

中国砂に微粉末を添加したコンクリートの物性

(財)鳥取県建設技術センター 賛助会員 ○松井 信作
鳥取大学 正会員 井上 正一 鳥取大学 正会員 黒田 保
鳥取大学 正会員 吉野 公 鉄建建設(株) 黒下 謙太郎

1. はじめに

鳥取県では、粒度の細かい陸砂は枯渇化しその代替として中国砂を輸入し、細粒の陸砂の代わりに使用している。しかしこの中国砂は0.15mm以下の微粒部分が不足するため、中国砂を細骨材としてより有効利用するため、粉末度の異なる2種類の石灰石微粉末および産業廃棄物として処理しているコンクリートスラッジを乾燥微粉末化したスラッジで補った場合の、コンクリートの配合設計、製造されたコンクリートのフレッシュ性、状態および硬化後の物性を検討した結果を中心に述べる。

2. 実験概要

細骨材には中国砂+砕砂を使用した。細骨材に添加する微粉末には、スラッジ（密度=2.28g/cm³，粉末度=4,830 cm²/g）および石灰石微粉末（タンカル102（密度=2.70，粉末度=4,150），タンカル104（密度=2.70，粉末度=2,360））を使用し、それぞれの微粉末に対して細骨材中に占める微粒分量の割合を10%，15%に調節した。また比較用として微粉末無添加の砕砂+陸砂のものも使用した。粗骨材は砕石（G_{max}=20 mm），セメントは高炉B種を用いた。なお、混和剤には、AE減水剤を使用し、空気量調整はAE助剤によって行った。配合条件は、スランブ 8±1.5 cm，空気量 6±1.5 %とした。配合設計においては、W/C=55 %のもとで最適 s/a を決定し、W/C=45, 65 %については、標準示方書に基づき修正した値を用いた。フレッシュおよび硬化コンクリートの試験は、スランブ・空気量試験、ブリーディング試験、凝結時間試験および圧縮強度試験、静弾性係数試験、引張強度試験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 最適 s/a

図1に、W/C=55 %，W=一定として s/a を変化させた場合のスランブを示す。中国砂+砕砂を用いた場合に比べ、石灰石微粉末（2種類とも）およびスラッジを15%まで増加させれば、最適 s/a は小さくできる。これは、微粉末の添加により細骨材の実績率が大きくなり、コンクリートの粘性が増加し、細骨材率を小さくしても所用のワーカビリティを確保できるものと推察される。

(2) 微粉末量と単位水量およびAE助剤添加量との関係

図2に、W/C=55 %において、目標のスランブ 8±1.5 cmを得るための単位水量を示す。図より、中国砂+砕砂を用いたコンクリートに比べ、石灰石微粉末では、添加量を10，15 %と増加させた場合、単位水量は微増であったが、スラッジでは大幅な増加を示した。これは、AE減水剤使用量を C×0.25 %としたために生じた

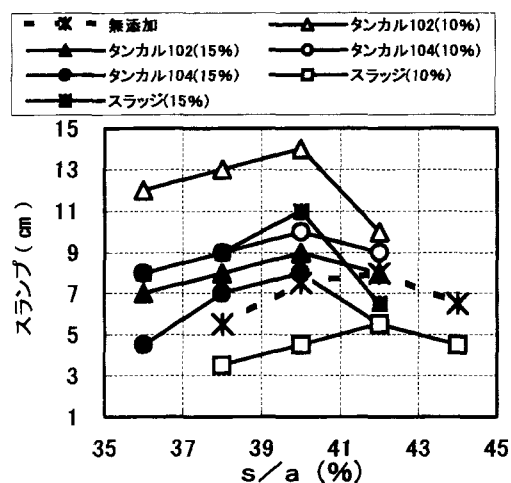


図1 スランブと細骨材率の関係

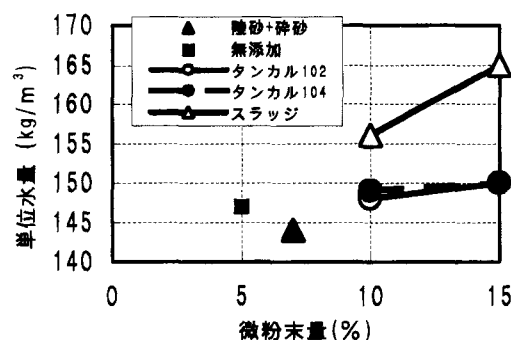


図2 微粉末量と単位水量の関係

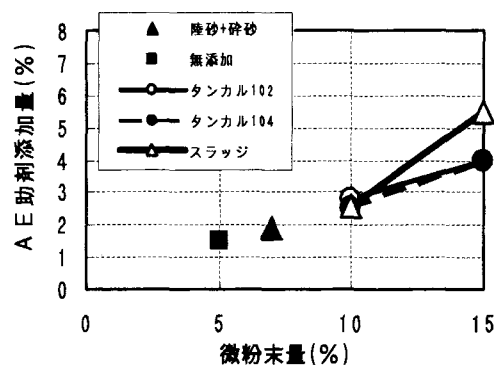


図3 微粉末量とAE助剤添加量との関係

現象で、微粉末を粉体系として用いる場合の $(C+F) \times 0.25 \%$ のような使用をすれば、単位水量の増加は招かないともいえる。
図3に、微粉末量とA E助剤量との関係を示す。いずれの微粉末においても、目標のスランプを得るためのA E助剤量は多くなる。なお、粉末度の異なる石灰石微粉末の間では、A E助剤量に差が認められず、粉末度の違いはA E助剤量に影響しないといえる。

