

(V-10) フライアッシュを用いた高流動コンクリートの開発

電源開発㈱ 岡本 二郎

同 上 正員 鳥羽瀬孝臣

㈱石炭利用総合センター 渡辺 晃弘

1. まえがき

近年、各機関においてフレッシュコンクリートのワーカビリティを大幅に改善するものとして高流動コンクリートを開発適用しようとする試みがなされている。高流動コンクリートは、高流動性と材料分離抵抗性を兼ね備えることによって締固め不要の自己充填性を有するコンクリートである。我々は、電気事業者として石炭灰を有効利用する立場から、フライアッシュを混和した高流動コンクリートの開発に取組み、これまでに配合設計手法に係る知見を得たので報告する。

2. フライアッシュ系高流動コンクリートの特徴

高流動コンクリートは、その流動性を高性能減水剤により、また材料分離抵抗性を粉体量の増加あるいは増粘剤によって与えたものである。フライアッシュ系高流動コンクリートは、粉体としてセメントとフライアッシュを重量比で概ね1:1に配合しており、このように多量にフライアッシュを含むことにより、次の特徴を有している。

(1)フレッシュ時

- 長所：フライアッシュ（表面が滑らかな球形粒子）のベアリング効果により、流動性能を保持したまま単位水量を低減できる。
- 短所：フライアッシュ中の未燃炭素が高性能減水剤を吸着する性質があり、コンクリートの品質性状が変動しやすい。

(2)硬化後

- 長所：水和熱によるマスコンクリートの温度上昇を抑制できる。
- 短所：初期強度は低い。（ボゾラン反応により長期強度は増進する。）

3. 配合設計

フライアッシュの品質変動に対し、敏速に配合設計が可能となるようにモルタルを用いた配合試験を行った。配合試験の使用材料を表1に示す。

(1)モルタル試験

モルタルフローが $260 \pm 10\text{mm}$ となるように単位水量及び高性能減水剤添加量を組合わせたモルタル試料のルート通過時間を図1に示す。ここで、粉体はセメントと各種フライアッシュを重量比1:1で配合した。

図1から、モルタルフローを $260 \pm 10\text{mm}$ とするため、

表1 使用材料

材 料	種 類	備 考
セメント	普通ポルトランド	比重3.15、比表面積3340 cm^2/g
フライアッシュ	磯子火力（国内炭）	比重2.17、比表面積3042 cm^2/g
	竹原火力（海外炭）	比重2.24、比表面積3920 cm^2/g
	松島火力（海外炭）	比重2.26、比表面積3930 cm^2/g
	松浦火力（海外炭）	比重2.27、比表面積3757 cm^2/g
細骨材	大井川産	比重2.62、粗粒率2.80
粗骨材	相模川産	比重2.67
混 和 剤	高性能減水剤（SP）	アミノスルホン酸系（標準型）
	増粘剤（AD）	アクリル系
水	水道水	茅ヶ崎市

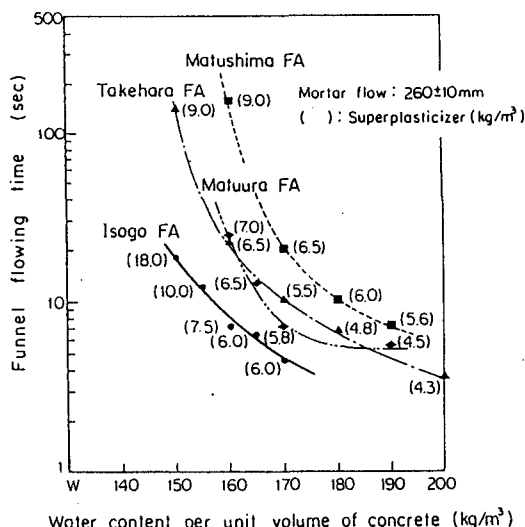


図1 単位水量および高性能減水剤とルート通過時間との関係（モルタル試験）

単位水量を少なく高性能減水剤を多く添加した場合にはロート通過時間は長くなり、また逆に単位水量を多く高性能減水剤を少なく添加した場合にはロート通過時間は短くなっている。つまり、一定のモルタルフローを得るための単位水量及び高性能減水剤添加量の組み合わせは無限に存在するが、これにロート通過時間の条件を与えることにより、その組み合わせを特定することが可能となる。

