

Ⅲ-826

土のアルカリ吸着能の研究

建設省土木研究所	小川 伸吉
（財）先端建設技術センター	飽本 一己
三井建設（株）土木本部	正会員 ○福田 誠
〃 技術研究所	馬場 文啓
（株）フジタ 技術研究所	正会員 阪本 廣行

1. はじめに

建設省土木研究所と（財）先端建設技術センターおよび民間企業22社では、共同研究『建設汚泥の高度処理・利用技術の開発』を実施し、建設汚泥を資材等に有効利用する技術について研究開発を行っている。共同研究の一環として、セメント系固化材等の改良材により安定処理した建設汚泥改良土を利用する場合に必要な環境対策に関する実験を行った。本文は土のアルカリ吸着能についての実験結果をまとめたものである。

2. 土によるアルカリ中和の考え方

土によりアルカリが中和される現象は、以下のように説明されている。水酸化カルシウムは水溶液中で Ca^{2+} と OH^- に解離している。この水酸化カルシウム水溶液（以下水溶液という）を土に加えると、土粒子表面の陽イオン内で Ca^{2+} よりも親和力の小さい Na^+ 、 H^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 等の陽イオンが放出され、選択的に Ca^{2+} が土粒子表面に吸着される。水溶液から解離した OH^- は、放出された Mg^{2+} と反応して不溶解性の水酸化マグネシウムとなって析出したり、また一部は H^+ と反応して水となってpHを低下させる。

このように土と水酸化カルシウムとの接触によって、土粒子表面では陽イオンの交換と溶液中の OH^- 量が減少する2つの現象が起きている。前者は土の交換性陽イオンの総量として陽イオン交換吸着容量（CEC：Cation Exchange Capacity、以下CECという）で表し、一般にはアンモニウムイオンにより交換される陽イオンの総量を示す。また後者は「土のアルカリ吸着」といい、その能力の程度を「土のアルカリ吸着能」という場合がある。

3. 試験方法

試験はCEC、アルカリ吸着能として土のカラム浸透実験と土による中和実験を行った。試料土は関東ローム（火山灰質粘性土）、砂質土、粘性土、黒土（有機質土壌）の4種類である。

3. 1 CECと交換性陽イオン量の測定

CECは土壤標準分析・測定法により測定した。また、交換性陽イオンの測定は Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ の4種類の陽イオンについて行った。

3. 2 水溶液のカラム浸透実験

カラム（ $\phi 13 \times 120$ ）に風乾した土5gを充填し、これに水溶液（pH=12.3、 Ca^{2+} 含有量362mg/l）50mlを滴下し、透過水の滴下がほぼなくなるまで待ち透過水の Ca^{2+} 、pHを測定する操作を3回繰り返した。なお、粘性土はカラムの表層部にCaが析出し、浸透性が極端に低下したため実験を中止した。

3. 3 土によるアルカリ水溶液の中和実験

水溶液（pH=12.6、 Ca^{2+} 含有量278mg/l）75mlに対して風乾した土を所定量添加してスターを用いて10分間攪拌し、1時間の静置後上澄水のCa、pHの測定を行った。土の添加量は1, 3, 5, 7, 10gとした。

4. 試験結果と考察

4. 1 CECと交換性陽イオン量の測定

CECと交換性陽イオン量の測定結果を表-1に示す。CECは粘性土と黒土が高い値であり、次に関東ロームが高い。これらの値は粘土鉱物ハロサイトの値（40～60meq/100g）と同程度であった。砂質土のCECは他の3つの土のCECの1/3～1/4程度の値であった。 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ の4種類の陽イオン交換性陽イオンのCECに対する比率は土ごとに異なる。粘性土では、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} の占める比率が比較的高い。

関東ローム、黒土では4種類

表-1 CECと交換性陽イオン量の測定結果

のイオン量の合計がCECに占める比率は1/4程度と低く他のイオンが占める比率が高く、他のイオンは H^+ 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ である。これらイオンの内で H^+ は2で示すように水溶液の中和に寄与するため、その量は把握する必要があると考えられる。

4.2 水溶液のカラム浸透実験

1) 透過水 Ca^{2+} 含有量 土量に対する

水溶液量の比率と透過水の Ca^{2+} 含有量の関係を図-1に示す。砂質土では土量の10~30倍の水溶液を透過させると Ca^{2+} の吸着能が極端に低下した。一方関東ローム、黒土は土量の30倍の水溶液を透過させてもほとんどの Ca^{2+} が吸着されていることが分かった。また、初期段階の透過水は Ca^{2+} が24mg/l~32mg/lであったが、これは風乾した土を用いたため、水溶液と土粒子間の接触が十分でなかったためと考えられる。

