

石炭灰スラリーの循環水管埋戻し材への適用

石炭灰の土木工事材料への用途拡大

Application of Coal Ash Slurry to Backfill for Circulating Water Pipes

Expansion of the effective utilization of coal ash to construction materials

(本店 碧南火力建設事務所 土木課)

火力発電所の地中埋設管である冷却水取放水用循環水管は一般に良質土を埋戻し材として用いている。碧南火力発電所4、5号機増設工事では、既設1~3号機から発生する石炭灰を土木工事材料へ活用するため、フライアッシュを主成分とし水およびセメントを混合した石炭灰スラリーを現地プラントで製造し、これを循環水管の埋戻し材に適用した。これにより、短期間に大量の石炭灰の有効利用が図れた。

(Civil Engineering Section, Hekinan Thermal Power Plant Construction Office)

Generally, quality soil is used as backfill when laying inlet and discharge circulating water buried-pipes at thermal power plants. In an attempt to make effective use of coal ash from the existing generation units No. 1 to No. 3 as construction materials, coal ash slurry consisting of fly ash, water, and cement was made at the construction site. It was applied as backfill for the circulating water pipes in the construction of additional generation units No. 4 and No. 5 at the Hekinan Thermal Power Station. This resulted in the effective use of coal ash in a large quantity in a short time.

1 基本コンセプト

石炭火力発電所で燃料としている石炭には10~20%の灰分が含まれることから、発電に伴って多量の石炭灰が発生する。電気事業における石炭灰の発生量は1998年度実績で約500万tであり、2010年度には約700万tまで増加すると推定されている。しかし、灰処分場の確保は困難な状況にあり、環境保全の観点からも石炭灰を貴重な再生資源と考え、その有効利用を促進することが今後の重要な課題である。

碧南火力発電所1~3号機は石炭専焼の発電所で、年間約50万tの石炭灰を発生している(発生量の内訳を第1表に示す)。4、5号機増設工事では、発電所構内から石炭灰を安定して供給できることから、短期間に大量の有効利用が図れる土木工事材料に適用することが望ましい。そこで、石炭灰の有効利用および建設工事のコストダウンの観点から、地中埋設管である冷却水取放水用循環水管の埋戻し材に着目し、従来の良質土に代えてフライアッシュを主成分とし水およびセメントを混合した石炭灰スラリーを第1図に示す箇所に用いることを考案した。

第1表 石炭灰発生量・利用量 (1998年度実績) 単位: 万t

	クリンカアッシュ*1	フライアッシュ*2			合計
		原粉	細粉	粗粉	
発生量	3.7	43.7	5.1	0	52.5
利用量	0.6 (15.7%)	35.7 (81.9%)	5.1 (100%)	0 (-)	41.4 (79.0%) 残りは埋立
主な利用先	土壌改良材	セメント原料	建材用材料	-	-

()内は、発生量に対する利用量の割合。
 *1 クリンカアッシュ: 微粉炭燃焼ボイラの炉底に落下堆積後採取された石炭灰で、灰が塊状になったもの。
 *2 フライアッシュ: 微粉炭燃焼ボイラの燃焼ガスから集塵機で採取された石炭灰で、ボイラから発生したままのものが原粉で、この原粉を分級して粒度調整されたものが細粉および粗粉。

2 石炭灰スラリーを使用する効果

増設工事で石炭灰スラリーを循環水管の埋戻し材に適用した場合、以下の効果が期待できる。

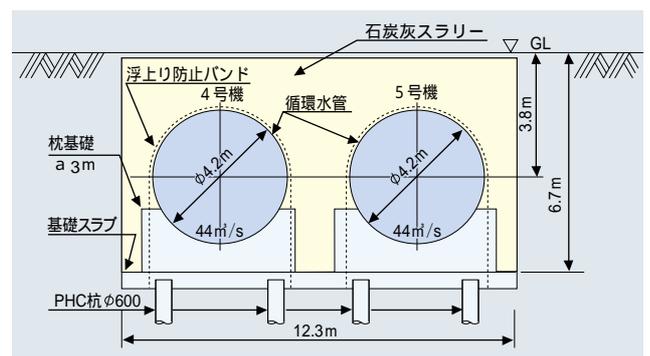
発電所から常時排出されるフライアッシュを用い、さらに現地に製造用プラントを設置することにより、スラリーを極めて安定的に供給することができる。流動性および充填性に優れていることから、ポンプ圧送による配管打設が可能となる。また、良質土を用いた場合に行う敷均し・転圧が省略でき、施工による品質のバラツキが少なくなることから信頼性の向上が期待できる。

セメント固化物であるスラリー硬化体は、従来の良質土による埋戻しと比べて側面抵抗が大きいいため、循環水管に発生する応力が低減され管厚を薄くすることができるので、コストダウンにつながる。大量の石炭灰が有効利用でき、灰捨地の延命化につながる。さらに、スラリーを現地プラントから供給するため工事車両の低減にも効果がある。

