

## 泥水特性に関する基礎的研究 (その2) (泥水式シールド用泥水の耐塩性に関する研究)

Fundamental Study on Characteristics of Slurry – Part 2 –  
(The Salt-Proof and the Cement-Proof of the Slurry in Slurry Shield)

齊藤 顕次\*  
Kenji Saitō

野本 寿\*\*  
Toshi Nomoto

広川 文明\*\*\*  
Fumiaki Hirokawa

渡辺 徹\*\*  
Tōru Watanabe

平岡 博明\*\*\*\*  
Hiroaki Hiraoka

新藤 敏郎\*\*\*\*\*  
Toshirō Shindō

佐藤 靖彦\*\*\*\*\*  
Yasuhiko Satō

### 要 約

本研究は、泥水式シールド工法に用いる泥水への塩類混入の影響(耐NaCl性、耐セメント性)について明らかにするとともに、塩類混入に対する泥水の機能維持を目的として研究を行ったものである。その結果、劣化の程度はNaClに比べセメントによる影響はるかに大きいこと、また、分散剤添加泥水の耐塩性が大きいことが判明した。さらに、機能維持のためには多量の分散剤の添加を必要とすることも判明した。

### 目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 実験概要
- § 3. 添加剤の影響
- § 4. NaCl混入による影響
- § 5. セメント混入による影響
- § 6. まとめ
- § 7. おわりに

### § 1. はじめに

泥水式シールド工法に用いる泥水は、塩類(NaCl, セメント)が混入するとゲル状となり泥水としての機能を失う。NaClは海岸近くの地下水から、セメントは裏込め注入や地盤改良部から混入する可能性が大きい。

このため、本研究は塩類混入による劣化の程度を調査し、劣化泥水の機能回復のための分散剤の効果を明確にすることを目的とした。

### § 2. 実験概要

#### 2-1 実験内容

実験のフローをFig.1に示す。劣化に対する泥水特性の把握のため、主にレオロジー特性、ろ過特性およびpHに着目して各試験を行った。

#### 2-2 実験材料

実験材料をTable 1に示す。基本泥水は、笠岡粘土を水に対し40%加え混合したものとした。これに、ベントナイト4%と添加剤を加えた。ベントナイトは活性度の異なる2種類を使用し、そのメチレンブルー吸着量試験結果をTable 2に示す。

#### 2-3 実験方法

泥水特性試験では、Table 3に示すように混合方法、膨

\*技術研究部技術研究所副所長  
\*\*技術研究部土木技術課係長  
\*\*\*技術研究部技術研究所係長  
\*\*\*\*技術研究部技術研究所  
\*\*\*\*\*技術研究部土木技術課

潤時間、液温および塩類添加後の経過時間等の測定条件を一定に保った。

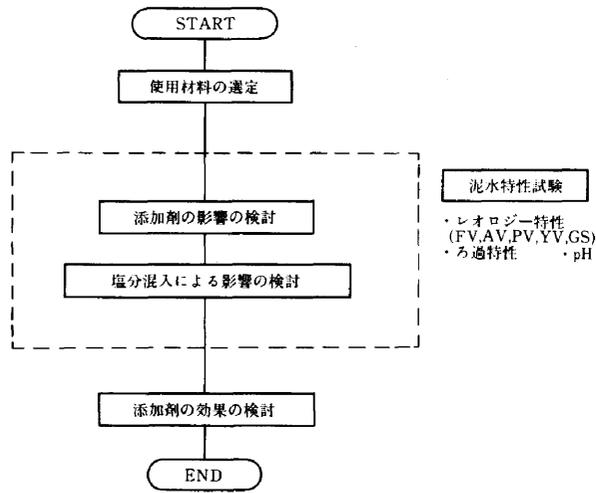


Fig.1 実験のフロー

Table 1 実験材料

因子	水準
基本材料	笠岡粘土
添加ベントナイト	妙義, 浅間
添加剤	なし ポリマー(ポリアニオンセルローズ系) 分散剤(水溶性カルボン酸塩複合物)
塩類の混入	なし, NaCl, セメント

