

III-44 石炭灰の泥炭性軟弱地盤改良への適用について

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 山崎 達哉
同 上 同 上 能登 繁幸
同 上 同 上 加治屋安彦

1. はじめに

石炭灰の有効利用技術の開発を目的として、泥炭性軟弱土に改良材としてセメント及び石炭灰を混合する室内配合実験を実施し、石炭灰の地盤改良材としての性能、特にセメントの部分代替材料としての置換性能について検討を行った¹⁾。本報は、その実験結果から石炭灰の泥炭性軟弱地盤改良への適用について述べるものである。

2. 試験の概要

2.1 試験に用いた試料

試験に用いた石炭灰は、北海道内の石炭専用力発電所から排出された外国炭（豪州モーラ炭～略称M0）の新生灰である。なお、粒度調整の行われていない原粉のままのもので、排出直後に散水加湿され 2～3 日経過した状態で採取し、実験の際には乾燥して用いている。表-1 に基本物性試験結果を示す。

表-1 試験に用いた石炭灰

試料名		MO
含水比 (%)		23.33
比重 Gs		2.290
粒度特性	2000-	-
	74-2000	4
	5-74	84
	- 5	12
	最大粒径	2.0
	均等係数	5.2
曲率係数		1.2
p H		10.8
強熱減量 (%)		5.88
CaO (%)		3.26
MgO (%)		1.49
SiO ₂ (%)		52.11
Al ₂ O ₃ (%)		23.90
Fe ₂ O ₃ (%)		7.97
Na ₂ O (%)		1.03
K ₂ O (%)		1.53
SO ₃ (%)		0.20

また、試験に用いた泥炭は、北海道内各地から採取した自然含水比の異なる3種類のもので、表-2 に基本物性試験結果を示す。

表-2 試験に用いた泥炭

試料名	A	B	C
自然含水比 W (%)	219.4	616.8	941.6
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	0.927	1.023	0.927
比重 Gs	1.93	1.67	1.47
強熱減量 Lig (%)	55.2	71.9	95.3
分解度 H (%)	90.3	82.5	71.9
p H	4.8	5.3	5.2

2.2 試験の方法及び配合

試験は、表-3、4 に示す配合で泥炭に改良材としてセメントと石炭灰を混合し、供試体を作成して28日養生した後に一軸圧縮試験 (JIS A 1216)並びに圧密試験 (JIS A 1217)を行うというものである。なお、試験に使用する改良供試体は、(社)土質工学会「締固めを伴わない安定処理土の試験方法 (案)」に準じて作成した。

表-3 配合の定義

名称	材料	仕様	配合	設定
軟弱土	泥炭	北海道内3地点 (想定含水比) A(200%) B(600%) C(1000%)	a	湿潤重量 (自然含水比状態)
改良材	セメント	普通ホトラント	b	乾燥重量 $a \times \text{改良材総混入量}(\%) / 100 \times (1 - \text{石炭灰置換率}(\%) / 100)$ 石炭灰置換率 $(\%) : c / (b+c) \times 100$
	石炭灰	外国炭新生灰	c	乾燥重量 $a \times \text{改良材総混入量}(\%) / 100 \times \text{石炭灰置換率}(\%) / 100$ 石炭灰置換率 $(\%) : c / (b+c) \times 100$

表-4 配合条件

試験名	試料名	改良材総混入量 (%)	石炭灰置換率 (%)
一軸	A,B,C	40,60,80,100,120,140	0,25,50,75,100
圧密	B	40,60,80,100	0,25,50,75,100

3. 試験の結果及び考察

図-1 は、試料Bの改良材総混入量と28日強度の関係を石炭灰置換率を区分して示したものである。これを見ると、石炭灰置換率が75～100%と多いものの強度は改良材総混入量の増加に伴い徐々に大きくなるのに対して、石炭灰置換率が 0～50% と少ないものの強度は急激に増加する傾向のあることが分かる。これは、石炭灰が多いと間隙が埋まっていくことによる強度増加とセメントの固化作用による強度増加が並行して現れるのに対して、石炭灰が少ないとセメントの固化作用による強度増加が主として現れるためと推察される。

図-2 は、同様の結果を石炭灰置換率と28日強度の関係図上に改良材総混入量を区分して示したものである。これを見ると、改良材の総混入量が少ない場合には、石炭灰置換率による強度の差があまり見られないのに対して、改良材総混入量が多くなると強度の差が大きくなって現れてくることが分かる。

