

海外炭灰を用いた高流動コンクリートの配合について

九州電力（株）総合研究所 正会員 ○畑元浩樹 長友良一
九州工業大学工学部 正会員 出光 隆
西日本技術開発（株） 正会員 永松武則

1. はじめに

発電に用いる石炭は、近年、わが国の石炭政策の縮小により国内炭から海外炭へと移行してきている。また、石炭灰は、平成3年に制定された「再生資源の利用の促進に関する法律」において、指定副産物に定められ、再資源として可能な限り有効利用することが義務づけられている。高流動コンクリートは、流動性を高性能減水剤で付与し、材料分離抵抗性はセメント以外の結合材を多用することにより確保している。本研究は、海外炭専焼の松浦火力発電所より発生する原粉（以下、海外炭灰という）を結合材として用いた高流動コンクリートの適用性について検討したものである。

2. 研究概要

図-1のフローに示すように、①海外炭灰の品質・性状②モルタル性状を確認するとともに、③コンクリートの配合④硬化コンクリート性状を把握した。本報告では、①～③までのフレッシュ性状試験結果について述べる。

3. 石炭灰の品質・性状

表-1に国内炭EP灰1種及び海外炭灰13種の品質・性状試験結果を示す。なお、海外炭灰13種のうち、B、C、Iの3種については、同じ炭種でも採取時期が違うものである。

(1) 品質

海外炭灰13種において、強熱減量は1.21~5.75%，比表面積は2290~4130 cm^2/g であり、JIS規格を外れるものが3種あった。通過質量百分率が50%に相当する粒径（50%粒径）は、海外炭灰で13.25~33.97 μm 、国内炭EP灰で7.31 μm となり、海外炭灰の方が国内炭EP灰に比べて粒径の大きなものが多かった。

(2) 性状

コンクリートの流動性に及ぼす石炭灰の影響把握及び石炭灰の品質変動に対応できる管理手法として流動性指数と密かさ比重を求めた。（参考文献[1] [2]）

流動性指数は、石炭灰ペーストのPルート流下時間が20秒となる水石炭灰比であり、45~62%の範囲であった。また、密かさ比重は2000回の落下衝撃を与えて締固められた後の比重であり、1.12~1.47の範囲であった。

4. モルタル性状

海外炭灰13種において、粉体（セメントと石炭灰）の容積を一定（79 ℓ/m^3 、112 ℓ/m^3 ）とし、モルタルのフローが一定（400±10mm）となる単位水量は、164~190 kg/m^3 であった。炭種の違いによる、この単位水量のばらつきは、コンクリー

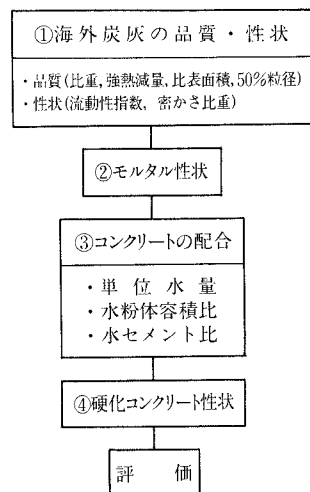


図-1 実施フロー

表-1 石炭灰の品質・性状

炭種 記号	JIS A 6201 規格値	品 質				性 状	
		比 重	強熱減量 (%)	比表面積 (cm^2/g)	粒度分布 50%粒径(μm)	流動性指数 W20(%)	密かさ比重
国内炭 EP灰	A	2.25	1.56	4520	7.31	34.0	1.44
海外 炭 灰	B-1	2.23	1.58	4070	15.38	62.0	1.18
	B-2	2.22	1.81	4060	13.25	52.0	1.13
	B-3	2.25	1.57	3640	14.51	52.0	1.12
	C-1	2.20	5.75	3900	17.31	60.0	1.15
	C-2	2.24	2.63	3760	17.44	57.5	1.25
	D	2.22	3.44	4130	13.71	56.0	1.18
	E	2.15	2.45	3430	18.37	56.0	1.14
	F	2.34	3.16	3250	14.46	50.0	1.23
	G	2.22	2.73	3520	18.24	58.0	1.16
	H	2.32	3.84	3850	17.76	59.0	1.26
	I-1	2.29	1.84	2290	33.96	57.0	1.33
	I-2	2.28	2.01	2560	33.91	56.5	1.31
	J	2.42	1.21	2360	33.97	45.0	1.47