Table 2 メチレンブルー吸着量試験結果

ベントナイト	メチレンブルー吸着量
妙義	22.5meq/100g
浅間	37.5meq/100g

Table 3 測定条件

因子	水準
混合方法	ミキサー500rpmで ベントナイト 10分間攪拌 粘土 "
膨潤時間	24時間
液温	20℃
測定開始時間	塩類添加の30分後

### § 3. 添加剤の影響

塩類添加に先立ち、泥水にポリマー、分散剤を添加し、添加量による泥水特性への影響を調べた。その結果をろ過水量、ファンネル粘性FV、イールドバリューYVに関してFig.2,3に示す。

保護コロイド型ポリマーは、粘土粒子を被膜してコロ

イド状態を維持し、泥壁形成性を改良する機能を持つ。一方、分散剤は粘土粒子に吸着し粒子間の反発力を大きくする働きを持つ。

ポリマー添加量による変化を見ると、添加量の増加とともに粘性が増加し、ろ過水量は減少する。また、粘性の増加の程度は、通常、ベントナイト泥水(4~8%)が0.1~0.2%の添加量を必要とするのに比べ、少量のポリマー添加で効果が現れ、泥水に占めるソリッド量の影響が顕著であることと、添加ベントナイトの活性度による影響も大きいことが判る。一方、ろ過水量はベントナイトの活性度の高い方が当然少なくなっているが、添加量0.05%以上では大きな差は認められない。

分散剤の添加量による変化を見ると、添加量の増加とともにFVは増加するが、YVについては変化がなく、またろ過水量は減少する。このように、土粒子の分散やろ過水量の減少には効果がある。

