

乱れの状態を変えた関東ロームの力学的特性に及ぼす石灰添加率の影響

日本大学理工学部 学生会員 ○大山 祥生
日本大学理工学部 正会員 山中 光一

日本大学理工学部 正会員 峯岸 邦夫
千葉エンジニアリング (株) 正会員 若月 洋朗
日本大学大学院 学生会員 岡田 貴行

1. はじめに

高含水比火山灰質粘性土である関東ロームは、乱れていなければ一般に支持力が高いとされているが、道路施工においてこね返されることにより土の骨格構造が破壊され、土中に含まれる非自由水分が自由水分化することで支持力が著しく低下する性質を有している。支持力が低下した関東ロームは、安定処理を行う必要があるが、採取時における乱れの状態により得られる支持力が異なるため、安定材の添加量も異なる。そのため、関東ロームの乱れの状態を把握して的確な安定処理をする必要があるが、各示方書においても乱れを考慮した安定処理方法については示されていない。そこで本研究では、関東ロームの乱れの状態を簡易な力学試験から把握し、乱れの状態に応じた適切な安定処理への資料を作成¹⁾することを目的に一軸圧縮試験、CBR 試験を行った。

2. 試料土および供試体

2. 1 試料土

本研究で使用した不攪乱の関東ロームは、千葉県船橋市内において不攪乱の状態で採取した関東ローム（以下、現状土と呼称）を自然含水比のまま使用した。乱した関東ローム（以下、変状土と呼称）は、現状土として採取した試料を攪拌して乱れの状態を変化させた。関東ロームの諸性質は、 $\rho_s=2.650\text{g/cm}^3$ 、 $w_n=91.4\%$ 、 $w_L=157.6\%$ 、 $I_p=50.2$ であった。

2. 2 変状土の攪拌方法および安定材添加方法

変状土の攪拌は、フック型攪拌翼をソイルミキサー機に取り付けて行った。攪拌時間は、1 分、2 分、5 分、10 分に設定して、乱れの状態を変化させた。安定材には生石灰を使用し、添加率は関東ロームの乾燥質量に対して 5%、10%、15%に設定した。生石灰を添加後 5 分間攪拌し、1 日養生した後再び 5 分間攪拌を行った。

3. 試験方法

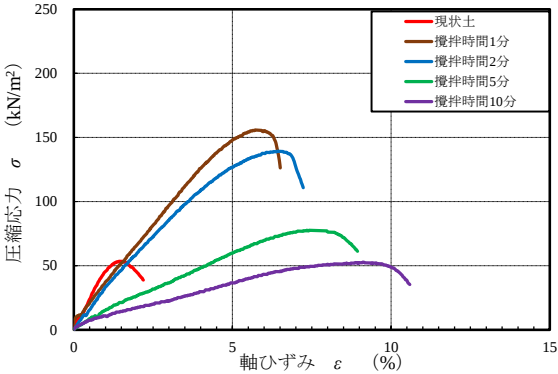
一軸圧縮試験は、JIS A 1216 に準じて行った。供試体は、直径 5cm×高さ 10cm になるよう、現状土はトリマーを用いて成形し、変状土は $E_c=1805.6\text{kJ/m}^3$ を基に締め固めて作製した。CBR 試験は、JIS A 1211 に準じて行った。

4. 試験結果

4. 1 一軸圧縮試験結果

(1) 攪拌時間別の応力－ひずみ曲線

図－1 は、現状土と変状土（安定材無添加）の応力ひずみ曲線を示したものである。図より、現状土に比べると変状土の一軸圧縮強さが大きくなる傾向を示した。これは、表－1 に示した供試体の湿潤密度の結果から、現状土よりも変状土の湿潤密度の方が大きい値を示しているため、供試体作製時の締め固めにより供試体密度が増加した考えられる。これらを踏まえると、一軸圧縮強さの指標では、乱れの状態を把握することは難しいと考えられる。



図－1 攪拌時間別の応力ひずみ曲線の関係

表－1 攪拌時間別の湿潤密度および含水比

攪拌時間 (分)	0	1	2	5	10
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.065	1.400	1.388	1.366	1.400
含水比 w (%)	87.3	92.0	93.8	90.9	93.0

キーワード 関東ローム，安定処理，乱れ，変形係数，CBR

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-2-4 日本大学理工学部交通システム工学科 TEL：047-469-5217

(2) 攪拌時間と変形係数 E_{50} の関係

図-2は、図-1より得られた変形係数と攪拌時間の関係を示したものである。図より、攪拌時間が増加すると変形係数は減少する傾向を示した。これは、攪拌時間の増加に伴い試料が乱れ、土中に含まれる非自由水が自由水化することによって関東ロームの変形傾向が延性的になったためであると考えられる。上記の結果を踏まえ、関東ロームの乱れの状態を示す指標としては変形係数が利用できると考えられる。

