

土質改良土の攪乱による影響について

麻生セメント 〇里 一男・原 敬介
今長谷 力・嶋田 憲一

1. はじめに

最近、軟弱土の地盤安定処理に土質改良材による化学的固結工法が広く普及し、その効果が立証されている。この土質改良材は、大別してセメント系と石灰系に分けられるが、いずれも土中水分を結晶化したり、改良材と土粒子との化学反応を利用して土質を根本的に改良する効果が主体になっており、改良後比較的早い段階で固結反応がほぼ終了してしまうことが特徴である。しかしながら実際の施工では、都合によって安定処理後に改良土を攪乱する場合があります。そのため固結反応が完了しないうちにその進行を中断したり、あるいは生成固化体の組織を破壊することによる土質の劣化を考慮しなければならない。本報告はセメント系の土質改良材を用いて、一度締め固められた改良土を攪乱して再度締め固めた場合の攪乱土の特性を改良土と比較しながら、改良土の攪乱による影響を試験室的に検討したものである。

2. 軟弱土試料と土質改良材

試験に用いた軟弱土試料は福岡県鞍手郡の溜池ヘドロで、自然含水比が液性限界よりも高く、支持力ゼロで、日本統一分類で下 に属する超軟弱土である。土質改良材は麻生セメント社製ソリッドエースで、セメントをベースにした無機質の粉体で、エトリニカイト生成による土中水分の結晶化、あるいはセメンテーション作用による土粒子の団粒固化等軟弱土質の改良にすぐれた効果を有する。表-1にヘドロ、表-2にソリッドエースのそれぞれ物性、及び化学成分を示す。

3. 試験方法

試験は、自然含水比の原土にソリッドエースを重量比で20%配合し、土質工学会基準案に従って固結試験をおこなった(以下この試料を改良土と称す)。この改良土の供試体を所定材令で一軸圧縮強度試験をした後乳鉢で粉碎し、2mm篩を用いて2mm以上(以下+2mmと称す)と2mm以下(以下Δ2mmと称す)とに分け、それぞれを50mmφ×100mmの塩ビモールドに3層に分けて型詰めし所定期間養生した後、再度強度試験をおこなった。型詰めは締め固め条件を統一するため、45mmφ×300mm、重量3.1Kgのステンレス製ランマーで100mm上部から各層10回ずつ落下させて締め固めた(以下この試料を攪乱土と称す)。その他含水比、単位体積重量等を測定した。

4. 結果と考察

図-1に改良土の強度変化と攪乱土の強度変化を示す。改良土は4日材令位までが強度の伸びが著しいが、それ以後はゆるやかである。これは、この時期までに固結反応がほぼ終了したことを意

図-1. 改良土と攪乱土の強度変化

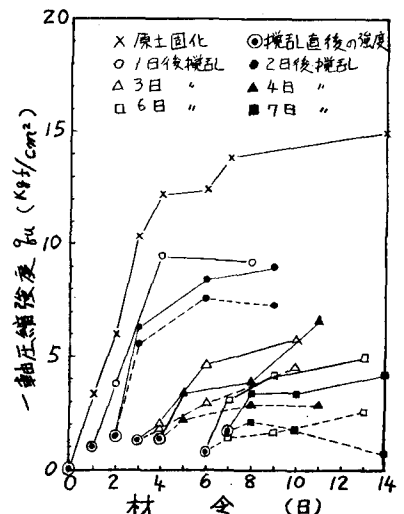


表-1. ヘドロの物性

含水比 (%)	単位体積重量 (kg/cm³)	比重	lg loss (%)	pH	L.L. (%)	P.L. (%)	Ip	砂 (%)	シル (%)	粘土 (%)
110.3	1.339	2.449	16.3	6.3	59.2	24.6	34.6	65	52.5	41.0

表-2. ソリッドエースの物性と化学成分

アレン比重 (cm³/g)	比重	化学成分 (%)								
		lg loss	insol	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	MgO	SO₃	Total
3.220	3.04	0.5	0.2	19.4	5.5	2.8	62.6	1.0	7.4	99.4

