

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 種々の影響因子に関する研究

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

1. 研究背景・目的

泥炭性軟弱地盤は、高含水比・高有機質ゆえに盛土材料としての流用が難しく、廃棄処分せざるを得ないのである¹⁾。本研究では、泥炭土に有効な良質化手法の一つであるセメント安定処理工法に着目し、実際の施工サイトを想定した“固化・破碎”の応力履歴を受けた泥炭セメント安定処理土の一軸圧縮強さについて、これに及ぼす種々の影響因子を調べた。

2. 試料および試験概要

実験に用いた試料は、秋田県西仙北町(現・大仙市)で採取した秋田泥炭である。表-1 に試料の物性値を示す。実験では自然状態のものと、5 mm

ふるいを用いてあらかじめ大きな繊維質を取り除いたものの2種類を用いた。固化材は、普通ポルトランドセメント(以下 OPC)と、高有機質特殊土用固化材(以下特殊固化材)の2種類を用いた。

土試料と固化材の配合手順は、破碎しない改良土(以下初期固化土)については、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(JGS 0821-2009)」²⁾ に準じている。その後、所定の養生日数に達したものを破碎し 10 mm ふるいで裏ごしした後、標準締固め試験 A 法で締固めした。その際、標準の突固めエネルギーを E とすると $0.5E$ で突固めて転圧した。所定の養生日数に達したものを切り出し供試体とした(以下固化破碎土)。なお、供試体寸法は $D/H=50\text{ mm}/100\text{ mm}$ である。

一軸圧縮試験については、地盤工学会基準「土の一軸圧縮試験方法(JIS A 1216:2009)」²⁾ に準じている。

3. 実験結果および考察

図-1 は試料に秋田泥炭、固化材に特殊固化材を用いた初期養生日数 $t_s=3, 7, 14, 28$ 日の応力-ひずみ曲線である。 $t_s=3, 7$ 日は塑性的破壊となり、 $t_s=14, 28$ 日は脆性的破壊であることが分かる。また、図-2 は変形係数 E_{50} と添加量 C の関係を示したものである。 $t_s=3, 7$ 日の場合は添加量の増加に対して殆ど変化しないが、 $t_s=14, 28$ 日のものは添加量 C が 150 kg/m^3 のときに急激に増加している。

図-3 は試料に秋田泥炭、固化材に OPC を用いたものである。初期固化土に対し、固化破碎土の方が明らかに一軸圧縮強さ q_u

が低い値になっている。特に、初期固化土の $t_s=21$ 日とのものと固化破碎土 $t=t_s+t_{cc}=21\text{ 日}+7\text{ 日}$ (t : 総養生日数, t_{cc} : 転圧後養生日数)を比較すると、80%程度減少している。これは、一度生成されたエトリンガイト等の水和

表-1 試料の物性値

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	632.8	1.65	66.2	86.1

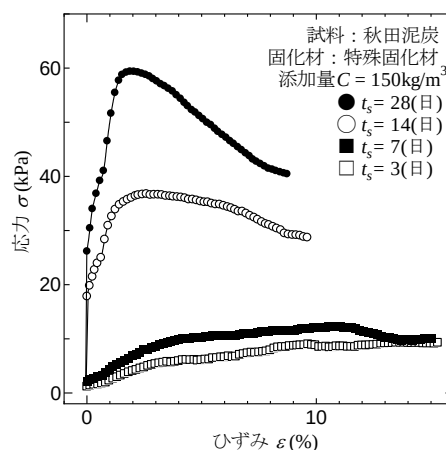


図-1 応力-ひずみ曲線

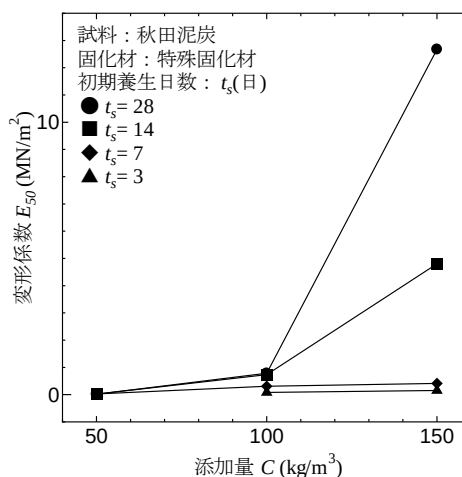


図-2 変形係数 E_{50} と添加量 C の関係

キーワード 泥炭 セメント安定処理 固化材 一軸圧縮試験

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2364

生成物により構築された骨格構造が破碎の工程で破壊されたため^{3)~4)}と考えられる。また、添加量が多いと初期固化土、固化破碎土ともに q_u が大きくなる。しかしながらその傾向は、初期固化土のものの方が顕著であり、固化破碎土の強度増加は小さい。このことは、初期養生日数が7日の時点で、水とセメントの反応がほぼ完了し、固化破碎後の固化作用が僅かしか得られなかったためと思われる。