2) pHと浸透量/土壌量の関係 土量に対する水溶液量の比率と透過水のpHの関係を図-2に示す。砂質土では透過水のpHを中和する能力がほとんどないことが分かった。一方、関東ロームと黒土は土量の30倍の水溶液を透過させてもpH6.9~7.4と中和されていることが分かった。初期段階の透過水のpHが高いのは上記1)と同様の理由と考えられる。

4.3 土によるアルカリ水溶液の中和実験

1) 土量と Ca 含有量 土量と透過水の Ca 量の関係を図-3に示す。

水溶液中 Ca 含有量は土量が1~3gまでは減少するが、土量を10gまで増加させてもそれ以上低下しなかった。このことは、土のCECがアルカリの時高くpHの低下と共に低くなることから、土量を増加させてもpHの低下により土のCECが低下し土全体の Ca^{2+} の吸着能が変化しないためと考えられる

2) 土量とpH 土量と透過水のpHの関係を図-4に示す。

砂質土の場合には土量を増加させてもpHの低下は認められなかった。関東ローム、粘性土、黒土の場合には、土量の増加とpHの低下との間に一定の関係が認められた。従って、ある特定の土に対して土添加後の水溶液のpHをある値にするための土量を推定することが可能であると考えられる。

試料	CEC ^A meg/100g	交換性陽イオン量 (meq/100g)					B/A (%)
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	計 ^(B)	
関東ローム	43.0	3.0	7.3	0.6	1.0	11.9	27.7
砂質土	14.1	2.8	2.8	0.1	0.4	6.1	43.3
粘性土	51.7	11.9	11.9	0.5	0.6	24.9	48.2
黒土	51.7	6.1	6.6	0.5	0.1	12.8	25.8

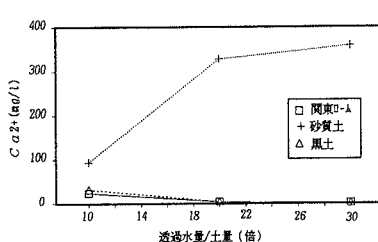


図-1 Ca 量と透過水量/土量の関係

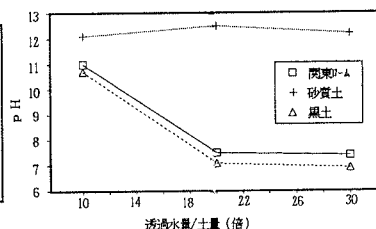


図-2 pHと透過水量/土量の関係

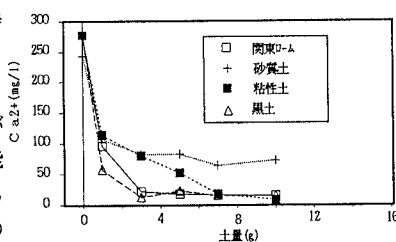


図-3 Ca 量と土量

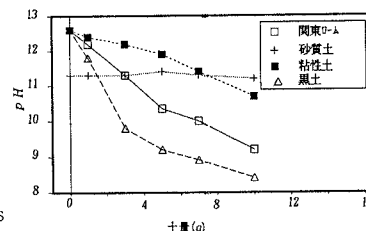


図-4 pHと土量

5. まとめ

4種類の土の水酸化カルシウム水溶液に対するアルカリ吸着能に関する実験を行った。この結果、砂質土はアルカリ吸着能が小さく覆土材に適さないことが明らかになった。また、関東ロームと粘性土を比較すると、CECは関東ロームが粘性土よりも低いと土添加の中和実験では関東ロームの方が粘性土よりpHを低下させる効果が大きい結果となった。また、浸透による吸着は土添加の吸着よりも高い吸着能を示した。これは、浸透による吸着は土の陽イオン交換能によるものと積層された土粒子間の物理吸着効果があり、土添加の中和実験は陽イオン交換能のみによる差と考えられる。今後は各種の土に対して適用可能な簡易なアルカリ吸着能の評価方法を検討していくとともに、覆土材のアルカリ吸着能から必要な覆土厚さを求める方法を提案することを予定している。