

焼却飛灰を混入したポーラスコンクリートの物性

福岡大学 学生員○長谷川雅宏 正 員 大和 竹史
 〃 正 員 添田 政司 正 員 島岡 隆行

1. はじめに

焼却飛灰は高濃度の塩類や重金属を含有しているためそのまま処理することは出来ず、そのほとんどが中間処理を経た上で最終処分つまり埋立処分されている。しかし焼却飛灰の有効利用に関する研究開発はほとんどされていないのが現状である。その有効的な利用法のひとつとしてポーラスコンクリートが挙げられる。ポーラスコンクリートは連続空隙を有し、透水性・透気性に優れていることを特徴としており、透水ブロック、植生コンクリート、漁礁、吸音板、水質浄化コンクリートなどの研究開発が盛んに行われている。このような特性を持つポーラスコンクリートに焼却飛灰を有効利用するには強度、透水性、有害物質の溶出特性などについて把握する必要がある。そこで焼却飛灰を混入したポーラスコンクリートの強度・透水特性、有害物質の溶出特性について研究を行ったものである。

2. 実験概要

使用材料および配合： 焼却飛灰は乾式飛灰（比重2.75，略号FA）を使用し，粗骨材（略号G）には5号碎石（比重2.83，実積率57.0%）および6号碎石（比重2.81，実積率56.1%）を使用した。結合材として普通ポルトランドセメント（比重3.16，略号C），シリカフューム（比重2.20，略号SF）を用いた。また，混和剤としてポリカルボン酸系の高性能AE減水剤（略号SP）を用いた。ポーラスコンクリートの配合は水結合材比25%，ペーストのフロー値を $200 \pm 10\text{mm}$ ，C：SF：FAの割合を容積比で7：1：2，8：0：2の2種類とし，骨材の実積率より求めた骨材空隙に対する結合材の充填率（空隙充填率）を40，50，60%の3水準とした。なお焼却飛灰は水を添加し7日間放置（前処理）した。その際，焼却飛灰と水の割合を1：1とし，その湿潤飛灰を用いた。

試験方法： 図-1にポーラスコンクリートの製造方法を示す。測定項目は水中養生後所定の期間ごとに圧縮・曲げ強度，空隙率，透水係数，塩分量，重金属（Pb，Cd）の測定を行った。圧縮強度試験は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の供試体を用いJIS A 1108に従って材齢7日および28日に行った。その後，塩分量はJCI（案）に準じた硝酸銀滴定法で行い，重金属は環境庁告示13号試験に基づいた溶出試験を行い，そのろ液について原子吸光光度計により分析を行った。曲げ強度試験は $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱供試体を用い材齢28日にJIS A 1106に従って行った。透水試験はコンクリートを塩ビパイプ（ $\phi 10 \times 20\text{cm}$ ）に打設し，水頭差32.5cmとしてJIS A 1218の定水位透水試験法により行った。空隙率は十分に飽和させた供試体の水中重量，その後気中に取り出し一定となった重量，さらに24時間自然放置後の気中重量および供試体体積を測定し算出した。

3. 実験結果および考察

図-2は空隙充填率とコンクリート中に含まれる塩分量の関係を配合別に示したものである。塩分量はいずれの配合においても焼却飛灰中に多量の塩素イオンを含有しているため0.26%（ 4.7kg/m^3 ）以上と高い値を示している。したがって，鉄筋コンクリート構造物では鉄筋が腐食する恐れがあり，さらにコンクリート中に含まれる塩化物総量規制 0.3kg/m^3 を超えることから鉄筋コンクリート構造物へ焼却飛灰を混入したコンクリートを用いることは不可能と判断される。

図-3は空隙充填率と圧縮および曲げ強度の関係を配合別に示したものである。圧縮および曲げ強度ともにいずれの配合においても空隙充填率が増加するにつれて強度は増加していることが分かる。一般にポーラスコンクリートに用いる場合には

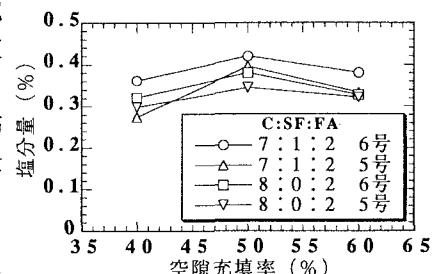
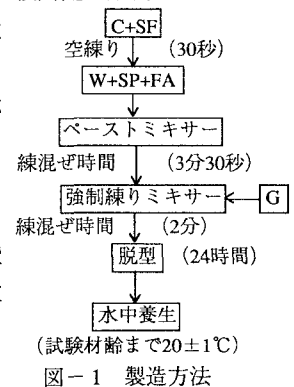


