

中国産砂のコンクリート用細骨材としての有効利用 —微粒分添加量とコンクリート性状—

鳥取大学大学院

学生会員 ○黒下 謙太郎

鳥取大学 正会員 井上 正一

鳥取大学

正会員 吉野 公

鳥取大学 正会員 黒田 保

(財)鳥取県建設技術センター 賛助会員 松井 信作

1. はじめに

近年、輸入が急増している中国産砂を、コンクリート用細骨材として有効利用することを目的とし、廃棄微粉末を用いて、中国産砂を用いたコンクリートのフレッシュ状態における品質を改善する方法について検討した結果を述べる。

2. 実験概要

表-1 に、細骨材の物理的性質を示す。中国産砂には、F.M.の異なる細砂と粗砂の2種類を使用した。実験では、普通砂を比較用として用い、普通砂のF.M.に合わせるために、中国産砂(細砂)+砕砂(以下、中(細)+砕と称す)、中国産砂(細砂)+中国産砂(粗砂)(以下、中(細+粗)と称す)の混合砂を用いた。また、粒径0.15mm以下の微粒分が不足するため、表-2 に示す微粉末を、細骨材における微粒分量の割合が5%、10%、15%になるように混入した。15%を設定した理由は、コンクリート標準示方書の、「混合使用する場合で0.15mm通過分の大半が砕砂あるいはスラグ細骨材である場合には微粒分量の上限値の標準は15%としてよい」ということを考慮した。粗骨材は最大寸法20mmの碎石を、セメントには高炉セメントB種を使用し、混和剤にはAE減水剤と100倍希釈したAE助剤を使用した。

3. 実験結果及び考察

最適 s/a 図-1 に W/C=55%における各混合砂の微粒分量と最適 s/a の関係を示す。最適 s/a は微粉末を混入していない中(細)+砕では42%、同じく中(細+粗)では46%であり、普通砂の最適 s/a 42%と同程度もしくは大きくなるが、微粉末を混入し、微粒分量が増加することによって小さくなった。これは、微粉末混入により、粘性が増したためである。

単位水量 図-2 に微粒分量とスランプ 8 ± 1.5 cmを得るために必要な単位水量の関係を示す。どの混合砂を用いた場合においても、微粒分量の増加に伴い、必要な単位水量が増加したが、微粒分量10%程度ならば、普通砂の場合と同程度である。

AE 助剤添加量 図-3 に空気量 $6 \pm 1.5\%$ を得るために必要な AE 助剤添加量と微粒分量との関係を示す。どの混合砂においても、微粒分量の増加に伴って AE 助剤の添加量が増加したが、微粒分量10%程度ならば、普通砂の場合と同程度である。これらは、混入する微粉末の種類や、使用する混合砂によらず、同じような変化が見られた。

表-1 細骨材の物理的性質

試料	表乾密度 (g/cm^3)	F.M.	0.15mm以下 (%)
砕砂	2.64	3.40	7
中(細)	2.57	2.24	2
中(粗)	2.59	3.04	1
中(細)+砕	2.61	2.82	5
中(細+粗)	2.58	2.79	2
普通砂	2.63	2.80	7

*中(細)：中国産砂(細砂)，中(粗)：中国産砂(粗砂)

普通砂：砕砂+陸砂

表-2 微粉末の物理的性質

微粉末	記号	密度 (g/cm^3)	粉末度 (cm^2/g)
T産砕砂微粉末	CP1	2.68	2700
C産砕砂微粉末	CP2	2.72	—
フェニックススラグ微粉末	FNS	3.12	1850

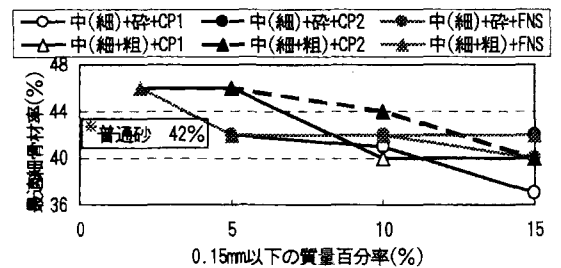


図-1 微粒分量と最適細骨材率(%)

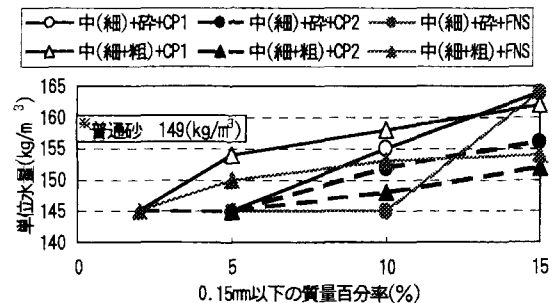


図-2 微粒分量と単位水量

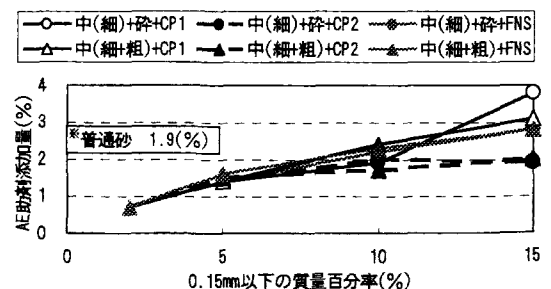


図-3 微粒分量とAE助剤添加量

ブリーディング 図-4 に微粒分量とブリーディング率との関係を示す。ブリーディング率は砂の粒径の影響を強く受け、0.15mm以下の粒度が多いとブリーディング率を低下させる。中国産砂の使用は普通砂に比べてブリーディング率を大きくするが、微粉末を混入し、かつ微粒分量を増加させることによって抑制できた。しかし FNS は、他の微粉末に比べ、保水性に乏しいために、ブリーディングを低下させる効果は少ない。

