

火山噴出物による重金属類の不溶化に伴う強度特性の変化

北海道大学大学院 正会員 ○横浜 勝司
 (株) 協和環境サービス 片桐 浩一
 (株) 協和環境サービス 渡邊 雅直
 北海道大学大学院 フェロー 三浦 清一
 北海道大学大学院 泉 信太郎

1. 目的

近年、顕在化している土壤汚染問題に合理的に対処できる技術の開発が望まれている。特に、原位置での汚染処理が可能で且つ処理後の土を建設材料として再利用できるような手法は、地盤汚染問題に対して有用となると考えられる。本研究では、このような要求を満たす手法を見出すため、北海道で採取された火山噴出物を用いて、鉛および六価クロムの溶出量が基準値以上である汚染試料について不溶化処理を行った。また、処理後の試料を用いた締固め試験および一軸圧縮試験を行い、強度特性の変化について考察している。

2. 重金属吸着剤 (AQ2)

写真-1 は本研究で用いられた重金属吸着剤 (以降 AQ2¹⁾ と称する) の母材である北海道内で採取された火山噴出物の拡大写真を示す。この母材を構成している成分として、二酸化珪素(SiO_2)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、酸化第二鉄(Fe_2O_3)、酸化ナトリウム(Na_2O)、酸化カリウム(K_2O)、酸化カルシウム(CaO)、酸化マグネシウム(MgO)が含まれている。AQ2 には、この他に所定量の硫酸アルミニウム($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)および炭酸カルシウム(CaCO_3)が混合されている。

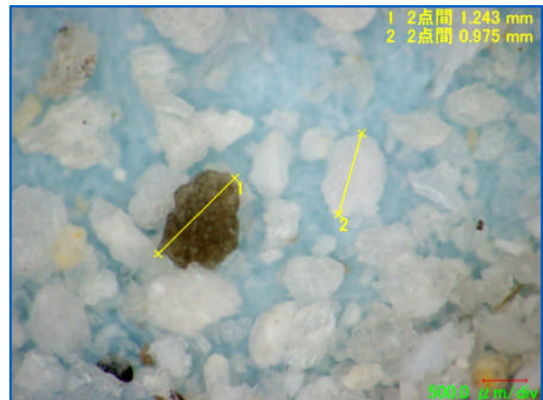


写真-1 AQ2 の母材 (火山噴出物, 60 倍)

AQ2 を用いた重金属類の不溶化は、以下のようなメカニズムであると考えられる。まず、[1] AQ2 を汚染地盤に混合させることで、土中に含まれる重金属イオンが水酸化合物になる。次いで、[2] AQ2 に含まれる SiO_2 や Al_2O_3 の非結晶物質により重金属類を母材に吸着する。本研究では、北海道内で採取された鉛含有土 (試料 No.1 と称する、溶出量 0.097mg/L) と DL クレーに六価クロムを混合して作成された六価クロム調合粘土 (試料 No.2 と称する、溶出量 1.34mg/L) を用いた。各試料に所定量の AQ2 を混合することで、重金属類の不溶化処理を進めた。なお、AQ2 の質量 M_{AQ2} と各汚染試料の乾燥質量 M_S の比を混合比 M_{AQ2}/M_S として、試料 No.1 では $M_{AQ2}/M_S=7.1\%$ 、試料 No.2 では $M_{AQ2}/M_S=5.9\%$ の混合比で、混合作業から 3 日経過後に溶出量が鉛または六価クロムの環境基準値を下回ることが確認されている¹⁾。

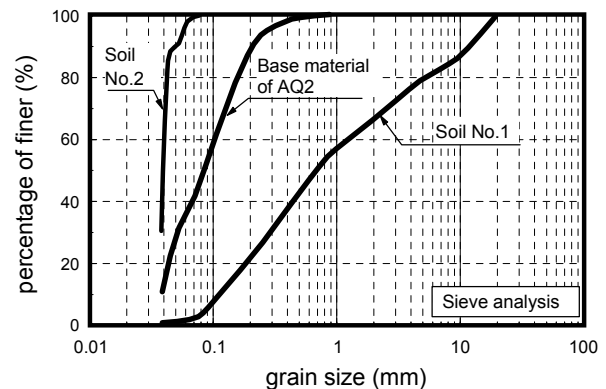


図-1 試料の粒径加積曲線

このような本手法による不溶化処理では、汚染地盤に異なる地盤材料が混合されるため、処理に伴う強度および締固め特性の変化が想定される。そこで、処理後試料の建設材料としての再利用可能性について検討するために一連の試験を実施した。

キーワード 不溶化, 重金属類, 一軸圧縮強度, 締固め特性

連絡先 〒060-8628 札幌市北区北 1 3 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究科 地盤環境解析学研究室 TEL:011-706-6203

