

コンクリート用細骨材としての炉底灰の利用に関する研究

金沢大学 正員 川村 義紀 同 正員 鳥居 和之
同 学生員 大野 元己 同 正員 柳場 重正

1. まえがき

近年、石油代替エネルギーとして、石炭の利用が見直され、現在、石炭火力発電所等の建設が全国的に推進されている。その際に発生する多量の石炭灰(フライアッシュ、シンダーアッシュ、炉底灰)の処理が重要な問題となることが予想される。本報告は、石炭灰のうちの約15~20%産出される炉底灰のコンクリート用細骨材としての有効利用の可能性を検討したものであり、コンクリート用細骨材として使用する川砂の一部を炉底灰により置換した炉底灰使用コンクリートの強度特性、乾燥収縮特性および凍結融解抵抗性について調べたものである。

2. 実験概要

使用した炉底灰の物理的性質および化学成分表-1および表-2に示す通りである。炉底灰は多孔隙であり、その粒子形状は角ばっており、骨材自体の強度はかなり小さいと思われる。また、残留炭素分が約7%と多いことは、AE剤による空気連行性を妨げることが予想される¹⁾。使用した天然骨材は、早月川産川砂(比重2.69、吸水率1.3%、FM2.73)および川砂石(比重2.69、吸水率0.9%、FM17.13)である。配合は、単位水量一定、水セメント比一定、細骨材率一定として行った。AE剤は、市販のY社製である。また、効果的な空気連行性を期待してポリプロピレン系ポリマーエマルジョンを使用したコンクリートを作製し、それらの空気連行効果を比較検討した。試験項目は圧縮・圧裂引張および曲げ強度、乾燥収縮(水中養生1週間、コンパレータ法)および凍結融解に対する抵抗性(水中養生2週間、ASTM C-666, A法)である。

表觀比重	1.88
吸水率(%)	4.2
単位容積重量(g/cm ³)	0.836
実積率(%)	44.5
洗い試験(%)	3.1
安定性試験(%)	9.16
粗粒率	1.97

3. 実験結果および考察

炉底灰を使用したコンクリートは、炉底灰置換率が増加するにつれて、若干スランプが低下する。しかし、炉底灰置換率とスランプ、空気量との間には明確な関係が認められない。炭素含有量の多い炉底灰を使用したコンクリートの空気連行性に関しては、AE剤(V)を使用した場合には、通常のコンクリートにおいて使用されるAE剤量の5倍程度(セメント重量に対して0.15%)を添加しても1%程度の空気しか連行できない。一方、セメント重量に対して5%のポリマーエマルジョンを混入した場合には、炉底灰置換率50%程度までは4~5%の空気量が連行されるが、炉底灰置換率が増加するにつれて、空気量の減少が認められた。

川砂を炉底灰で置換した普通およびポリマーセメントコンクリートの圧縮、圧裂引張および曲げ強度は炉底灰置換率が増加するにつれて、ほぼ直線的に

表-2 炉底灰の化学成分

強熱減量(%)	9.9
SiO ₂	57.8
Al ₂ O ₃	21.2
Fe ₂ O ₃	5.1
CaO	1.4
MgO	5.2
K ₂ O	0.9
Na ₂ O	1.3
C	6.9

減少する(図-1, 2, 3)。これは炉底灰粒子自体の強度が低く、内部に多くの空げきがあるため、置換された炉底灰がコンクリート中で強度上の欠陥となるためと思われる。また、炉底灰を使用したコンクリートの凍結融解に対する抵抗性については、炉底灰のポーラスな構造が欠陥となるため、川砂に対する炉底灰置換率に関係なく30サイクルまでにすべての供試体が崩壊した。一方、ポリマーを添加することによって所定の空気量を連行させた場合には、凍結融解に対する抵抗性をある程度改善できるが、炉底灰置換率が増加するにつれて供試体の劣化が顕著となる(図-4)。次に、炉底灰を使用したコンクリートの乾燥収縮は、天然骨材コンクリートと同程度であるがポリマーエマルジョンを混入した炉底灰を使用したコンクリートは、普通コンクリートより、いずれも収縮率が20~30%程度低下する(図-5)。