図-3 は、さらに試料Bの石炭灰置換率と改良材総混入量の関係図上で28日強度の等しくなる条件を結

んで等強度線を示したものである。これを見ると、実用強度の領域(5~10kgf/cm²)では、セメントの一部(25~50%)を石炭灰で置き換えた方が、セメントのみを用いた場合より少ない改良材総混入量で強度を確保でき、この種の泥炭に対しては、石炭灰はセメントの部分代替材料として十分利用可能な材料であることが分かる。

また、図-4、5、6は、それぞれ試料Bの28日強度と破壊ひずみ(ϵ_f)、変形係数(E_{50})、圧縮試験で得られた圧縮指数(C_c)の関係を石炭灰置換率を区分して示したものである。これらを見ると、圧縮指数のグラフで石炭灰置換率100%のデータにそれ以外の条件とは異なる傾向が見られるものの、これを除くとそれぞれの関係は石炭灰置換率によらずおおむね一定のように見受けられる。こうしたことから、セメントの一部を石炭灰で置き換えても、改良土の力学的特性(破壊ひずみ、変形係数、圧縮指数)は強度との関係において大きく変化しないものと思われる。

4. おわりに

今回の実験により、石炭灰は、一部の泥炭性軟弱土の改良にセメントの部分代替材料として利用することが十分可能な材料であることが判明した。今後、さらにデータの集積を図り、こうした利用方法がどのような泥炭と石炭灰の組合わせで有効かということを検討していきたいと考えている。

最後に、本試験を実施するにあたり北海道電力(株)には試料の提供等でご協力を頂いた。ここに記して謝意を表する次第である。

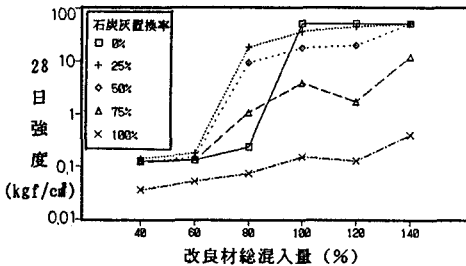


図-1 改良材総混入量と28日強度の関係

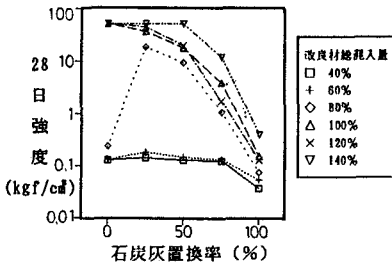


図-2 石炭灰置換率と28日強度の関係

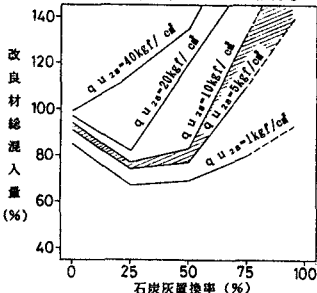


図-3 石炭灰置換率と改良材総混入量の関係

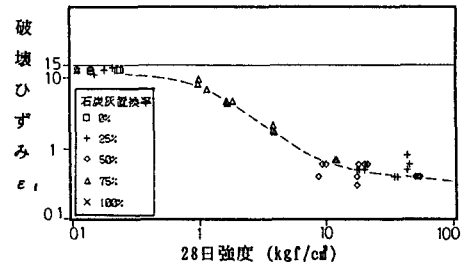


図-4 28日強度と破壊ひずみの関係

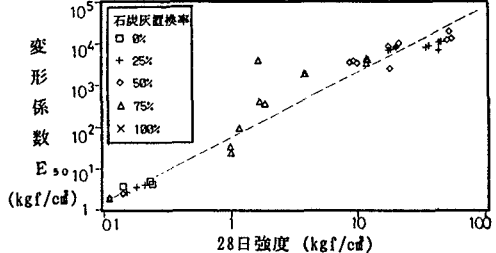


図-5 28日強度と変形係数 E_{50} の関係

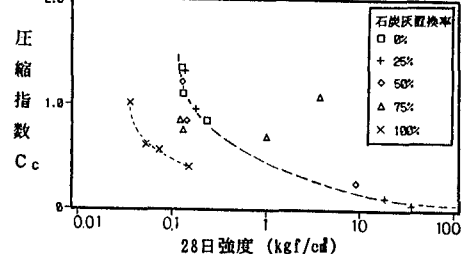


図-6 28日強度と圧縮指数 C_c の関係

参考文献

- 1) 北海道開発局土木試験所土質研究室：石炭灰の軟弱地盤対策工法への適用について 62.3