

有明粘土の六価クロム吸着特性に関する実験

佐賀大学理工学部 学生員 ○深見 哲央
同低平地研究センター 正員 柴 錦春
同理工学部 正員 三浦 哲彦

1. はじめに

地盤汚染が環境問題となっており、地盤の汚染防止と汚染された地盤の浄化技術開発は地盤工学の急務である。六価クロムによる地盤汚染の例として、佐賀県のある場所では環境基準の数十倍もの六価クロムが検出されている。本研究では、バッチコンタクト試験とコラム浸透試験によって六価クロムと有明粘土との相互作用メカニズムを明らかにすることを目的としている。

2. バッチコンタクト試験とコラム試験

(1) バッチコンタクト試験 吸着特性の検討に必要な分配係数を測定するためにバッチコンタクト試験を行った。実験対象とした福富粘土と江北粘土の特性は表一1 の通りである。バッチコンタクト試験は (ASTM4646-87) 1) によって行った。1 リットルの容器に一定濃度の六価クロム溶液 (700cc) と乾燥重量 70 g の粘土を入れ、攪拌機によって攪拌した。その後、遠心分離機により粘土と溶液を分離させ溶液の濃度を測定した。その溶液の濃度変化から吸着量 (分配係数) を求めた。

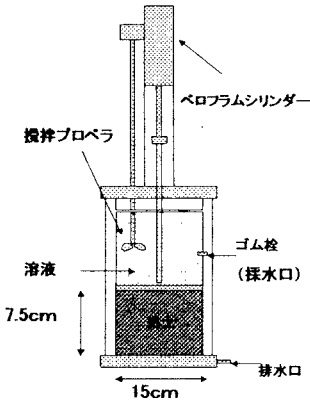
(2) コラム試験 コラム試験では、実際の地盤に近い形で六価クロムの吸着特性の確認を目的としている。実験には図一1 の装置を使用した。実験に用いた試料は不攪乱の福富粘土である。コラム試験方法はコラム試験機に粘土をセットし、粘土の上部に六価クロム溶液 (67ppm) を入れる。ペロフラムシリンダーにより上部から圧密荷重 (50 k Pa) をかけた。試験中に蒸留水を加え水頭を一定に維持した。また、図一1 に示す攪拌プロペラによって溶液の濃度を均一に保った。定時的に採水口から溶液を取り出し濃度を測定した。試験後、粘土をスライ

3. 実験結果と考察

(1) バッチコンタクト試験結果 バッチコンタクト試験結果は表一2、3 の通りである。吸着特性は図一2 に示している。表一2、3 および図一2 により福富粘土の吸着能力は江北粘土より大きいこと、粘土の吸着量 (S) と混合後の溶液の濃度 (C) の関係は非線形であることがわかる。溶液の濃度は一定の値を超えると吸着量はほぼ一定となった。初期の線形部分の分配係数 (k_d) は福富粘土では約 270ml/g、江北粘土では約 20ml/g である。表一1 に見られるように、測定した 2 つの粘土の物理・化学特性には大きな差がない。しかし、表一2 と表一3 から、混合後における溶液の pH 値には大きな差が認められる。福富粘土の場合の pH は 5.52~6.35、江北粘土の場合

表一 粘土の特性

soil	W _p	W _L	CEC(meq/100g)	比表面積 (m ² /g)	有機物含有量 (%)	ORP (mv)
江北	47.6	109.9	25.4	35.36	7.6	268.7
福富	56.4	109.9	34.8	41.25	7.4	236.1



図一1 コラム試験装置

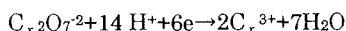
表一2 江北粘土のバッチコンタクト試験結果

初期六価クロム濃度 (ppm)	pH	電導誘導率 (ms/cm)	混合後溶液中の六価クロム濃度 (ppm)
5	8.24	1.16	1
14	8.24	1.2	5
30	8.84	1.04	10
50	8.4	1.11	30
100	8.4	1.3	73
200	8.24	1.65	173
300	7.97	2	270

表一3 福富粘土のバッチコンタクト試験結果

初期六価クロム濃度 (ppm)	pH	電導誘導率 (ms/cm)	混合後溶液中の六価クロム濃度 (ppm)
50	6.1	0.51	0
60	6.29	0.82	0
70	5.65	0.87	1.8
80	6.33	0.91	2.8
100	6.11	0.51	6.8
150	5.52	0.92	81
200	6.36	0.68	130
250	5.94	0.95	180
300	6.35	0.99	270

