

愛媛大学工学部 学生会員 ○河野俊一
愛媛大学工学部 正会員 氏家 勲
(株)国際技術コンサルタント 前岡直樹

1. まえがき

近年、廃棄石炭灰の処理問題が深刻化されており再生資源化が望まれている。そうしたなか石炭灰をゼオライトに転換することで積極的に活用する方法が見いだされた。ゼオライトとは「沸石」と呼ばれる天然に産出する鉱物の一種で、ゼオライトに転換した石炭灰を「人工ゼオライト」と称される。¹⁾人工ゼオライトは吸着能、イオン交換などの性質を持っておりコンクリートに混入することで新たな機能を付与し機能性の高いコンクリートができると予測できる。本研究では、人工ゼオライトを混入したフレッシュコンクリートの性質、硬化後の力学特性などの物性を明らかにすることを目的とし、人工ゼオライトを重量比で0,10,20,30%セメントと置換したコンクリートを用いて各種実験を行った。

2. 実験概要

使用材料はセメント（比重 3.15 の普通ポルトランドセメント）、人工ゼオライト（比重 2.38 の Na 型人工ゼオライトと塩分浸透性試験のみ AI 型人工ゼオライト）、細骨材（比重 2.44 と 2.55 の 2 種類を重量比 3 : 7 で混合）、粗骨材（比重 2.62, 最大寸法 20mm）、混和剤（高性能 AE 減水剤、空気量調整剤）を使用した。本実験で使用したコンクリートは圧縮強度試験では水セメント比を 40,50,65%とし、その他の試験では 50%とした。人工ゼオライト置換率 0,10,20,30%,単位水量は 170kgf/m³,スランプ 8 ± 2cm,空気量 4.5 ± 1%,モルタル（塩分浸透性試験）は水セメント比 65%;フロー値 170 ~ 200mm に設定した。

圧縮強度試験は円柱供試体（φ 10 × 20cm）を用い、水中養生を 7,28,91 日間行い試験を行った。細孔量測定は円柱供試体（φ 10 × 20cm）を水中養生 14 日間行った後ハンマで粉砕し、2,3 片のモルタル部分 2g 程度を取り測定した。塩分浸透性試験は直方供試体（4 × 8 × 15cm）を用い水中養生 14 日間行った後一側面を残し水密処理し濃度 10%の塩水に浸け一ヶ月間放置した後取り出し侵入口から 1.5cm 間隔で輪切りにしていき 8 等分し、それぞれ粉末状にして全塩分量と可溶性塩分量を測定した。なお放置期間が短期間であったため侵入口部分しか塩分が浸透しておらずこの部分のみ比較した。乾燥収縮は直方供試体（10 × 10 × 20cm）を用い水中養生 14 日間行った後、温度・湿度一定の部屋で約 80 日間測定を行った。

3 実験結果および考察

SP 剤を一定にした場合の人工ゼオライト置換率と単位水

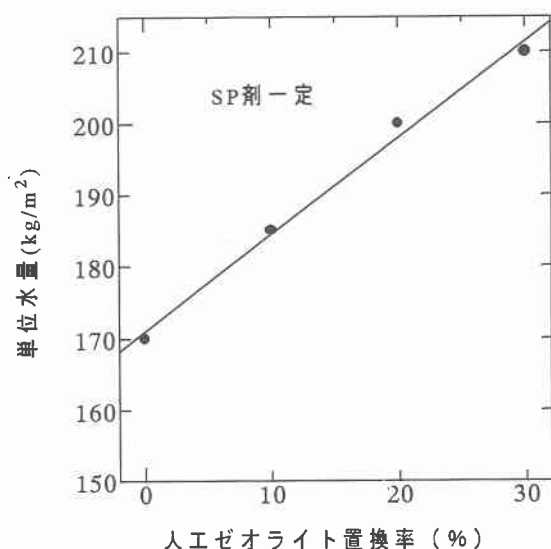


図-1 SP 剤一定の場合の人工ゼオライト置換率と単位水量

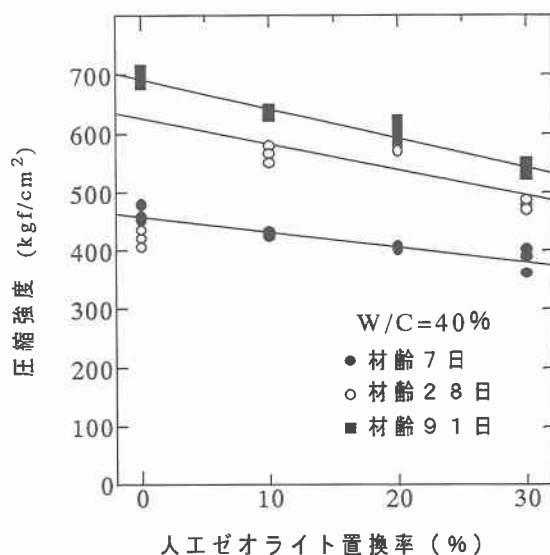


図-2 人工ゼオライト置換率と圧縮強度

量の関係を図-1に示す。本実験では、まず単位水量を増やすことで設定したスランプ、空気量の値を得ようとしたが、人工ゼオライトを混入することによって単位水量は規定上限を超えてしまい実際には使用できないものとなった。そこで、本実験のコンクリートは単位水量を一定にし SP 剤で調節し、設定したスランプ、空気量の値を得ることにした。

