

火山性堆積物細骨材の反応性と吸水率がモルタルの圧縮強度に及ぼす影響

首都大学東京

学生会員

○五十嵐 匠

正会員

上野敦

首都大学東京

正会員

大野健太郎、正会員

宇治公隆

1. はじめに

近年、建設分野において資源循環型材料の積極的な利用や環境負荷の低減が求められている。伊豆諸島などの諸島部ではコンクリート用材料のほぼ全てを島外から運搬しているため、材料運搬に伴う環境負荷が懸念されている。本研究の対象である伊豆諸島は海底の火山活動によって誕生しているため、存在する岩石の多くが火山性堆積物である。急冷の火山性の岩石は、疎な構造と反応性を有していることも多い。前者は粒径が小さい場合、コンクリート中では強度および耐久性の向上に寄与する可能性を有し、後者はその逆の要素となる。

本研究は、伊豆諸島各島に大量に存在する火山性堆積物をコンクリート用材料として利用するための論理の構築を目的とし、粒子の構造と反応性が圧縮強度に及ぼす影響を基礎的に検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびモルタルの配合

使用材料を表-1、モルタルの配合要因を表-2に示す。

モルタルの配合では、水セメント比は40%、50%、60%の3水準とし、W/Cごとに砂セメント比を3とした。神津島火山礫と大和層火山灰については標準砂との体積置換率を0、50、100%の3水準とした。また、比較のため、一般的な砕砂と疎な細骨材として再生細骨材Mを用いた。

表-1 使用材料

種類	表乾密度(g/cm³)	吸水率%	微粒分(%)	実積率(%)	粗粒率
普通ポルトランドセメント	3.16				
セメント強さ試験用標準砂	2.61	0.42		66.7	
神津島火山礫	2.06	8.47	2.2	66.1	2.68
大和層火山礫	1.87	15.7	22.9	61.8	2.08
相模原産砕砂	2.59	2.59			3.04
再生祭骨材M	2.43	5.86	0.9	60.9	2.82

表-2 配合要因

W/C	40%	50%	60%
砂セメント比	3		
KおよびYによる置換率	0,50,100(vol.%)		

2.2 試験項目

モルタルの圧縮強度試験は、JSCE-G 505に準拠した。また、火山性堆積物のポゾラン反応性の指標としてフライアッシュの促進化学試験法(API法)¹⁾を行った。API法とは

セメント懸濁液中で消費されたCa²⁺の消費量をもとに算出したAPI値(API (%))= $\frac{[Ca(C)]-[Ca(F+C)]}{[Ca(C)]} \times 100$ ※

[Ca(C)]=水+0PC, [Ca(F+C)]=水+0PC+試料)によってフライアッシュの反応性評価を行う方法である。圧縮強度試験に用いる供試体の材齢は28日、91日とし、所定材齢となるまで水温20℃で水中養生した

3. 結果および考察

3.1 API 試験

表-3にAPI試験結果を示す。山本らの報告ではフライアッシュのAPI値がおおよそ60%程度であることから、神津島火山礫と大和層火山灰はAPI値が低く反応性が小さいことがわかる。また標準砂の化学組成のほとんどが結晶質のSiO₂であるためAPI値は0になると考えられたが標準砂のAPI値は負の値であった。これは、標準砂によってセメントの分散性および反応性が向上し、セメントからのCa²⁺の溶出が促進されたためと考えられる。

