

広島県生コンクリート工業組合（小野健司理事長）は近未来コンクリート研究会（十河茂幸代表）、広島工業大学（坂本英輔建築工学科教授）と共同でフライアッシュの「常時少量使用」に向けた研究を進めている。使用量を 25kg とするので生コン品質の変動への心配が小さくなると同時に、製造時にはF.Aの袋体での管理が可能となるなど、高い「使いやすさ」が特長だ。これまでセネコンなどが開発・実用化に注力してきたいわゆる低炭素型コンクリートでは、可能な限り多くの混和材を使用してコンクリート並あたりの CO_2 排出量の低減を図る傾向が強かったが、生コン製造時や施工現場における負担の増加が指摘されることもあった。これに対し、発注者や施工者、製造者にも使いやすいF.Aの常時少量使用は、生コン側が提案する「全体最適」への挑戦として注目される。

県組 島工組 F.Aが開く「全体最適」 広生コ 常時少量使用で共同研究

F.Aの常時少量使用は、近未来コンクリート研究会で起案された。広島工組も参画する同研究会では、インフラの適切な維持管理の推進に向けた支援とともに、これから建設されるコンクリート構造物を長寿命化するための研究を行うことを目的に、産官学の幅広い立場

「脱炭素コンクリート技術研究協議会（S協議会）」（主査・坂本英輔教授）から、将来的に発注要件に CO_2 削減が盛り込まれるようになることを想定して、生コン並あたりにF.A 25kg をセメント置換として混合するコンクリートが提案され、広島工組や広島工大などと共同で様々な実験に着手している。

使用するF.Aが少量であれば、スランパや空気量などのフレッシュコンクリートの品質管理が比較的容易で、専用の混和剤を用いることなく管理することもできるため建設資材としての汎用性が高くなる。

広島工業大学で公開実験



少量使用の提案には、生コン工場でF.Aの在庫管理に苦慮した背景がある。広島地区生コンクリート協同組合は2009年にエリア内の4工場にF.Aコンクリートを標準化。当時は低炭素材料としてではなく、副産物利用によるコスト削減や品質面での優位性を考慮したうえでの取り組みだったが、発注者側の理解が

実際に標準化した組合員のまるめでは「ひどいときには3トの在庫を抱えて、廃棄する寸前で物件が出て難を逃れたこともあった。3トのF.Aを

F.Aはコンクリート用や各種性状の確認を目的とした実験を進めている。昨年3月に広島工大のキャンパス内で中国地区セメント技術委員会との共同実験を行った。公開実験を行った。

実験では、2力所の発電所から採取されたII種相当のフライアッシュ（製造時期の異なる5種類）を使用し、高炉セメントをベースに 25kg を単純にセメントと重きで置き換えた（8〜9%）コンクリートとF.Aを20

%内割置換したコンクリート（F.A20）を製造。翌4月に材齢28日の圧縮強度をベースコンクリートと比較した結果、4週間強度はF.A20がベースの8割程度となったのに対し、少量使用の場合もほぼ等しいことがわかった。変わらない値となった。

「F.A20」を製造。翌4月に材齢28日の圧縮強度をベースコンクリートと比較した結果、4週間強度はF.A20がベースの8割程度となったのに対し、少量使用の場合もほぼ等しいことがわかった。変わらない値となった。

公開実験で諸性状確認 生コン技術大会で発表へ

そのためには、一般的な生コン工場で製造できる体制を整えることも重要となる。今回広島工組などが取り組んでいる常時少量使用では、並あたりに 25kg のF.A使用を提案しているが、キリのいい「 25kg 」としたのは、F.A供給メーカーに25kg/袋の商品を用意してもらえばとの期待からだ。袋単位の計量投

入が可能になれば、製造の手間とコストの大幅な低減にもつながる。中国電力が採取するフライアッシュは「エコパウダ」では袋体での管理は一般

入が可能になれば、製造の手間とコストの大幅な低減にもつながる。中国電力が採取するフライアッシュは「エコパウダ」では袋体での管理は一般

入が可能になれば、製造の手間とコストの大幅な低減にもつながる。中国電力が採取するフライアッシュは「エコパウダ」では袋体での管理は一般



少量置換では強度ほぼ変わらず

「土木学会コンクリート標準示方書では、混和材を使用すると中性化速度係数の設計値を普通セメントと比べて大きい値に設定することとされているが、これを発注者・設計者・施工者がどのように考えるかも考慮しなければならぬ」として、促進中性化試験だけでなく暴露試験を行うことで、もっとも中性化が進みやすいとされる相対湿度50〜60%環境下における促進中性化試験の結果と比較する予定という。

