

中国産細骨材を用いたコンクリートの品質に及ぼす混入微粒分量の影響

鳥取大学大学院
鳥取大学
(財)鳥取県建設技術センター

学生会員
正会員
賛助会員

○黒下 謙太郎
吉野 公
松井 信作

鳥取大学 正会員
鳥取大学 正会員

井上 正一
黒田 保

1. はじめに

近年、コンクリート構造物には高品質化、高耐久化、多機能化が求められてる一方で、海砂の採取規制の強化や骨材資源の枯渇化に伴い、コンクリート用骨材の安定的供給が難しくなっている。その結果、中国産砂の輸入がここ数年の間に急増している。ここでは、この中国産砂を細骨材として有効利用するために、中国産砂に不足する 0.15mm 以下の微粒分をフェロニッケルスラグ (FNS)微粉末、あるいは砕砂微粉末を用いて補い、コンクリートの品質改善に及ぼす効果について検討した結果を述べる。

2. 実験概要

中国産砂としては、F.M.の異なる粗砂と細砂の 2 種類を使用した(表-1 参照)。図-1 に示す粒度分布より、中国産砂は粗砂、細砂ともに単体で細骨材に用いた場合、粒径が単一であるため、砕砂・中国産砂(細砂)の混合砂(C1)と中国産砂(粗砂)・中国産砂(細砂)の混合砂(C2)とすることにより、図-2 に示す粒度分布を得た。これらを細骨材として使用し、それぞれに FNS 微粉末(F)、ないしは砕砂微粉末(S)を、細骨材における微粒分量の占める割合が 5%, 10%, 15% になるように混合して使用した(表-1 の())の数値参照)。また、比較用として砕砂・陸砂の混合砂(N)を使用した。粗骨材は最大寸法 20mm の碎石を、セメントには高炉 B 種を使用し、混和剤にはリグニンスルホン酸系 AE 減水剤と、アルキルアリスルホン酸系 AE 助剤を使用した。配合条件は、スランプ 8±1.5cm, 空気量 6±1.5%とした。試験項目は、最適細骨材の決定、ブリーディング、凝結時間、強度試験で、それぞれ W/C=55%の下で行った。

3. 実験結果および考察

3.1 最適 s/a W/C=55%, W を一定(最大スランプ 8 cm程度が得られる水量)として、s/a を変化させた場合のスランプを図-3 に示す。図より、C1 と N の最適 s/a は 42%, C1・F(10) (C1 に FNS 微粉末を内割で 10%混入した細骨材), C1・F(15)の最適 s/a は 40%となり、微粒分が増加することによって最適 s/a がやや小さくなったこの原因としては、F.M.が小さくなって粘性が増したことも一因していると考えられる。同様の傾向は、C1 に砕砂微粉末を混入した場合や、C2 に微粉末を混入した場合にも見ることができた。

3.2 単位水量と AE 助剤の添加量 図-4 に、微粒分量とスラン

表-1 細骨材の物理試験結果

試料	表乾密度 (g/cm ³)	F.M.	0.15mm以下 (%)	洗い損失 (%)
砕砂	2.64	3.40	7	4.0
中国産砂(粗砂)	2.59	3.04	1	1.0
中国産砂(細砂)	2.57	2.24	2	2.0
C1	2.61	2.82	5	3.0
C1・S(10)	2.61	2.66	10	7.4
C1・S(15)	2.62	2.51	15	11.5
C1・F(10)	2.63	2.66	10	6.5
C1・F(15)	2.65	2.51	15	9.6
C2	2.58	2.79	2	1.3
C2・S(5)	2.59	2.69	5	4.3
C2・S(10)	2.60	2.55	10	8.2
C2・S(15)	2.60	2.41	15	12.2
C2・F(5)	2.60	2.69	5	3.6
C2・F(10)	2.62	2.55	10	6.7
C2・F(15)	2.65	2.41	15	9.9
N	2.63	2.80	7	3.4

*C1:砕砂+中国産砂(細砂) C2:中国産砂(粗砂)+中国産砂(細砂)

N:陸砂+砕砂 S:砕砂微粉末 F:FNS 微粉末 () :微粒分量

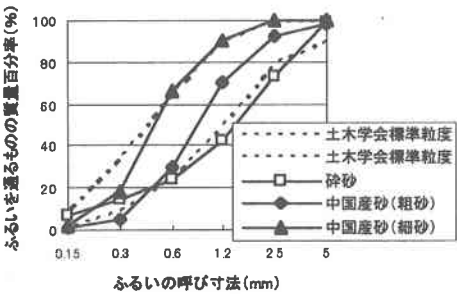


図-1 粒度分布

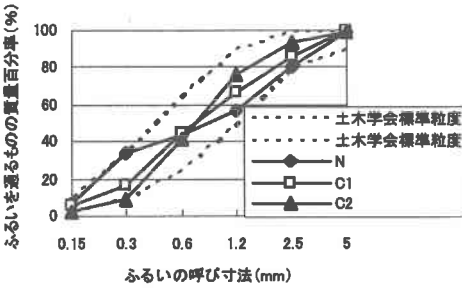


図-2 粒度分布

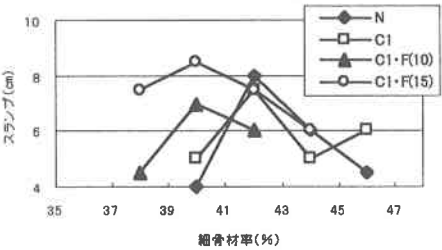


図-3 s/a とスランプの関係

プ 8±1.5cm を得るために必要な W の関係を示す。どの細骨材を用いた場合においても、微粒分量が増加に伴って必要な単位水量が増加した。なお、微粒分量を 15%にした場合の W は、N のそれよりも 5 ～15 kg/m³ 大きくなった。

