泥水が最も変形しにく

表1 泥水配合(1m<sup>3</sup>当たり)

|            | 高濃度泥水 | PAA泥水 | PAA無添加泥水<br>従来型泥水 |
|------------|-------|-------|-------------------|
| 清水 (kg)    | 839   | 929   | 929               |
| コロイド材 (kg) | 67    | 85    | 85                |
| 粉末粘土 (kg)  | 352   | 95    | 95                |
| PAA (kg)   | 0     | 0.2   | 0                 |

表2 泥水性状

|               | 高濃度泥水 | PAA泥水 | PAA無添加泥水<br>従来型泥水 |
|---------------|-------|-------|-------------------|
| 泥水比重          | 1.26  | 1.11  | 1.11              |
| ファンネル粘性(秒)    | 49    | 41    | 24                |
| イールドバリュ- (Pa) | 8.1   | 6.9   | 0                 |
| ろ水量 (ml)      | 13.7  | 15.8  | 16.6              |

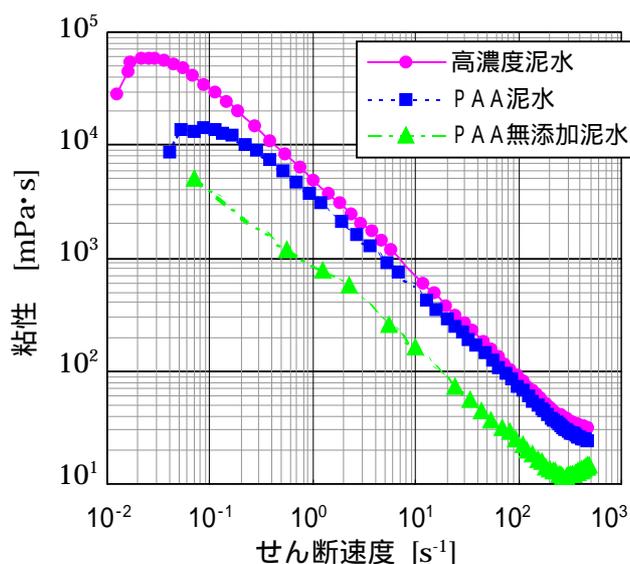


図1 各泥水の粘度曲線

キーワード 崩壊性地盤，泥水シールド工法，ポリマー泥水，逸泥対策，泥水性状

連絡先 〒342-0045 埼玉県吉川市木売3-6 株式会社テルナイト TEL 048-983-3481

く、PAA泥水、PAA無添加泥水の順に変形しやすくなっていることが理解できる。

バーガーによる4要素力学モデルに従うと想定して、4要素を計算した結果を表3に示す。前節の粘性測定結果と同様に、PAA無添加泥水が最小の粘弾性を示し、PAA泥水、高濃度泥水の順に粘弾性が大きくなる。

#### 5. 応力制御型粘弾性測定器による動的粘弾性の測定

泥水に100Hz～0.01Hzの振動を加えた時の応答から動的粘弾性（複素弾性率）を調べた結果を図3に示す。

動的粘弾性の測定は、試料に広い周波数帯域の振動を繰り返し加えて圧力に対する応答性より求める。

なお、 $G'$ は固体の性質に由来する弾性率で貯蔵弾性率、 $G''$ は液体の性質に由来する弾性率で損失弾性率と言い、その合計を複素弾性率 $G^*$ という。

図3より高濃度泥水とPAA泥水の弾性率は高周波数域では近似しているが、低周波数域ではPAA泥水の弾性率は高濃度泥水の弾性率より全て高くなっている。またPAA泥水の弾性率は全周波数域で $G' > G''$ になっている。

PAA泥水のように周波数依存性がなく、特に低周波域でも $G'$ と $G''$ が平坦で $G' > G''$ であるような動的粘弾性を持った液体は、レオロジーでは「真のゲル」と呼んでいる。この現象は泥水中の固形分とPAAが三次元的な網目構造を形成して水を不動化・固定化したためと考えられる。<sup>\*1</sup>

