

軟弱土安定処理に用いるフライアッシュの有効性の向上に関する研究

岡山大学環境理工学部
岡山大学大学院
岡山大学大学院

正会員
学生会員
学生会員

奥村 樹郎
安井 章
○中田 明裕

1. 本研究の背景

石炭火力発電所で副産されるフライアッシュ（以下 FA とする）は産業廃棄物として埋立て処分する方法、または産業資源として有効利用する方法があるが、地球規模の環境を考えた資源化という面で有効利用拡大が重要となっている。本研究はこのような背景に基づき、ヘドロを安定処理する際のフライアッシュの固化助材としての有効利用について検討することを主たる目的とする。

2. 石炭灰を用いた浚渫ヘドロの安定処理

近年、湾岸開発の増加に伴い、軟弱な埋め立て地盤、ヘドロ堆積地盤上への大規模な構造物の築造や盛土施工などにより基礎地盤の改良の必要性が大きくなっている。そのような安定処理には一般にセメント系安定材等の各種安定材を使用するが、ここでは、その際 FA を同時に混合し、安定処理に対する石炭灰の有効性について検討する。

2.1 フライアッシュの前処理

固化助材として添加する FA に前処理を施すことで FA 粒子の反応性を向上させ、その後の安定材との反応の活性化が本研究の目的であり、その予備試験では前処理剤として炭酸ナトリウム（ Na_2CO_3 ）、水酸化ナトリウム（ NaOH ）を使用する。前処理時にはフライアッシュの乾燥重量に対して 5%の前処理剤と 25%の水で水溶液を作りその水溶液とフライアッシュをソイルミキサーにて混合した。ここで 1:5 重量比（前処理剤:水）における、炭酸ナトリウム（ Na_2CO_3 ）の $\text{PH}=11.25$ 、水酸化ナトリウム（ NaOH ）の $\text{PH}=12.43$ であった。



2.2 試料の諸性

今回使用した FA は石炭火力発電所より採取されたものである。また、固化処理の対象は浚渫ヘドロであり表-1に主な物理的性質を示す。

3. 試験内容

試験の流れと概要を図-1 に示す。

本試験では、セメント、消石灰の固化材と固化助材として前処理したフライアッシュと未処理のフライアッシュを使用しヘドロの土粒子重量に対し固化材を 0、10%、フライアッシュを 0、5、10、20%の添加率で混合し供試体を作製した。養生期間として 7、14、28(日)を設けた。

表-1 物理・力学的性質

	石炭灰	ヘドロ
粒子密度 (g/cm ³)	2.20	2.66
液性限界 (%)	NP	73.9
塑性限界 (%)	NP	30.1
塑性指数	NP	43.8
最適含水比 (%)	23.3	-
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.31	-

図-1 試験のフローチャート

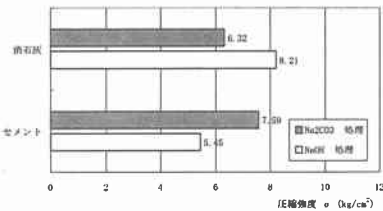


図-2 (a) 1週間恒温密封後 炉乾燥 (14日:含水比100%)

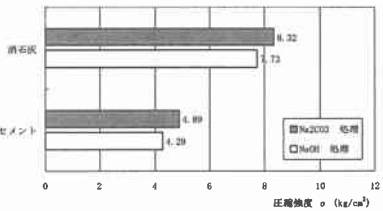


図-2 (b) 1週間 恒温放置 (14日:含水比100%)

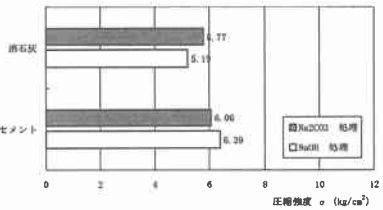


図-2 (c) 1時間 恒温放置 (14日:含水比100%)

