

III-772

土のアルカリ中和能力及び土中でのアルカリ浸透深さに関する試験

建設省土木研究所 三木博史
建設省土木研究所 森 範行
秩父エント(株)中央研究所 ○古性 隆

1. はじめに

セメント系及び石灰系の改良材によって安定処理された土に関しては、改良土のpHが高くなり、初期にはpH値の高い溶出水が発生することもある。しかし改良土の周囲の土壌中を30cm程度通過することで土に吸着され、周辺に影響を与えることはほとんどないと言われている^{1,2,3)}。尚、河川、湖沼、下水等の公共用水域及び地下水に改良土からの溶出水が流入するおそれのある場合には、水質汚濁防止法に準拠して、pH値を下げるよう覆土を施す等の施工上の配慮を行う必要がある。

本試験では、種々の試料土を用いて、アルカリ水の浸透に対する影響を、①：土の持つアルカリ中和能力の把握、②：高アルカリ水の浸透による土のアルカリ化の進行状況の測定、③：①を用いてアルカリ浸透深さを試算し②と比較、することにより検証を行った。

2. 土のアルカリ中和能力の考え方

土により中和されたOH⁻イオン量は、消石灰飽和溶液自体の持つOH⁻イオン濃度と上澄み水に含まれるOH⁻イオン濃度との差により与えられる。同一試料土を消石灰飽和溶液のpHと上澄み水のpHが一致するまで消石灰飽和溶液で何度も洗浄すると、土によって中和されたOH⁻イオンの総量が計算できる。更に、土の乾燥重量1g当りに換算すると「アルカリ中和能力」が計算できる。

アルカリの浸透深さは、アルカリを中和するのに必要な土の量 $W(g)$ がアルカリ中に存在する全OH⁻イオン濃度と、土の持つアルカリ中和能力との比で示されることより、注入する消石灰飽和溶液のpHを $pH(mol/l)$, その注入量を $V(l)$, 土の乾燥重量1g当りのアルカリ中和能力を $C(mol/g)$, アルカリの浸透断面積を $A(cm^2)$, 土の乾燥重量を $\gamma_d(g/cm^3)$ とすると、次式で与えられる。

$$H=10^{(-14.17+pH)} \cdot V / (C \cdot \gamma_d \cdot A) \quad \dots\dots\dots(1)$$

3. 試験方法及び試験装置

3. 1 アルカリ中和能力測定試験

1) 試料土

川砂4種類、山砂4種類、関東ローム4種類、粘土2種類、腐植土1種類、まさ土1種類、珪砂2種類、鹿沼土1種類、シルト4種類、ピート2種類の合計27種類の試料土を使用した。

2) 試験方法

消石灰飽和溶液を予め製造し、pHを測定する。この水溶液300ccと試料土20g(乾燥重量)をデリス[®]カップに投入し、ガラス棒等で十分に混合攪拌する。2時間静置後に上澄み水のpHを測定する。上澄み水のpHが消石灰飽和溶液のpH値よりも低い場合、この水溶液を吸引濾過して濾液と残留分に分離し、消石灰飽和溶液300ccにこの残留分を再び十分に混合攪拌する。以後、上澄み水のpHと消石灰飽和溶液のpHが一致するまでこの操作を繰り返す。

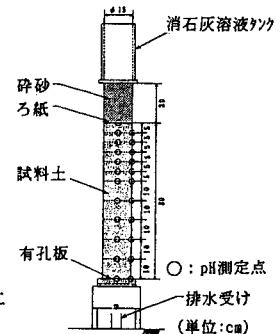


図-1 浸透実験用塩ビ管模式図

3. 2 アルカリ浸透試験

1) 試料土

川砂3種類、山砂4種類、関東ローム4種類、まさ土1種類、珪砂2種類の合計14種類で試験を行った。

2) 試験方法

試験には図-1に示す装置を用いた。供試体は透水性を考え通常1m²の1/5の8層各25回で80cm分突固めた。消石灰飽和溶液の注入量は、試料土の容積の5倍量を基本とし、川砂、山砂、関東ロームについては各1種類ずつ試料容積の1倍量及び3倍量についても試験を行った。

所定量の消石灰飽和溶液を注入した後、1日おいて試料の採取を行った。試料採取は、上部より30cmの範囲では5cm間隔で、30cm～80cmまでは10cm間隔で、各断面中心部と側面部の2箇所について試料を100gずつ採取した。pHの測定は、採取した試料土100gに蒸留水300ccを加え、十分に混合攪拌し2時間静置した後、pHの測定を行った。尚、随時、排水のpHも測定した。

4. 結果と考察

4. 1 7%中和能力測定試験結果

7%中和能力を計算した結果、表-1のような傾向にあることがわかった。また、粘土分が増加すると7%中和能力も大きくなる傾向にあり(図-2)、強熱減量についても同様の傾向にあった(図-3)。

