

III-B 382 セメント・石灰系固化材による粘土スラリーの固化・強度特性とpH変化

早稲田大学理工学部 正会員 赤木寛一
同 上 正会員 中里 大

1. まえがき

軟弱地盤のシールドトンネルや基礎の掘削などの建設工事によって排出されたいわゆる建設残土は、高含水比であることから場合によっては産業廃棄物の取り扱いを受ける汚泥として処分に困難を伴う場合がある。近年、このような建設残土にセメント、石灰などを添加して安定処理を行って、開削工事の埋め戻しや盛土などに適用する試みが多くみられる¹⁾。

本研究では、高含水比の粘土スラリーをセメント・石灰系の改良材により脱水、強度増加をはかって盛土材料に再利用する場合を想定して、その強度増加過程およびそれらを粉碎後に締め固めたときの締め固め特性を実験的に調査した。さらに、改良土のpH変化についてもあわせて調査した。

2. 実験の概要

2.1 試料

試料は、東京近郊の建築基礎掘削現場より採取した泥水スラリーである。この試料の基本的性質は、土粒子の密度 $\rho_s=2.64(\text{g/cm}^3)$ 、液性限界 $\omega_L=104.0$ 、塑性指数 $I_P=37.2$ で実験室に搬入した時の含水比は約250(%)であり、泥水状であった。

固化材は、セメント石灰複合系の材料であった。

2.2 実験方法

上記の泥水スラリー試料 1m^3 に固化材を150kg、200kgの2種類の配合で添加し、攪拌ミキサーにより約10分間混合した。その後、一部は一軸強度測定用に内径5cm、高さ10cmのモールドに充填し、湿潤状態で所定の期間室温養生した後に一軸圧縮試験を行った。なお、固化材と混合後の試料の含水比は、固化材量 150kg/m^3 の場合で約150%、 200kg/m^3 の場合で約130%で養生期間中はほぼ一定であった。それと並行して、混合後の試料のpHをJSF T211により随時測定した。

一方、実際に泥水に固化材を加えて一度固化させた改良土を粉碎し、ときほぐした後に締め固めて盛土に適用する場合を想定した実験も行った。泥水と固化材を上記の配合で混合した後に、ある程度のworkabilityを確保するために一軸強度が $50(\text{kN/m}^2)$ を上回るまで約3日間湿潤状態で養生した。固化した試料を粉碎し、4.76mmふるいを用いてときほぐしを行った。ときほぐした試料をCBRモールドにいれ、電動圧縮装置により最大軸荷重 9.8kN に達するまで圧縮速度 1mm/min で静的に締め固めを行った。その後に、水浸状態で所定の期間養生した。所定の期間養生後、JSF T716によるコーン試験、一軸圧縮試験およびpH試験を行った。なお、水中養生中に、養生水を随時交換したもののpHと水換えを行わないもののpHの比較もあわせて行った。

3. 固化材による泥水の固化・強度特性およびpH変化

図1は、セメント・石灰系固化材を粘土スラリーに添加したときの一軸圧縮強度の時間的な変化を示したものである。固化材量が多いほど、強度増加率は大きく4週間経過後の強度も大きい。

図2は、固化材と粘土スラリーを混合後45分までのpH値の変化を示したものである。固化材量が多いほど、pH値が大きくその変化率も大きい。しかしながら、4週間経過後にはいずれの固化材量の場合もpHは約14に到達している。

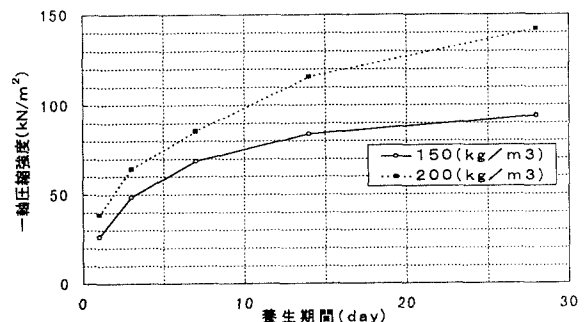


図1. 固化土の一軸圧縮強度

図3は、一度固化した試料を粉砕、ときほぐした後に9.8kNで静的に締固めて水中養生したときの一軸圧縮強度の時間的な変化を示したものである。この場合には、固化材量の違いはほとんど見られず、水中養生期間の増加とともに一軸圧縮強度は単調に増加し、4週後には約300kN/m²に達している。