「低炭素」を実現するのではなく、これまで生コン産業が使命としてきた高品質な生コンクリートの安定供給との両立を考えている。発注者・施工者・生コン製造者・材料供給者が脱炭素に向けて認識を揃え、少量使用を一般化して広く使用すれば、全体利用量の増加に繋がる。実績が増え、生コン設備や供給体制が整備されればF.A使用量の増加も対応可能となる。そのための第一歩として少量使用を提案していきたい」と語る。

研究会(十河茂幸代表)、
少量使用」に向けた研究
心配が小さくなる。同時
が待たされた。これまでセ
可能な限り多くの混和
したが、生コン製造時
者や施工者、製造者にも
戦として注目される。

最適

共同研究

実際に標準化した組合
員のまるせでは「ひどい
ときには3トの在庫を抱
えて、廃棄する寸前で物
件が出て難を逃れたこと
もあった。3トのFAを



少量置換では強度ほぼ変わらず

入が可能になれば、製造
の間とコストの大幅な
低減にもつながる。中国
電力が採取するフライア
ッシュは「エコパウダ
ー」としてすでに袋体の
製品も販売されているた
め、実現可能性は低くな
い。膨張材などの混和材
では袋体での管理は一般

公開実験で諸性状確認

生コン技術大会で発表へ

FAはコンクリート用
混和材として使用した場
合、ワーカビリティや長
期強度の向上、水和熱の
低減、耐塩害性等耐久性
の改善、アルカリシリカ
反応の抑制などの特長が
あるといわれる。ただ
し、いずれも置換率15%
以上での使用で有効性が
得られるとされているた
め、少量使用したときの
効果の検証が求められ
る。

や各種性状の確認を目的
とした実験を進めてい
る。昨年3月に広島工大
のキャンパス内で中国地
区セメント技術委員会と
コンクリート用化学混和
剤協会中国・四国プロセ
ク会からも協力を得て、
公開実験を行った。

近未来コンクリート研
究会に参画する広島工組
と広島工大は研究委託契
約を結び、圧縮強度特性

実験では、2カ所の発
電所から採取されたII種
相当のフライアッシュ
(製造時期の異なる5種
類)を使用し、高炉セメ
ントをベースに25kgを
単純にセメントと重さで
置き換えた(8~9%)
コンクリートとFAを20

3タイプを規定。内割りの
外割りのタイプはセメン
トと細骨材の一部にFA
を質量置換するもので、
セメントの置換率は20
%、細骨材は内割りの配
合と合わせて20あたりト
ータル100kg以下の量
としている。

内割りのタイプはセメン
トの10~20%をFAで置
換するが、ASR抑制効
果を求める場合は15~20
%置換する。外割りのタイ
プでは、細骨材は砕砂の
みとし、その一部を質量
置換する。置換率は3~
5%程度を標準とする

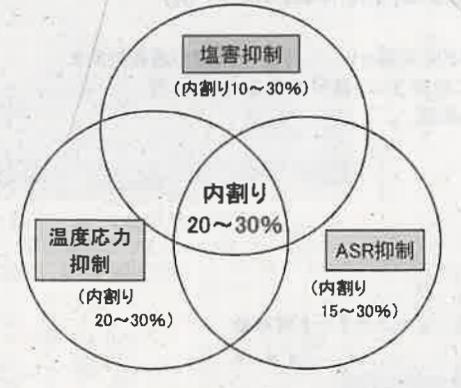


図 主な3つの使用目的を満足させるFAの置換量

が、フレッシュコンクリ
ートのワーカビリティ
が得られない場合は必要
に応じて増やすことがで
きる。

同指針はこれら3配合
タイプの目的別の使い分
けを図のようにまとめた
いる。

他方、空気量について
は、同県が温暖で凍害が
ほぼ発生しないことから
、第1回改訂版までは「規
定空気量については「規定
しない」としていた。FA
ACでは一般的に、未燃
炭素のAE剤吸着などが
、JISに定める空気
量の確保が難しい場合が
あり、この対策として空
気量調整剤などを使用す
るとコストアップになる
課題があった。

