

若材令のセメントベントナイト系遮水壁による六価クロム抑留効果の改善に関する研究

東京理科大学 正会員 柏谷 衛 出口 浩○岡野友則
 ライト工業（株）技術研究所 正会員 岩佐 弘 飯尾正俊

1. はじめに 地下水は廃棄物貯蔵場、工場跡地等の様々な汚染源からの汚染の危険性を持っている。そこで、汚染をそれ以上拡散させないための一手段として周辺環境との隔離が考えられる。筆者らはセメントベントナイト（以下CBと呼ぶ）から成る遮水壁を施工することにより隔離を行なうことを考えた。そこで重金属汚染水を若材令のCBに連続的に通水する透水試験を行ない、CBの若材令での抑留能力を検討した。その結果、Cd、Znの完全な抑留が可能であることが分かった^{1) 2)}。今回は汚染水として六価クロム（以下 Cr^{6+} という）溶液を用い、若材令CBの Cr^{6+} に対する抑留能力について検討した。

2. 実験装置及び方法 実験装置を図-1に示す。室内透水試験機は、透水試験モールド、人工汚染水タンク、側圧水タンク、転倒ます式流量計、サンプラー、パソコン、恒温水槽（20℃）及びコンプレッサーから構成されている。

透水試験モールド内の供試体は各種のスラリーを作液したものを円柱状のグラウト袋に入れ7日間の水中養生を行なった後、寸法 $\phi 5.0\text{cm} \times 10\text{cm}$ （約 196cm^3 ）の円柱状に整形した。室内透水試験はこの供試体に汚染水通水圧 0.5kgf/cm^2 、側圧 1.0kgf/cm^2 の条件で通水を行なった。供試体より浸出する水は転倒ます式流量計により測定し、透水係数の算定を行なった。また、浸出水量 300mL 毎にサンプラーを動かして分析用の試料を自動的に採取した。使用した人工汚染水は重クロム酸カリウムを蒸留水に溶かした溶液であり、Crで 5.0mg/L 、pHを6.0に調整したものである。

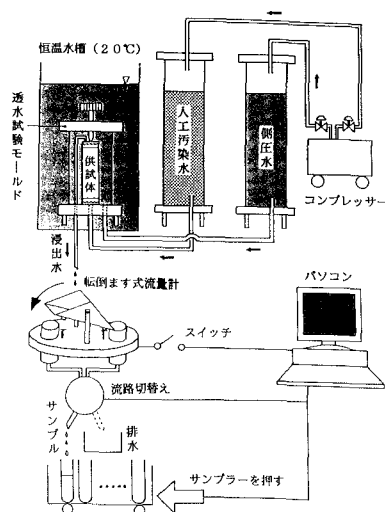


図-1 実験装置の概要

表-1 CB供試体の配合

略称	セメント※1 C (kg)	ベントナイト※2 B (kg)	膨張材※3 E (kg)	ポゾリス※4 P (kg)	アルミ粉末 A (kg)	水 W (kg)
CB	250	60	—	—	—	1000
CB・E	250	60	27.5	—	—	1000
CB・P	250	60	—	2.5	—	1000
CB・A	250	60	—	—	0.025	1000
CB・EP	250	60	27.5	2.5	—	1000

※1 セメント：日鉄高炉B種

※2 ベントナイト：豊洋ベントナイト#250

※3 膨張材：デンカCSA#20

※4 ポゾリス：ポゾリス GF630A2

3. 予備調査 筆者らは、若材令の供試体（円柱状： $\phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$ ）に Cr^{6+} （ 5.0mg/L 、pH 6.0）を通水する実験を行ってきた。この結果、CB供試体に Cr^{6+} の汚染水を $4.5 \sim 6.0\text{L}$ しても浸出水に Cr^{6+} は検出されなかったが、この範囲を越えると Cr^{6+} は流出が始まり、抑留限界が $4.5 \sim 6.0\text{L}$ であった。

抑留量は、CB供試体の内部を複雑化させて、 Cr^{6+} の流出に対する抵抗を与えることによって増大できると考えられる。セメントが硬化する際に生成する結晶の一つにエトリンガイト（針状の結晶）があり、アルニウムを添加することにより、エトリンガイトの生成を促進することが知られてきた³⁾。筆者らはこのこ

とを利用し、内部構造が複雑化できるのではないかと考え、CBにアルミニウム系混和材またはアルミニウム粉末を添加する基礎実験を行なった。

4. 内部構造の複雑化のための基礎実験

4.1 配合その1 CB供試体の内部構造の複雑化を図るため膨張材、減水剤(ポゾリス)、アルミ粉末を用い、配合をした。配合を表-1に示す。

4.2 実験結果 透水係数の経日変化を図-2に示す。CBに膨張材を添加したCB・Eを除く他の4種は多少の変動はあるものの透水係数に顕著な差は見られなかった。また、CB・Eは膨張材の添加により膨張作用だけが働き内部構造が複雑化しなかったため、透水係数が高くなったと考えられる。