#### 6. まとめ

これまでより崩壊性地盤の逸泥防止にはPAA泥水が有効であることがわかっている。レオロジーでは高濃度泥水は粘性が高く固体の性質が大きい、PAA泥水は高濃度泥水ほど静的粘弾性が高くないことがわかった。またPAA泥水は真のゲル状態で、三次元的な網目構造で水を不動化していることが考えられる。

その4では模擬地盤の浸透実験では高濃度泥水が地盤中の地下水で稀釈を受けるのに対して、PAA泥水は稀釈を受けずに閉塞させることがわかったが、この現象はPAA泥水の構造状態によるものと理解できる。その5では凍結乾燥法で処理した泥水のSEM写真より、PAA泥水は三次元的な網目構造を形成していることが観測されている。これは真のゲル状態であることと一致している。以上の事実からゲル状態のPAA泥水が、崩壊性地盤に有効な役割を示していることが理解できる。

参考文献：\*1：西成勝好、食品の物性とゾル-ゲルの転移

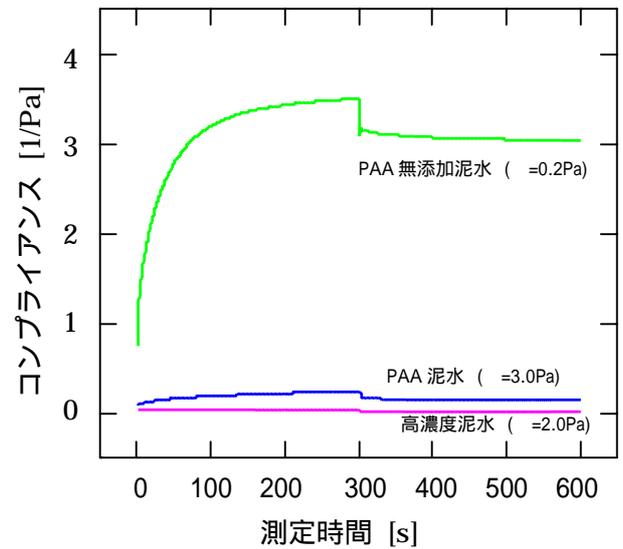


図2 各泥水のクリープリカバリー

表3 バーガーモデルのパラメータ

|         | 高濃度泥水              | PAA泥水              | PAA無添加             |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|
| E1(Pa)  | 42.98              | 12.51              | 0.84               |
| E2(Pa)  | 99.05              | 10.08              | 0.48               |
| 1(Pa·s) | $4.03 \times 10^4$ | $4.44 \times 10^2$ | $1.75 \times 10^1$ |
| 2(Pa·s) | $7.32 \times 10^4$ | $4.96 \times 10^3$ | $1.29 \times 10^3$ |

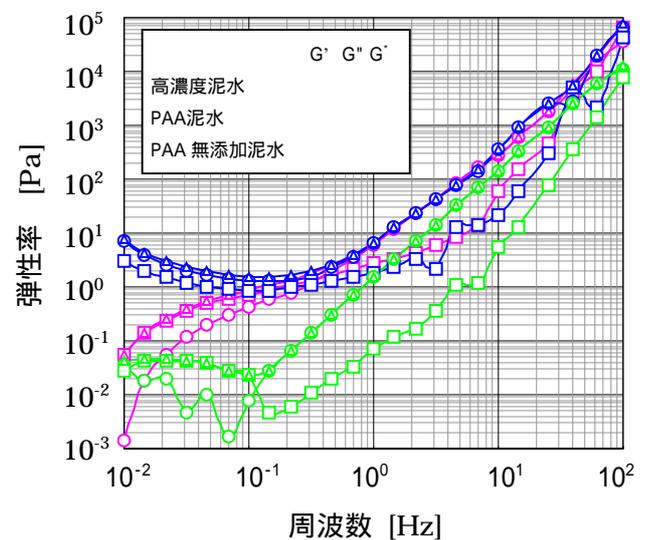


図3 各泥水の動的粘弾性