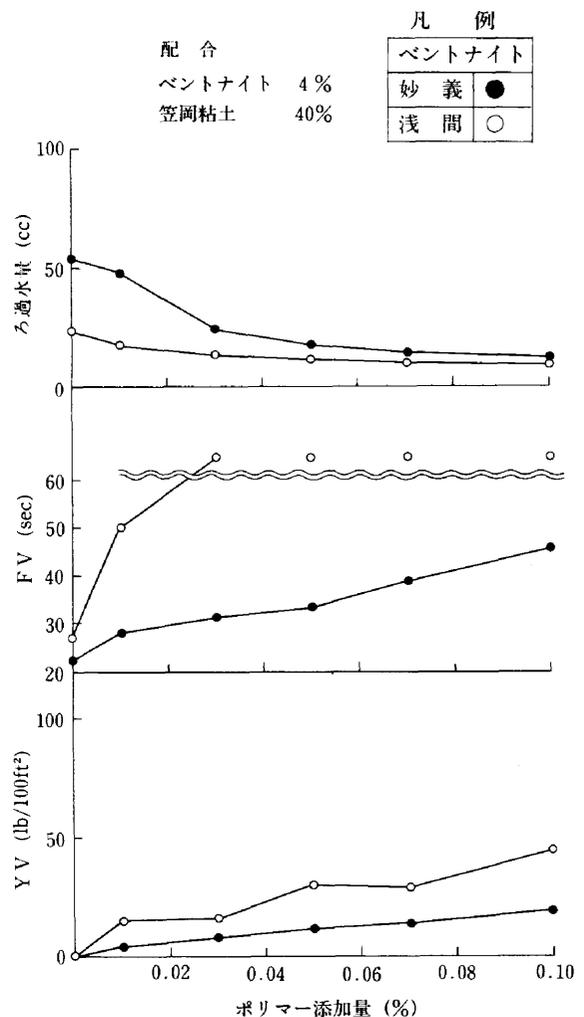


Fig.2 ポリマー添加の影響

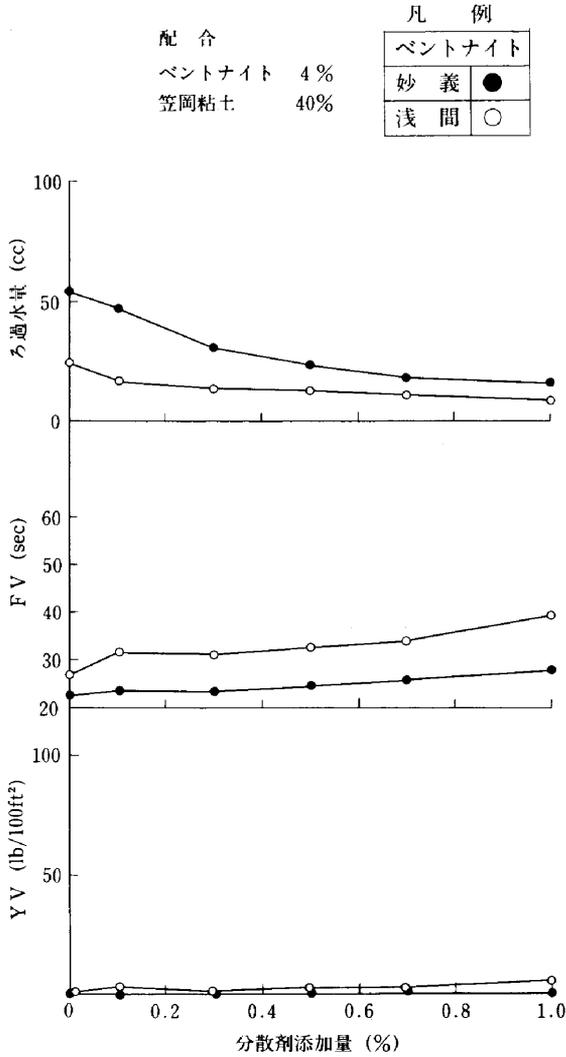


Fig.3 分散剤添加の影響

### § 4. NaCl混入による影響

#### 4-1 ポリマー添加泥水

添加したポリマーは耐菌性・耐塩性でエーテル化度が1.3~1.6のものである。泥水としてベントナイト2種類について、NaClを0~3%添加し泥水特性の変化について試験したが、活性度の高いベントナイト添加泥水はゲル化が著しく測定不能となった。結果をFig.4に示す。

ポリマー添加量0%の泥水はろ過水量、粘性ともNaCl混入量に影響されない。ただし、NaClが混入するとpHはやや減少する。ポリマー添加泥水ではNaCl混入量に比例してろ過水量が増加するが、粘性には影響が少ない。このことから1%以上のNaCl混入に対してポリマー添加によるろ過水量減少効果はあまり期待できない。

#### 4-2 分散剤添加泥水

主な試験結果をFig.5,6に示す。

ろ過水量、粘性についてNaCl混入の影響を見ると、ポリマー添加泥水の場合とほぼ同様な傾向を示している。分散剤添加泥水のろ過水量及びYVがNaCl混入に比例して増加しているものの、分散剤無添加泥水と比較するとろ過水量減少の効果は現れている。