的に行われている。24N/㎠とされること
が多いのだが、Bを
用いた場合「鉄筋コン
クリート構造物の水セメン
ト比の上限値55%以下」
の指定により24・12・20
Bは使用できず、27・
12・20Bを使用するこ
とになる。そのため、今
回使用するFAコンクリ
ートにおいても水結合材
比で55%以下を認めても
らうことも必要となる。
ただし、これらについ
ては北陸地方や四国地方
で「水セメント比の上限
値」を「水結合材比の上
限値」として運用するロ
ーカルルールの実績があ
るため、県や自治体に認
めてもらえば有効に活
用できる可能性がある。

これが可能となった場
合、FAの割増料金を加
算しても、27・12・20B
Bよりも安価になるケ
ースもあり得る。環境負
荷の面からもメリットがあ
り、この配合の場合、単
位セメント量が20あたり
36kg削減でき、その分
僅かだがCO₂も削減で
きることもなるが、多く
の工場で使用できると削
減効果は大きい。

このほか、FAを袋化
するとコストがセメント
並みに上がるため、現状
では生コンとしてのコス
トメリットは薄いなこと
や、今年4月からFA中
に含まれる結晶質シリカ
が発がん性物質に指定さ
れたことなども課題とな
る。手投入するといっ
とは暴露状態になるた
め、ゴーグルやマスクを
用意することや健康診断
での管理や記録を30年保
存する必要がある。

「商流が確立し、需要が
できれば投入機を作るこ
とも検討される。少量添
加用の地上設備を作るこ
とができれば投入の手間
は大幅に改善される」
こうした課題解決には
発注者の理解が不可欠
だ。坂本教授は「発注さ
れてから仕様変更を行う
となると、施工者が手続
きをしなければならず、
それが負担となるので敬
遠される。発注段階で使
用検討を条件付けても
らえば、少量利用は広
まっていける。最終
的にはFAとして適切な
効果が得られる20%の常
時使用を広島県全域で実
施できるようにすること
を目標としている。事例
紹介などを通じて水結合
材比による設計や強度管
理材料の考え方を理解

も「土木学会コンクリ
ー標準示方書では、混和
材を使用すると中性化速
度係数の設計値を普通セ
メントと比べて大きい値
に設定することされて
いるが、これを発注者・
設計者・施工者がどのよ
うに考えるかも考慮しな
ければならない」として
おり、促進中性化試験だ
けでなく暴露試験を行う
ことで、もっとも中性化
が進みやすいとされる相
対湿度50~60%環境下
における促進中性化試験の
結果と比較する予定とい
う。

実用化・普及に向けた
課題はほかにもある。FA
コンクリートは普通コ
ンクリートに比べ初期材
齢の強度発現が小さい。
長期的にみればむしろ完
成後の強度は増加するも
の、管理材料齢を長くと
ることを承認できないと
する発注者もいると想定
される。施工面では、養生
期間が長くなることで施
工者が敬遠するケースも
考えられ、養生を短期で
切り上げることによる強
度不足の懸念も生じる。

強度管理材料齢を延ばさ
ず28日強度で管理する場
合はフランク上の配合
設計が求められるが、低
炭素・コストの両面から
無駄が多いため、発注者
に強度管理材料齢を延ばす
ことを認めてもらう方が
現実的となりそうだ。

また、発注時に水セメ
ント比を55%以下で指定
された場合、FAと普通
ポルトランドセメントで
製造すると完成後の強度
が出すぎてしまう。一般
的に、鉄筋コンクリート
構造物の設計基準強度は

環境を先取りする企業を目指して

「石炭灰リサイクル路盤材」

特集
フライアッシュ

「いたがたい」と語る。
また、「発注者や製造
者、子孫も含め、『三方
良し』な、みんながよい
と思えるシステムを作らな
ければ持続可能性という
意味で、どこかに破綻が
生じる。これまでは生コ
ン工場がFA廃棄分の費
用を負担するといった問
題もあった。やはり全員
がメリットを享受できる
建設材料となることが生
コンクリートという素材
を今後も長きにわたって
活用していくには重要と
なるだろう」とする。

工組などは最新の研究
成果を来年度の生コン技
術大会で発表する予定と
している。その内容は、
FAの少量使用がコンク
リートの品質や耐久性に
及ぼす影響を確認し、合
理的な使用方法を検討し
たものである。