

福島第一原子力発電所港湾関係工事における石炭灰活用の取組(その1 基礎マウンド材の特性)

安藤ハザマ 正会員 ○室山 拓生, 坂本 守
東京電力HD 正会員 増井 香織, 森本 良

1. はじめに

著者らは福島第一原子力発電所土木工事における石炭灰(原粉)活用の取組^{1)~4)}を進めている。本稿では鋼製ケーソンとして有効利用する予定のメガフロートや大型重量ブロックの基礎マウンドに用いる人工地盤材料(破砕材)(以下、固化破砕材)が礫材料であることから、大型三軸試験機を用いた三軸試験により力学特性および安定性(クリープ特性・破砕特性)について検討した結果について報告する。

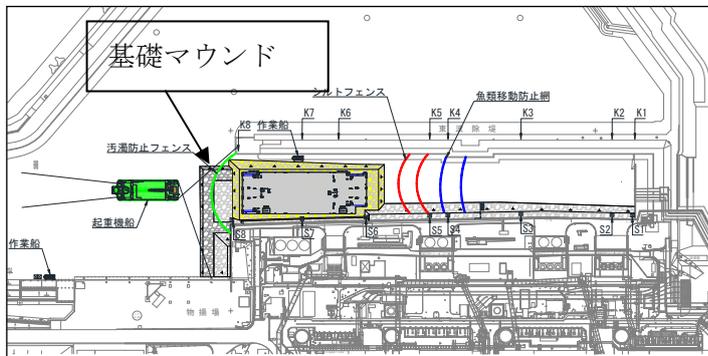


図-1 メガフロート工事概要

2. 基礎マウンド材の材料特性と検討ケース

基礎マウンド材に用いるアッシュクリート固化体の配合表を表-1に示す。

本稿で報告する試験ケースでは、表-1の固化体を破砕し細粒分の流出を想定した、φ20-40mmの固化破砕材を作成した。材料強度と締固め度(密度)の強度特性に及ぼす影響を比較する目的で実施した大型三軸圧縮試験(CD試験)では突き固めによる締固めにて密度調整を行い、現地での施工状況を考慮した大型三軸圧縮試験機を用いた載荷試験では、水中落下法にてDc=80%に調整し試験を実施した。本稿で示す検討ケースを表-3に示す。

表-1 基礎マウンド材(固化材)の配合表

設計基準強度 (N/mm ²)	Ad添加率 (%)	水粉体比 (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	F	Ad
10	3	28.5	386	174	1145	35
35	3	29.8	428	683	695	21

表-2 基礎マウンド材(固化破砕材)の密度特性

項目	設計基準強度		摘要
	10N/mm ²	35N/mm ²	
土粒子の密度 ρ _s (g/cm ³)	2.335	2.435	
最大乾燥密度 ρ _{dmax} (g/cm ³)	1.098	1.177	
最小乾燥密度 ρ _{dmin} (g/cm ³)	0.781	0.837	
湿潤密度 γ _t (g/cm ³)	1.215	1.251	Dc90%
	1.086	1.119	Dc80%
最適含水比 w _{opt} (%)	23.9	18.3	

表-3 検討ケース一覧

試験項目		試験方法
固化破砕材	大型三軸圧縮(CD試験)	密度(締固め度)と固化体強度(設計基準強度)の影響を検討。粒径φ20-40mmの固化破砕材の締固め度90%で実施。既往の試験結果との比較のため、供試体作成は「締固め」で行った。
	大型三軸試験機を用いた載荷試験	現場施工状況を模して、施工後残留沈下の有無を確認するために実施。粒径φ20-40mmの固化破砕材の締固め度80%で実施。現地状況を鑑み、「水中落下法」で供試体を作成した。
	粒度試験(ふるい)	JIS A 1204「土の粒度試験方法」に準拠する。大型三軸CD試験及び載荷試験の前後の試験にて実施し、破砕状況の確認を行った。

3. 大型三軸試験による力学特性・安定性検討結果

3.1 三軸CD試験結果

内部摩擦角は10N/mm²-Dc80%のケースでやや小さい値を示しているが、実際の荷重領域(上載圧500kN/m²未満)において十分な強度特性であると考えられる。

表-4 三軸圧縮試験(CD)試験結果一覧

強度特性	10N/mm ²	35N/mm ²	
		Dc80%	Dc90%
内部摩擦角 φ (°)	30.7	36.3	28.2
粘着力 c (kN/m ²)	51.05	44.79	127.72

キーワード 石炭灰(原粉), メガフロート, 材料特性, 廃炉, 福島第一原子力発電所

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ 技術研究所 TEL 029-858-8813

今回の実験結果により、設計基準強度による強度特性の違いは、設計基準強度が大きくなると ϕ が大きくなり、荷重領域が大きな箇所での強度増加に寄与することが確認された。また、締固め度の違いは、設計基準強度 $35\text{N}/\text{mm}^2$ と比較すると、粘着力 c が大きくなり、内部摩擦角 ϕ は抑えられる結果となり、締固め度の増加は、実際の荷重領域付近の強度増加に大きく寄与することが確認された。

