

Ⅲ－B410

セメントベントナイトスラリーウォールの重金属遮蔽に関する研究

京都大学防災研究所 正会員 嘉門雅史

同 上 正会員 勝見 武

阪神電気鉄道株式会社 正会員○宮武一都

1.はじめに

今日、工場跡地や廃棄物処分場からの地下水への汚染物質の浸透によって、広範囲に及ぶ地下水汚染が危惧されている。そこで、汚染物質を地下水に浸透させないために、汚染源をセメントベントナイトスラリーウォール(以下CBと略す)という遮水壁で周辺環境から隔離することを考えた。過去の研究¹⁾ではCBの単位体積質量、強度、透水性などが報告されているが、遮水壁として汚染物質の拡散を防ぐためにはCBの汚染物質の遮蔽性能(汚染物質に対する緩衝能)に注目する必要があると考えられる。

そこで本研究では、CBの汚染物質に対する遮蔽性能を調べるために、汚染物質として汚染源に多く含まれ毒性の強い Pb^{2+} 、 Cd^{2+} を取り挙げ、 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} を含む溶液をCB供試体に流下して流出液のpH、流出液中の Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 濃度を測定し、CB供試体からの重金属溶出特性を調べた。

2.CBに関して²⁾

CBは、主にヨーロッパ諸国で採用されていて、壁面安定のためベントナイトスラリーを注入しながら溝を掘削し、そのスラリーにセメントを加えて造成された遮水壁のことである。過去に造成された遮水壁は、幅は0.6m～1.5m、深さは15～25mのものが報告されている。構成成分は質量%でベントナイト約5%、セメント約15%、水約80%である。

3.実験概要と結果

3.1 CBに関する基礎実験

流下試験に先立ってCBの工学的特性を把握する実験を行った。 Na^{+} -ベントナイトと蒸留水をミキサーで混ぜてスラリーを作製し、ベントナイトを十分に膨潤させるためそのスラリーを1日放置した後、放置したスラリーの密度とファンネル粘度を測定した。その後、スラリーに普通ポルトランドセメントを加え、ミキサーで混ぜた後、湿潤養生した。作製したCB供試体の配合はベントナイトが質量%で7.5%、普通ポルトランドセメントが15、17.5、20%であり、養生日数は各配合に対し3、7、14、28、90日である。養生した後、CB供試体の単位体積質量、一軸圧縮強さ、透水係数を測定した。28日養生のCB供試体の単位体積質量、一軸圧縮強さ、透水係数の値を表1に示す。養生日数の増加とともにCB供試体の一軸圧縮強さは増加し、単位体積質量、透水係数は減少することがわかった。

表1 流下試験に用いた供試体の諸特性(28日養生)

配合(%)	単位体積質量(g/cm ³)	一軸圧縮強さ(kPa)	透水係数(cm/s)
B7.5、C15、W77.5	1.167	658.7	5.9×10^{-6}
B7.5、C17.5、W75	1.184	870.0	6.5×10^{-6}
B7.5、C20、W72.5	1.206	1001	4.8×10^{-6}

3.2 CB供試体に対する重金属流下試験

CBの重金属遮蔽性能を調べるため、 Pb^{2+} (100ppm、10ppm)、 Cd^{2+} (71.3ppm、7.13ppm)を含む溶液を上記の配合CB、重金属イオン、pH、鉛イオン、金属水酸化物
京都大学防災研究所地盤災害部門地盤防災解析分野(京都府宇治市五ヶ庄・Tel 0774-38-4090・FAX 0774-32-8651)

