

V - 2

高流動コンクリートに用いるフライアッシュの品質変動とAE剤添加率の関係

秋田大学 学 ○清野 文武
正 加賀谷 誠

1.はじめに

現在わが国における石炭灰の排出量は、約900万トンと多量であり、2010年までには、その排出量は1000万トンにまで増大すると予想されている。そのような状況の中で、石炭灰の更なる有効利用が望まれている。フライアッシュは石炭の産地や火力発電所のボイラや燃焼温度の違いによって品質に大きな差が出るため、その品質変動を簡易に判定する手法が必要である。本研究では秋田県産フライアッシュを用いた高流動コンクリートにおける、モルタル成分の空気量と、セメントペースト成分のP漏斗流下時間を測定して、AE剤添加率を推定する手法を検討した。

2.実験概要

普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）を使用し、細骨材として混合砂（表乾密度 2.57g/cm^3 、吸水率 3.20% 、FM2.74）を使用した。混和剤として補助AE剤および、高性能AE減水剤を使用した。表1にフライアッシュの物理的性質を示す。表2にコンクリートの配合を示す。コンクリートのセメントペースト成分のP漏斗流下時間をJSCE-F521-1994に準じて測定した。モルタルミキサ（JIS R5201）により練混ぜを行い、ペーストおよびモルタルの空気量を、JIS A 1116 重量方法に準じて測定した。

3.結果および考察

強熱減量は、フライアッシュ中の未燃焼炭素量を示した値であり、炭素量が多いフライアッシュは炭素がAE剤を吸着し、空気が連行しにくいという性質がある。そこで、フライアッシュを色差計で測定した明度 L^* と強熱減量の関係より、使用するAE剤の添加率を推定しようとしたが、明度 L^* は炭素量と負の弱い関係があるという既往の研究¹⁾や、筆者らの実験から、明度 L^* だけでは品質判定は難しいということが分かった。図1に一例として、フライアッシュ種別と強熱減量および比表面積の比較をフライアッシュI（以下FAと表示）、VおよびVIについて示す。図2にフライアッシュ種別とモルタルの空気量が5～7%となるAE剤添加率の比較を示す。所要の空気量を連行するためのAE剤添加率の大小は、強熱減量のみならず比表面積とも関係があることから、これを推定するには、強熱減量と比表面積の両方を評価できる指標が必要となることが分かった。図3に、一例としてFAV、VIの水粉体容積比とペースト成分のP漏斗流下時間の関係を示す。水粉体容積比を増加させると、ペースト成分の粘性が減少するため、FAVIの方がP漏斗流下時間が顕著に減少し、FAVとVIに品質の違いがあることが分かる。次に図4に強熱減量とP漏斗流下時間の関係、図5に比表面積とP漏斗流下時間の関係を示す。強熱減量の増加は、未燃焼炭素量の増加を示し、

表1 フライアッシュの物理的性質

FA種別	密度 (g/cm^3)	比表面積 (cm^2/g)	強熱減量 (%)	平均粒径 (μm)	5 μm ふる 残分(%)	水分 (%)
I	2.28	3080	1.20	18.8	19.4	0.07
II	2.38	4330	3.17	25.4	32.1	0.08
III	2.26	3100	1.05	22.7	23.7	0.11
IV	2.21	3280	2.08	25.2	28.0	0.13
V	2.36	2590	2.52	24.2	24.9	0.10
VI	2.21	3750	1.20	25.3	28.2	0.11

表2 コンクリートの配合

FA種別	FA容積 率(%)	水結合材		水粉体容 積比	空気量 (%)	単位量(kg/m^3)					添加率(%)	
		比 W/B(%)	比 W/B(%)			水 W	セメント C	フライアッシュ FA	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 SP	補助AE剤 AE
I	30	33.3	96.1	5.0	170	391	120		771	828	1.1	0.020
II		36.9	107.9	5.7	179	366	119					0.029
III		34.5	99.6	4.0	173	384	118					0.010
IV		33.5	96.2	4.0	170	391	117					0.020
V		34.2	100.0	5.0	173	384	123					0.035
VI		33.8	97.0	5.0	171	389	117					0.035

