

石炭灰を利用した固化材の適用性（その1）

(株)フジタ 正 茶園 裕二 斎藤 悦郎
 (株)フジタ 正 望月 美登志 平野 訓相
 中国電力(株) 正 新谷 登 斉藤 直
 中国電力(株) 正 安野 孝生
 フォタエコリサイクル(株) 羽田 準一

1. はじめに

環境や産業廃棄物処理への意識が高まっている中で、建設工事における軟弱土の処理問題はきわめて重要な課題である。一方、石炭火力発電所から発生する石炭灰は、その大半はセメント分野に偏った有効利用であり、多方面への利用の研究がさまざまなされている。前報¹⁾²⁾は、加圧流動床方式の発電所から発生する石炭灰と石膏系中性固化材を混合して、中性領域で低価格の地盤改良材の開発を目標に行った基礎実験の報告を行った。本報は、応用実験として物性や含水比の異なる特殊土を用い、その強度（コーン指数）特性について検討した結果を報告する。

2. 試験材料

本実験は、「有機質土」「関東ローム」「細粒土」「藤森粘土」を対象泥土試料として、改良効果について検討した。各対象土は、脱水ケーキ状（コーン指数 100~200kN/m²）、中間泥（液性限界の1.2倍程度）、泥土状（液性限界の1.5倍程度）に含水比を調整（表1）した。表2に、各対象土壌の物理特性を示す。石膏系固化材は、汚泥を迅速に粒状固化し、再泥化を防止するもので、特定条件下でpHを7~10に調整し、有害物質を含有していないものを使用した。石炭灰は、石炭と石灰石を混合燃焼するため、主成分のCaO、SO₃量がフライアッシュより多く、自硬性を持つPFBC灰（以下、P灰と称する）とした。P灰の物性を表3に、対象土とP灰の粒度分布を図1に、P灰の一般的な成分を図2に示す。石炭灰は、シルト分が多く、含水比が0.4%とほぼ乾燥状態である。吸水率は10.2%で、pH=12.5のアルカリ性を呈する。

表1. 設定含水比

含水比調整	藤森粘土(%)	関東ローム(%)	細粒土(%)	有機質土(%)
脱水ケーキ状	33.0	87.0	32.0	142.0
中間泥	49.8	145.4	50.4	381.6
泥土状	62.3	181.8	63.2	477.0

表2. 対象土の物性

物性試験項目	藤森粘土	関東ローム	細粒土	有機質土
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.700	2.814	2.653	2.068
液性限界 (%)	41.5	121.2	49.4	318.0
塑性限界 (%)	24.7	89.3	29.2	177.0
塑性指数 (%)	16.8	31.9	20.2	141.0
含水比 (%)	0.4	98.7	29.8	334.3
強熱減量 (%)	4.93	15.95	4.65	50.6
pH	5.8	7.2	5.0	5.3

3. 試験方法

改良材は、既報¹⁾²⁾より石炭灰と固化材の割合を4:6の実用的な配合条件とした。試験は、締めめた土のコーン指数試験（JIS A 1228）とする。改良は、「建設発生土利用技術マニュアル」の第3種建設発生土の基準にあるコーン指数 q_c = 400kN/m²程度に着目して、強度の適用性評価を行った。

コーン試験は、養生なしと3日、7日養生、

キーワード 石炭灰、地盤改良、締め固め、廃棄物、リサイクル

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野2005-1 (株)フジタ技術センター土木研究部 046-250-7095

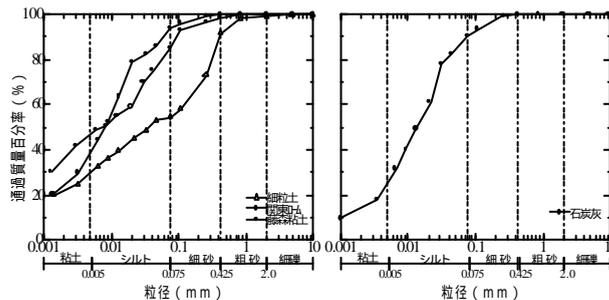


図1. 対象土の粒度分布

表3. 石炭灰の物性

物性試験項目	石炭灰
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.553
液性限界 (%)	NP
塑性限界 (%)	NP
塑性指数 (%)	NP
含水比 (%)	0.40
吸水率 (%)	10.2
pH	12.5