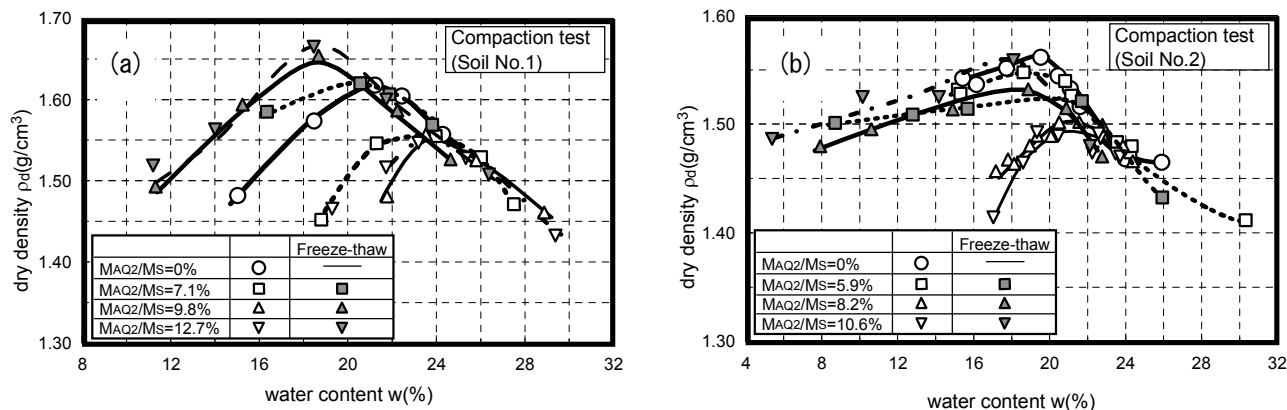


図-2 AQ2 混合による締固め特性の変化：(a) 試料 No.1, (b) 試料 No.2

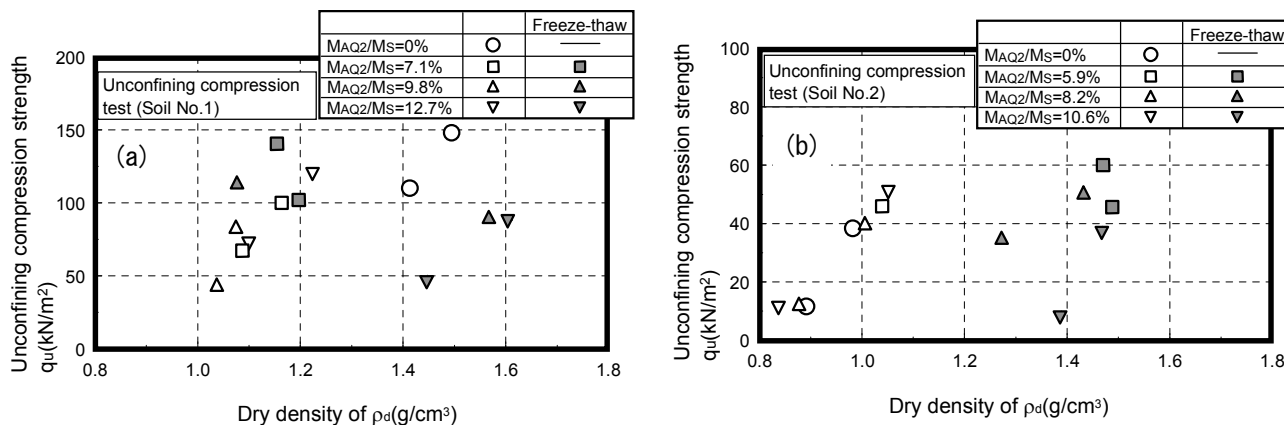


図-3 AQ2 混合による強度変化：(a) 試料 No.1, (b) 試料 No.2

3. AQ2 の混合による力学特性の変化

図-2 (a) および (b) は、それぞれ試料 No.1 および試料 No.2 の AQ2 混合前後における締固め曲線を示している。なお、AQ2 混合後に試料を -25°C で凍結後、室温で融解した試料による結果も併記されている。図より、両試料において、未処理試料 ($M_{AQ2}/M_s=0\%$) に比べて、AQ2 混合後（白マーカー）では、最適含水比が高くなり最大乾燥密度が低くなる様相が見られた。一方、凍結融解後の試料（黒マーカー）では、未処理試料および未凍結試料よりも最適含水比が低くなる傾向が見られた。これらの結果から、本手法のような不溶化処理後の試料を建設材料として再利用する場合には、締固め特性の変化特性が明確にされる必要があると考えられる。さらに、凍結融解のような温度変化の作用によっても、不溶化後の試料の力学性状が変わることも示された。

次に、AQ2 混合による強度変化を調べるために、図-3 (a) および (b) は、試料 No.1 および試料 No.2 での一軸圧縮強度 q_u と供試体の乾燥密度との関係を示している。これらの図中にも、凍結融解作用後の試料による結果が併記されている。図より、未凍結の試料では AQ2 の混合比によらず、乾燥密度 ρ_d と一軸圧縮強度 q_u の関係に明確な違いがないことが見られる。一方、凍結融解後の試料（黒マーカー）では、未凍結試料と比べて乾燥密度が高くて、一軸圧縮強度があまり増加していないことも見られる。

以上の結果から、AQ2 のような火山噴出物を用いた重金属類の不溶化処理を行った後には、締固め特性や強度特性が変化することが確認された。また、この変化傾向は不溶化材の混合量や凍結融解のような温度変化の影響を受けることも示唆された。これらの事実は、不溶化処理後の試料を建設材料として再利用する際の基礎的情報となりうると考えられる。

参考文献 1) 横浜：重金属不溶化処理による理工学特性の変化，地盤工学会北海道支部技術報告集，Vol.49，pp.131-134，2009。