味する。◎印は所定の攪乱日に $\Delta 2mm$ 試料を型詰めし即時脱型して一軸圧縮強度を調べたもので、ほぼ $q_u = 1 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$ であった。又 $\Delta 2mm$ 試料が $+2mm$ 試料よりも強度が高くなる傾向にあった。この攪乱土の強度の推移は $+2mm$ 試料、 $\Delta 2mm$ 試料平均して、2日目までは強度の伸びは改良土ほどでないにしても順調であるが、3日目以降になると強度の伸びがゆるやかになってくる。この攪乱土の強度の推移は改良土の攪乱日以降の強度の推移とほぼ符合するもので、改良土を攪乱して固結反応を中断したり、あるいは生成固化体を破壊すると残りの固結反応の分だけ強度の伸びが進行するものと考えられる。当試料では、3日目以降の改良土の攪乱は余り強度の伸びが期待できないと言える。

図-2は、攪乱土を材令ごとにまとめて、間隙比と一軸圧縮強度との関係を示したものであるが、間隙比が大きくなると一軸圧縮強度が低下することがわかる。一軸圧縮強度は、固結反応の進行程度と攪乱土の再締め固めの度合いに影響されると考えられるが、攪乱日の如何にかかわらず各材令とも間隙比が大きくなると一軸圧縮強度が低下する傾向が見られる。これは、図-3の飽和度と一軸圧縮強度との関係にも関連することで、図-3では飽和度が大きくなることにより一軸圧縮強度が大きくなる。含水比が改良後1日以降余り変化がないことを考えると間隙比の増加は飽和度の減少に関係する。したがって、間隙比と飽和度は一軸圧縮強度に対して逆相関を持つと言える。

図-4は、材令と間隙比、及び飽和度の関係を示したものであり、材令が進むにつれて攪乱土を再締め固めた場合の間隙比は大きくなり、飽和度は小さくなることからわかる。これは、材令の進行につれて固結反応が進行し、土粒子が団粒固化するために締め固め効果が悪くなり、土の密実化が阻害されるためと言える。土の密実化の阻害は固結反応の阻害にもつながるものである。このように、材令の進行につれて固結反応の鈍化と共に土粒子の団粒固化が進み、攪乱後の再締め固めで土粒子の密実化が阻害されることが攪乱土の強度の伸びを低下させる要因であると言える。

5. まとめ

改良土を攪乱して再締め固めすると、その強度の伸びは攪乱日を起点とした改良土の強度の伸びに類似することがわかった。又、再締め固めされた攪乱土は間隙比が大きくなり、飽和度が小さくなる傾向があった。又、この両者は強度と逆相関をもつことがわかった。これらは、材令の進行につれて固結反応が鈍化することと、土の団粒固化が進んで、攪乱後の再締め固めの場合、土粒子の密実化が阻害されるための影響と考えられる。

図-2. 間隙比と一軸圧縮強度

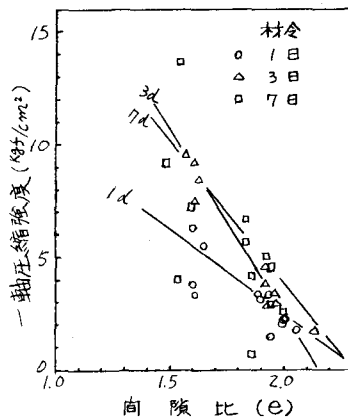


図-3. 飽和度と一軸圧縮強度

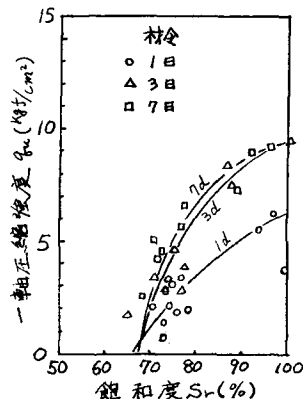


図-4. 材令と間隙比 及び 材令と飽和度