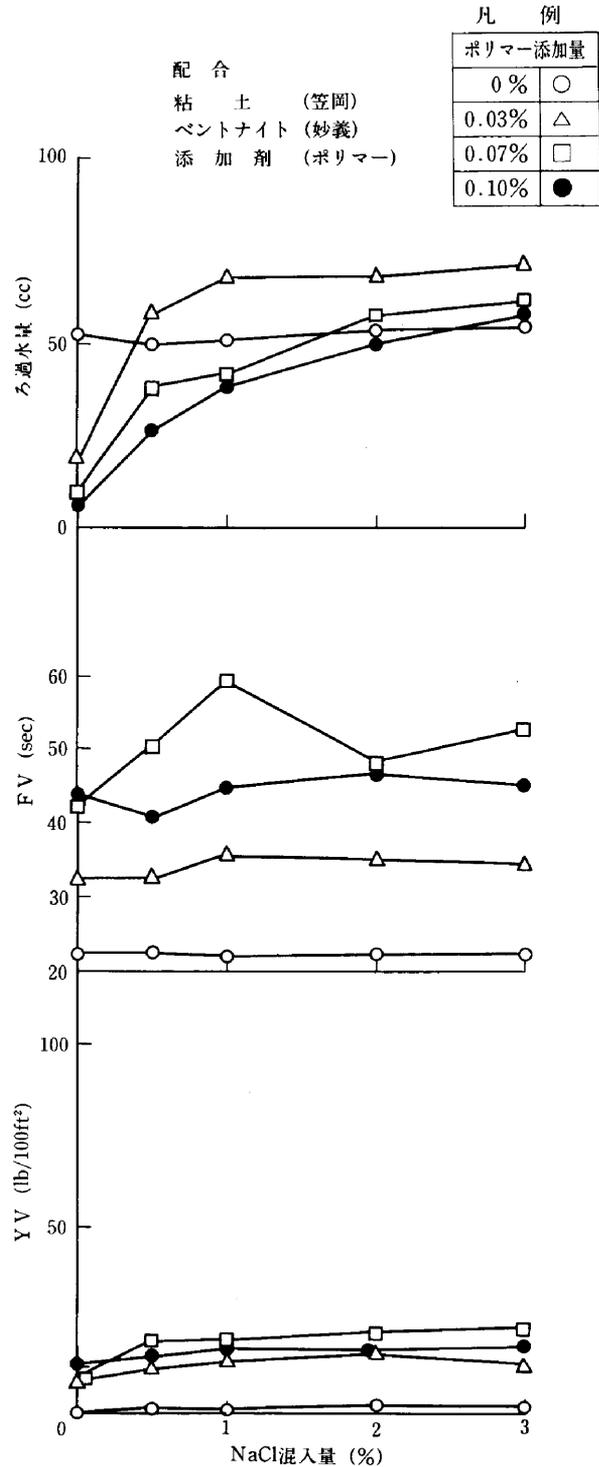


Fig.4 NaCl混入の影響(ポリマー添加泥水)