表-3 API法の結果

種類	API値(%)
神津島火山礫	5.11
大和層火山礫	11.65
標準砂	-4.21

キーワード

火山性堆積物、ポゾラン反応、API 値、吸水率

連絡先

〒192-1397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 TEL 042-677-1111

3.2 圧縮強度試験

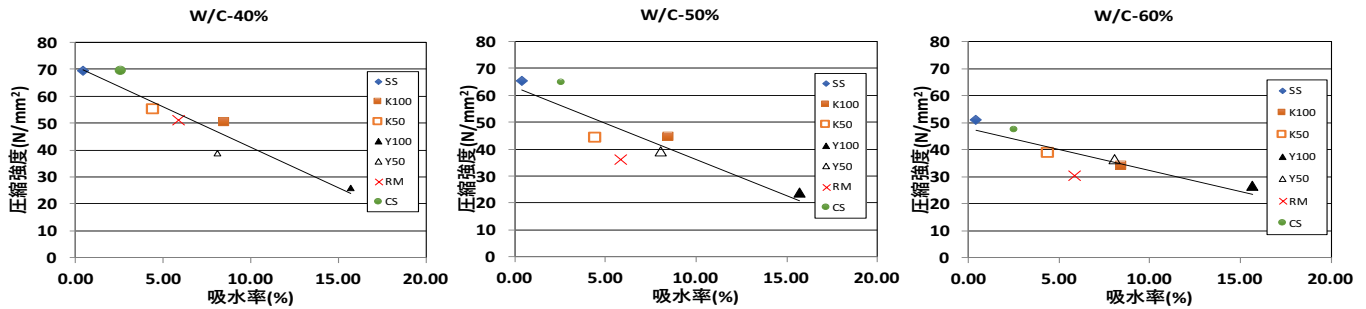


図-1 圧縮強度と吸水率の関係

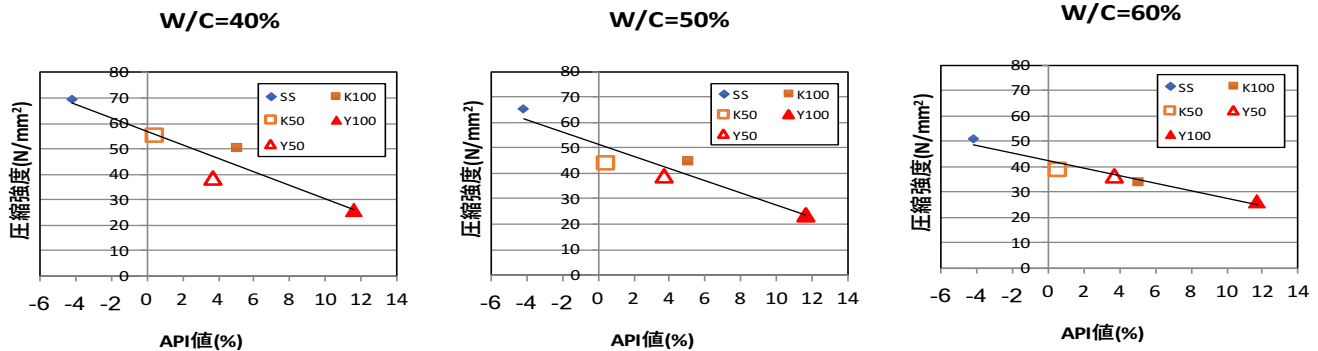


図-2 圧縮強度と API 値の関係

図-1 に材齢 91 日における圧縮強度と吸水率の関係を示す。なお、配合記号中の数字は火山性堆積物の置換率を示している。図-1 のとおり、吸水率が高くなると圧縮強度が低下することがわかる。これはモルタルの強度に対して細骨材の疎な構造が顕著に影響していることを示している。また、K100 については、W/C によらず RM と同等の圧縮強度があることがわかる。W/C=50%、W/C=60% の場合、Y50 については、RM と同程度の圧縮強度があることがわかる。Y100 については微粒分が多く、吸水率が高いためモルタルの充填が不十分になり圧縮強度が低下したと考えられる。

図-2 に材齢 91 日における圧縮強度と API 値の関係を示す。フライアッシュを使用した場合、API が高いと強度が高くなるが、W/C に関わらず火山性堆積物では API と圧縮強度に負の相関があるとわかる。これは、本実験で使用した火山性堆積物の API 値が高いもののほど吸水率が高かったためと考えられる。すなわち、ポゾラン反応が圧縮強度に及ぼす影響と比較して吸水率が圧縮強度に及ぼす影響が卓越していることがわかる。API 値が 10% 程度のポゾラン反応性の低い火山性堆積物を使用する場合は、吸水率を指標として圧縮強度を評価することが有効であると考えられる。

4. まとめ

- (1) フライアッシュのポゾラン反応性評価に用いられる促進化学試験法(API 法)を火山性堆積物細骨材に実施した場合、水とセメントのみを入れたものとは試料の粒子によってセメントの分散性が異なり Ca^{2+} がより多く溶出し、(フライアッシュを評価する場合よりも)API 値が低く測定される可能性がある。
- (2) 神津島火山礫を細骨材として用いた場合、再生細骨材 M と同程度の圧縮強度が得られ、API 法によるポゾラン反応の影響よりも吸水率による空隙の影響が卓越した。
- (3) 大和層火山礫の場合、標準砂の置換率が 50% かつ W/C が 50% 以上であれば再生細骨材 M と同程度の圧縮強度が得られ、神津島火山礫と同様に吸水率で表される細骨材粒子の空隙の影響が卓越する。

謝辞: 本研究は、首都大学東京火山災害研究センターの活動の一環として実施した。

参考文献

- 1) 山本武志、金津努: フライアッシュのポゾラン反応性を評価するための促進化学試験法(API 法)の提案、土木学会年次論文集 E VoL.62 No.2, 320-329, 2006.5