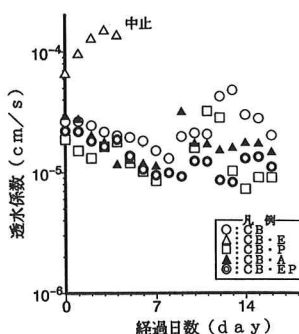


図-2 透水係数の経日変化

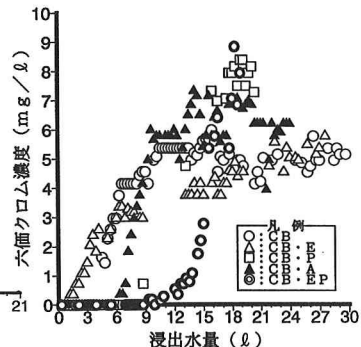


図-3 浸出水量と Cr^{6+} 濃度の関係(配合1)

また、浸出水量と六価クロム濃度の関係を図-3に示す。 Cr^{6+} を最も抑留することができたのはCBに膨張材とポゾリスを添加したCB・EPであり、

CBに比べて2.7倍の抑留が可能となった。写真-1、写真-2にCB、CB・EPのSEM写真を示す。CBに比べ、CB・EPは大小様々なエトリンサイトが生成しており、内部構造が複雑化されていたことがわかる。

4.3 配合その2及び実験結果 内部構造の複雑化に効果があったCB・EPのポゾリス添加量をセメント重量比で0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、3.0%と変化させポゾリスの最適な添加率を求める実験を行なった。結果を図-4に示す。抑留量が最も多かったのが1.0%の添加率であり前述のCBに比べ抑留量は2.2倍であり、添加量は1.0%が最適となった。

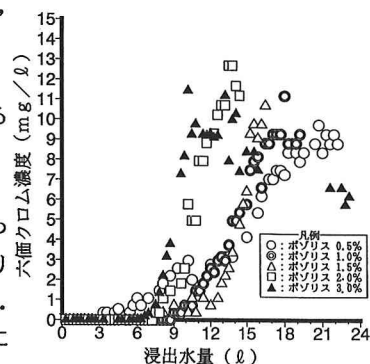


図-4 浸出水量と Cr^{6+} 濃度の関係(配合2)

5. 考察 地下水には Mg^{2+} 、 Ca^{2+} などの鉱物質が含まれており本実験に使用した蒸留水よりも透水係数は低下しやすくなると考えられる。また、本実験で透水させた圧力は入口の接触面積に対して 0.5kgf/cm^2 であった。

このようなことから、本実験で設定した条件はかなり危険側にあったといえる。しかし、CB・EP(P比1.0%)を設定すると、若材令でも Cr^{6+} をより多く抑留できることが認められ、 Cr^{6+} の流出防止の可能性が高くなった。

6. まとめ

- (1) CBに膨張材とポゾリスを添加するとエトリンサイトが多数生成した。
- (2) ポゾリスの添加率はセメント重量比で1.0%添加した場合が Cr^{6+} の抑留量が最も増加し、効果的であった。

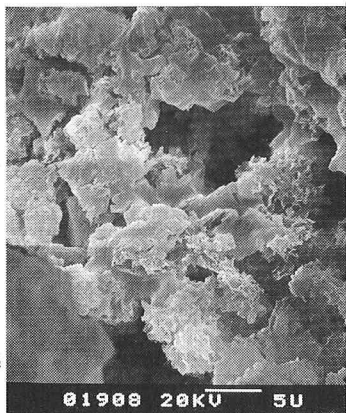


写真-1 CB供試体内部

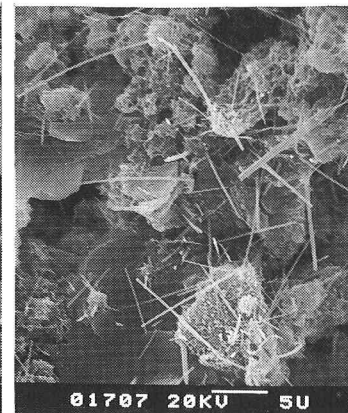


写真-2 CB・EP供試体内部

- #### 6. 参考文献
- 1) 柏谷ら:セメントベントナイト系多孔質硬化物による重金属流出防止に関する研究, 院薬物学会第3回研究発表講演論文集, p579~p582, (1992)。
 - 2) 柏谷ら:セメントベントナイト系遮水壁による地下水汚染防止に関する研究, 第27回日本水環境学会年會講演集, p206~p207, (1993)。
 - 3) 岡田 清・六車 照 編集, コンクリート工学ハンドブック, p659~p660, 朝倉書店, 1981。