

V-286

石炭灰の拘束水比がRCD用コンクリートの単位水量におよぼす影響

秩父小野田中央研究所	正会員	小川 洋二
同 上	正会員	小野 義徳
同 上		市川 勝俊
同 上		田中 知則

1. はじめに

コンクリート中に混和材として混合する粉体の性質によって、そのコンクリートの流動性は大きく影響を受ける。特に粉体量の使用量が多い高流動系のコンクリートでは、各粉体の性質の影響が大きいことが予想される。そのため粉体の評価基準として JIS の品質規格以外に、拘束水比¹⁾や流動性指数²⁾が考慮され始めている。

一方、RCD用コンクリートでは、通常は貧配合であるため混和材の影響は比較的少ないと考えられるものの、今後石炭灰を細骨材置換するなどのような粉体の多量混合を考えたとき³⁾、混和材自身の流動特性とコンクリートの物性変化との関係を把握しておくことが重要と考えられる。

本研究では、石炭灰の流動特性値として拘束水比を指標として考え、物理的性質との関係、及びRCD用コンクリートの単位水量に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

実験に使用した石炭灰の主な性質を表1に示す。石炭灰は、粒径、粒度分布及び強熱減量に着目して選定した。石炭灰B及びCは、石炭灰Aを分級して粒度調整したものである。また、表中のFを除く石炭灰は、JIS A 6201の品質規格に適合しないものである。

RCD用コンクリートには、中庸熟セメント、細骨材には陸砂（比重 2.60, F.M.2.77）、粗骨材には砂岩碎石（最大寸法 80mm, 比重 2.60~2.73）をそれぞれ用いた。

2. 2 実験方法

各石炭灰の流動性は、拘束水比及び流動性指数により評価した。拘束水比は、石炭灰と水のみのペーストのフロー試験を行い、相対フロー面積比と水粉体容積比の関係から外挿することにより求めた。流動性指数は、石炭灰と水のみのペーストのPロート流下試験の流下時間が20秒となる水粉体質量比として求めた。

RCD用コンクリートの配合は、単位結合材料は 120kg/m³ で、結合材中のセメントの内割り混合比率は質量で 70%とした。細骨材の一部を石炭灰と置換するときは容積で置換することとし、単位水量は、各配合ごとに標準VC値が20秒となるようにそれぞれ試し練りにより決定した。代表的な配合を表2に示す。

3. 実験結果

3. 1 石炭灰の粒径及び粒度分布と拘束水比及び流動性指数

表3にフロー試験から求められた拘束水比と変形係数、及びP

表1 石炭灰の性質

種類	比重	強熱減量 (%)	50% 粒径 (μ m)	ブレン 値 (cm ² /g)	BET値 (m ² /g)
A	1.90	0.87	28.5	2670	1.15
B	1.97	1.02	41.6	1600	0.76
C	2.31	2.29	7.21	4840	3.35
D	2.06	17.8	24.6	4680	15.0
E	2.18	4.25	17.0	2820	4.05
F	2.19	3.59	13.1	4150	3.24

表2 石炭灰Aを使用したコンクリートの配合例

砂置換率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	W	C+CA	S	CA(砂置換分)	G
0	77	120	648	0	1642
10	75	120	584	48	1645
20	82	120	515	95	1633
30	90	120	447	141	1618

注) CA : 石炭灰

表3 石炭灰の流動特性

種類	拘束水比	変形係数	流動性指数
A	0.841	0.041	53
B	1.100	0.029	68
C	1.070	0.131	78
D	1.270	0.089	95
E	1.010	0.085	-
F	0.884	0.112	58

ロート試験から求められた流動性指数を示す。これより拘束水比は、粉体の粒径による影響は小さいが、連続粒度である石炭灰Aの方が分級して単一粒度に近いB、Cよりも拘束水比は小さくなったことから、粒度分布の連続性の影響の方が大きいといえる。変形係数は、粉体の粒径の影響が顕著に見られ、粒径の大きい石炭灰は単位水量変化に対し敏感にフロー値が変化した。

