

石炭灰を主原料としたスラリー材の配合と水中不分離性について

高知高専 学生会員 ○松林功真 高知高専 正会員 横井克則
 四国総合研究所 正会員 野村悠太 四国電力 法人会員 増田盛士

1. はじめに

現在、四国地方内の電力会社では石炭火力発電所のリプレース化による石炭灰の有効利用方法が検討されている。そこで、排出される石炭灰原粉を主原料とする石炭灰混合材料を埋め戻し用スラリー材として利用するために、スラリー材の基礎的性状の確認及び配合検討を実施した。また、スラリー材を護岸背面空洞内の埋め戻し材として利用するために、石炭灰混合材料に水中不分離性混和剤を併用した水中不分離性スラリー材の基礎的性状の検討も実施した。

2. 研究方法

2. 1 使用材料

本研究での使用セメントは、普通ポルトランドセメント (N)、早強ポルトランドセメント (H)、高炉セメント B 種 (BB) を使用した。石炭灰は四国内の石炭火力発電に伴う産業副産物である石炭灰原粉 (FA21) を使用し、石炭灰原粉に含まれる重金属等の溶出抑制のために有害物質不溶加材 (CAL)、高性能減水剤 (SP) を使用した。また、セメント、石炭灰原粉、有害物質不溶加材の合計使用量に対して水中不分離性混和剤 (L) を 0.5~1.0% の範囲で使用した。

2. 2 配合検討

配合検討では、セメントの種類が流動性及び強度特性に与える影響について確認を行った。表-1 にセメント種類別の配合表を示す。フロー試験結果及び圧縮強度試験結果を図-1 及び図-2 に示す。フロー試験結果より、3 配合とも時間経過と共にフロー値は低下傾向を示した。そのフロー値の低下率に着目した場合、N は約 39%、H は約 19%、BB は約 46% の低下率が生じ、早強ポルトランドセメントが低く、高炉セメント B 種が高いことが示された。さらに、全配合とも時間の経過に伴いブリーディングが発生した。これは、セメント量に対し単位水量が多いことによる不完全な水和反応が起因したと考えられる。次に、圧縮強度試験結果は、各配合でスラリー材に要求される圧縮強度 (0.3N/mm^2) を満たす結果となり、H の 28 日強度が最も高く、N 及び BB は同程度の結果が示された。

表-1 配合表 (セメント種類別)

配合名	C/FA21 (%)	W/(FA21+C) (%)	単位量(Kg/m ³)			
			C	W	FA21	CAL
N	8.71	67.5	70	590	803.5	50
H	8.72	67.6	70	590	803.2	50
BB	8.73	67.7	70	590	801.8	50

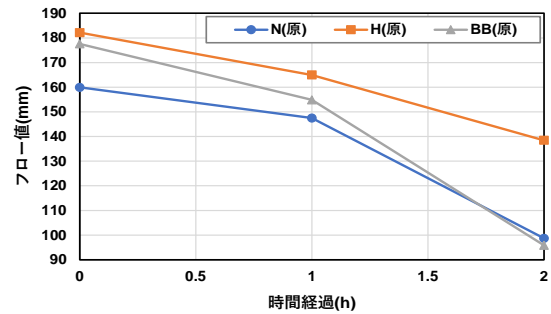


図-1 フロー試験結果

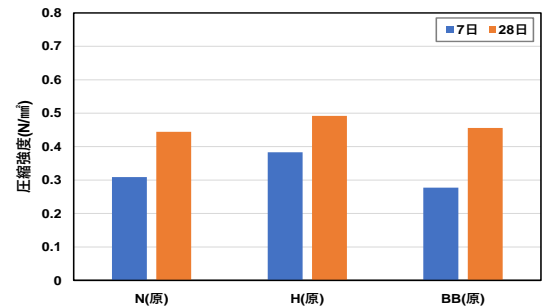


図-2 圧縮強度試験結果

表-2 配合表 (水中不分離性混和剤使用)

配合名	BB/FA21 (%)	W/(FA21+BB) (%)	単位量(Kg/m ³)					
			BB	W	FA21	CAL	SP	
L 0	13	70	100	600	755	37.75	2.5	-
L 0.5								4.46
L 0.6								5.36
L 0.7								6.25
L 0.8								7.14
L 0.9								8.03
L 0.95								8.48
L 1.0								8.92

これらの結果より、本検討ではHの有効性が見出されたが、本研究では護岸背面空洞内の埋め戻し材として水中不分離性スラリー材を利用することを目的としているため、化学抵抗性や塩分遮蔽性が高い高炉セメント B 種を使用することとした。また、ブリーディングの発生を抑え、水密性を向上させるため高性能減水剤を使用した配合とした。表-2 に配合表を示す。

2. 3 試験方法

本研究では、水中不分離性効果の確認、フロー試験 (JHS A313)、一軸圧縮強度試験 (JIS A 1216) を実施した。フロー値は、運搬および現場施工時の施工性