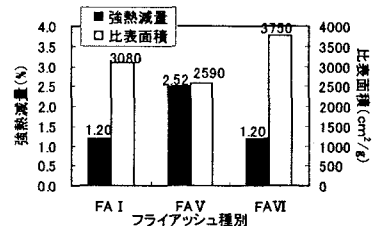


図1 フライアッシュ種別と強熱減量および比表面積の比較

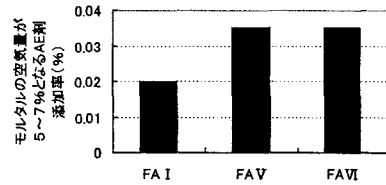


図2 フライアッシュ種別とモルタルの空気量が5～7%となるAE剤添加率の比較

フライアッシュに含まれる炭素は表面に凹凸のある複雑な形状を示しているため、強熱減量が大きいく程、比表面積は増加する。したがって、強熱減量の増加は比表面積の増加を伴いセメントペースト成分の粘性を高めることを示している。また、強熱減量が小さくても比表面積の増加は、セメントペースト成分の粘性を高めることになる。したがって、P漏斗流下時間は粉体を多く含む流動体の粘性係数を示すことより²⁾、P漏斗流下時間を用いることにより、その大小で強熱減量と比表面積の両方を評価できると考えられる。図6にAE剤添加率とモルタル成分の空気量の関係を示す。使用するフライアッシュごとにAE剤添加率0.01%の増加に対してモルタル成分の空気量がおおよそ2～5%増加することが分かる。AE剤添加率を0.01%増加させた時のモルタル成分の空気量の増加量はモルタル成分における空気の流れし易さを示している。空気の流れし易さは、前述の通り粘性と関係あることから、各フライアッシュを用いたセメントペースト成分の粘性の大小によって、用いたフライアッシュがAE剤添加率に及ぼす影響を評価できると考えた。図7は、セメントペースト成分のP漏斗流下時間とAE剤添加率を0.01%増加した時のモルタル成分の空気量の増加量の関係を示す。各フライアッシュを用いたセメントペースト成分の粘性が増加するとP漏斗流下時間が増加してモルタル成分の空気量の増加量は減少する傾向を示している。すなわち、所要の空気量を得るためのAE剤添加率は増加することを示しており、両者の間には良好な相関関係が認められる。このことを利用して水粉体容積比を一定とした時のP漏斗流下時間を測定することによって、フライアッシュの品質変動に伴うAE剤添加率0.01%増加した時の空気量の増加量を評価できると思われる。本研究においては、(1)式に示す実験式が得られた。

$$y = Ax^B \cdots (1)$$

y: AE剤添加率を0.01%増加させた時の空気量の増加量 (%)

x: P漏斗流下時間(s) A: 913.9 B: 1.30

(1)式の相関係数は0.813であった。

4. 結論

同配合のセメントペースト成分によるP漏斗流下時間と用いたフライアッシュの強熱減量や比表面積の間には相関関係が存在する。セメントペースト成分のP漏斗流下時間とモルタル成分の空気量の増加量の間には、良好な相関関係が存在し、フライアッシュの品質変動による所要の空気量を進行するためのAE剤添加率の増加量を推定できる。

参考文献: 1) 小早川真、横山滋、加藤将裕: セメントコンクリート論文集 No. 52, P282, 1998

2) 國分正胤: 土木材料実験、技報堂、P316～318、1986

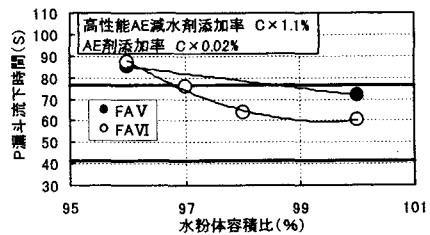


図3 水粉体容積比とP漏斗流下時間の関係

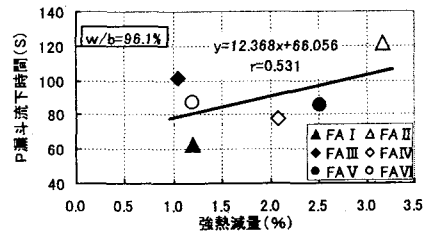


図4 強熱減量とP漏斗流下時間の関係

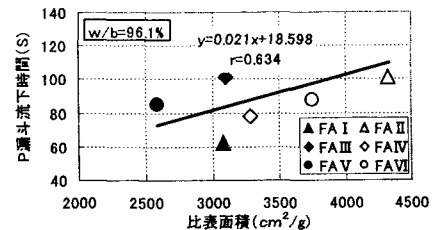


図5 比表面積とP漏斗流下時間の関係

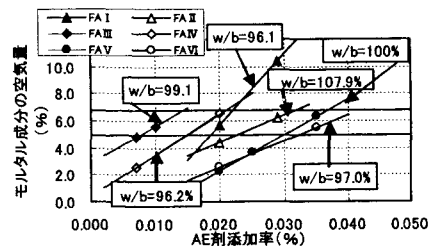


図6 AE剤添加率とモルタル成分の空気量の関係

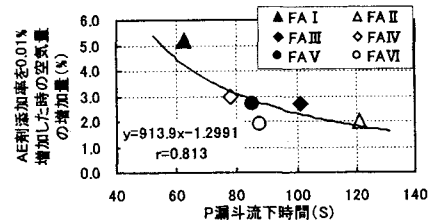


図7 P漏斗流下時間とAE剤添加率を0.01%増加した時の空気量の増加量の関係