(3) スランプの経時変化

図4に示すスランプの経時変化より、いずれも、微粉末の添加の有無、多少によらず、スランプの経時変化は同程度で、微粉末の影響は少ない。

(4) ブリーディング試験

図5に示すブリーディング率より、いずれも、中国砂+砕砂を用いた場合よりも、微粉末を添加した場合においてブリーディング率は小さくでき、改善できた。ブリーディング率は、微粉末量を10、15 %と増加させることでさらに抑制できるといえる。

(5) 微粉末量が硬化コンクリートの物性におよぼす影響

材齢28日における硬化コンクリートの物性は、最適 s/a を決定し、 $W/C=45, 55, 65 \%$ のものについて検討した。**図6**に、材齢28日圧縮強度試験の結果を、**図7**に圧縮強度と静弾性係数(1/3割線弾性係数)との関係を示す。**図6**より、中国砂+砕砂を用いた現行のコンクリートの圧縮強度は、陸砂を用いた従来のコンクリートのそれと、同等もしくはやや小さい。中国砂+砕砂に微粉末を添加したコンクリートの圧縮強度は、いずれの W/C 、微粉末量においても添加しない場合よりも大きくなる。微粒部分が少ない中国砂をコンクリートに用いる場合、ここで取扱った微粉末は、最大15 %まで添加しても強度面では悪影響が無いといえる。静弾性係数を**図7**に示す。コンクリートの弾性係数は、強度が同一であれば、微粉末の添加の有無、多少によらずほぼ同一で、プロット点はコンクリート標準示方書に規定された近傍に位置し、設計への取扱いは普通砂と同様に扱うことができる。

4. まとめ

微粒部分が少ない中国砂をコンクリートに用いる場合、不足する微粒部分を石灰石微粉末およびスラッジで補うことを検討した。その結果、いずれの微粉末において所要のスランプを得るための単位水量およびA E助剤量は増加するが、フレッシュ性状への影響は無く、ブリーディングの改善には有効であった。また硬化性状については、 $W/C=45 \sim 65 \%$ 範囲において同一 W/C の場合、添加した場合の圧縮強度は、添加しない場合に比べてやや増加することが認められ、微粉末を特に生コンスラッジを有効に利用できる可能性が示された。

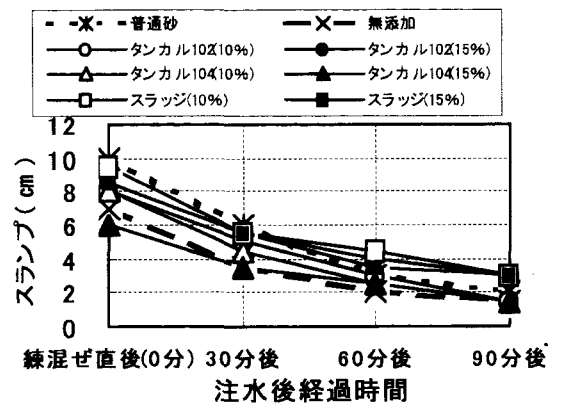


図4 スランプの経時変化

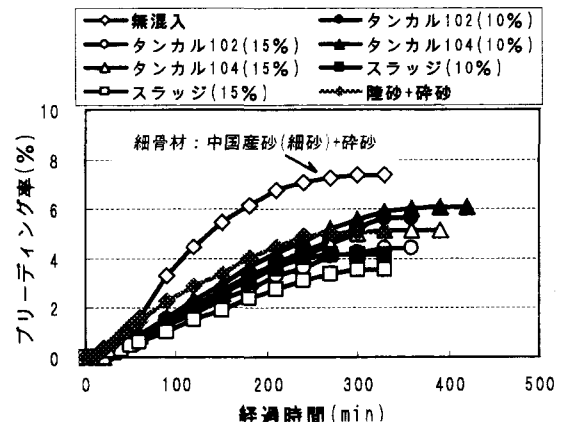


図5 ブリーディング試験

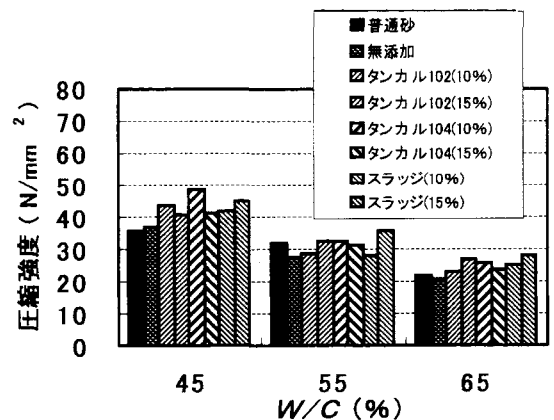


図6 圧縮強度試験結果

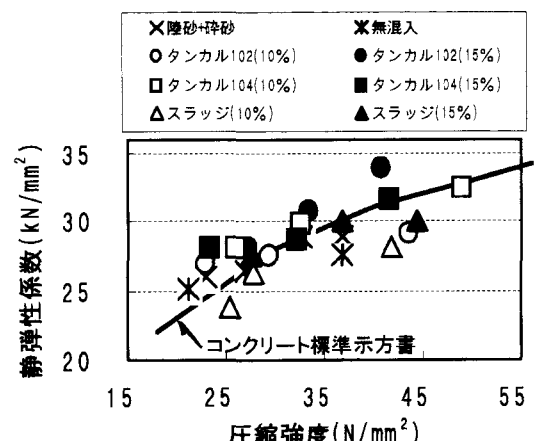


図7 圧縮強度と静弾性係数の関係