3.2 載荷試験結果

載荷試験は、現場で作製した固化破砕材($35\text{N}/\text{mm}^2$)で大型三軸試験機を用いて、大型ブロック設置後と同じような応力状態(鉛直応力 $\sigma_v=300\text{kN}/\text{m}^2$)を要素実験として模擬し、残留沈下量の測定、破碎(細粒化)状況の確認を行うための載荷試験を実施したものである。

鉛直変位は載荷前後で上載圧に応じた変位が即時的に生じたのち、継続的に変位する傾向などは認められない。したがって、現場においても長期的な変位(沈下)が生じる可能性は極めて小さいものと考えられる。

体積変化についても、鉛直変位と同様に大きな変化は認められない。ただし、鉛直変位と比較して変化量が落ち着くまでの時間を要するようであった。

3.3 破碎状況

本粒度試験の結果から、突き固めにより、 $\phi 20\text{--}40\text{mm}$ の試料が、 $\phi 0\text{--}40\text{mm}$ となるような破碎が見られ、特に $\phi 10\text{mm}\text{--}20\text{mm}$ の範囲で増加が大きい結果となった。試料作製時の突き固め及びせん断により、試料が2つから3つの試料片に割れた状況であると推察される。しかし、より顕著な流出が懸念されるような数 mm の破碎試料の増加(細粒化)は10%未満、一般に細粒分といわれる 0.075mm 未満の試料

については、増加は5%に満たない範囲であり、特に実施工を考慮した載荷試験で破碎・細粒化された試料が比較的少ないことから、破碎による細粒化及び細粒分の流出については、影響は大きくないと考える。

4. まとめ

福島第一原子力発電所港湾関係工事において、メガフロート工事(特に大型重量ブロック)の基礎マウンド材料に用いる固化破砕材について、力学・安定性についての検討を実施した。その結果、設計基準強度 $35\text{N}/\text{mm}^2$ で作製した固化破砕材を、設計上必要な荷重範囲内で基礎マウンド材料として活用する場合は、十分な強度を有し、破碎や施工後残留沈下についても懸念はなく、基礎マウンド材として $35\text{N}/\text{mm}^2\text{--Dc}90\%$ の固化破砕材を適用することについて問題はなく、適用可能と考えられる。

参考文献

- 1) 増井他：福島第一原子力発電所工事における石炭灰活用の取組(その1 設計編)，土木学会全国大会第74回年次学術講演会 2019 VI-966
- 2) 高木他：福島第一原子力発電所工事における石炭灰活用の取組(その2 施工編)，土木学会全国大会第74回年次学術講演会 2019 VI-967
- 3) 河原他：福島第一原子力発電所工事における石炭灰活用の取組(その3 品質管理編)，土木学会全国大会第74回年次学術講演会 2019 VI-968
- 4) 室山他：福島第一原子力発電所工事における石炭灰活用の取組(その4 物性編)，土木学会全国大会第74回年次学術講演会 2019 VI-969

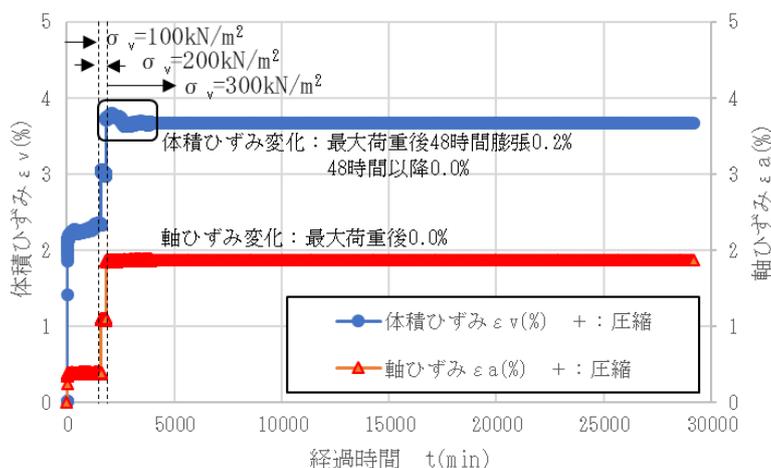


図-2 載荷試験結果

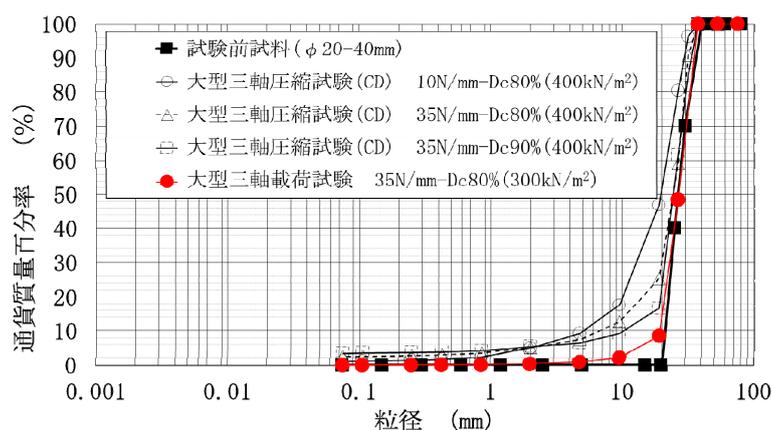


図-3 試験前後の粒度特性