図-5 に、空気量 6±1.5%を得るために必要な AE 助剤の添加量と微粒分量との関係を示す。どの細骨材を用いた場合においても、微粒分量の増加に伴って AE 助剤の添加量が増加すること、増加の割合は FNS 微粉末(F)において大きいことがわかる。

3.3 ブリーディング ブリーディング率は砂の粒径の影響を強く受け、0.15mm 以下の粒子が多いとブリーディング率を低下させる。図-6 より、中国産砂の使用は N に比べてブリーディング率を大きくするが、砕砂微粉末を混入し、かつ微粒分量を増やすことにより抑制することができた。

一方、FNS 微粉末を混入した場合には多量に用いるほどブリーディングの抑制効果が薄かった。これは、砕砂微粉末の保水性に比べて FNS 微粉末のそれが小さいためである。

3.4 凝結時間 表-2 に、凝結時間を示す。C1, C2 の凝結時間は、N に比べて遅延が見られた。しかし、微粉末を混入し、かつ微粒分量を増やすことによって凝結時間は徐々に早くなっており、中国産砂の凝結時間の遅延は微粉末を混入することにより改善できるといえる。

3.5 圧縮強度 図-8 に、微粒分量と圧縮強度の関係を示す。C1, C2 の圧縮強度は N のそれよりも小さくなるが、C1, C2 に微粉末を混入し、さらに微粒分量を増加させることにより強度もやや大きくなった。引張強度に関しても同様の傾向が見られた。なお、静弾性係数については、一般的に、圧縮強度が増加すると増加する傾向にあり、中国産砂を用いたコンクリートにおいてもその傾向は変わらなかった。

4. まとめ

中国産砂を細骨材として用いるためには、まず、粒度調整をする必要があり、必然的に混合砂となる。本研究では、微粒分を補うために砕砂微粉末及び FNS 微粉末を用いた。その結果、微粉末を混入し、その量を増加させることによって最適 s/a は小さくなり、スランプ 8±1.5cm を得るための単位水量、空気量 6±1.5%を得るために必要な AE 助剤の添加量は増加する。砕砂微粉末を混入し、かつその量を増やすことによってブリーディング率を抑制できるが、FNS 微粉末にその効果はない。中国産砂に混和する微粉末量を増加させることにより、中国産砂の凝結時間の遅延は改善される。中国産砂を用いたコンクリートの強度は、N に比べやや小さくなる。以上より、微粉末量を増加させることで、中国産砂を用いたコンクリートの品質を改善できる。

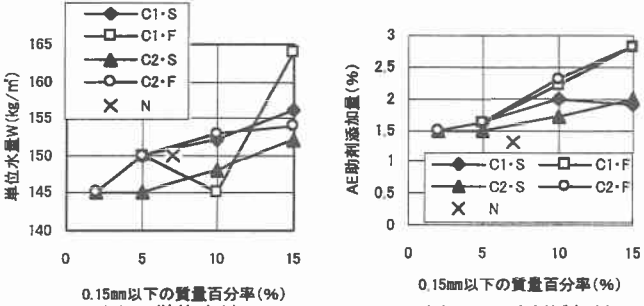


図-4 単位水量

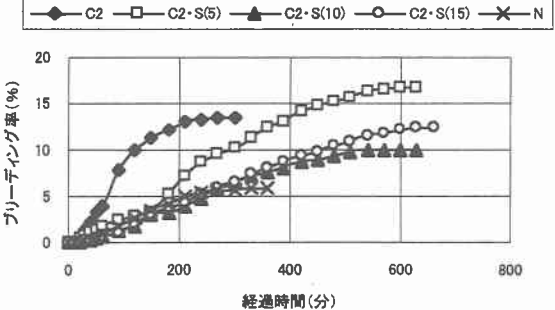


図-6(A) ブリーディング試験

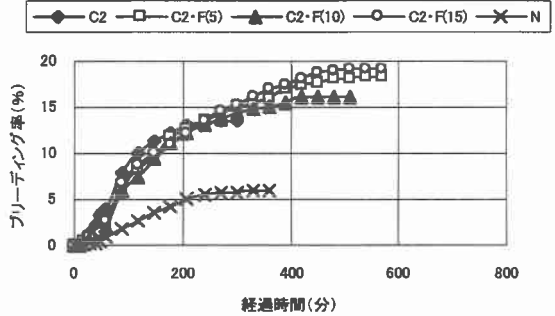


図-6(B) ブリーディング試験

表-2 凝結時間試験

細骨材の種類	始発時間	終結時間
N	8時間35分	12時間35分
C1	9時間5分	12時間50分
C1・F(10)	9時間23分	12時間59分
C1・F(15)	9時間58分	13時間34分
C2	12時間52分	16時間35分
C2・(5)	12時間30分	15時間46分
C2・(10)	10時間52分	13時間59分
C2・(15)	10時間57分	13時間32分

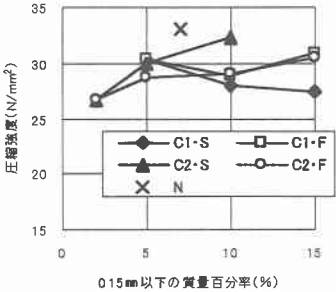


図-8 圧縮強度試験結果