

軟弱土(灰土)の発泡セメント安定処理に関する実験的研究

熊本大学工学部 正員 鈴木敏己 丸山 繁
 熊本大学工学部 学生員 O吉見精太郎 末木浩二 古田 孝

1. まえがき

土の強度が極めて小さく、大きい支持力を望めば、軟弱地盤上へ、盛土と築く場合、極限荷重に近い荷重を行なう事が多く、支持力の不足に基づく事故を招く事があり、またせん断変形や圧縮変形による地下問題も十分考慮する必要がある。基礎地盤自体に安定処理する事は従来行なわれてきた事であるが、本研究では、盛土自体を、軽くし、|から十分な強度と持たせる為、そのままでは通常盛土材料として適さない軟弱土である灰土に、発泡セメント安定処理を施し、これを盛土材として、又は擁壁の裏込材として用いる事を考へて、基礎的な室内試験を行ない、灰土に対する発泡セメント安定処理を検討してみた。

2. 実験方法と試料

2-1 試料 実験目的により、単位体積重量が軽くなる事は望ましい事から、未劣化凝灰岩の粘性土化した通称灰土と呼ばれる土を使用した。これは熊本県内の中部に分布しており、多量に供給できる利点がある。灰土の物理試験結果を表-1に示す。これより、灰土は細粒分が約25%以下であり、このことは、カルシウム系安定材である石灰よりもセメントによる安定処理効果が高いと考へられる。

2-2 発泡剤(モノフリート) 発泡剤は、発泡装置により発泡させ、モルタル及びコンクリートに混入して、それらと軽量化するので、現在住宅ボード及び軽量ブロック等に|は|は用いられるものである。今回の試験に於いても、安定処理土の軽量化を図る為で使用した。この発泡剤の性状は以下に示す通りである。

外観：黒褐色未溶性液体 主成分：動物性加水分解蛋白質

比重 1.17 AH：中性

2-3 発泡方法 発泡方法は、図-1の発泡装置を用い、モノフリート濃液度は、モノフリートの体積を|と|で材料水比、1:3、1:4、1:5、1:7、1:10 とし、空気圧は1.5 kg/cm²、2.0 kg/cm²とした。

2-4 セメント添加率及び発泡添加量 セメント添加率(P%)は用土の絶対重量に|と|、10%、15%とした。次に発泡添加量(Ag)は、用土の絶対重量200gに|と|、0g、15g、20gとした。尚、その配合表を表-2に示す。

2-5 供試体作製方法 灰土は自然含水比状態では、供試体は作製できず、またある程度の流動性を持たないと、セメントの安定処理効果、発泡混入効果が望めないので、加水を行なった。加水による目的含水比は、液性指数LIで表示するものと、液性限界よりも高い状態のLI=2.0、2.5に限定した。発泡セメント安定処理後の供試体は、一軸圧縮試験に供するものと、盛土製モールド(内径5cm、高さ10cm)を用いて作製した。尚、今回の安定処理では、盛土や裏込めに発泡混入セメント安定処理を施すわけであるから、通常の安定処理のように重機による転圧はできない。従って、実工程に於ける供試体はできず、流動性が大きい用土なので、そのミキシングはアスファルトミキサー用バケツで、ハンドミキシングを行ない、モールド内に安定処理土を|と|層に分けて|と|詰め、各層毎にタンピングを行ない、充填した。

表-1 試料の物理的性質

試料名		灰土
含水比 (%)		4.3
比重		2.640
コンシステンシー	液性限界 (%)	20.5
	塑性限界 (%)	26.5
	塑性指数	4.0
粒度構成	細砂分 (%)	4.2
	粗砂分 (%)	23.3
	細粒分 (%)	22.0
	シルト分 (%)	23.2
	粘土分 (%)	27.3
アロイド分 (%)		19.1

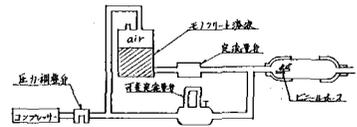


図1 発泡装置

表-2 配合表

発泡添加量 (Ag)	セメント添加率 (P%)				
	1:3	1:4	1:5	1:7	1:10
0g	●	●	●	●	●
15g	○	○	○	○	○
20g	○	○	○	○	○
25g	○	○	○	○	○

(注) ●……図3.4.5に示した配合

2-6 養生方法及び養生日数 供試体はランマーによって突き固めないので、養生処理直後は流動性があり自立できない。よって、供試体作製から3〜4時間後、キャップをし、翌日、モールドより脱型し、重量測定後、含水比低下を妨ぐ為、直ちにポリエチレンフィルムに包み恒温室(20±1℃)で養生した。尚、養生日数は、1日非木燻(1-0)と6日非木燻(6-1)とした。

