

固化・破碎を伴う泥炭セメント安定処理土の強度特性に及ぼす養生日数の影響

秋田大学 学生会員 ○鳥山 哲 正会員 田口岳志 正会員 荻野俊寛
学生会員 竹花宇史

1. 研究背景・目的

施工現場において取り扱いが難しいと言われる泥炭土に対してセメント安定処理工法は有効な手段の一つといえる。しかしながら、現場サイトの施工事情によっては、セメント固化させた後に切り出して破碎・転圧を施すこともあり得る。本研究では通常の泥炭セメント安定処理土を初期固化土、破碎・転圧したものを固化破碎土と定義し、固化・破碎の応力履歴を伴う泥炭セメント安定処理土に対して一軸圧縮試験を実施した。本報告では、その結果と考察について述べる。

2. 実験概要

土試料は、秋田県西仙北町で採取した秋田泥炭と、北海道江別市で採取した江別泥炭の2種類を用いた。表-1に各試料の物理特性を示す。固化材は高有機質特殊土用セメント¹⁾(以下特殊固化材と称す)を用いた。

表-1 土試料の物理特性

土試料	含水比 w(%)	土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	強熱減量 L(%)	分解度 H(%)
秋田泥炭	632.81	1.65	66.2	86.1
江別泥炭	785.32	1.56	90.34	75.50

土試料と固化材の配合手順は地盤工学会基準「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法(JGS0821-2000)²⁾」に準じた。配合後、 $D/H=50\text{mm}/100\text{mm}$ のプラモールドにやや多めに安定処理土を充填した。このときモールドを軽く打撃して気泡を除去する。所定期間の養生後、上端面を平滑化し、モールドから脱型して一軸圧縮試験(軸ひずみ速度:1.0%/min)を行った。試験後の初期固化土を破碎し、10mmふるいで裏ごしした後に $D/H=100\text{mm}/200\text{mm}$ のモールドに締固め回数12+13+12回の3層に分けて、やや多めに転圧した。所定期間の養生後、モールドから脱型し $D/H=50\text{mm}/100\text{mm}$ に成形し、作製した供試体に対して一軸圧縮試験(軸ひずみ速度:1.0%/min)を行った。

テストケースは以下の2種類とした。ケース①秋田泥炭を5mmふるいで裏ごしして大きな繊維質などを除去し、特殊固化材を配合したもの。配合の際には、固化材添加量 $C=150$, 200kg/m^3 、初期養生日数 $t_s=7, 14, 28$ 日に設定した。破碎・転圧後、転圧後養生日数 $t_{cc}=14$ 日に設定した。ケース②江別泥炭と特殊固化材を配合したもの。配合の際、 $C=200\text{kg/m}^3$, $t_s=7$ 日に設定した。破碎・転圧後、 $t_{cc}=14, 21, 28$ 日に設定した。

3. 実験結果および考察

3.1. 一軸圧縮強さ q_u および変形係数 E_{50}

図-1にケース① $C=200\text{kg/m}^3$ における初期固化土の応力-ひずみ曲線を、図-2に q_u と t_s の関係を示す。図-1および図-2より、初期固化土は t_s の増加に伴い q_u も増加し、その割合は $t_s=7$ 日から $t_s=28$ 日までで72.9%増になることが分かる。これは、養生日数の増加に伴い、水と固化材の反応が促進され、エトリンガイトなどの水和生成物が多く生成するためと考えられる³⁾。しかし、固化破碎土は t_s の増加に伴い q_u は減少する。その割合は67.0%減となる。更に、固化破碎土は初期固化土よりも q_u が著しく低い。