の pH は 7.97～8.24 であった。これより、六価クロムに対する粘土の吸着特性は混合後の溶液の pH が影響していると考えた。実験に使用した六価クロム溶液はクロム酸カリウム ($K_2Cr_2O_7$) であり溶液中に K^+ と $Cr_2O_7^{2-}$ の形で存在している。 $Cr_2O_7^{2-}$ は水素イオン H^+ と反応して、三価クロムを生成し、粘土に吸着する。



溶液の pH が低下すると溶液中の H^+ が増加し、上式の反応が活性化すると考えられる。このことを確かめるために、江北粘土に塩酸を入れ pH 値を約 7 に調整して試験を行った。その結果は表-4 に示している。図-3 は塩酸を入れた場合と入れない場合の吸着特性の比較である。これより、pH 値が粘土の六価クロムに対する吸着特性に深く関わっていることは明らかである。

(2) コラム試験の結果 コラム試験結果は図-4 の通りであった。図中に移流拡散プログラム Migrate による解析²⁾結果を載せている。実験値と比べると、解析値は初期の濃度減少が早く、後には遅くなっている。解析では線形可逆を仮定したが、実際の吸着特性は非線形である。図-2 に示すように、線形吸着特性を示すのは約 3ppm までである。解析値では可逆の吸着特性の仮定で六価クロム濃度の低下に伴って吸着した量を放出する。しかし、実際の粘土の吸着現象は不可逆的であると推測でされ、試験後、粘土の間隙水から六価クロムと三価クロムは検出されなかった。コラム試験より六価クロムに対して福富粘土が高い吸着能力を持っていること、および非線形・不可逆吸着特性を有することが確認できた。

4. まとめ

バッチコンタクト試験とコラム試験により 2 つの有明粘土について六価クロムに対する吸着特性を検討した。吸着特性は土と溶液を混合した後の pH 値が大きく影響する。混合後の pH 値が酸性に近づくとき粘土の吸着量は上がる (福富粘土)。また、六価クロムに対する粘土の吸着特性は非線形・不可逆である。

(参考文献)

1) ASTM(1993) Standard test method for 24-h batch-type measurement of contaminant sorption by soils and sediments(D4646-87). American society for Testing and Materials. Philadelphia.

2) Rowe, R.K. and Booker, J.R.(1998). MIGRATE-analysis of 2D pollutant migration in a non-homogeneous soil system: Users manual. Report Number GEOP-1-88, Geotechnical Research Center, University of Ontario, London, Canada.

表-4 塩酸添加した江北粘土の試験結果

初期六価クロム濃度 (ppm)	pH	電導率 (ms/cm)	混合後溶液中の六価クロム濃度 (ppm)
10	6.85	1.67	0
20	6.88	1.67	0
30	7.07	1.3	0.042
40	7.06	1.61	0.35
50	7.16	1.58	0.85
80	7.17	1.57	16
100	7.29	1.67	33
150	7.13	2	86

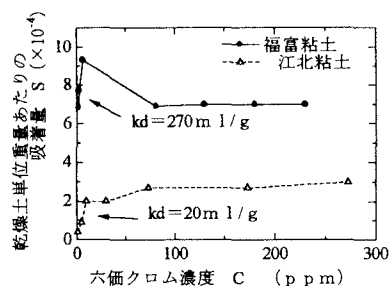


図-2 江北粘土と福富粘土の吸着量

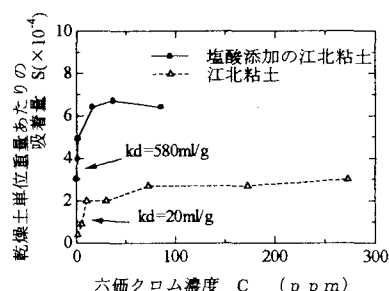


図-3 吸着量に及ぼす塩酸添加の影響

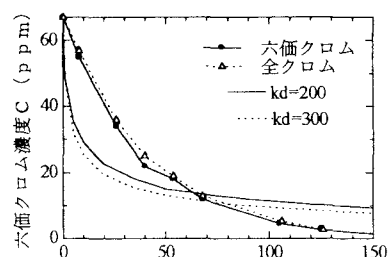


図-4 コラム試験結果