表-1 土の7%中和能力の概略値

土の種類	7%中和能力(mol/g)
関東ローム	$1 \sim 3 \times 10^{-3}$
鹿沼土	2×10^{-3}
腐植土	1×10^{-3}
ピート	$0.8 \sim 1 \times 10^{-3}$
粘土	$6 \sim 9 \times 10^{-4}$
山砂	$1 \sim 4 \times 10^{-4}$
シルト	$2 \sim 4 \times 10^{-4}$
川砂	$0.5 \sim 4 \times 10^{-4}$
まさ土	9×10^{-5}
シラス	$2 \sim 4 \times 10^{-5}$

4. 2 7%浸透試験結果

1) 7%水の注入量の別による7%浸透深さの比較

試料容積の5倍程度まで7%水を注入した場合、関東ロームでは、深さ18cm程度で土粒子の本来のpHにほぼ一致した(図-4)。同じく山砂では、深さ40cm程度でほぼ一致した(図-5)。

(1)式から求めた7%浸透深さと試験結果との交点は、ほぼpH=9~10の範囲内となった。

2) 土の種類別による7%浸透深さの比較(図-4, 5)

関東ロームと山砂を比較すると7%中和能力の大きい関東ロームの方が、7%の浸透深さは小さくなった。

3) 排水のpH

川砂やシラスは7%中和能力が小さく、試料容積の2倍程度7%水を注入するとpHが急上昇し、排水は高い7%性を示した。

関東ロームでは試料容積のほぼ25倍で急激にpHが8.2程度まで上昇し、その後一定となった。山砂については、試料容積の15倍程度から徐々にpHが上昇する傾向を示した(図-6)。

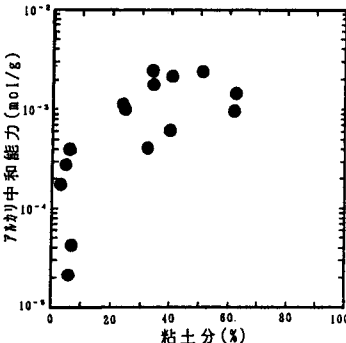


図-2 粘土分と7%中和能力との関係

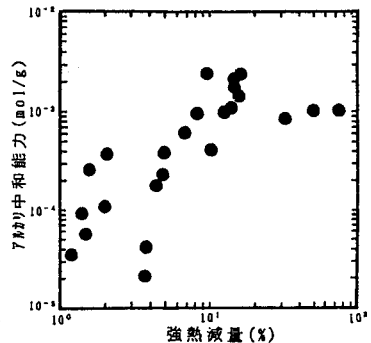


図-3 強熱減量と7%中和能力との関係

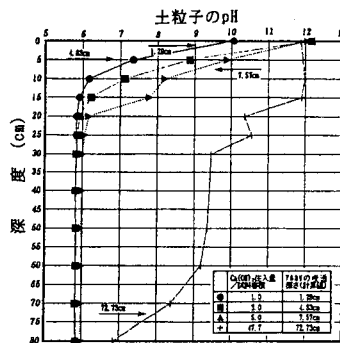


図-4 消石灰注入量の別による土粒子のpH(平均値)と深度との関係(関東ローム(1))

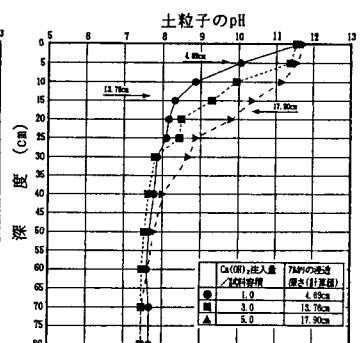


図-5 消石灰注入量の別による土粒子のpH(平均値)と深度との関係(山砂(1))

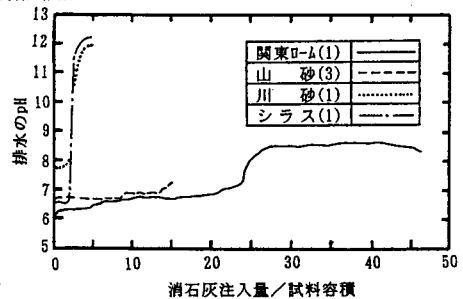


図-6 土質別にみる排水のpHの変化

5. まとめ

- 7%中和能力は、土の種類との関係でみると、表-1のような傾向を示した。また、粘土分や強熱減量が大きくなると7%中和能力も大きくなる傾向にあった。
- 7%浸透深さの算出式を(1)式で与えた。浸透試験結果とこの計算値とを比較すると、かなり良くあてはまり7%浸透深さの予測に使用できるものとする。
- 関東ロームは7%中和能力が大きく、7%水の注入量の増加に対してその到達深さも小さく、今回の試験では試料容積の25倍程度まで排水のpHの上昇も認められなかった。関東ローム等7%中和能力の大きい土を覆土材として利用することが、浸出水のpHを低く抑える1つの方法として考えられる。

今後、7%浸透深さの算出式の実現象への適用方法等を検討していく予定である。

【参考文献】

- 加藤顕、喜田ら: 汚泥の固化・覆土による池の水質浄化の一事例、大林組技術研究所報、No. 43, pp. 107-110, 1991
- (社)日本粉体工業技術協会: 高機能水処理剤、p. 253, 1988, 7
- 久保田忠郎、羽山: 石灰安定処理土層透過水のpH値、第13回日本道路会議一般課題論文集、pp. 203-204, 1979