図-2 空隙充填率と塩分量の関係

圧縮強度が15N/mm²程度要求されており、C:SF:FA=7:1:2空隙充填率60%において目標強度を満足した。骨材の種類で比較すると5号碎石より6号碎石の方が強度は大きい傾向にある。またシリカフュームを混入することにより圧縮強度は大きくなっている。これは通常のコンクリートと同様にポーラスコンクリートにおいても強度が得られたものと考えられる。また透水ブロックに用いる場合は曲げ強度で2.0N/mm²程度要求されており、シリカフュームを混入した場合はいずれにおいても曲げ強度2.0N/mm²以上得られ、無混入については空隙充填率を50%以上に設定することにより得られ、透水ブロックなどに適用することが可能である。このように焼却飛灰を混入したポーラスコンクリートの強度も通常のポーラスコンクリートと同様、空隙充填率に大きく依存していることが明らかとなった。

図-4は空隙充填率と透水係数の関係を配合別に示したものである。空隙充填率が増加するにつれて透水係数は低下していることが分かる。骨材の種類で比較すると同一空隙充填率において骨材粒径の大きい5号碎石の方が高い透水性を示している。これは骨材粒径が大きいほど個々の空隙が大きくなり、より多くの連続空隙を形成したため高い透水性を示したものと考えられる。また空隙充填率を40~60%にすることにより0.6~2.0cm/s程度の透水係数が得られた。

図-5は前処理におけるPbの溶出抑制効果を知るために前処理放置期間を1, 3, 7日として、前処理飛灰のPbの溶出試験結果を示したものである。今回使用した焼却飛灰の原灰のPbの溶出値は環境基準0.01mg/Lをはるかに上回り28.7mg/Lと高濃度のPbを含有している。しかし前処理を行うことにより放置期間1日において原灰の値をはるかに下回っているがまだかなりの量を含有している。放置期間3日においては埋立基準0.3mg/Lを下回り、放置期間7日においては0.1mg/L近くまで抑制されるようになった。これは前処理することによりPbが不溶化²⁾されたものと考えられる。

図-6は材齢28日における空隙充填率とPbの溶出結果を配合別に示したものである。骨材の種類で比較するとそれほどPbの溶出値には差が生じられない。しかし結合材としてシリカヒュームを用いた方がPbの溶出値は抑制されている。これはシリカヒュームのポゾラン反応によってペーストが緻密化されPbの溶出は抑制されたものと考えられる。

4. まとめ

焼却飛灰を用いたポーラスコンクリートはPbの溶出も抑制され、通常のポーラスコンクリートと同様の物性を持つことから透水ブロックなどに利用可能である。また焼却飛灰自体が最終処分場に処分されている廃棄物ということを考えるとこれを再利用することにより環境負荷を低減する効果も有している。しかし焼却飛灰の成分は各清掃工場で異なることから焼却飛灰の種類による検討を今後行う予定である。

【参考文献】

- (1) (社)日本コンクリート工学協会：エココンクリート研究委員会報告書，1995．11
- (2) 長谷川ら：セメント固化処理飛灰の膨張挙動特性について，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，1997．3

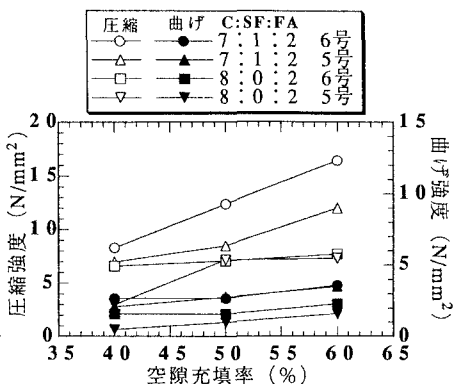


図-3 空隙充填率と圧縮・曲げ強度の関係

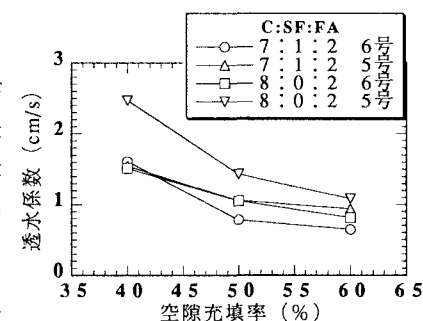


図-4 空隙充填率と透水係数の関係

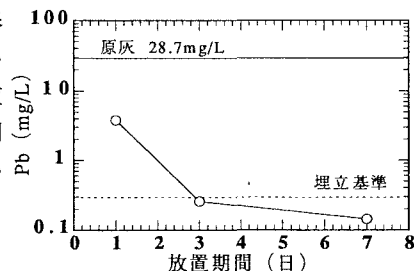


図-5 放置期間とPbの関係

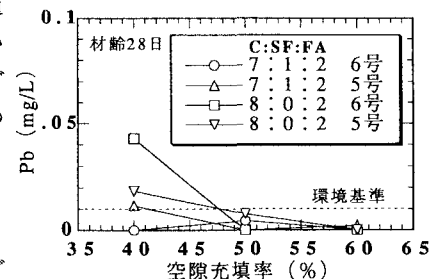


図-6 空隙充填率とPbの関係