図4は、締固め後の試料のコーン指数の時間的な変化を示したものである。図3の一軸圧縮強度と同様に固化材量に無関係に、水中養生期間の増加とともに単調に増加し、4週後には約6MN/m²に達している。住都公団材料規定の $q_c \geq 400 \text{ kN/m}^2$ を十分上回る値である²⁾。

図5は、固化材量150kg/m³と200kg/m³の締固め試料のpHの時間的な変化を示したものである。150kg/m³の場合はpHはわずかに増加しているが、200kg/m³の場合はわずかに減少している。pH値の変化は、養生水の水換えにはほとんど影響を受けていない。また、図には水換えを行わなかったときの養生水のpHもあわせて示されているが、試料のpHとほとんど同じであり平衡状態にあると考えられる。

4. まとめ

本報告は、建築基礎工事現場から発生した泥水状のスラリーにセメント・石灰系固化材を添加したときの強度増加およびpH変化を調査し、さらにそれを粉砕、ときほぐした試料を静的に締固めときの強度およびpH変化を実験的に調査したものである。

(1) 泥水スラリーにセメント・石灰系固化材を添加することによって、脱水固化させ所要のworkabilityを持たせることができる。

(2) 固化した後に適切な締固めを行うことにより、十分な大きさのコーン指数を得ることができ、その値は水中養生条件下で増加する。

(参考文献)

- 1) 助川: 泥水シールド発生土によるトンネルインバート材の開発, 土木学会論文集, No. 504/VI-25, pp. 107-116, 1994. 12
- 2) 土質試験の方法と解説, 第5編, 第1章, 各機関の締固め管理方法と規定値, p. 208, 土質工学会, 1990

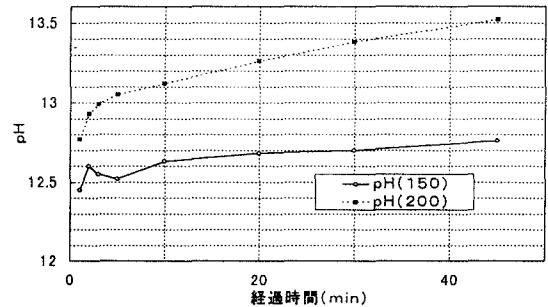


図2. 固化土のpH変化

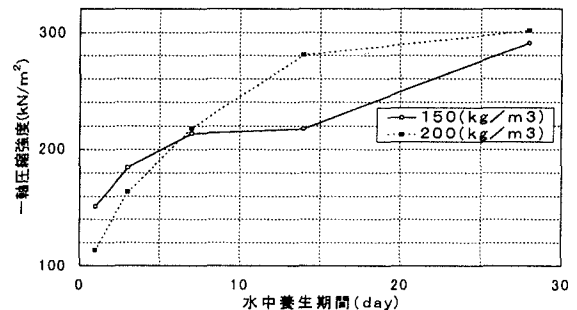


図3. 締固め土の一軸圧縮強度

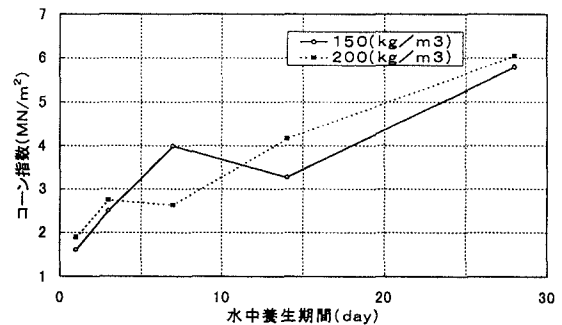


図4. 締固め土のコーン指数

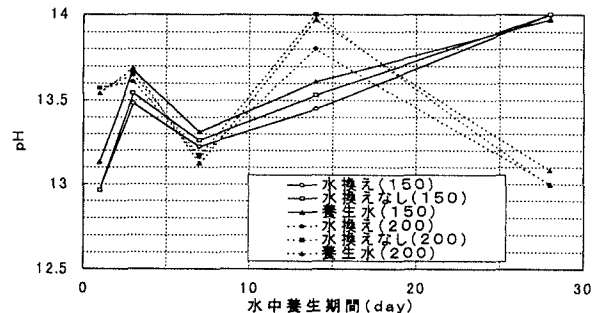


図5. 締固め土のpH変化