

石炭灰高配合コンクリートを使用した消波ブロックについて

東北電力(株)研究開発センター 正会員 荒川高而

東北電力(株)研究開発センター 正会員 ○熊田広幸

1. はじめに

フライアッシュについてはJISによりI～IV種までが規定されている。この中でI・II種はコンクリート混和材などとしての利用が進んでいるが、それ以外のものは、セメント製造時の粘土代替利用など一部を除き利用法が確立されておらず、大部分が埋め立て処分されている。

本件は、このI・II種以外のフライアッシュ利用法として石炭灰高配合コンクリートに関する検討を行い、さらに石炭灰高配合コンクリートの具体的利用例として消波ブロック製作により作業性などの確認を行ったものである。

2. 石炭灰高配合コンクリートの配合

配合方針については、セメント置換では石炭灰量を多くできないこと、対象とするフライアッシュの活性度指数が低いことから強度はセメントに依存しなければならないことなどを考慮して、フライアッシュセメントに見られるようなセメント置換ではなく骨材置換とすることとした。

また、石炭灰高配合コンクリートについては、従来施工法の中で使用することを前提とし、強度などについてはニーズ毎に対応する方針とした。そのため、物性値については、スランプのみ目標を定め、石炭灰量を変化させたときの強度、単位容積質量などのデータを蓄積することとした。

フライアッシュは当社原町火力発電所原粉サイロのものを使用したが、混合処理をしているため、同じロットの中でも部分的に性状のバラツキがあることを確認している。参考までに今回試験で使用したロットの物性値を表1に示す。

表 1 石炭灰物性値

物性		値
強熱減量	%	2.0
密度	g/cm ³	2.20
粉末度	cm ² /g	2,480

混和剤については、使用する混和剤の種類により石炭灰高配合コンクリートの性状・コストなどが大きく変わるため、AE(AE剤)、WRA(AE減水剤)、SP(高性能AE減水剤)で試験確認することとした。また、補足試験として練混水に海水を使用した場合の試験も実施した。

3. 石炭灰配合量とコンクリート性状の関係

代表配合を表2に示す。養生は型枠放置とした。なお、スランプについては目標値を8.0±2.5cmとして調整を行ったが、水量増減に対し敏感に流動性が変化する領域にあたり、目標内に調整できなかったものも存在する。

表 2 試験配合

配合	W/C %	W/P %	単位量 kg/m ³							スランプ cm	空気量 %	単位 質量 g/cm ³	強度 σ ₂₈ N/mm ²
			W	C	F	S	G 2005	G 4020	混和剤 %				
AE-1	79.2	26.0	198	250	300	572	349	525	0.06	4.8	1.0	2.29	28.4
AE-2	115.6	34.0	289	250	600	334	204	307	0.06	7.9	2.5	2.07	15.3
AE-s	115.6	34.0	289	250	600	334	204	307	0.06	8.8	2.2	2.07	26.6
WRA	108.8	32.0	272	250	600	352	214	323	1.00	15.3	1.8	2.07	20.4
WRA-s	108.8	32.0	272	250	600	352	214	323	1.00	8.0	2.1	2.09	30.3
SP	88.4	26.0	221	250	600	405	247	372	1.00	14.4	4.8	2.12	24.6

※ 配合：-sは練混水に海水を使用，混和剤：P(=C+F)に対する比

キーワード：石炭灰，フライアッシュ，消波ブロック

連絡先：〒981-0952 宮城県仙台市青葉区中山 7-2-1 TEL022(278)0356 FAX022(278)2176

単位容積質量と単位石炭灰量の関係を図1に示す。混和剤・練混水の違いによらず、石炭灰量が増加すると同じような傾向で単位容積質量は減少している。

28日強度と単位石炭灰量の関係を図2に示す。混和剤により強度発現が異なり、同一石炭灰量に対しては $AE < WRA < SP$ となる。また、石炭灰量増加に対しては似た傾向で強度が低下する。練混水に海水を使用した場合は、水道水使用時より強度は大きくなり、石炭灰量が多いほどその傾向は強くなっている。