のCB供試体に流下し、CB供試体からの流出液のpH、流出液中の Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 濃度を測定した。流出液のpHは図1、2に示すように各重金属イオン、各流下濃度の場合とも、流下初期には12.5以上の値を示して、その後、累積流下量の増加とともに減少する傾向にある。セメント量の違いによる流出液のpH特性の違いは、セメント量が最も少ない15%の場合が17.5%、20%の場合と比べて流出液のpHの減少が大きいことがわかる。流出液中の重金属イオン濃度は Pb^{2+} 流下の場合、図3に示すように累積流下量が2000mlまでは0.1～0.2ppmであるが、2000mlを越えると0～0.1ppmの範囲に収まっている。 Cd^{2+} 流下の場合は、図4に示すように累積流下量が増加してもほぼ0～0.01ppmの範囲に収まっている。累積流下量が2000mlまでだと、両重金属でこれほど流出濃度に差があり、両重金属の場合とも流下した溶液の濃度の違いによって、流出した重金属イオン濃度の違いがみられないのは、両重金属イオンの錯イオン形成量の差、金属水酸化物の沈殿生成³⁾によると考えられる。

4.まとめ

- 1) CB供試体に重金属溶液を流下すると流出液のpHは流下初期で約12.5を示し、累積流下量の増加とともに流出液のpHが減少する傾向にある。
- 2) 流出液中の重金属イオン濃度は Pb^{2+} の場合、累積流下量が約2000mlまでは0.1～0.2ppm、2000mlを越えると0～0.1ppmである。 Cd^{2+} の場合は累積流下量に関係なくほぼ0～0.01ppmの範囲に収まっている。
- 3) 両重金属の流下初期での流出濃度の違い、流下溶液中の重金属イオン濃度の違いによる流出液中の重金属イオン濃度に差がみられないのは、重金属イオンの錯イオン形成量の差、金属水酸化物の沈殿生成によると考えられる。

今後は累積流下量をさらに増やしてCB供試体からの重金属イオンの溶出特性を調べ、CBの重金属遮蔽性能を定量的に評価したいと考えている。

参考文献

- 1) S.A. Jefferis: Bentonite-Cement Slurries for Hydraulic Cutoffs, Proc., 10th ICSMFE, Stockholm, A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp.435～440, 1981.
- 2) J.C. Evans: Vertical Cutoff Walls, Geotechnical Practice for Waste Disposal, Chapman and Hall, London, pp.430～454, 1993.
- 3) C.N.ソーヤー他：環境工学のための化学、基礎編、森北出版、PP.190～197、1982.

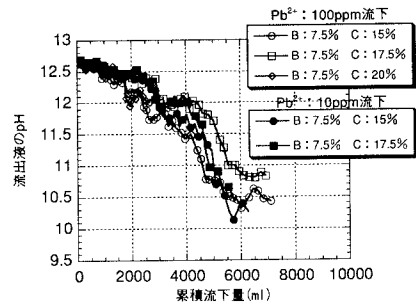


図1 流出液のpHと累積流下量の関係 (Pb^{2+} 流下の場合)

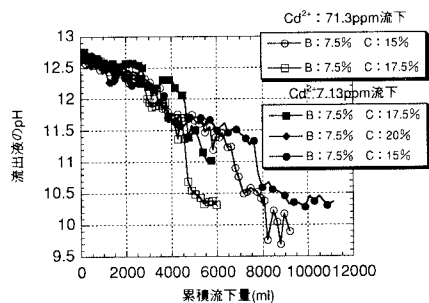


図2 流出液のpHと累積流下量の関係 (Cd^{2+} 流下の場合)

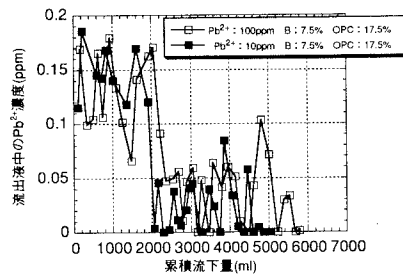


図3 流出液中の Pb^{2+} 濃度と累積流下量の関係 (ICP測定結果)

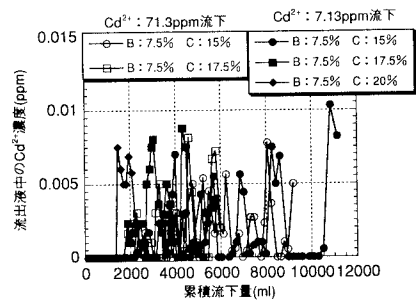


図4 流出液中の Cd^{2+} 濃度と累積流下量の関係