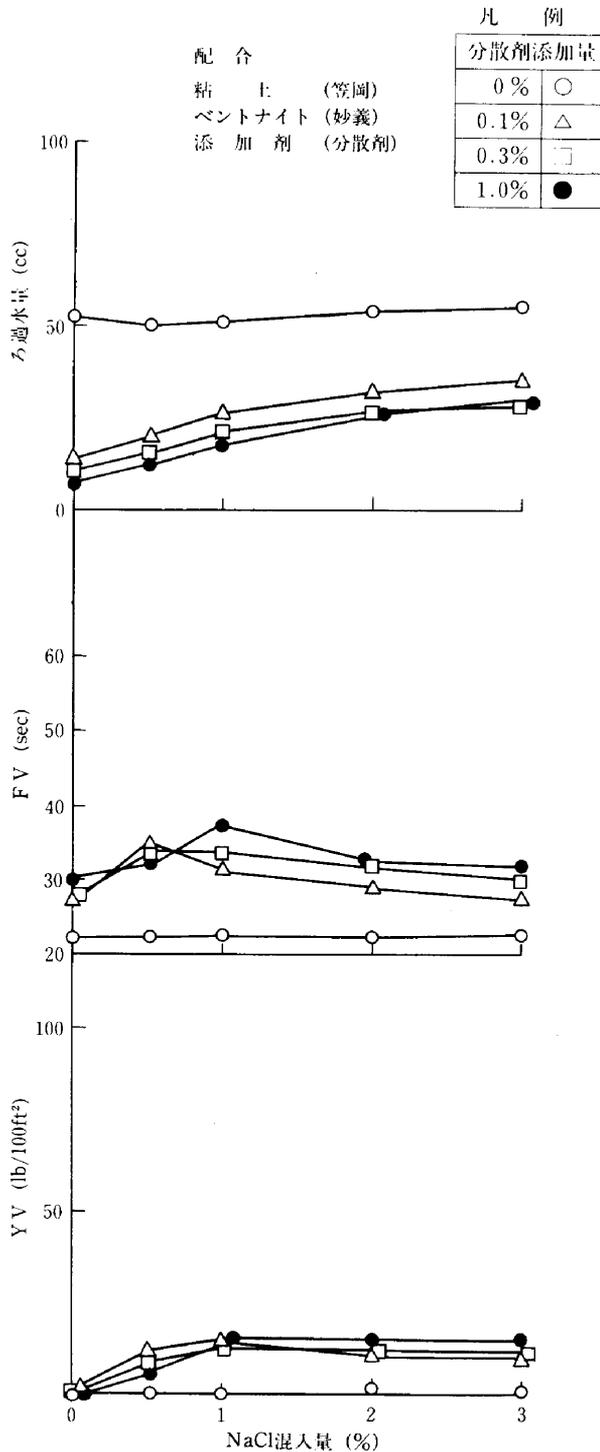


Fig.5 NaCl混入の影響(分散剤添加泥水)

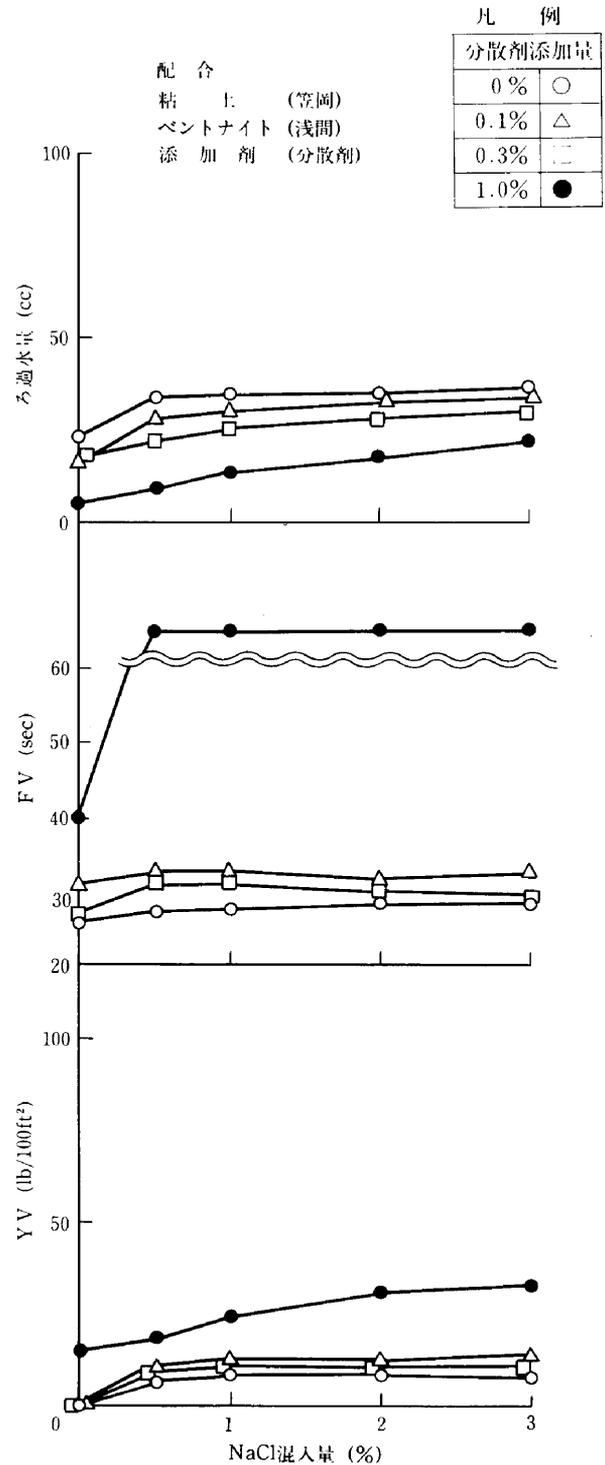


Fig.6 NaCl混入の影響(分散剤添加泥水)

### § 5. セメント混入による影響

セメントなどCaイオンが泥水中に混入すると、ベントナイト粒子上に吸着して反発力が小さくなり凝集する。セメント混入の影響を調べるため、泥水にセメントを0~5%添加し泥水特性試験を行った。