加圧ブリーディング 加圧ブリーディング試験(案)は、ポンプ施工時の流動性を評価することを目的としている。試験結果を図-5 に示す。配管内のコンクリート流れは、管壁におけるすべりによって生じ、水分による潤滑層の形成と密接な関係にあり、これら関数化したものが図の2本の標準曲線である。図より、各混合砂の微粉末混入割合を増加させることによって脱水量も増加するが、これは単位水量の違いによるものである。どの混合砂の場合も2本の曲線内に収まっており、圧送性は良好である。

材料分離 振動下における材料分離抵抗性試験を考え、振動締固め時の分離抵抗性を評価することを目的とした。図-6 に試験装置の概略図を示す。φ10×20cmの円柱型枠を3つ重ね、スランブ12±1.5cm、空気量6±1.5%のコンクリートを詰め込み、テーブルバイブレータで3分間振動を与え、3連型枠内のコンクリートの粗骨材濃度(=粗骨材の質量/コンクリートの質量×100)を各位置(上,中,下)で測定した。図-8 に3連型枠の上と下の粗骨材濃度差と微粒分量との関係を示す。この実験においては、2種類の混合砂それぞれに CP1 を添加した場合で行なった。比較用として、普通砂と、ブリーディング率が比較的大きかった中(細+粗)+FNS(10)を用いた。中(細)+砕+CP1の混合砂においては、微粉末の添加量によらず、普通砂の場合と相違がなかった。中(細+粗)+CP1の混合砂においては、微粉末を加えない場合と、微粉末を加えて、微粒分量を5%にした場合では、普通砂よりも粗骨材濃度差は大きいが、微粉末の添加量を増やすことで、普通砂と同程度もしくは小さくなった。中(細+粗)+FNS(10)を用いた場合は、7.74%と大きくなった。

圧縮強度 図-8 に微粒分量と圧縮強度の関係を示す。圧縮強度に違いはなく、混入する微粉末の種類と添加量による影響はない。これは、引張強度についても同様であった。

4. まとめ

中国砂を細骨材として用いるには、他の砂と混合することが望ましい。微粒分量の増加させることにより、最適 s/a は低くなり、所定のスランブを得るために必要な単位水量と AE 助剤の添加量は普通砂に比べ、同程度もしくは、やや増加する。材料分離抵抗性については、各試験結果から、どの混合砂を用いても、微粉末を添加し、普通砂と微粒分量を同程度とすることで改善される。

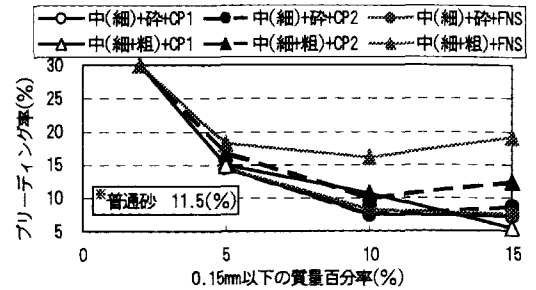


図-4 微粒分量とブリーディング率

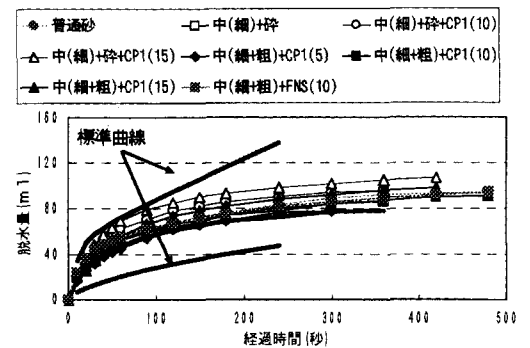


図-5 加圧ブリーディング試験結果

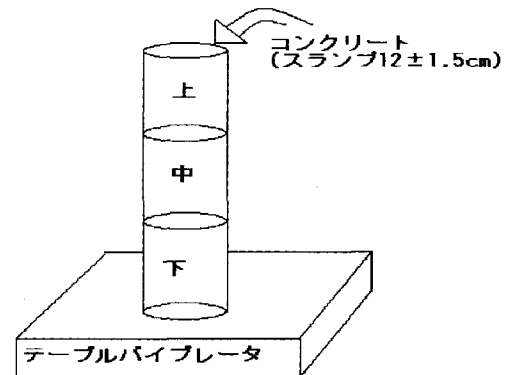


図-6 3連型枠洗い試験概略図

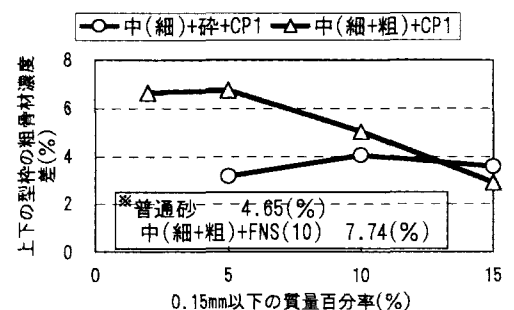


図-7 微粒分量と粗骨材濃度差

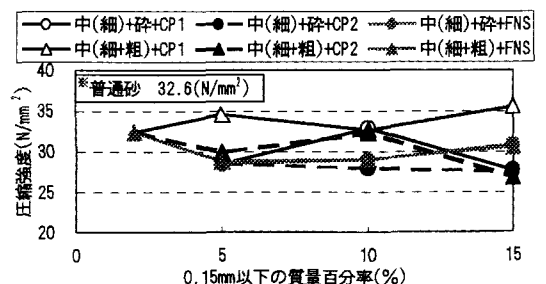


図-8 微粒分量と圧縮強度