また、空気量が少ない場合には、耐凍害性に劣ることを凍結融解試験により確認している。

4. 消波ブロック製作確認

石炭灰高配合コンクリートの具体的利用例として消波ブロックの製作確認を行った。消波ブロックについては通常、施工の各段階（脱型、転地、据付）に応じて必要強度が決まっており、さらに比重が大きい方が望ましい。そこで、当社管理値（表3）を参考に有望配合P-1を決定し、さらに比較体を含めて4配合の消波ブロックを製作し、作業性と性能の確認を行うこととした。なお、混和剤はすべてAEを使用している。

制作は、混練：生コンプラント、運搬：トラックアジテータ、投入：ポンプ車で行った。

その結果、石炭灰高配合コンクリートは普通コンクリートに比べ粘性が高いことを確認している。P-1は問題ない程度であったが、その他の石炭灰量の多い配合については運搬・投入作業時に閉塞などが生じている。全般に粘性の影響で、スランプ値に比して閉塞などが起こりやすくなるようである。ただし、施工者から、これらの閉塞トラブルも「粘性に留意した作業方法をとることで解消可能である」とコメントを得ている。

表4 消波ブロック配合

配合	W/C %	W/P %	単位量 kg/m^3								スランプ° cm	空気量 %	単位質量 g/cm^3	強度 σ_{28} N/mm^2
			W	C	F	S 砕砂	S 砂	G 2005	G 4020	混和剤 %				
P-1	80.7	36.7	202	250	300	423	175	368	548	0.06	9.0	1.4	2.27	27.2
P-2	102.0	34.0	255	250	500	306	127	266	397	0.06	12.0	1.1	2.18	26.2
P-3	88.0	33.0	264	300	500	288	119	250	373	0.06	9.5	1.8	2.10	24.3
P-4	96.0	32.0	240	250	500	317	131	276	411	1.00	7.0	2.1	2.12	23.5

5. まとめ

I・II種以外のフライアッシュ利用法として、骨材置換利用による石炭灰高配合コンクリートに関する検討を行った。その結果、石炭灰量増加に応じて単位容積質量は減少するが、強度的には石炭灰量 600kg/m^3 でも混和剤の種類により $15\sim 28\text{N/mm}^2$ の調整が可能であることが確認できた。

また、消波ブロック用の配合としては石炭灰量 300kg/m^3 程度であれば作業性・性能ともに問題がないことを確認している。

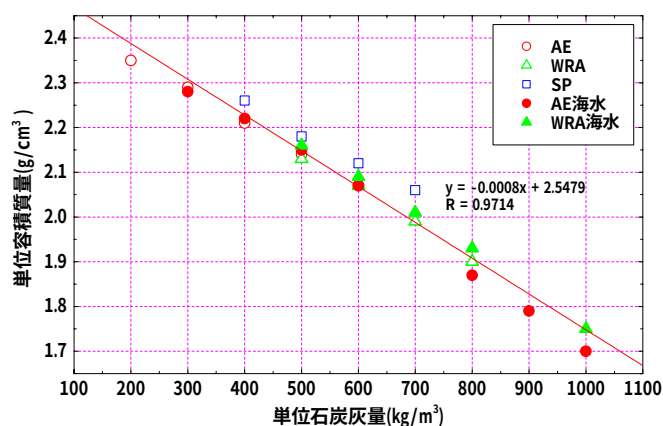


図1 石炭灰量と単位容積質量

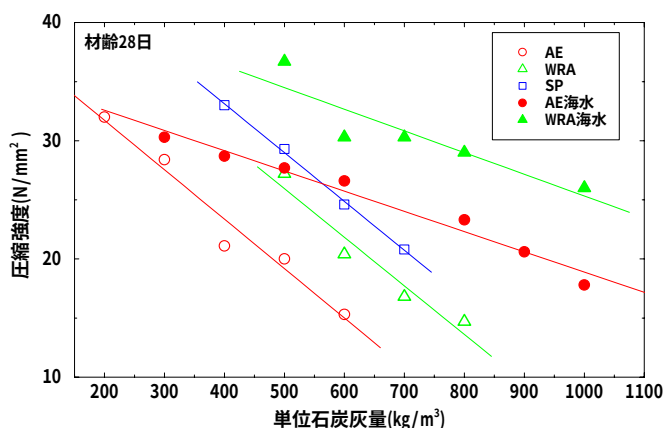


図2 石炭灰量と圧縮強度

表3 消波ブロック管理値

項目	値	備考
脱型強度 N/mm^2	5.0	1日～
据付強度 N/mm^2	18.0	28日～
単位容積質量 g/cm^3	2.30	