#### 5-1 ポリマー添加泥水

NaCl混入の場合と同様に、活性度の高いベントナイト添加泥水はゲル化が著しく測定不可能となった。結果をFig.7に示す。

セメント混入による影響は、Fig.4との比較により明らかのように、NaCl混入と比べてろ過水量とFVは著しく増加し、少量のセメント混入で泥水としての機能を完全に失う。ポリマー添加量による差もあるが、ポリマー

添加の効果はせいぜいセメント混入0.5%以下の範囲に限られる。

また、セメント混入時には pHが増加し、混入量1%以上で pHは12程度になる。

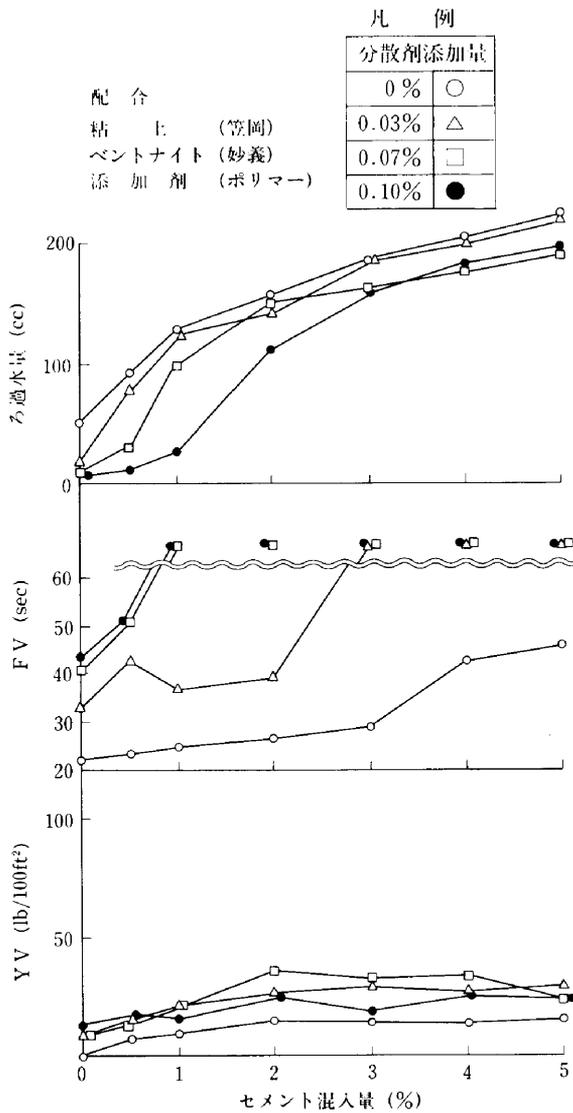


Fig.7 セメント混入の影響(ポリマー添加泥水)

### 5-2 分散剤添加泥水

試験結果をFig.8,9に示す。

添加ベントナイトによる違いはあるものの、分散剤の添加量に反比例してろ過水量は減少する。また、添加量1%でろ過水量に関する機能はほぼ維持され、ろ過水量の減少効果は活性度の低いベントナイトで顕著に現れた。

粘性に注目すると、FVについては無添加泥水以外で多くの場合60secを超えており、添加量1%のとき活性度の低いベントナイト添加泥水で測定可能範囲に回復する。このことはYVで見ると明確であり、セメント混入

量によるばらつきはあるものの、分散剤1%の添加で泥水はかなり機能維持されていることを確認できる。また、0.1~0.3%の少量の分散剤添加はゲル化を促進させる傾向も見られ、セメント混入に対する分散剤の添加量には十分注意を要する。

