

## 福島第一原子力発電所における石炭灰活用の取組（その5 繰返し載荷時の諸特性）

東京電力HD 正会員 ○小林 耀一, 森本 良, 小池 雄一郎  
安藤ハザマ 正会員 室山 拓生

### 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<sup>1)~4)</sup>を進めている。本稿では鋼製ケーソンとして有効利用したメガフロート及び大型重量ブロックの基礎マウンドに用いた人工地盤材料(図-1 アッシュクリート固化体の破砕材)（以下、固化破砕材）の設計基準強度 10N、35N の動的変形特性について検討した繰返し大型三軸圧縮試験および試験前後にて実施した粒度試験の結果について報告する。



図-1 アッシュクリート固化体の破砕材

### 2. アッシュクリート固化体の材料特性

アッシュクリート固化体の使用材料を表-1 に示す。

本稿で報告する繰返し大型三軸圧縮試験で用いた試料は、表-2 に示す配合比で配合し固化させたものである。

また、アッシュクリート固化体の一軸圧縮試験の結果から得られた、密度・強度特性を表-3 に示す。一軸圧縮試験で得られた圧縮強度は現地で実際に使用された材料の平均値に近い値となった。

試験では上述の固化体を破砕し、細粒分の流出を想定したφ20-40mmの固化破砕材を作製し繰返し大型三軸圧縮試験に用いることとした。

### 3. 繰返し大型三軸圧縮試験

#### 3. 1 試験条件

動的変形特性を得るために、「土の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法 JGS 0542 : 2020」に準拠して繰返し大型三軸圧縮試験を実施した。試験機は直径φ=30cm、高さh=60cmの供試体で試験が実施できるものであり、繰返し大型三軸試験における圧密圧力は、現地のマウンドの中央深度（GL-3~5m程度）を鑑みて100kN/m<sup>2</sup>（拘束圧200kN/m<sup>2</sup>、背圧100kN/m<sup>2</sup>）とした。繰返し荷重は、正弦波0.1Hzで11回を1段階として、10回目の軸ひずみε<sub>a</sub>が0.5%~1.0%となるまで載荷し、各載荷段階における体積変化を記録した。

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

連絡先 〒1979-1301 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 22 東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所 TEL0240-32-2101

表-1 アッシュクリート固化体使用材料

材料名称	記号	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	備考
水	W	1.03	海水
セメント	C	3.04	高炉セメントB種
石炭灰原粉	FA	2.20	広野火力発電所産、Wf140=26.4%
石膏	Ad	2.31	脱硫石膏

表-2 アッシュクリート固化体の配合表

設計基準強度	Ad添加率 (%)	水粉体比 (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				振動フロー値 (mm)
			W	C	FA	Ad	
10N/mm <sup>2</sup>	3	49.8	529	267	771	24	199
35N/mm <sup>2</sup>	3	27	394	641	794	25	224

表-3 アッシュクリート固化体の密度・強度特性

設計基準強度	材齢28日		1F工事実績 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
10N/mm <sup>2</sup>	17.4	18.0	11.2~31.7(平均16.8)
35N/mm <sup>2</sup>	19.0	75.9	62.0~81.0(平均72.3)

