

## 島尻粘土と備長炭粉末を用いた導電性セラミックスの基礎的な成形加工

琉球大学 正会員 ○神田 康行  
 琉球大学 非会員 玉城 里吉  
 琉球大学大学院 非会員 神村 宇宙  
 琉球大学 正会員 松原 仁

### 1. 目的

軟弱地盤や多孔質地盤における地盤改良は、災害の未然防止として重要である。しかしながら、地盤内部の脆弱部を自己修復する改良工法は、十分に研究なされていない。さらに、近年では、循環型社会の構築や SDGs のような社会的要請がある。最近、Matsubara and Kamimura<sup>1)</sup>は、電着技術を応用した自己組織的な地盤修復技術を報告している。このような電着技術における電極には、金属材料よりも環境調和に優れた複合材料の適用が望ましい。

そこで、本報告では、沖縄県に広く分布する島尻粘土と備長炭粉末を混合した環境調和型の導電性セラミックスについて基礎的な成形加工条件を検討した。

### 2. 実験材料および方法

複合材料の母材は、島尻粘土を用いた。島尻粘土は、採取後にポットミル装置による湿式粉碎を行い微粉碎した<sup>2)</sup>。そして、ポットミル後のスラリーを 393 K で 6 時間乾燥した粉末を実験に用いた。備長炭粉末は、市販の備長炭粉末を用いた。

備長炭は、木材を炭化することで得られる材料である。そこで、本複合材料は、真空雰囲気中で焼結可能なマイクロ波焼結装置(富士電波工業(株) FMW-10-28)を用いて作製した。島尻粘土と備長炭粉末の複合化は、島尻粘土粉末に備長炭粉末を重量比で 20 ~ 40 % 添加した複合粉末にイオン交換水を島尻粘土の重量の 10 % (備長炭粉末 40 % では約 18 %) を加えた。そして、棒状の金型を用いて 87.2 MPa で 5 分間保持した。マイクロ波焼結は、加熱温度 1173 ~ 1323 K, 昇温速度 10 K/min, 最大加熱の温度保持時間を島尻粘土のみでは 10 分、複合材料では 30 分とした。

複合材料の機械的性質は、ビッカース硬さ試験および三点曲げ試験により曲げ強度を評価した。そして、複合材料の電気的特性として、試験片の両端に電圧を印加し、下記の式により電気抵抗率 $\rho$ を測定した<sup>3)</sup>。

$$\rho = R \times S / L \quad (1)$$

ここで、 $R$  は電気抵抗 ( $\Omega$ )  $S$  は試験片の断面積である。

### 3. 実験結果および考察

まず、基礎的な焼結の検討として、島尻粘土のみの曲げ強度を測定した。図 1 に島尻粘土を用いた成形体の曲げ強度と焼結温度の関係を示す。図 1 より、曲げ強度は、焼結温度の増加に伴って低下する傾向を示した。これは、焼結温度の上昇に伴い島尻粘土からガスが発生することで、内部空孔を形成していると推察される。すなわち、1273 K における島尻粘土は、熔融状態に近くなっていると考えられる。複合材料の成形加工では、母材と強化粒子は、十分に結合することが望ましい。備長炭粉末は、ある程度の熔融状態の母材と良く結合されると推察される。そこで、複合材料の焼結温度は、さらに 50 K 高くした 1323 K に決定した。

図 2 に複合材料の備長炭粉末の含有量と曲げ強度の関係を示す。図 2 より、備長炭粉末の添加に伴って曲げ強度は低下していることがわかる。高強度コンクリートの圧縮強度は 60 MPa 以上であり、コンクリートの曲

キーワード 複合材料, 電着技術, 地盤改良, セラミックス

連絡先 〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地 琉球大学工学部 kanda@tec.u-ryukyuu.ac.jp