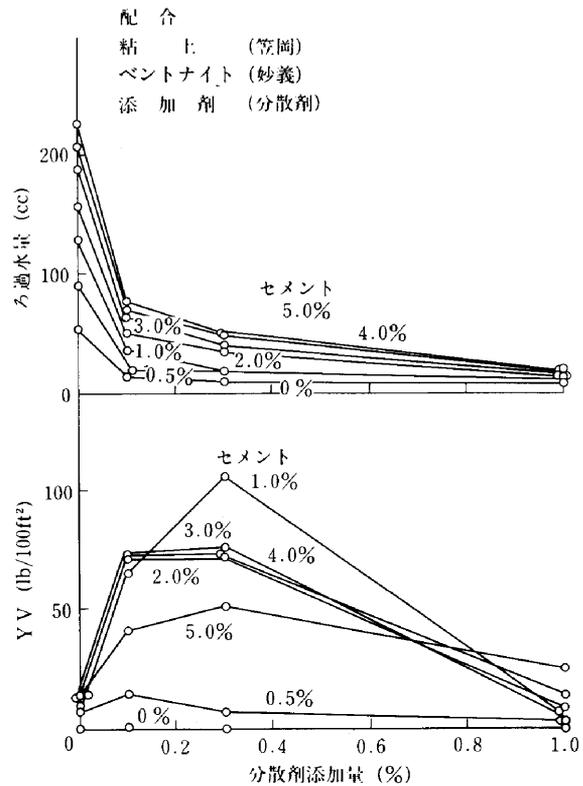


Fig.8 セメント混入の影響(分散剤添加泥水)

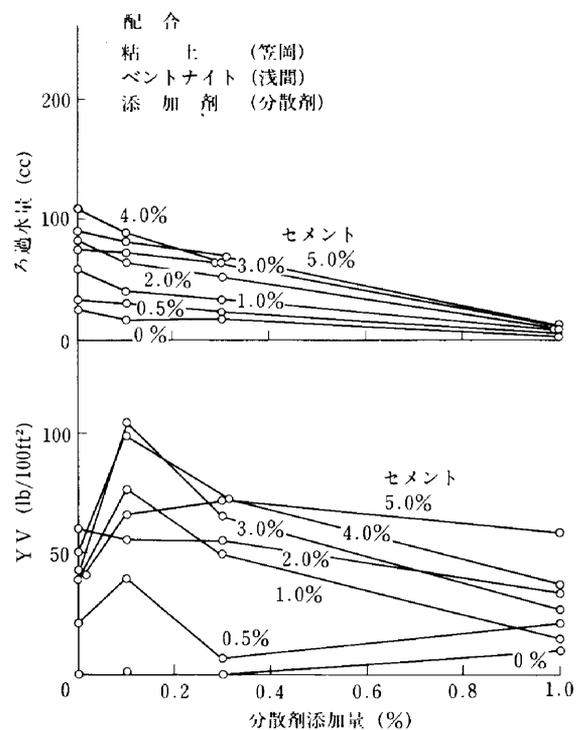


Fig.9 セメント混入の影響(分散剤添加泥水)

## § 6. まとめ

泥水の耐塩性についての研究から明らかになった事項は以下のとおりである。

- 1) 塩類混入による影響は、NaClに比べセメント混入の方がはるかに大きく、ろ過水量、粘性が著しく増加する。
- 2) 塩類混入の無い場合には、添加剤の添加量による機能向上は必ずしも比例せず、各々の泥水について適性添加量を定める必要がある。
- 3) ポリマー添加泥水の耐塩性は少なく、脱水量減少の効果はあまり期待できない。
- 4) 分散剤添加泥水の耐塩性は、セメント混入に対して添加量を増加することによって効果が現れるが、泥水式シールド用の泥水はソリッド量が多いため、分散剤の添加量もそれに比例して多くする必要がある。また、活性度の低いベントナイト添加泥水の場合、セメント及びNaClの混入に対して分散剤の効果がある。

## § 7. おわりに

本研究は、泥水式シールド用の泥水の塩類混入による影響を明確にし、その機能維持を目的に試験を行ったが、塩類混入による泥水特性への影響は微妙なものがあり、混入方法や混入後の経過時間によって変化する。そのため、前述の試験方法を定め実験を行った。

何れにせよ、塩類混入により劣化した泥水の機能回復は難しく、今後も研究を続ける必要がある。

## 参考文献

- 1) 沖野文吉「ボーリング用泥水」技報堂出版
- 2) 土質基礎工学ライブラリー15「土質工学における化学の基礎と応用」土質工学会