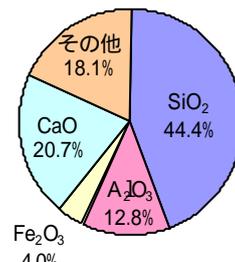


図2. 石炭灰の成分

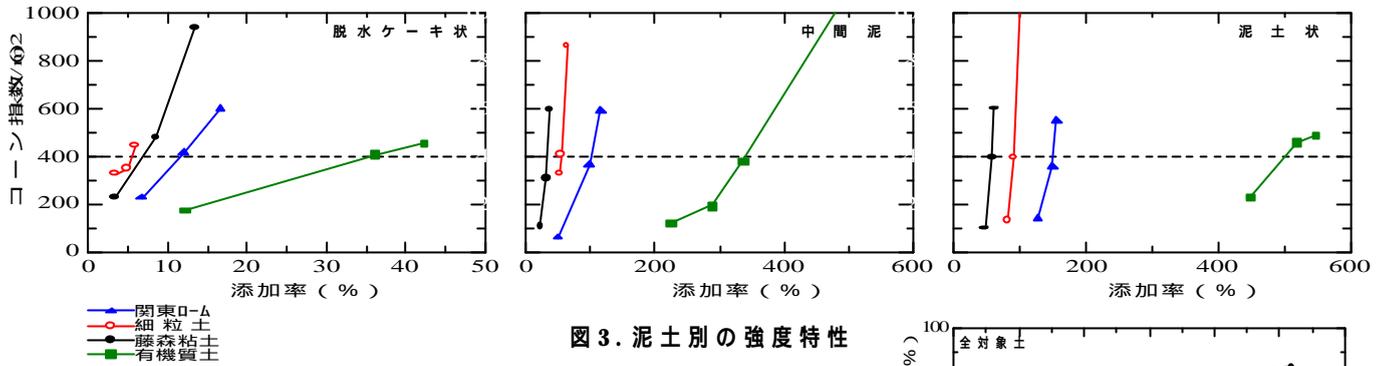


図3. 泥土別の強度特性

30日、180日水中養生のものを実施した。ここで、添加率とは、泥土の乾燥質量に対する改良材の添加量の割合であり、これをパラメーターとして整理する。

4-1. 添加率とコーン指数

コーン試験による各対象土の改良結果を図3に示す。改良効果は、細粒土が強度の増加が顕著である。全改良において、ある添加率から急激な強度増加の傾向がある。有機質土の強度増加が他に比較して、小さい。添加率では、有機質土が他の対象土と比較して高い。各対象土ともに、泥土状態が軟弱に、また、含水比が高くなるに伴い、改良材の添加率が増加している。

4-2. 添加率と含水比

コーン指数で $q_c = 400\text{kN/m}^2$ 前後における添加率と含水比の低下率（含水比の改良前に対する改良後との差の割合）との関係を図4に示す。図より含水比の低下は、対象土に関係なく一定の曲線で添加率が増加するに伴い高くなっている。また、7日養生における含水比の低下では、養生による変化はほとんどなかった。さらに、含水比とコーン指数との関係は、バラツキがあり、コーン指数は対象土の物性に連関していると判断できる。このことから、含水比による添加率は予想ができるが、コーン指数の予想は困難であるといえる。コーン指数 400kN/m^2 における各泥土の状態別添加率の比較を図5に示す。図より 脱水ケーキ状は、添加率 10%程度で、対象土による差はなかったが、中間泥と 泥土状における有機質土は、極端に添加量が多く必要になることがわかる。

5. まとめ

これまでに石炭灰と固化材の混合改良材について基礎実験¹⁾²⁾を行い、本稿では対象土における強度（コーン指数）の適用性を検討した。その結果、有機質土の改良は、高含水比の影響から添加率が上がるため、強度増加もしくは高分子等による含水比対策が必要と考える。また、養生による強度増加が、効果は異なるものの、全ての対象土において認められるため、養生が可能な場合では添加率を下げる事ができる。さらに、水中養生における強度の低下や再泥化などの問題もなく、コーン指数については強度の増加が認められた。これらの養生による効果は、ポズラン作用におけるものと考えられ、室内試験等による適切な添加率の設定により、石炭灰と固化材の混合は、改良材として強度の面において十分に適用性があるといえる。ただし、石炭灰のアルカリ性の影響があるため、pH等の検討が課題である。今後は、さらに環境への影響も考慮した研究を行い、低価格のリサイクル固化材を目指す所存である。

【参考文献】

- 1) 茶園, 望月, 斉藤他: 「リサイクル材料を活用した地盤改良方法に関する一考察」土木学会関東支部研究発表会, 2002
- 2) 茶園, 望月, 斉藤, 新谷他: 「石炭灰を活用した地盤改良材について」第29回地盤工学研究発表会, 2002.7

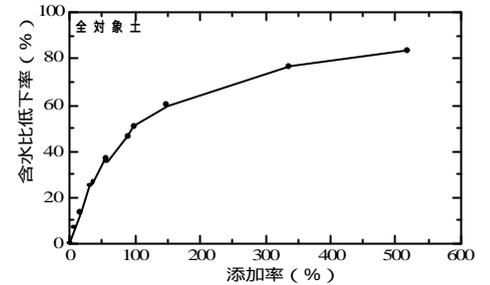


図4. 添加率と含水比低下率

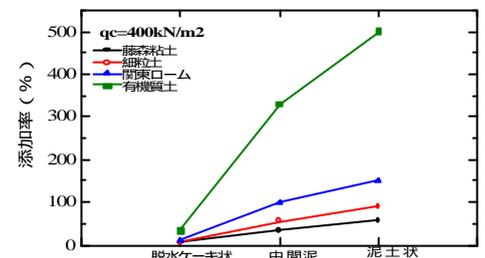


図5. 各泥土状態の添加率