

石膏と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 望月 美登志
 (株)フジタ 正 平野 訓相
 (株)エネルギー アイテリア 正 新谷 登 齋藤 直
 中国電力(株) 正 田中 等
 フォタ エコリサイクル(株) 羽田 準一 前田 誠

1. はじめに

未だリサイクル率が低い状況である建設汚泥や浚渫土などの改良は、地球環境保全における意識改革からさまざまな研究や開発などの取組みがされている。しかし、土の安定処理や地盤改良の多くは、強度や単価、実績などからセメント系固化材が主流であり、環境に配慮された改良材は、価格などの課題がある。本稿は、火力発電所から発生する排煙脱硫石膏と加圧流動床方式からの石炭灰を混合して、低価格の固化材の開発を目標に実施した室内試験の結果について報告する。

2. 試験の材料

本実験で使用した対象土（写真1）および石炭灰の物性を表1に示す。対象土の含水比は中間汚泥程度を想定し、液性限界の1.1倍程度の $w = 45\%$ に調整した。土の pH は、5.8 と酸性を呈している。石炭灰は、自硬性を持つ加圧流動床灰とした。石膏は、排煙脱硫石膏を粉体熱処理機（写真2）にて180 60分焼成後、恒温恒湿室（20 60%）で48時間熟成したものを使用した。

表1. 試料物性

物性試験項目	基準泥土	石炭灰
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.700	2.553
液性限界 (%)	41.5	NP
塑性限界 (%)	24.7	NP
塑性指数 (%)	16.8	NP
含水比 (%)	45.0	0.40
吸水率 (%)	-	10.2
最適含水比 (%)	24.7	-
最大乾燥密度 (%)	1.537	-
pH	5.8	12.5
細砂分 (%)	6.0	9.0
シルト分 (%)	54.0	66.0
粘土分 (%)	40.0	25.0



写真1. 基準粘土



写真2. 粉体熱処理機

3. 試験の目的

これまでの試験結果から石炭灰と石膏の混合では、石炭灰の効果により気中養生においては養生効果が認められたが、水中においては石膏の強度低下に伴う影響が考えられた。今回は、石炭灰と石膏とスラグを混合させることでの改良効果を検討した。石膏のみの改良では、十分な耐水性が期待できず、ポゾラン活性を与えることで長期的な強度の増加をさせるため、主原料の石膏に高炉スラグを添加し、石炭灰を活性剤として期待して、強度増進の可能性を確認した。

4. 試験方法

試験は、締固めた土のコーン指数（JIS A 1228）、pH 試験（JGS 0211）を主体に、改良効果や pH、石炭灰の効果などを確認した。さらに、コーン試験では、図2のフローに示す養生方法に基づいて、1日養生と7日養生のものを実施した。また、改良における混練りは、手練り5分を目安とし、固化材は各材料を予め混合攪拌したものを使用した。ここで、材料割合は固化材全体に対する対象材料の重量比として整理する。

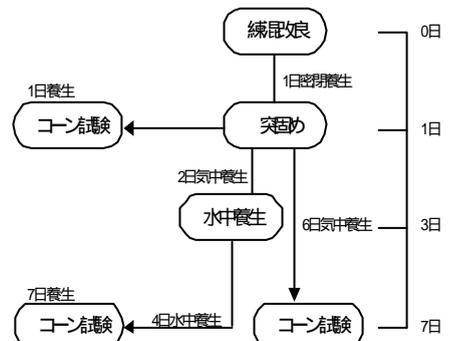


図1. 養生方法フロー

キーワード 地盤改良、締固め、廃棄物、リサイクル、石炭灰、石膏

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

5. 試験結果

強度比較では、1日養生（図2）の石炭灰割合3%、20%、30%の強度がスラグ5%添加で上がっている。しかし、7日養生（図3）では、石炭灰3%の強度が下がっているのは、水の影響を受ける石膏量が多いためと考えられる。また、石炭灰20%、30%、40%割合は養生効果が大きいといえる。pH（図4）では、石炭灰やスラグの量が増えるに伴い大きくなるが、pH10.5程度でほぼ一定となり、セメント系の改良のような強アルカリ性までは上がらず、強度との関係ではpHの低いものほど強度は小さいといえる。