図1に拘束水比と流動性指数の関係を示す。これより両者の関係は非常に相関性が高く、拘束水比及び流動性指数ともに粉体の流動性を示す指標として差異がないことが明らかになった。拘束水比は、その測定方法から粒子形状や粒度分布の相違によって粉体自身が有する保水性能と、キャピラリー状態での流動性を示す指標と考えられる。RCD用コンクリートは超固練りであるため、粉体の評価基準としては、ペーストがスラリー状態でのPロート試験による流動性指数よりも拘束水比の方が適していると考えたが、両者とも粉体自身の流動性に対しては同様の結果が得られた。

石炭灰の拘束水比と物理的性質との関係について表4に各要因との相関性を示す。既往の研究では、ブレン値が大きいほどペーストの拘束水比や変形係数が大きくなるとの報告がある⁴⁾が、本実験結果では、BET値、強熱減量及びカーボン含有率との相関性が高く、ブレン値との相関性は低い結果となった。この理由は、ブレン法よりもBET法の方が粒子の表面積や表面形状の変化に敏感なことや、未燃カーボン量が多くなるほど粒子形状が球形から離れていくためと考えられる。しかし測定サンプル数が少ないため今後の検討課題である。

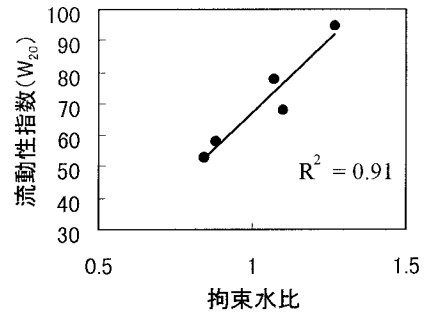


図1 粉体の拘束水比と流動性指数

表4 拘束水比と各性質との相関性

	50% 粒径	ブレン 値	BET 値	強熱 減量	C含 有率
相関 係数	0.25	0.19	0.74	0.71	0.73

3. 2拘束水比とRCD用コンクリートの単位水量

図2に石炭灰の拘束水比と、RCD用コンクリートの標準VC値が20秒となるのに必要な単位水量との関係を示す。この図より、両者は非常に相関性が高く、さらに石炭灰を細骨材の一部に置換した場合においても同様に高い相関性を示した。このことは、使用する石炭灰の拘束水比を管理することで、一定のコンシステンシーに必要な単位水量の変動を把握することができる可能性を示唆するものと考えられる。

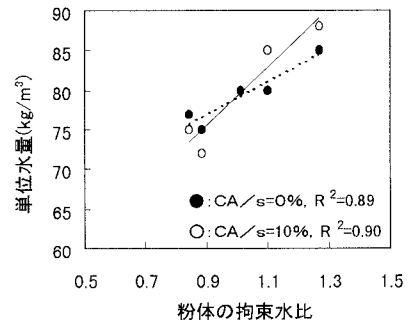


図2 石炭灰の拘束水比とRCD用コンクリートの単位水量

4. まとめ

本研究の結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 石炭灰の拘束水比は、粒径よりも粒度の連続性の影響を受けやすく、また、Pロート試験から得られる流動性指数と相関性が高い指標である。
- (2) 石炭灰の拘束水比は、強熱減量、炭素含有率及びBET比表面積と相関性が高い傾向がある。
- (3) RCD用コンクリートを対象としたとき、VC値が20秒となるのに必要な単位水量は、混合使用する石炭灰の拘束水比と相関性が高い。

【参考文献】

- 1)岡村，前川，小澤：ハイパフォーマンスコンクリート，技報堂出版，1993
- 2)長滝，大賀ほか：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，Vol.39，pp.201-204，1985
- 3)小川，市川，田中：各種石炭灰を細骨材に置換したRCD用コンクリートの物性，第50回セメント技術大会投稿中
- 4)江，藤原，小山田：各種粉体を用いたペースト及びモルタルの流動特性，高流動コンクリートシンポジウム論文報告集，1996