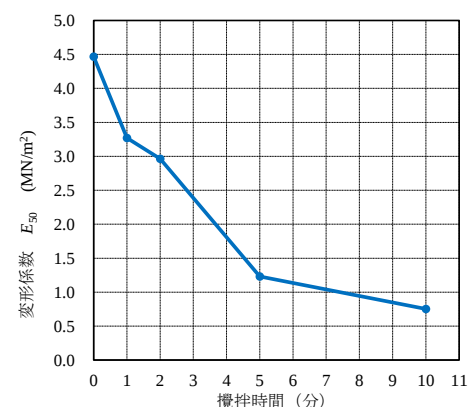


図-2 攪拌時間別と変形係数 E_{50} の関係

4. 2 CBR 試験結果

図-3は、無添加および生石灰を混入させた CBR と攪拌時間の関係を示したものである。図より、CBR の減少傾向は攪拌時間 2

分までに急激に減少し、5 分から 10 分では緩やかに減少する傾向を示した。また、その傾向は、生石灰添加率が増加すると顕著に現れていることがわかる。これは、写真-1 に示すように、攪拌時間 1 分までは塊の破壊が行われるが、攪拌時間 5 分程度になると塊の破壊が収束するため、このような結果になったと考えられる。

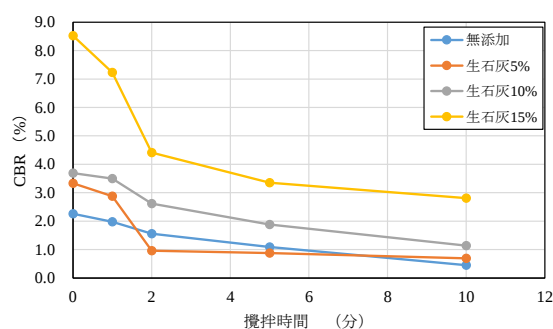


図-3 攪拌時間と CBR の関係



(a) 攪拌時間 1 分 (b) 攪拌時間 5 分

写真-1 塊の破壊状況

4. 3 乱れ係数 E_{50}/E'_{50} と CBR の関係

本研究では、現状土の状態からの乱れの推移を把握するため、前述の一軸圧縮試験結果を踏まえ、一軸圧縮試験より得られる現状土の変形係数 E_{50} と変状土で作製した供試体の一軸圧縮試験結果から得られる各変形係数 E'_{50} を比で表した乱れ係数 E_{50}/E'_{50} を用いて評価を行った。図-4は、乱れ係数 E_{50}/E'_{50} と CBR の関係を生石灰添加率ごとに示したものである。図より、生石灰添加率ごとに比較を行うと、無添加と生石灰 5% では大きな差異は見られなかった。これは、生石灰 5% 程度では、生石灰による改良効果よりも乱れによる支持力低下の影響が大きいいためこのような結果になったと考えられる。また、生石灰を用いて改良を行うと、生石灰 5%, 10%, 15% の全てで乱れ係数 1.51 まで急激に CBR が減少傾向を示し、乱れ係数 3.63 から 5.92 では CBR が緩やかに減少する傾向を示した。これは、乱れ係数 1.51 までに土の骨格構造の破壊が著しく起こり土中に含まれる非自由水が自由水化したためにこのような結果になったと考えられる。上記より、乱れ係数 1.51 までは強度低下が著しいことがわかり、これらを踏まえ安定処理する必要がある。

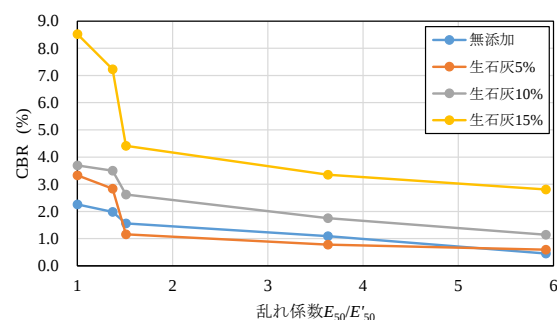


図-4 乱れ係数 E_{50}/E'_{50} と CBR の関係

5. まとめ

本研究により、関東ロームの乱れの状態は変形係数により評価できる可能性が示された。攪拌による CBR の低下は、変形係数から得られた乱れ係数 1.51 まで著しいことが示された。したがって、現地で採取した関東ロームの乱れ係数が 1.51 以上の場合、攪拌による強度低下が著しいことに留意し、安定処理を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 峯岸邦夫, 山中光一, 若月洋朗: 安定処理した関東ロームの締固め特性と CBR に及ぼす安定材添加率と攪拌時間の影響, 第 51 回地盤工学研究発表会, pp.1161-1162, 2016.9.