図-4は試料に秋田泥炭を用い、固化材として特殊固化材とOPCを用いたものである。添加量 C が 100kg/m^3 以下、 $t_s=3,7$ 日では q_u に大きな差はみられない。しかし、添加量 150kg/m^3 、 $t_s=14$ 日を超えると、OPCに対し特殊固化材のものは明らかに q_u が大きくなっている。これは初期養生日数が長いものほど顕著である。このことから、本研究で用いた秋田泥炭は、OPCよりも特殊固化材を用いた方が強度発現に期待できることを確認した。

図-5および図-6は土試料を裏ごししたものとそうでないものの一軸圧縮強さ q_u と添加量 C の関係である。図-5の初期固化土について、裏ごしを行ったものの方が q_u が大きくなっている。最も差が顕著である $t_s=28$ 日、 $C=200\text{kg/m}^3$ の部分に限ってみると、実に5倍近くもの差がある。これは、裏ごしによって有機物が大幅に減少したことで、エトリンガイトなど水和生成物の生成が良好であったためと考えられる。これに対して、図-6の固化破碎土については、 $t=28$ 日+14日のものを除けば、固化材添加量の増加に伴って僅かに強度増加が認められる。しかしながら、初期固化土と比べれば強度増加の度合いは低い。以上のことから、養生日数が長期になり、初期固化の段階で反応が進みすぎてしまうと、破碎・転圧後の強度発現は望めない。また、初期固化土に対し、固化破碎土が裏ごしの影響を受けにくい要因の一つとして、固化破碎土の作成工程があげられる。固化破碎土は、転圧時の締固め度合いに均一性を持たせるため、初期養生後に破碎および 10mm ふるいによる粒度調整を行う。これにより、最初の裏ごし工程が初期固化土を高強度化したとしても、2度目の粒度調整によって、エトリンガイトなどの水和生成物が破壊され、固化土としての骨格構造を消失しているもの⁵⁾と推測される。

4. まとめ

本研究から得られた知見は以下のとおりである。

固化破碎を伴う泥炭セメント安定処理土の強度発現には、固化材の種類、添加量、土の性状(粒径)、初期養生および転圧後養生の日数、など多数の因子が影響することが分かった。特に、初期固化土は原土を裏ごしすることで5倍の強度増加が認められるのに対して、固化破碎土はその影響を殆ど受けないことが分かった。今後は、強度発現に適した各因子の具体値を求めるべく、さらなるデータの蓄積が必要である。

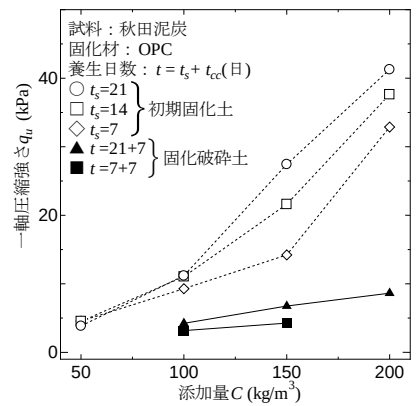


図-3 一軸圧縮強さ q_u と添加量 C の関係

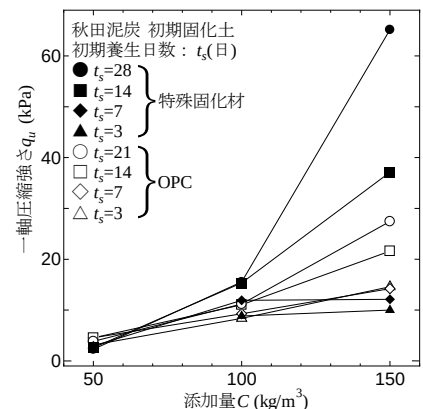


図-4 q_u - C 関係(固化材の種類)

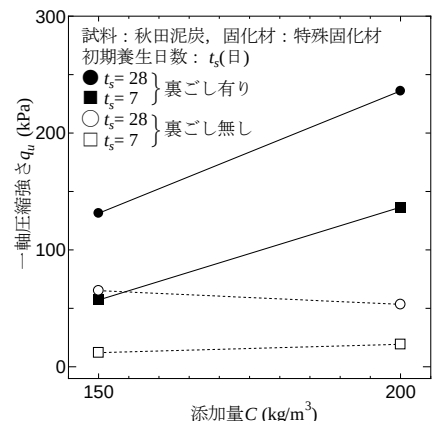


図-5 q_u - C 関係(初期固化土)

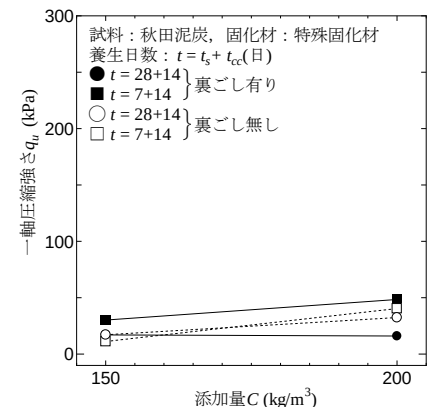


図-6 q_u - C 関係(固化破碎土)

【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：土質試験の方法と解説—第一回改訂版—，地盤工学会，2009。 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荷重条件の影響，土木学会論文集, No.792/III-71, pp.211-216, 2005。