□で囲んだ数値はJIS A 6201に適合しない

トの配合を決定するにあたって、大きな問題となる。

5. コンクリートの配合

コンクリート配合試験では、海外炭灰13種の内から、強熱減量が1, 2, 3 % 台の3種（B-3, G, F）を選定して、表-2に示すフレッシュ性状の試験項目・目標範囲にて実施した。配合設計は、以下の手順で実施した。

①：水粉体容積比(W/Pd) 85%，水セメント比(W/C) 65%，粗骨材容積(Gvol) 330 l/m³，高性能AE減水剤使用量一定の条件の基で、

目標範囲を満足する単位水量を決定した。

②：W/C=65%，Gvol=330 l/m³の条件の基で、①で決定した単位水量でW/Pdを変化させ、目標範囲を満足するW/Pdを決定した。

③：Gvol=330 l/m³の条件の基で、①，②で決定した単位水量及び水粉体容積比で目標範囲を満足するW/Cを決定した。

以上の配合手順によって得られたコンクリートの配合結果を表-3に示す。コンクリートの単位水量は、165～175kg/m³の範囲を示し、炭種によって変化することがわかる。図-2，3に示すように、海外炭灰の品質・性状の内、50%粒径及び流動性指数は、コンクリートの単位水量と比較的高い相関が得られ、単位水量を推定する為の一手法として有効であると考えられる。また、50%粒径及び流動性指数が大きくなるにつれて、コンクリートの単位水量は増加する傾向にある。その理由として、50%粒径及び流動性指数は、石炭灰の粒形を表す指標と考えられ、両者が大きくなるほど球形でない粒子を多く含んでいるためと思われる。

6. あとがき

海外炭灰を用いた場合、単位水量を変化させることによって高流動コンクリートを得ることができた。

今後、実用化にあたっては他の海外炭灰についてもコンクリート配合試験を積み重ね、コンクリートの配合設計に影響を与える単位水量を推定できる手法を確立していく予定である。

＜参考文献＞

- [1]長崎地：各種フライアッシュの品質とコンクリートの流動性，セメント技術年報39, PP. 201-204, 1985
- [2]内田池：フライアッシュを混入したコンクリートの品質変動に及ぼす要因とその管理手法に関する研究，前田技術研究報，VOL. 28, PP. 93-101, 1987
- [3]日本コンクリート工学協会：超流動コンクリート研究委員会報告書，PP. 101, 1993
- [4]日本コンクリート工学協会：超流動コンクリート研究委員会報告書，PP. 119, 1993

表-2 フレッシュ性状の試験項目・目標範囲

試験項目	目標範囲	備考
スランプロー	60±2 (cm)	土木学会規準「コンクリートのスランプロー試験方法案」
空気量	5±1 (%)	JIS A 1128
Vロト流下時間	15±5 (秒)	参考文献[3]参照
充填性	充填勾配が最小	参考文献[4]参照

表-3 コンクリートの配合表

炭種 記号	水粉体容積比 W/Pd (%)	水セメント比 W/C (%)	粗骨材容積 Gvol (l/m ³)	単位量 (kg/m ³)					*高性能AE減水剤 (C+F)×%	AE剤 (C+F)×%
				水 W	セメント C	石炭灰 F	細骨材 S	粗骨材 G		
B-3	85	65	330	170	262	263	640	917	2.4	0.01
G	85	65	330	175	269	269	609	917	2.4	0.03
F	85	65	330	165	254	267	666	917	2.4	0.02

※ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体

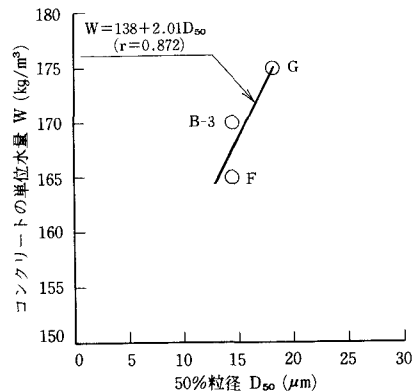


図-2 50%粒径とコンクリートの単位水量との関係

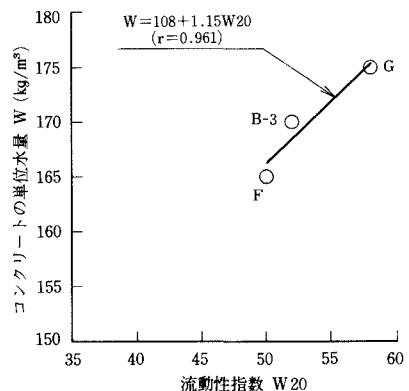


図-3 流動性指数とコンクリートの単位水量との関係