フライアッシュを活用した気泡モルタル系流動化処理土による管路埋戻し工事

大成建設（株）　正会員　○白井　遼太郎　正会員　松井　秀岳
正会員　高久　雅喜　正会員　石井　裕泰
東京電力（株）　正会員　古川園　健朗　正会員　西山　綾香

１．目的

鹿島火力発電所７号系列の増設工事[1),2)]において，事前の室内検討，試験施工を経て，施工延長約 1.0km，打設体積約 23,000m^3 の取放水管路等の埋戻し工事を行った．

本報では，埋戻し作業の効率化や石炭火力発電所の副産物（フライアッシュ，以下 FA）の有効活用等を考慮した埋戻し方法の選定および埋戻し実績を報告する．

２．埋戻し方法の検討

(1)施工条件・要求仕様

本工事における埋戻し部断面の例を，図-1 に示す．先行施工した深層混合処理による改良土擁壁（SMW 壁）部分を掘削した箇所に，ボックスカルバート，管路が設けられることになっており，これらの両側部，周辺部を埋戻す計画となっていた．狭隘箇所での作業になること，埋戻し工程の短縮が求められたことから，適度な流動性と材料分離抵抗を有し，品質の一様性を確保しながら構造物周りでも効率的に打設が行える流動化処理土を採用した．設計検討，既存の埋戻し事例に基づき，表-1 の要求仕様を配合検討に先立ち定めた．

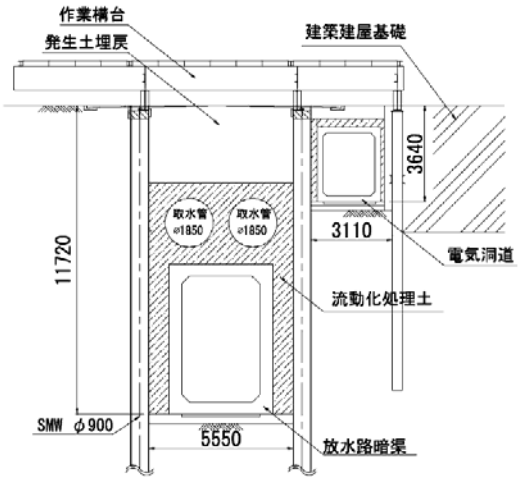

図-1　埋戻し部断面の例

表-1　要求仕様

項目	仕様
フロー	150mm 以上（JHS A 313）
ブリーディング率	1.0%以下　（JIS A 1123）
密度	1.5g/cm^3 以上（管路部分） 1.3g/cm^3 以上（それ以外）
一軸圧縮強さ	380kN/m^2 以上（設計値）

(2)流動化処理土の検討

流動化処理土の適用にあたっては，本増設工事で得られる現地発生土を有効利用することを前提とした．流動化処理土としては，これまで，発生土の特性に応じて様々な配合形態，製造方法が用いられてきている．本工事で用いる現地発生土は，細粒分が少なく水との混合性が良い反面，材料分離しやすい傾向にあるため，気泡モルタル系配合[3)]を検討することとした．本工事ではさらに，東京電力(株)広野火力発電所で排出される FA を混合し，有効活用を図ることを検討した．ただし，FA 中の未燃カーボンが電気を帯びていることから，AE 剤を用いたコンクリート配合では，AE 剤が吸着され消泡作用を伴うことが知られている[4)]．そのため， FA を活用した気泡モルタル系流動化処理土の適用性についても消泡特性の検討にあたった[2)]．

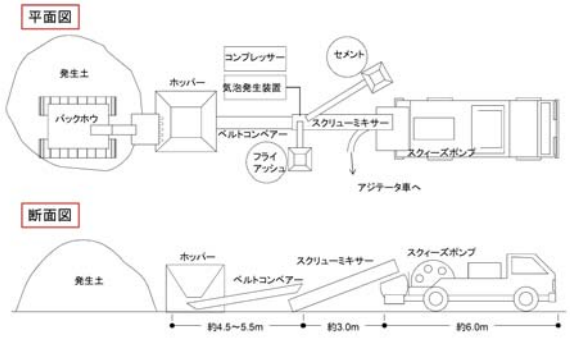

図-2　製造プラント概略図

３．実施工

(1)製造・打設方法

実施にあたって，製造プラント（図-2）を打設位置より 1km ほど離れた発生土のストックヤードに設け，アジテーター車で５分ほど運搬後，荷卸ししてポンプ圧送した．このうち，プラントでの積み込み時と打設箇所で試料を採取し，フローと密度を確認した．

キーワード　火力発電所，埋戻し，流動化処理土，フライアッシュ，現地発生土
連絡先　〒233-0051　神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1　TEL045-814-7236　大成建設㈱技術センター

(2)適用配合と打設結果

およそ 10 か月にわたる施工期間においては，発生土の基本物性の変動，FA の性状に起因すると思われる消泡量の変化などもあり，事前の配合検討で得た知見に基づき，水・砂比（W/S）を指標として，逐次，配合修正にあたり，結果として表-2 の配合を用いた．