を考慮し、練り混ぜ直後から2時間経過後にフロー値200mm程度を目標値とした。圧縮強度は、地下構造物や埋設管の埋め戻し等に要求される品質¹⁾を参考に0.3N/mm²以上とした。

3. 試験結果および考察

3.1 水中不分離性

水中不分離性については、練混ぜ直後のみ水中不分離性効果の確認を実施した。表-3に水中不分離性効果の確認試験結果を示す。その結果、L1.0のみ練混ぜ直後で水中不分離性を確認できた。しかし、時間の経過とともに水中不分離性を示した配合もあったことから、今後も検討を進める予定である。

3.2 流動性

フロー試験結果を図-4に示す。経過時間2時間後のフロー値は、全配合とも目標値(200mm)と同程度の結果となった。そして、練混ぜ直後における各配合の傾向にはバラツキがあり、練混ぜ直後から1時間後にかけてのフロー値は、水中不分離性混和剤混入配合(以下、L配合と称す)が増加傾向を示す一方、L0は減少傾向を示した。そのフロー値の増加率に着目した場合、練混ぜ直後に対してL0.6は約102%の高いフロー増加率が得られたが、L0.8では約27%と増加率が最も小さい。次に、2時間後の傾向に着目した場合、水中不分離性混和剤添加量が最も少ないL0.5はフロー値が最も高く推移している一方、他L配合は同程度の結果となっている。これらの結果より、水中不分離性混和剤の添加量がフロー増加率に与える影響は小さいと言える。また、時間の経過とともにフロー値が増加した要因として、水中不分離性混和剤特有のセルフレベリング(自己充填)効果が起因したためと推察される。

3.3 強度特性

圧縮強度試験結果を図-5に示す。試験結果より、全配合とも材齢28日における圧縮強度は、目標値を上回る結果となった。材齢7日の各配合の圧縮強度を比較すると、L0は材齢7日で圧縮強度が高く、水中不分離性混和剤を添加したL0.5からL1.0は圧縮強度が低い傾向が示された。材齢28日における各配合の圧縮強度を比較すると、水中不分離性混和剤を添加した配合は、L0.6以降、水中不分離性混和剤の添加量の増大に伴い圧縮強度が低くなる傾向が示された。しかし、材齢28日における圧縮強度の増加率に着目した場合、L0が約11%と増加率が低い一方で、L配

表-3 水中不分離性効果の確認試験結果

配合名	L0	L0.5	L0.6	L0.7	L0.8	L0.9	L0.95	L1.0	
練混ぜ直後	無								有

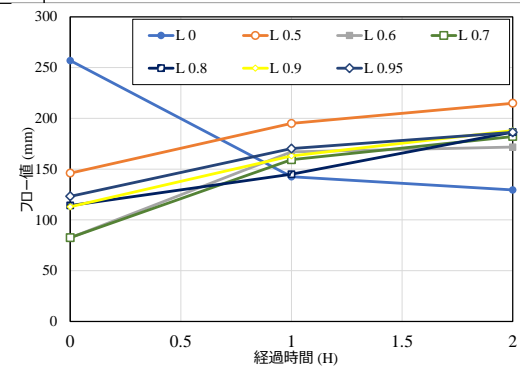


図-4 フロー試験結果

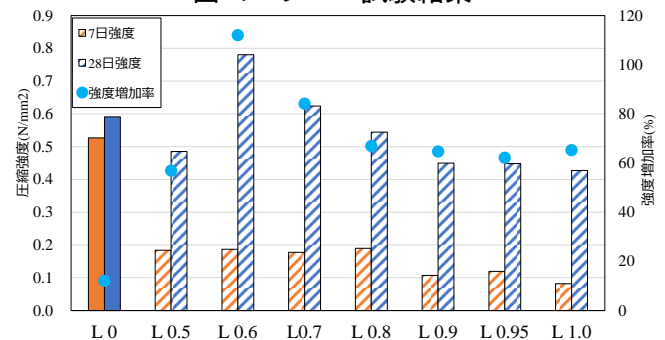


図-5 圧縮強度試験結果

合では、180%から400%の強度増加率が生じた。これらの結果より、水中不分離性混和剤の添加量が圧縮強度に与える影響は大きいと言える。また、L配合の材齢7日における圧縮強度がL0と比べて低い要因として、水中不分離性混和剤の添加量が多く、水中不分離性混和剤による凝結遅延が起因したためと推察される。

4. まとめ

- (1) 練り混ぜ直後に水中不分離効果が必要な場合は、添加量が1.0%以上必要である。
- (2) フロー試験では、水中不分離性混和剤特有のセルフレベリング効果により時間の経過に伴いフロー値は増加し、目標値を概ね満足した。
- (3) 圧縮強度試験では、水中不分離性混和剤を添加しても、圧縮強度が得られ、目標値を大きく上回る結果となった。

以上の研究成果より、本研究の目的である最適な配合の決定には継続的な検討が必要である。今後は、時間経過における水中不分離性効果の確認を行う予定である。

5. 参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所：流動化処理土利用技術マニュアル，2008