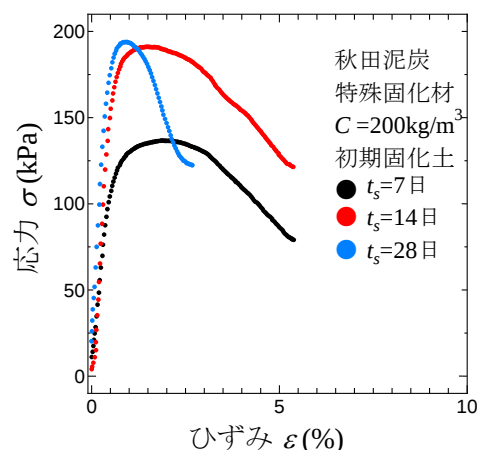


図-1 応力-ひずみ曲線

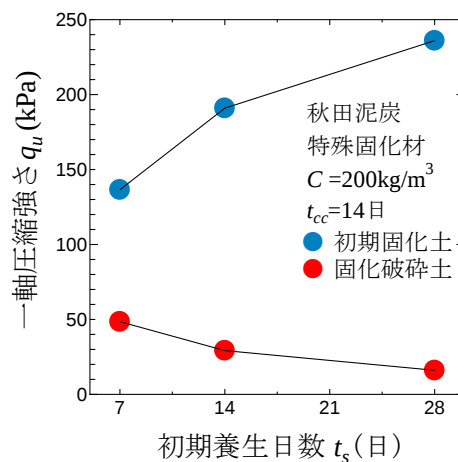


図-2 一軸圧縮強さ q_u と
初期養生日数 t_s の関係

これは、破碎されることによって初期養生期間で形成した骨格構造が失われ、破碎・転圧しても従来の安定処理土としての骨格構造を再形成することができなかったためと考えられる⁴⁻⁵⁾。このことを裏付けるため、各 t_s における初期固化土から固化破碎土への強度低下の割合を強度低下率 $\alpha\%$ と定義する。図-3 に α と t_s の関係を示す。 $t_s=14\sim 28$ 日での強度低下が著しい。このことは、 t_s が長いほど水と固化材の水和反応がほぼ完了しており、破碎・転圧後に反応が殆どみられない⁵⁾ものと思われる。このことから、もし施工現場で、再発現強度を期待するならば、 t_s は短い方が妥当といえる。図-4 にケース① $C=200\text{kg/m}^3$ における変形係数 E_{50} と t_s の関係を示す。図-4 では、初期固化土は t_s の増加に伴い E_{50} も増加する傾向であったが、固化破碎土は初期固化土と比べて E_{50} は低くほぼ変わらない。このことから、初期固化土の破壊挙動は脆性的、固化破碎土は塑性的であることがわかる。

