

## 石炭灰粒状材料混合土の盛土材料への適用性に関する研究

高知工業高等専門学校 学生会員 ○池田温生 小松拓矢  
高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎 東洋電化工業株式会社 非会員 羽方大祐

### 1. はじめに

近年、2011年の東日本大震災の影響等もあり、原子力発電所の停止によって火力発電所の稼働率が増加している。火力発電を行った際に副生される石炭灰は、平成23年度時点で電気事業856万トン、一般産業301万トンの合計1000万トンを超えた。また、将来的に石炭灰の発生量が大幅に減少することはないものと考えられる。現在、副生される石炭灰のうち70%はセメント原料として利用されるなど多くの用途で利用されている。しかし、土木分野での利用は15%程度と大きくなく、利用拡大が望まれている。そこで、石炭灰にセメント、水、消石灰を混ぜた石炭灰粒状材料が生成されている。石炭灰粒状材料に添加材料を加えることにより、多様な強度、透水性、環境に優しい特性を持つ石炭灰粒状材料を作成できる。図1に石炭灰粒状材料を示す。石炭灰粒状材料の用途を拡大することは、他の建設材料の節約にもなり、ひいては循環型社会への貢献に繋がる。本研究では、石炭灰粒状材料の用途拡大を目指し、盛土材としての適用性について定量的な評価を行う。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試験体概要

本研究では、石炭灰粒状材料、田野の山土及びたるみの池の土の試料単体と、石炭灰粒状材料に田野の山土やたるみの池の土を混合した石炭灰粒状材料混合土を対象として実験を行う。石炭灰粒状材料混合土は、田野の山土やたるみの池の土に、石炭灰粒状材料を体積比で50%または70%で混合する。合計6種類の試料で実験を実施した。

#### 2.2 試験手順

石炭灰粒状材料、田野の山土及びたるみの池の土の物理的性質を知るために、密度試験、粒度試験、液性・塑性試験などの物理試験、締固め試験やコーン貫入試験等の安定化試験を実施する。その後試料単体と混合土の軸圧縮試験を実施し、盛土材としての適用性の検討を行う。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 物理試験と安定化試験

物理試験、安定化試験の結果を表1に示す。密度試験の結果から田野の山土やたるみの池の土の密度は、それぞれ2.664、2.708g/cm<sup>3</sup>に対して、石炭灰粒状材料の密度は2.298g/cm<sup>3</sup>と比較的小さい。最大乾燥密度は、最小の1.072g/cm<sup>3</sup>である。このことから、比較的軽量であるため盛土に混入することで、軟弱な地盤上では沈下量を低減することや、構造物への土圧や側圧を軽減可能だと考えられる。最適含水比は、田野の山土やたるみの池の土が14～18%であるのに対し、39%と極めて高い数値を示している。これより、吸水性能が高いため、盛土材の使用には留意する必要がある。



図1. 石炭灰粒状材料

表1. 各試料の物理試験結果

試験種類	指標種類	田野の山土	たるみの池の土	石炭灰粒状材料
密度試験	密度P	2.664	2.708	2.298
粒度試験	記号	GFS	SF-G	SFG
	塑性図	ML	CL	
	ASSHITO	A-2-7	A-7-6	
液性塑性試験	群指数GI	2.65	3.83	
	自然含水比W <sub>n</sub>	2.773	24	24
	液性限界WL	26.4	22.5	NP
締固め試験	塑性限界W <sub>p</sub>	23.361	16.591	NP
	ρ <sub>dmax</sub>	1.814	2.008	1.072
	W <sub>opt</sub>	14.8	17.7	39.3
	D <sub>c</sub>			92.4

図2に石炭灰粒状材料混合率と湿潤密度の関係を示す。図より、石炭灰粒状材料を田野の山土やたるみの池の土に混入することで、湿潤密度の減少が見られる。たるみの池の土は、50%混合することで21.44%減少し、70%混合することで37.35%の減少が確認できた。田野の山土は、50%混合することで11.20%の減少が確認できた。田野の山土とたるみ池の土で減少率が異なるのは、土粒子の粒径による影響が見られる。粒径が小さいと表面積が増えるため、石炭灰粒状材料との付着面積が増える。したがって、たるみ池の土に混合した場合は、密度が田野の山土に混入した場合より高くなる。