次に、モルタルのロート通過時間とブリーディング率の関係を図2に示す。

図2から、モルタルのロート通過時間で10秒前後が最もブリーディング率の小さいことが判る。このメカニズムについて、ロート通過時間が10秒より大幅に長い場合には高性能減水剤を多く必要とするため、その分散効果の効きすぎによる材料分離が発生し、また逆にロート通過時間が10秒より大幅に短い場合には単位水量過多による材料分離が生じているものと考えられる。

以上の検討から、材料分離を抑制するという観点から、モルタル試験によってロート通過時間が10秒前後となる単位水量及び高性能減水剤の組み合わせが最適な粘性を与える配合であると考えられる。

(2)配合設計の手順

モルタル試験の結果に基づき、配合設計を図3に示す手順で行うことを提案する。なお、粉体中のフライアッシュ混合率については、硬化後の強度、発熱特性等を考慮して別途定める。

- 図3のうち「仮配合」は次のように設定する。
- 粉体量 (P) ; $C + F = 500\text{kg/m}^3$ (仮定)
 - 粗骨材量 (G) ; 実績率 (体積) の50%
 - 単位水量 (W) ; 水粉比(W/P)= $25\sim40\%$
 - SP添加量 (SP) ; $P \times 1.0\sim3.0\%$
 - AD添加量 (AD) ; $W \times 0.03\%$ (仮定)
 - 細骨材量 (S) ; $1 - (P + G + W + SP + \text{Air})$

「モルタル試験」は、単位水量および高性能減水剤添加量をパラメータに判断基準①に適合する配合を検討する。「コンクリート試験」は、粉体量をパラメータに判断基準②に適合する配合を検討する。そして、仮配合を上記のモルタル試験およびコンクリート試験から得られた最適値に置換し、最終的な配合を決定する。

4. あとがき

石炭火力発電所から産出される任意のフライアッシュに対して、簡便なモルタル試験によって配合の大枠を決定できることにより、現場で速やかに配合検討が行えるものと考えている。

フライアッシュ系高流動コンクリートの今後の課題として、「経済性」が挙げられ、フレッシュ時の施工性および硬化後の耐久性の観点からコストバランスを評価する必要がある。

参考文献：ハイパフォーマンスコンクリート；岡村、前川、小澤

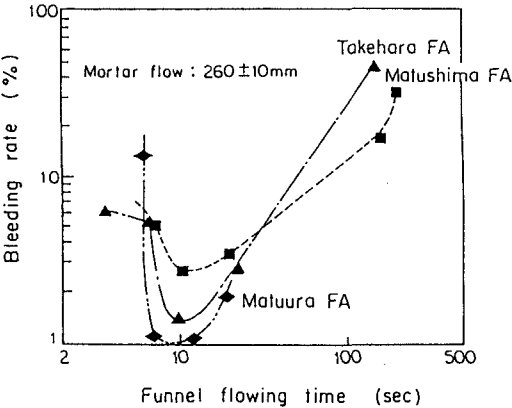


図2 ロート通過時間とブリーディング率との関係 (モルタル試験)

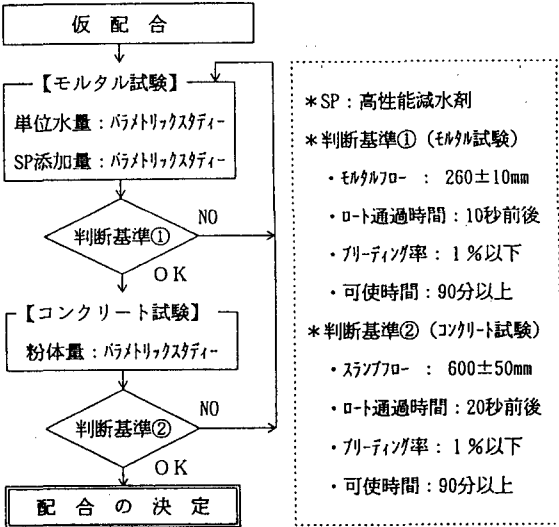


図3 配合設計の手順