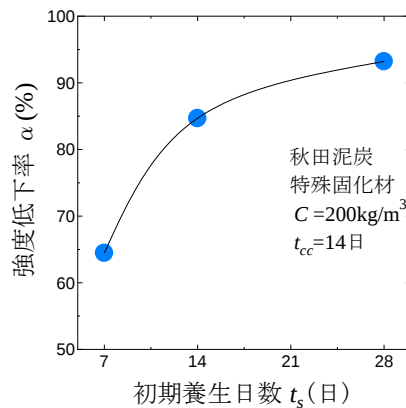


図-3 強度低下率 α と初期養生日数 t_s の関係

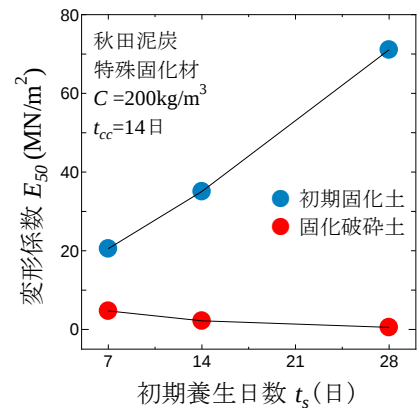


図-4 変形係数 E_{50} と初期養生日数 t_s の関係

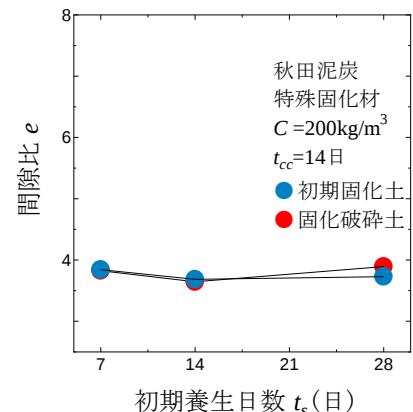


図-5 間隙比 e と初期養生日数 t_s の関係

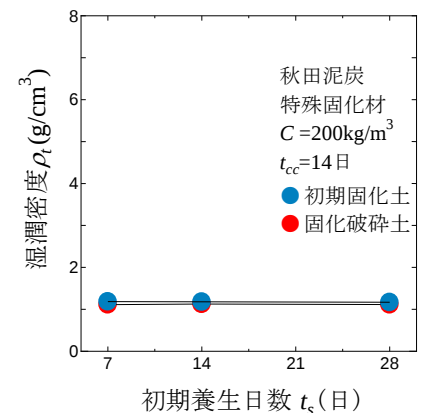


図-6 湿潤密度 ρ_t と初期養生日数 t_s の関係

3.2. 間隙比 e と湿潤密度 ρ_t に及ぼす養生日数の影響

各ケースにおいて、間隙比 e と湿潤密度 ρ_t を算出した。図-5 および図-6 にケース① $C=200\text{kg/m}^3$ の e と t_s の関係および ρ_t と t_s の関係を示す。これらの図から、 t_s の増加による e 、 ρ_t の変化は殆どみられない。このことは、図-2 で、初期固化土も固化破碎土も t_s の増加による強度変化が明瞭にみられたが、強度が e や ρ_t 等の物理量に依存していないことを示している。すなわち、安定処理土の内部における土粒子、間隙、水、固化材（水和物）の総量は変わらないものの、その存在形態が変化することで、強度特性に影響を及ぼしているものと推測される。

3.3. 転圧後養生日数 t_{cc} が与える影響

図-7 にケース②における q_u と t_{cc} の関係を示す。この図から、前述に加えて t_s のみならず、 t_{cc} が増加しても q_u は増加することがわかる。その割合は $t_{cc}=14$ 日から $t_s=28$ 日までで 89.2%増になる。よって、強度増加は t_s が短く、 t_{cc} が長い方が期待できる傾向にある。

4. 結論

本研究で得られた新たな知見は、以下のとおりである。

①泥炭セメント安定処理土は t_s の増加に伴い q_u も増加し、その割合は $t_s=7$ 日から $t_s=28$ 日までで 72.9%増であった。②固化破碎土への強度低下の割合を強度低下率 α と定義すれば $t_s=14\sim 28$ 日での強度低下が著しい。③本研究で調べた固化・破碎を伴う泥炭セメント安定処理土の間隙比と湿潤密度は養生日数による影響は殆どみられなかった。

【参考文献】1) 一般社団法人 セメント協会ホームページ: <http://www.jcassoc.or.jp/> 2) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，地盤工学会，3) 田口ら：養生時に上載圧の影響を受けたセメント安定処理土の微細構造，土木学会論文集 C，Vol.64，No.1，pp.67-78，2008，4) 山本ら：上載圧下で養生したセメント安定処理土の一軸圧縮強度特性，土木学会論文集，No.701/III-58，pp.387-399，2002，5) 鈴木ら：セメント安定処理土の強度発現における養生時上載圧の載荷条件の影響，土木学会論文集，No.792/III-71，pp.211-216，2005。

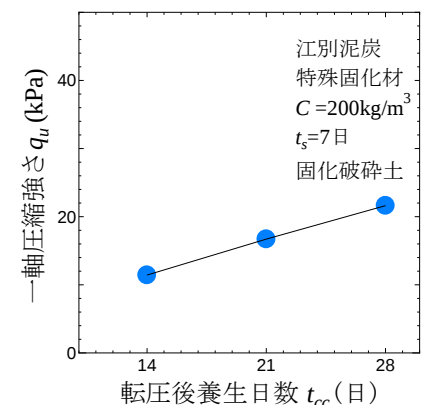


図-7 一軸圧縮強度 q_u と転圧後養生日数 t_{cc} の関係