### 3.2 一軸圧縮試験

表2に一軸圧縮試験ケースを示す。試験は、最大粒径2mmとし最適含水比で締固めて実施した。

石炭灰混合率に対する一軸圧縮試験結果を図3に示す。混合土が盛土材料としての有効性を評価する基準は、セメント系固化材による改良土に用いる基準を石炭灰粒状材料混合土に適用して検討する。改良土を盛土に用いる際に求められる一軸圧縮強さは100~300kN/m<sup>2</sup>とされている。本試験では全ての試験ケースで100kN/m<sup>2</sup>以上の基準を満たしていることが分かる。このことから、混合率が50%の場合では田野の山土、たるみの池の土は盛土材として利用できる。また、盛土の適用について石炭灰粒状材料は軽量であるため、加圧時に盛土側方への変形量を抑制されたことが確認できる。たるみの池の土では、混合率を70%に上げた場合も盛土材として十分な性能を発揮することがわかった。

図4に各試料の粒径加積曲線を示す。昨年度の研究で細粒分の多い土に混合した場合に盛土材として十分な強度が発揮されることが確認できた。そこで、本研究では昨年度より細粒分含有率が大きい試料を採用し、昨年度よりも強度が上昇していたことが確認できた。

### 4. 結論

- 1) 田野の山土・たるみ池の土を石炭灰粒状材料に50%混合させた場合、盛土材として適用できる。
- 2) たるみの池の土のような細粒分含有率が大きい土でも70%混合した場合でも十分な強度を発揮する。

### 参考文献

- 1) 固化処理研究会、技術資料、第4章設計 PP. 1~2
- 2) 尾崎 敦、石炭灰粒状材料の盛土への適用性に関する研究 2017 卒業論文
- 3) 石炭灰混合材料有効利用ガイドライン PP. 1~99

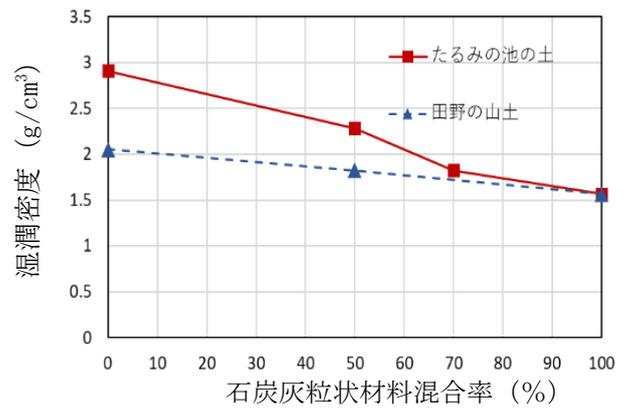


図2 石炭灰粒状材料の混入率による湿潤密度への影響

表2 一軸圧縮試験ケース

ケース数	名称	石炭灰粒状材料混入率 (%)
単体		
①	たるみの池の土	—
②	田野の山土	—
③	石炭灰粒状材料	—
混合土 (石炭灰粒状材料)		
④	たるみの池の土	50%+50%
⑤	たるみの池の土	70%+30%
⑥	田野の山土	50%+50%

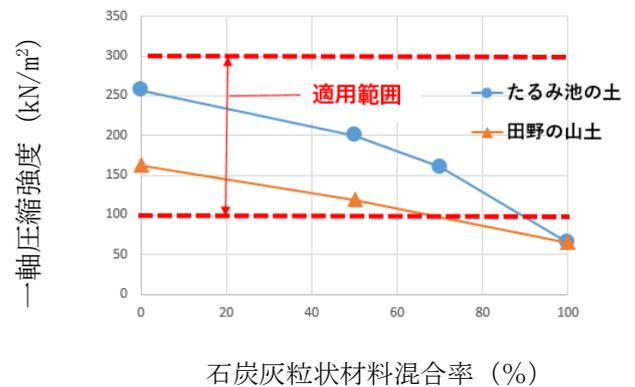


図3 石炭灰粒状材料の混入率による一軸圧縮強度への影響

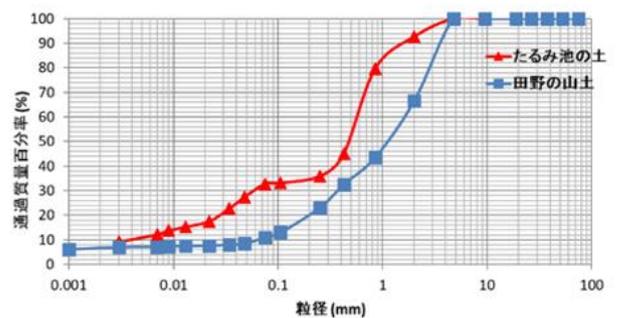


図4 粒径加積曲線