4. まとめ

炉底灰のコンクリート用細骨材としての利用の可能性を検討した結果、炉底灰を使用したコンクリートの強度は川砂に対する炉底灰の置換率が増加するにつれて減少する傾向を示す。炉底灰を用いたコンクリートではAE剤による空気連行性が悪く、凍結融解に対する抵抗性が著しく小さい。

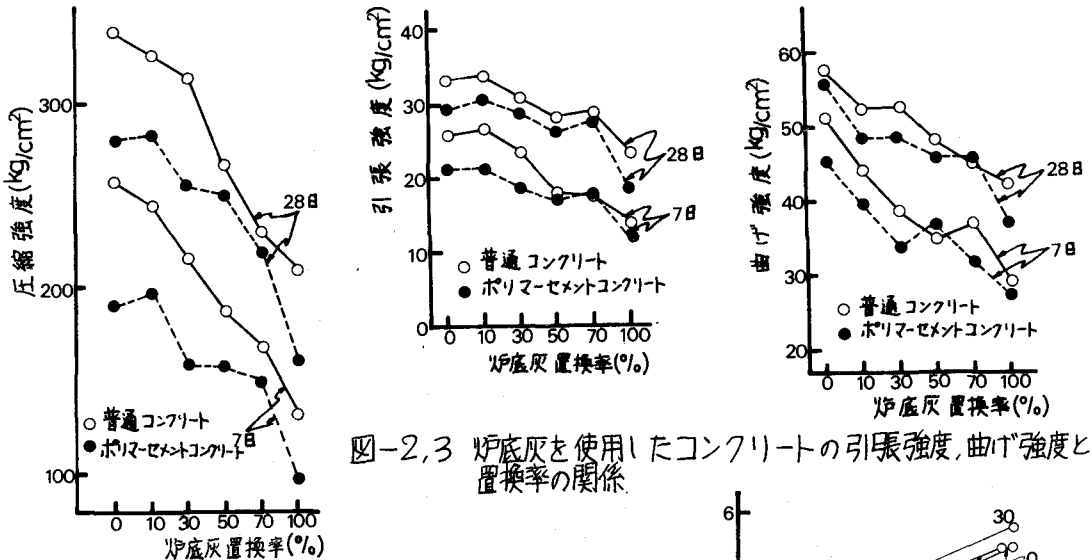


図-2, 3 炉底灰を使用したコンクリートの引張強度、曲げ強度と置換率の関係

図-1 炉底灰を使用したコンクリートの圧縮強度と置換率の関係

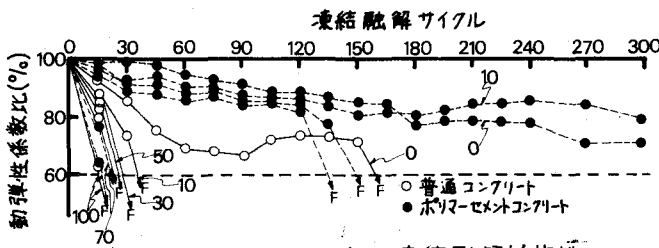


図-4 炉底灰を使用したコンクリートの凍結融解抵抗性

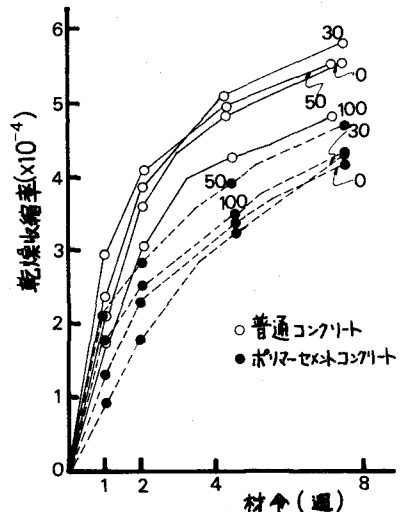


図-5 炉底灰を使用したコンクリートの乾燥収縮特性

《参考文献》

「石炭灰処理システムと有効利用技術」, フジ・テクニシステム