3 基本設計

(1) 標準配合

石炭灰スラリーに用いたフライアッシュは、碧南火



第1図 標準断面図

力発電所から大量に発生し、しかも比較的容易に供給が受けられる原粉とし、スラリーを製造するため発電所構内に第2図のような現地プラントを設置した。また、埋戻し材としてスラリーに設計上および施工上要求される条件を満足するため、発電所で多用している標準的な石炭灰を用いた場合の1m³当りの標準配合を地盤条件に応じて第2表に示すよう定めた。

(2) 品質管理

スラリー打設100m³毎に1試料採取して圧縮強度試験による検査を実施した結果、以下のような知見が得られた。一軸圧縮強度は材齢28日では設計基準強度を若干下回ることもあったが、材齢90日ではすべて満足できた。このことから、石炭灰の性状の違いが初期強度の発現時期に影響を与えたものと考えられる。流動性を表すフロー値は180mm以上という管理値であるが、実際には配管打設中に管の目詰まりが生じないよう250mm前後を目標値とした。その結果、ブリーディングが大きくなることもあったが、施工時の適切なブリーディング処理により品質を確保した。

4 施工結果

今回の増設工事で実施したスラリーによる埋戻しには、主として構内現地プラントから直接ポンプ圧送による配管打設（第3図参照）方法を用いた。この施工を通して、以下のような知見および成果が得られた。

ポンプ圧送による配管打設は、プラントからの圧送距離約350mまでとし、これ以上の距離の場合はコンテナ車による運搬打設で対応した。

スラリーは流動性および充填性に優れているため、妻側型枠の隙間から一部漏れる場合も見られた。また、硬化後にブリーディング水の処理が必要となることもあった。

従来用いた良質土での埋戻しと異なり、大型重機を使う必要がなく、また流動性に優れていることから、狭隘な埋戻し箇所でもスムーズに施工できた。

通水・運用開始後、ボーリング調査で孔壁の状態を撮影（ボアホールスキャナー調査）した結果、第4図に示すようクラックが無く、スラリー硬化後の健全性が確認できた。

5 まとめ

石炭灰スラリーの採用により石炭灰約4万tの有効利用を図るとともに、建設工事のコストダウンおよび工事用車両台数の削減に寄与することができた。今後は、スラリーの経年劣化について監視を続け、並行して実施した循環水管の応力測定データをもとに、スラリーを用いた合理化設計手法を検討していく予定である。

第2表 スラリー標準配合

設計基準強度 (N/mm ²)	フロー値 (mm)	ブリーディング (24h) (%)	単位体積使用量 (kg/m ³)			C/Fa (%)
			Fa	C	W	
2.45	180以上	3以下	1,020	133	493	13
2.94	同上	同上	1,005	151	494	15

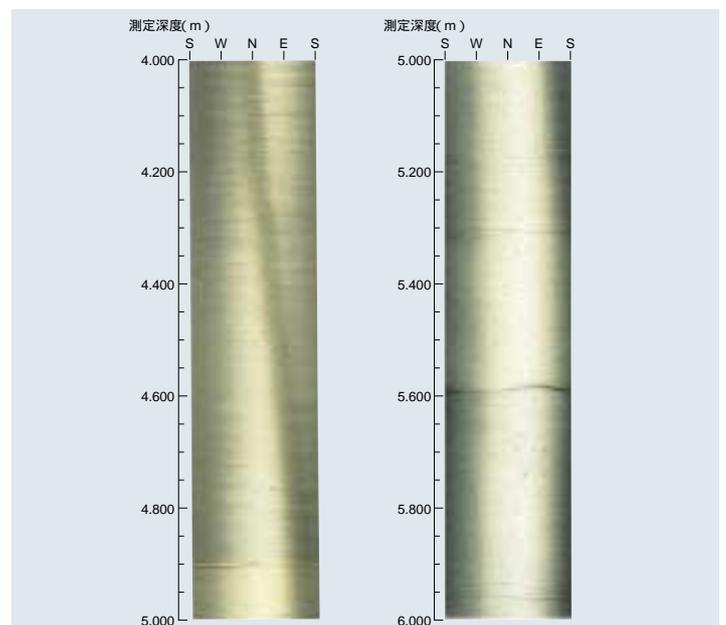
Fa：フライアッシュ、C：セメント、W：水、フロー値：スラリーの広がる径（流動性の指標）、ブリーディング：硬化時に練り混ぜ水の一部が遊離して上昇する現象。



第2図 スラリー製造用現地プラント



第3図 スラリー打設状況



第4図 ボアホールスキャナー調査結果



執筆者／齊藤宏彰
Saitou Hiroaki@chuden.co.jp