3. 実験結果及び考察

空気圧15kg/cm², 30kg/cm²について、発泡体の各濃度に対する発泡体の単位体積重量(ρ₀)の関係を図-2に示す。これによると、空気圧30kg/cm²の方がどの発泡体濃度に対しても低い値を示しており、また、いずれの空気圧でも発泡体濃度1:5でρ₀の極小値を示している。これは、1:5ほど濃度の濃い発泡体は十分な攪拌ができません、1:7, 1:10ほど薄い発泡体は発泡の目的中の水分が入りにくく、発泡自体を重くしているものと思われる。

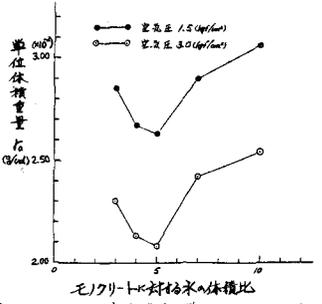


図-2 モノフリート発泡濃度と単位体積重量の関係

次に各条件下で作製した発泡セメント養生処理土の一軸圧縮強度実験結果を $\sigma = 3.0$, $P = 10\%$ の養生(6-1)で代表させて、図-3, 4, 5に示す。図-3は、非発泡セメント養生処理土の湿潤密度を基準に、それに對する発泡セメント養生処理土の湿潤密度比と空気量率との関係である。

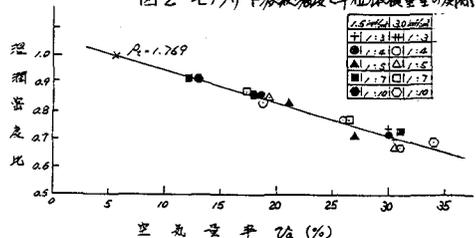


図-3 ρ₀の変化に対する湿潤密度比

これより、発泡体添加量の多いもの程、空気量率は増加し、それに伴ってρ₀は減少していくのが顕著に表れている。しかし、モノフリート発泡の濃度、空気圧の相違は殆ど、認められず、ほぼ一本の直線で近似される。図-4は、同様に、ρ₀と一軸圧縮強度(σ₁)比との関係を示したものであるが、ここでも、モノフリート発泡濃度や空気圧の相違の影響は明らかでなく、両者の関係は、ρ₀ = 23%を屈折点とする一本の折線で近似されている。

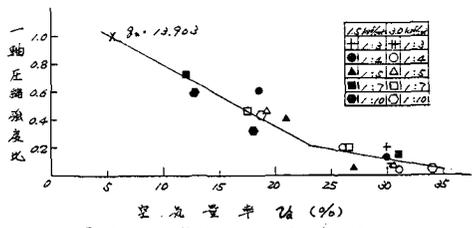


図-4 ρ₀の変化に対する一軸圧縮強度比

図-5では、図-3と図-4よりρ₀とσ₁の関係を示したものであるが、ρ₀ = 1.45 g/cm³を屈折点とする一本の折線で近似されている。以上の結果より、発泡体の濃度及び空気圧の如何にかかわらず、湿潤密度又は、空気量率と一軸圧縮強度の間に一定の関係がある事が明らかになった。

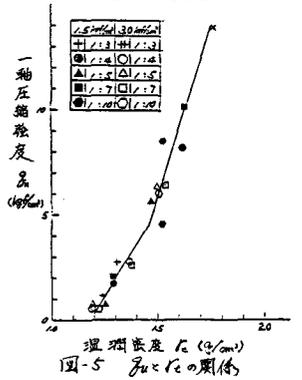


図-5 ρ₀とσ₁の関係

今後の課題としては、実際の工事施工を想定する上での湿潤密度、強度を規定する配合、空気量を検討する事、又、圧縮性、変形特性、及び耐水性に関する研究も必要であろう。具体的に言えば、加水量、セメント添加率及び発泡体添加量に幅を持たせること、さらに、材料の種類を変えて、発泡セメント養生処理土の打穿的特性を明確にしていく事である。

4. あとがき

本研究は、軟弱地盤上に軽い盛土または裏込めを用いる為の基礎的研究であり、上に得られた結果を用いれば許容範囲内で強度と落とす事によって、軽い養生処理土が得られる事が分った。さらに、この発泡セメント養生処理法のヘドロなど超軟弱地盤の基礎養生処理への応用も期待される。最後に、発泡体の提供と発泡装置に関する技術的協力をして下さった、第一化成産業(株)事業部の方及び双葉工務店の岩隈氏に感謝の意を表す。