### 3. 2 試験結果

繰返し大型三軸圧縮試験で得られた各載荷段階の・等価せん断剛性率（10 回目）及び最大せん断ひずみと圧密過程における体積変化量の関係を図-2 に示す。

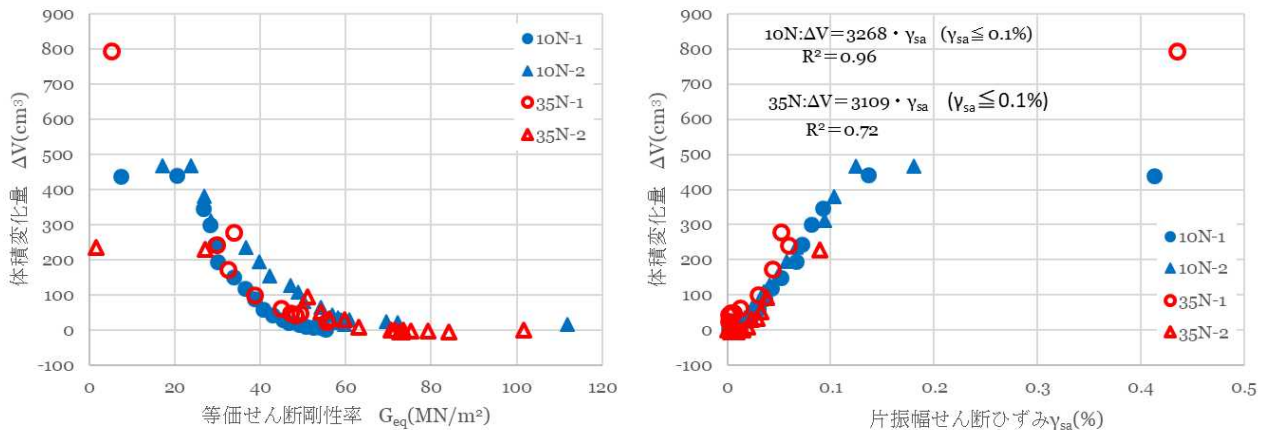


図-2 繰返し大型三軸圧縮試験における体積変化量と等価せん断剛性率(左)及びせん断ひずみの関係

既往の研究によると、捨石マウンド材の体積変化量は材料の粒度分布・密度状態によらず、せん断剛性率と密な関係を持つが、固化破砕材においても剛性低下に伴う体積変化量の増大が確認され、密な関係があることを確認したが、剛性率が大きく低下するとばらつきが大きくなる結果となった。また、片振幅せん断ひずみが0.1%以下では固化破砕材の強度によらず、せん断ひずみと体積変化量の間に線形関係が得られた。せん断剛性率が低下するまでせん断ひずみが卓越すると、骨格が再構築されるため、剛性低下と別の機構で体積変化するものとする。

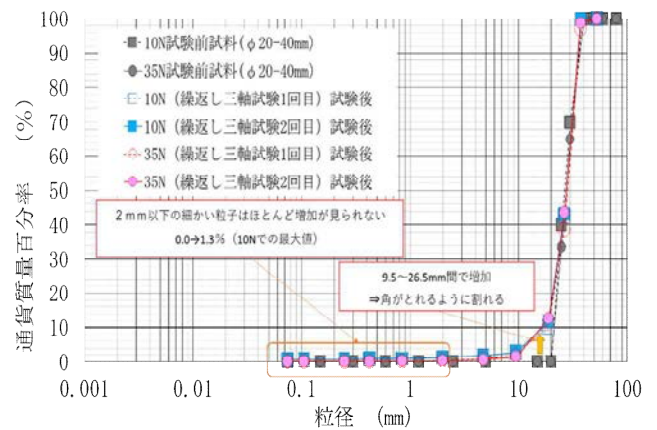


図-3 試験前後の粒度特性

### 4. 粒度試験結果

試験前後で実施した粒度試験の結果を図-3 に示す。粒度分布を示す粒径加積曲線の形状はほとんど変わらず、過去に実施した大型三軸試験 (CD 試験)<sup>6)</sup> のときと同様に、試験後には9.5~26.5mm間の粒子が増加しているものの、顕著な細粒化は見られず、実際の現場においても施工時あるいは地震時に破砕・細粒化して流出するような現象は生じにくいと考えられる。

### 5. まとめ

福島第一原子力発電所港湾工事において、メガフロート工事の基礎マウンド材料に用いた固化破砕材について、動的変形特性についての検討を実施した。その結果、繰返し載荷による体積変化はみられたものの、粒度試験での細粒分の増加はなかったことから、地震によるマウンド材料の細粒化が原因による、沈下等は発生しないものと判断でき、基礎マウンド材としての適用についての問題はないと考えられる。

一方で、捨石材料と比較してやや緩くなりがちで、骨格の再構築によるマウンドの変形が起こると考えられるため、施工時の際に振動締固めあるいは、重錘落下による締固め (小割することはあっても細粒化はほぼないと想定) により、十分な締固め・密度管理を実施し間隙を少なくする対策を取ることが望ましい。

### 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
- 5) 田中幸久他：護岸基礎捨石マウンドの沈下予測(その2)，電力中央研究所・研究報告:384031 1985
- 6) 室山他：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 (高強度固化破砕材) の特性)，土木学会全国大会第75回年次学術講演会 2020 V-32