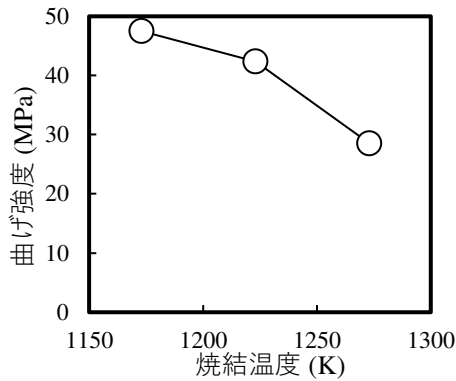


図-1 島尻粘土のみの焼結体における曲げ強度と焼結温度の関係

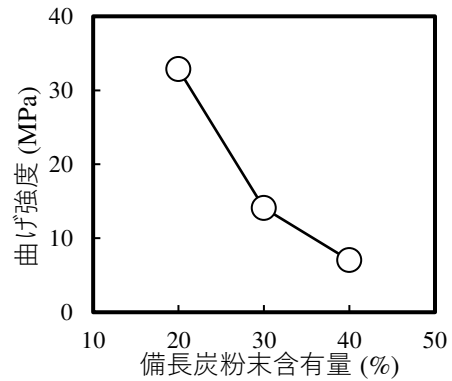


図-2 複合材料における曲げ強度と備長炭粉末含有量の関係

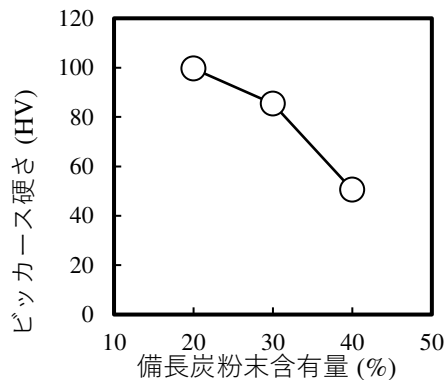


図-3 複合材料におけるビッカース硬さと備長炭粉末含有量の関係

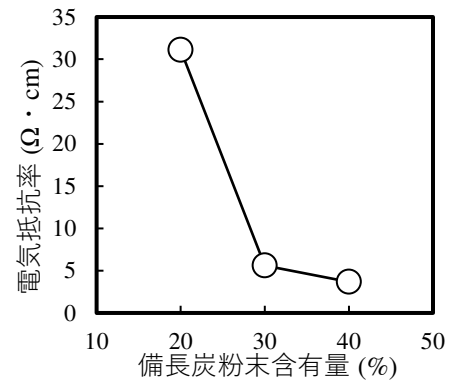


図-4 複合材料における電気抵抗率と備長炭粉末含有量の関係

げ強度は、圧縮強度の 1/5～1/7 である。これらのことから、高強度コンクリートの曲げ強度は、8.57～12.0 MPa と予測される。図 2 における備長炭粉末含有量 40% の曲げ強度は 7.05 MPa である。したがって、本複合材料の曲げ強度は、建設材料として十分であると推察される。図 3 に複合材料のビッカース硬さ (HV) と備長炭粉末含有量の関係を示す。HV も、曲げ強度と同様に備長炭粉末含有量の増加に伴い低下する傾向を示した。ここで、アルミニウムの HV は 20 ～ 100 であるため、本複合材料の HV は、構造材料と同等と考えられる。図 2 と図 3 の結果より、複合材料の機械的性質は、備長炭粉末の含有量が増加すると、母材の島尻粘土が不足することで低下していると考えられる。図 4 に複合材料の電気抵抗率と備長炭粉末含有量の関係を示す。図 4 より、電気抵抗率は、備長炭粉末含有量の増加につれて、低下している。島尻粘土は、導電性に乏しいが、備長炭は導電性を有する。すなわち、導電性を有する備長炭粉末含有量が増加することで、複合材料の電気抵抗率は低下したと考えられる。

#### 4. 結論

本報告では、電着技術を利用した自己組織的な地盤修復技術における電極の開発を目的として、島尻粘土に備長炭粉末を添加した環境調和型の導電性セラミックスの成形加工を検討した。本複合材料の機械的性質は、建設材料として十分であると推察され、電気抵抗率は備長炭粉末含有量の増加につれて低下した。

#### 参考文献

- 1) H. Matsubara and K. Kamimura: Use of electrodeposition to realise the crack-healing and pore-filling of weathered rock: A small specimen case, *Soils and Foundations*, Vol. 62, No. 1, 101100, 2022.
- 2) Y. Kanda: Spark plasma sintering using calcareous waste concrete powder, *Construction and Building Materials*, Vol. 349, 128726, 2022.
- 3) 福本功, 中村英二郎, 神田康行: バガス灰と炭化バガスを用いた放電プラズマ焼結による複合材料の作製, 日本機械学会論文集 (A 編), 78 巻, 786 号, pp. 201-212, 2012.