4. 予備試験結果

4.1 前処理フライアッシュの検討

予備試験では、FAの前処理を、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、水酸化ナトリウム (NaOH) を前処理剤とした。1週間密封後炉乾燥、1週間恒温放置、1時間恒温放置の3パターンについて14日養生の供試体の1軸圧縮強度を観察した。安定材の添加率を10%、フライアッシュの添加率を20%とした。

4.2 予備試験結果

試験結果を図-2に示す。予備試験では炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) の1週間恒温放置での消石灰安定処理が圧縮強度 8.32kgf/cm^2 で最も強く、次いで水酸化ナトリウム (NaOH) の炉乾燥前処理での消石灰安定処理が強かった。しかし全体として2つの前処理剤での強度を比較するとほぼ同等に強度は発現しており同程度の効果が得られそうである。また、「1時間恒温放置」、「1週間恒温放置」、「炉乾燥」の3パターンの前処理法における強度にも極端な差は生じていないと考察できた。以上から本試験では、水酸化ナトリウムは劇薬で取り扱いに注意を有するため、前処理剤としては炭酸ナトリウムを使用することにした。3つの処理法については最も作業効率のよい1時間恒温放置に決定した。

5. 本試験

予備試験の結果より、本試験では表-3の試験パターンを図-1の試験フローチャートに従って実験を行った。

5.1 本試験結果

試験結果を図3に示す。(F:フライアッシュ、nF:前処理したフライアッシュ) L:消石灰 C:セメント

5.1 結論

(a) フライアッシュ単独でのヘドロの安定処理効果は見られなかった。

(b) 炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) でフライアッシュを前処理することで、消石灰添加では、フライアッシュの安定処理効果の向上が顕著に確認できた。一方、セメント添加では、その効果は確認できなかった。

(c) 消石灰添加の前処理フライアッシュ安定処理では、フライアッシュの添加率に比例して、強度も増加した。しかし、他の場合では、フライアッシュの添加率を増やすと強度も増加するというわけではなかった。以上のようにフライアッシュを前処理することで、消石灰添加については、ヘドロ安定

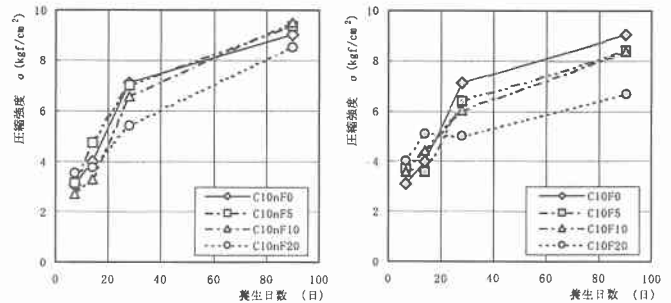


図-3 (a) セメント添加 (左: 処理あり 右: 未処理)

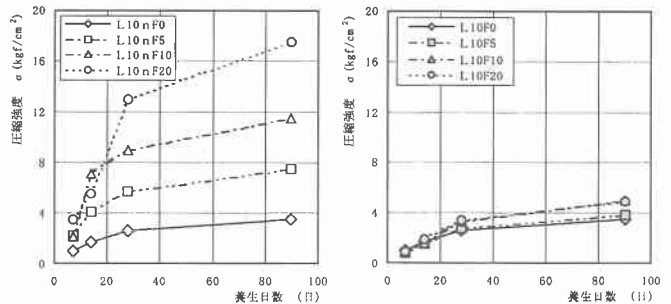


図-3 (b) 消石灰添加 (左: 処理あり 右: 未処理)

処理に対するフライアッシュの有効性の向上を確認することができた。今回、養生期間90日間で見ると、本研究のフライアッシュ前処理方法はセメント添加よりも消石灰添加に効果があると思われる。今後の課題としては、供試体のpHが非常に高く、土木材料として利用するには、土壌環境や、植生の影響を考慮すると難しいと思われる。今回使用したフライアッシュは比較的pHが高くアルカリが強かったので、他のフライアッシュを用いれば、また違った結果が得られる可能性はある。また、長期間での圧縮強度を観察することで、さらに詳しい固化メカニズムが解明できれば、より効果的な安定処理が可能になると思われる。