

福島第一原子力発電所土木工事における石炭灰活用の取組（その2 充填材（モルタル材料））

安藤ハザマ 正会員 ○坂本 守 , 高木 亮一, 田所 治
東京電力HD 正会員 藤田 純一, 小池 雄一郎

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(図-1)の内部を充填させる「内部充填材」について、配合および施工性について検討した試験施工の結果について報告する。

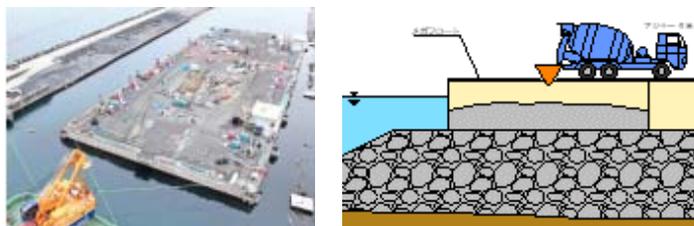


図-1 メガフロート（着底状況、施工計画）

2. 試験施工

2.1 製造方法

内部充填材の目標値を表-1に、使用材料を表-2に、配合を表-3に示す。本工事では環境負荷低減の観点から石炭灰（原粉）を用いた破砕材の製造を実施しており²⁾、内部充填材にも石炭灰（原粉）を用いたモルタルを製造することとした。使用した石炭灰原粉の有害元素含有量（環告19号）は、すべて土壤環境基準値を満足した。細骨材には単位体積重量の確保の観点から銅スラグを用いた。配合は事前に実施した室内試験練りの結果から決定させた。練り混ぜは公称容量3.0m³の強制二軸型ミキサによって1バッチ2.5m³で120秒間行った。プラントにて製造された混練物はアジテータ車(11t)に2バッチ分の5.0m³を積載させて、2台を施工ヤードまで運搬した。

2.2 打設

本施工時はメガフロート上部に注入孔を複数箇所設置し、内部へ充填する計画である(図-1)。この状況を再現するため、打設はアジテータ車からシュート(6m)を用いて、排出口径160mmのホッパーへ流し込んだ(写真-2、3)。排出口からの落下高さは約110cmとし、排出口の位置は固定とした。打設箇所は幅5m、奥行14mの施工ヤードとした。本施工を想定し、運搬時間を見込み、練り上り後から30分後から打設を開始した。打設に要した時間は2台とも約30分であった。

表-1 内部充填材の目標値

項目	基準値	根拠
圧縮強度 (材齢28日)	5 N/mm ² 以上	環境安全性 上載荷重
スランプフロー	450±50 mm	施工性
単位体積重量	18.5 kN/m ³ 程度	耐津波評価

表-2 使用材料

材料名称	記号	密度 (g/cm ³)	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	FA	2.24	広野火力発電所産 石炭灰原粉
石膏	Ad	2.37	脱硫石膏
銅スラグ	S	3.49	吸水率0.43%

表-3 配合

水粉体 比(%)	空気量 (%)	Ad 添加率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	FA	Ad	S
43.0	3.0	3	411	104	826	26	485

表-4 試験項目

項目	試験方法(準拠した規準)
スランプフロー	・JIS A 1150「コンクリートのスランプフロー試験方法」 ・練りあがり直後および30分後を測定
ブリーディング	・JSCE-F 522「プレキャストコンクリートの注入モルタルのブリーディング率および膨張率試験方法」 ・打設時の試料を測定
圧縮強度	・JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」 ・試験体寸法：φ10×20cm ・脱型：打設3日後、養生：海水 ・試験材齢：7, 14, 28, 91, 182日
有害元素 溶出	・環告14号(水底土砂基準), 10項目 ・試験材齢：28日

キーワード 石炭灰（原粉）、メガフロート、内部充填材、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



写真-1 打設後の状況（1台目 5m³終了時）



写真-2 打設後の状況（2台目 10m³終了時）

2.3 試験項目

試験項目を表-4に示す。フレッシュ性状（スランプフロー、ブリーディング）および硬化性状（圧縮強度、硬化体の有害元素溶出量）について確認した。また、打設状況や打設後の広がり状況から、目視によって施工性についても評価した。

3. 試験結果

3.1 フレッシュ性状および施工性

スランプフロー試験結果を図-1に示す。練りあがりから30分間でスランプフローは10～30mm程度低下した。打設開始時のスランプフローは約480mmであり、目標の範囲内であった。

ブリーディング率は3時間経過時で1.71%、20時間以上経過後の最終ブリーディング率は0.36%であった。フレッシュ性状を確保するため、単位水量が多く、細骨材に銅スラグを用いていることから施工直後から試料表面にブリーディングが確認されたものの、ブリーディングは時間の経過とともに減少しており、施工上も問題とならない範囲内であったと考えられた。

打設後の状況を写真-1および写真-2に示す。1台目終了時では約5×5m、2台終了時では約5×9mの範囲まで、バイブレータ等による振動は一切与えずに、自重のみで広がっていった。この結果から、本フレッシュ性状であれば、メガフロート内部を十分に充填させられ、施工性も良好であると判断できた。

3.2 硬化性状

材齢と圧縮強度の関係を図-2に示す。圧縮強度は、目標とした5N/mm²を材齢7日で満足した。石炭灰（原粉）を大量に用いていることから、材齢の経過とともに圧縮強度は増加し続けている。なお、材齢28日における密度は1967kg/m³であった。

有害元素の溶出量は、ほう素が0.3mg/L、それ以外の測定項目（六価クロム、ふっ素、砒素、セレン、カドミウム、シアン、水銀、アルキン酸水銀、鉛）はすべて検出下限値以下であった。そのため、すべての項目で水底土砂基準値以下となり、環境安全性が確認できた。

4. まとめ

福島第一原子力発電所土木工事において、メガフロートの内部充填材の試験施工を実施した。その結果、選定した配合で目標とした管理値の範囲内におさまり、問題なく施工が可能であると判断できた。

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

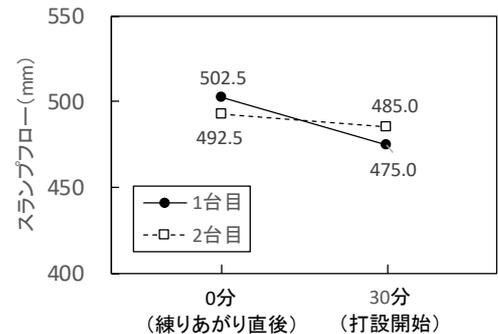


図-1 スランプフロー試験結果

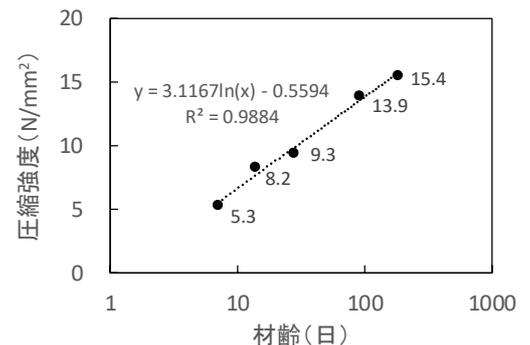


図-2 材齢と圧縮強度の関係