表-2　適用配合一覧表

C (kg/m³)	S (kg/m³)	W (kg/m³)	FA (kg/m³)	A (L/m³)	追加A (L/m³)	W/S	備考
100	1,161	290	0	250	0	25.0	フライアッシュなし，発生土の性状に応じて調整．
100	1,176	285	0	250	0	24.2	
200	1059	295	0	250	0	27.9	
100	1,077	301	150	200	50	27.9	追加気泡量50L/m³，発生土の性状に応じて調整．
100	1,060	307	150	200	50	29.0	
100	984	285	150	250	50	29.0	
100	1,044	313	150	200	50	30.0	
100	951	297	150	250	50	31.2	
100	915	311	150	250	100	34.0	追加気泡量100L/m³
40	1,014	294	150	250	100	29.0	セメント量40kg/m³
60	1,003	292	150	250	0	29.1	セメント量60kg/m³

図-2 は、全施工期間にわたる追加気泡量の設定値，および混練時と打設時の密度の測定結果を示す．2012/12～2013/1 にかけてのFA不使用の期間を除いて，全体的に打設時密度は混練時より大きく消泡が生じたことを示すとともに，ばらつきが大きくなったが，全体として密度の要求仕様は満足した．

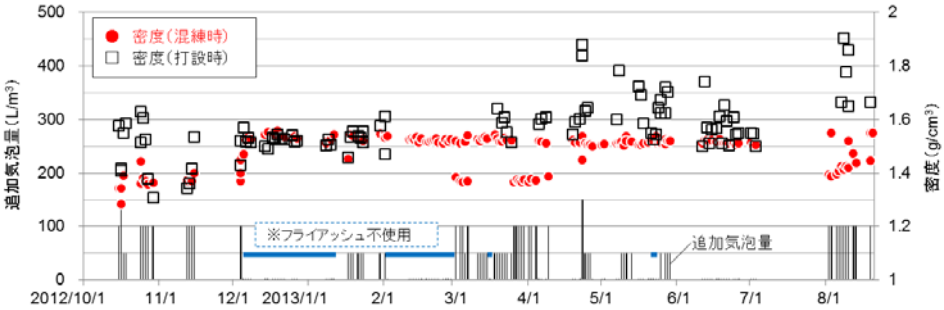

図-3　追加消泡量の設定値，混練時・打設時密度の計測結果

図-4 には，セメント量 100 kg/m³ の配合について，FA を混入したもの，混入しなかったものに分けて一軸圧縮強さの頻度分布を示す．FA を用いた場合は水硬性が寄与し，同じセメント添加量であってもFA なしの場合に比べて分布は高めとなっている．一方，変動係数は 1.7 倍ほど大きくなったが，結果の検証の一環として 95%信頼区間の下限値(平均値-1.65×標準偏差)を算出したところ、それぞれ 1052 kN/m²（FA あり），986kN/m²（FA なし）となり，平均値の開きに比べて両者は近い値となった．なお，一軸圧縮強度の実績は，設計値（380kN/m²）に対して，FA あり，なしの場合とも超過の度合が大きい．これは，ブリーディング抑制と必要密度の達成のためにある程度のセメント量を確保する必要があったこと，FA を混合した場合には性状のばらつきが大きくなることが想定され，配合設定上の割増を大きめにとったことによる．

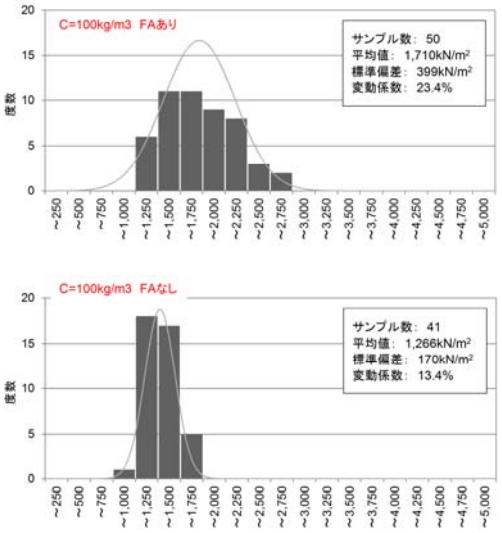

図-4　圧縮強度計測結果

4．まとめ

本工事において、FA を活用した気泡モルタル系流動化処理土において，W/S による配合調整と割増消泡量を製造時に見込みながら施工にあたり，要求仕様を満足する品質を確保できた．発電所建設等の埋戻し工事に関して，施工の効率化や発電所副産物の有効活用に向けた取り組み例として，今後の参考になれば幸いである。

参考文献

1) 古川園健朗，佐藤孝司，中島崇：“鹿島火力発電所 7 号系列増設工事に伴う土木工事の設計・施工の概要　～コンバインドサイクル工事における土木工事　設計概要編～”，電力土木，No. 366，pp. 33～38，2013.

2) 西山綾香・堤知明・石井裕泰：“鹿島火力発電所 7 号系列増設工事に伴う土木工事の設計・施工の概要　～フライアッシュを活用した気泡モルタル系流動化処理土の適用～”，電力土木，No. 366，pp. 39～43，2013.

3) 檜垣貫司，岡本智：“気泡を添加した建設発生土の埋戻土への適用”，大成建設技術研究所報，第 30 号，pp. 169-174，1997.

4) シーエムシー：“コンクリート混和剤の開発技術”，1995.