6. 耐久性についての検討

石膏による改良土は、水浸による飽和の影響により強度低下が生じ、水中養生の際、水に接した表面からその影響を受けると考えられる。そこで、水中養生試料のコーン試験において上部からの貫入5cm、7.5cm、10cmにおける強度の増加割合を1日養生の強度と比較して、その影響の度合いを強度の増加率として評価した。ここで既報¹⁾での石炭灰と石膏の場合では、モールドの上面になるに従い水の影響は大きく、その強度低下は石炭灰の混合割合が少ないほど大きい傾向であった。今回のスラグ添加による効果を図5~7において比較してみた。ここに、縦軸の強度増加率とは1日養生における強度と水中養生による強度の差に対する1日養生の強度であり、0値は同等強度となり、負値は強度低下を意味する。図5から図7の結果よりスラグ添加（5~20%）に関わらず、石炭灰3~10%混合で強度が低下し、表面に近いほど強度低下が大きく、石炭灰20~40%混合で明らかに養生効果が認められた。

7. まとめ

上記の結果から、pHや水の影響など環境への配慮、強度およびコストの考慮を行い、最も適した配合を決定するのが妥当と考えられる。例えば、石炭灰と石膏の混合では、石膏のみの改良よりも水の抵抗性が増し、スラグ添加の場合はさらに抵抗性が向上し、強度は伸びる。しかし、スラグ添加によるコストが上がる傾向にあるため、盛土への利用や水辺の利用などその使用用途を十分に検討して、最適な改良方法や配合を行えば、十分に低価格のリサイクル改良材の実用性は可能と考える。これらの開発は、地域における低コストによる廃棄物のリサイクル、減量化を実現させ、今後の循環型社会に役立つと考える。本報告は、共同研究により実施した成果のまとめであり、今後も課題解決を行っていく所存である。

【参考文献】茶園,望月他:「石膏と石炭灰を活用した地盤改良材について」第38回地盤工学研究発表会

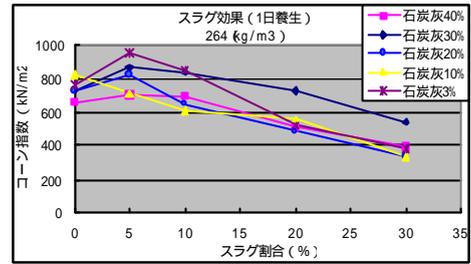


図2.スラグ*効果(1日養生)

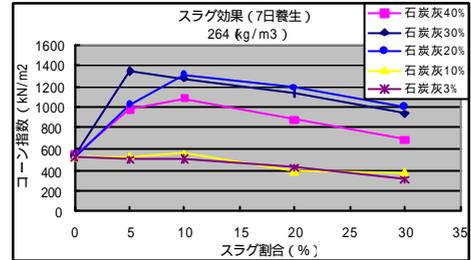


図3.スラグ*効果(7日養生)

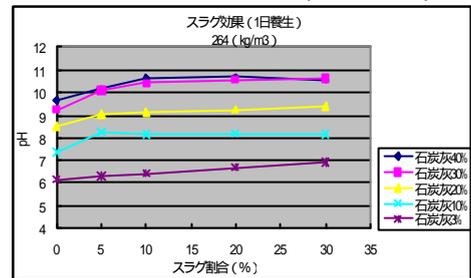


図4.水中pHの影響効果(pH)

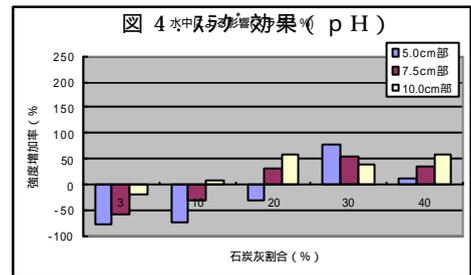


図5.強度増加率(スラグ5%)

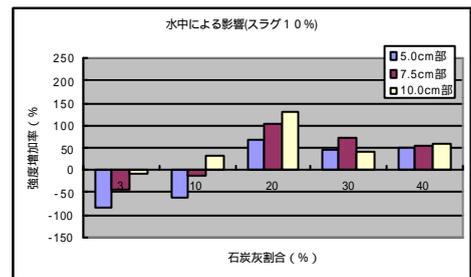


図6.強度増加率(スラグ10%)

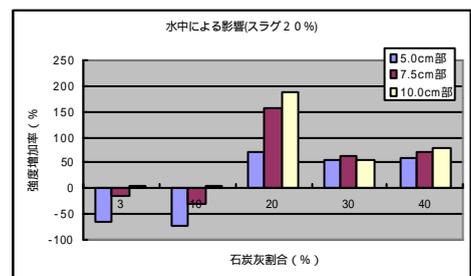


図7.強度増加率(スラグ20%)