水セメント比 40% の場合の人工ゼオライト置換率と圧縮強度の関係を図-2に示す。人工ゼオライト置換率が大きくなるにつれ強度が多少低下しているが水セメント比を下げることで補える。長期材齢 91 日でフライアッシュの影響により強度が増すと思われたがその影響はみられなかった。なお、他の水セメント比においても同様の傾向がみられた。

人工ゼオライト置換率と水銀圧入法によって得られた空隙量の関係を図-3に示す。全細孔量は置換率 20% において最も少なくなった。また、ゼオライトを混入することによって、 $10^{-7} \sim 10^{-6}$ m 付近の空隙径が減少するという結果が得られた。

人工ゼオライト置換率と全塩分量と可溶性塩分量の関係を図-4に示す。全塩分については顕著な減少はみられないが、可溶性塩分については明らかにゼオライト置換率 20 % でモルタル内部への塩分浸入が最も減少している。可溶性塩分においてゼオライト混入の影響がみられることから、ゼオライトの Al イオンにより浸入した塩分がフリーデル氏塩となって固定化されたことが考えられる。

人工ゼオライト置換率と収縮量の関係を図-5に示す。乾燥状態においてゼオライトの吸着能の性質により水分を吸着保持し収縮を抑制できると予想できたが置換率によってほとんど変化がないことがわかった。

4. まとめ

- ①コンクリートの強度はゼオライトの置換率とともにほぼ直線的に低下する。
- ②コンクリートにゼオライトを混入すると $10^{-7} \sim 10^{-6}$ m 付近の空隙径が減少し、セメント置換率 20% で細孔量は最も少なくなる。
- ③可溶性塩分はゼオライト置換率 20% で最も少なくなった。
- ④コンクリートにゼオライトを混入しても乾燥収縮には影響はみられない。

5. 参考文献

1) 逸見 彰男：石炭灰の人工ゼオライト転換とリサイクル，ニューセラミックス，Vol.10，No.7，pp.54～62，1997

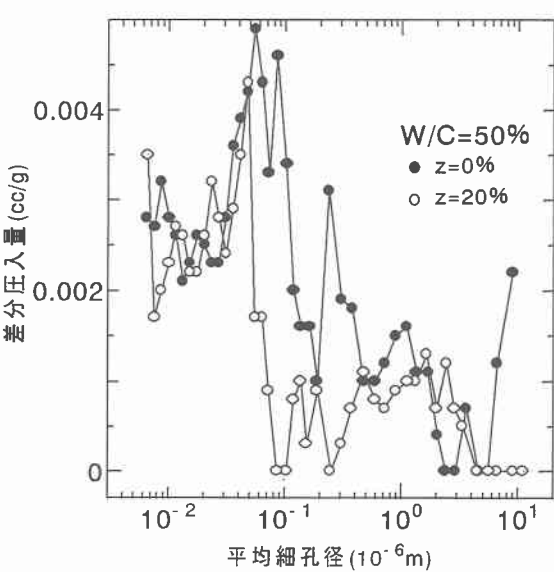


図-3 人工ゼオライト置換率と空隙量

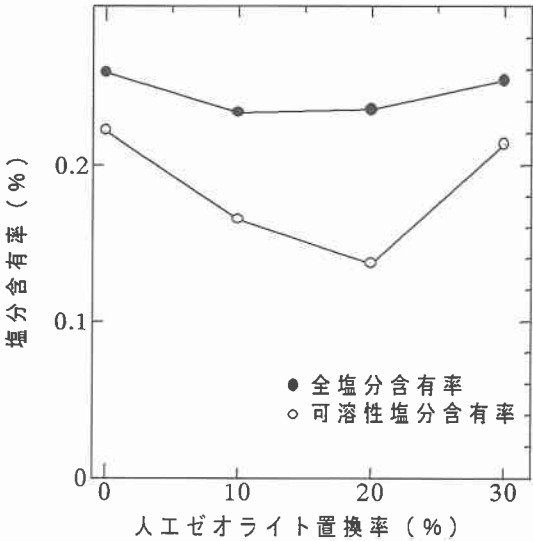


図-4 人工ゼオライト置換率と塩分含有率

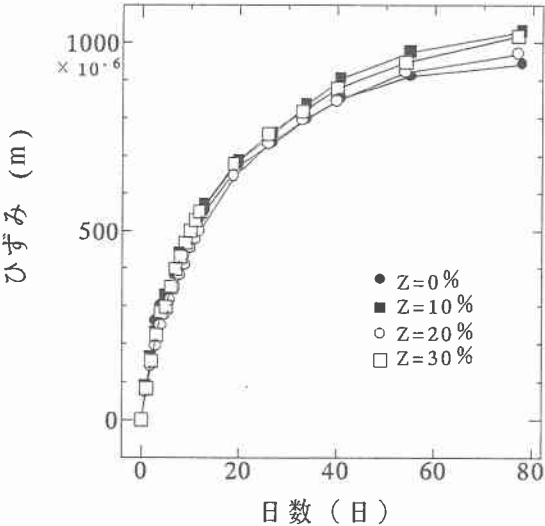


図-5 人工ゼオライト置換率と乾燥収縮