

微粒分量の異なる石灰石粗骨材を用いたコンクリートのフレッシュ性状

鳥取大学大学院 学生会員 ○高品 慎之 鳥取大学 フェロー 井上 正一
鳥取大学 正会員 吉野 公 (財) 鳥取県建設技術センター 法人会員 松井 信作
鳥取大学大学院 学生会員 田中 智基

1. はじめに

河川砂利や海砂の採取規制に伴い、良質なコンクリート用骨材の確保が困難となっている。さらに、乾燥収縮の規制といった状況もあり、石灰石をコンクリート用骨材として使用するケースが増加してきている。本研究では、鳥取県で使用が計画されている山口県産の石灰石碎石を対象として、石灰石碎石を用いたコンクリートの配合とそのフレッシュ性状を中心に検討した結果を述べる。

2. 実験概要

試験要因は、水セメント比と石灰石に含まれる微粒分量で、表-1に示す水準を設定した。なお、搬入された状態の石灰石碎石に含まれる微粒分量は2.6%であり、7、12%の微粒分量は市販のタンカル（比表面積5000 cm²/g）で調整した。使用材料は、セメントには高炉セメントB種を、化学混和剤としてAE減水剤とAE助剤を使用した。配合設計条件は、スランプ8±1.5cm、空気量4.5±1.5%、s/aには試験によって得られた最適s/aを用い、フレッシュコンクリートの試験として、スランプおよび空気量の経時変化、凝結時間、ブリーディングなどを測定した。

表-1 実験要因

要因	水準
細骨材	普通砂（砕砂+陸砂）：N
粗骨材	石灰石碎石：L、普通碎石：N
水セメント比	45, 55, 65
微粒分（%）	0, 2.6, 7, 12
表記例	N L 7 細骨材 粗骨材 微粒分量(%)

表-2 骨材の物理的性質試験結果

骨材	種類	物性値						
		表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	F.M.	実積率 (%)	粒径判定 実積率 (%)	微粒 分量 (%)
細骨材	砕砂	2.67	2.64	1.36	2.88	66.9	57.0	4.0
	陸砂	2.63	2.61	0.63	1.44	60.5	—	1.4
粗骨材	普通	2.75	2.73	0.61	6.79	58.8	57.3	0.0
	石灰石	2.68	2.67	0.55	6.41	58.4	59.7	2.6
砕砂の品質基準		—	≥2.50	≤3.5	—	—	≥54	≤9.0
碎石の品質基準		—	≥2.50	≤3.0	—	—	≥56	≤3.0

3. 実験結果

3.1 石灰石碎石の物理的性質 石灰石骨材を含めた使用骨材の物理的性質を示した表-2より、石灰石碎石は、絶乾密度、吸水率、粒形判定実積率、微粒分量はJISの品質基準を満たしている。なお、BS 400kN 破砕値の結果は普通碎石9.7%の2.3倍（22.3%）あり、摩砕に弱い骨材であるといえる。

3.2 石灰石碎石を用いたコンクリートの配合

W/C=55%において、単位水量を一定のもとでs/aのみを変化させた場合に得られるコンクリートのスランプを図-1に示す。スランプとs/aとの関係は上に凸な形状を呈し、配合ごとに最適s/aが存在することが分かる。石灰石骨材中の微粒分量と最適s/aとの関係を図-2に示す。微粒分量が多くなるに伴って最適s/aは小さくなることがわかる。

以下の試験においてs/aは最適s/aを用い、W/C=45, 65%

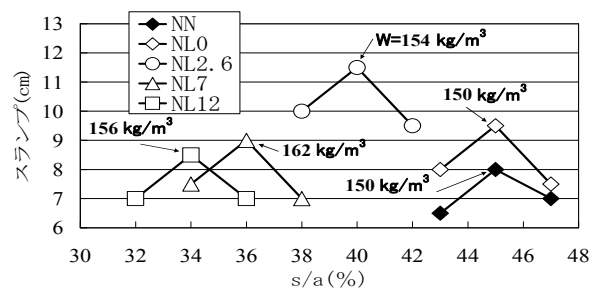


図-1 スランプと細骨材率の関係(W/C=55%)

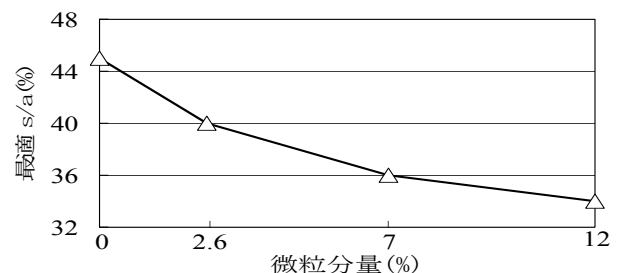


図-2 微粒分量と最適s/a (W/C=55%)

における最適 s/a は、配合修正の考え方をそのまま適用し下式によって決定した値を用いた。

$$(s/a)_{w/c} = (s/a)_{55} \pm (1 \times 2)$$

$(s/a)_{w/c}$: 任意の水セメント比での最適 s/a

$(s/a)_{55}$: 水セメント比 55%での最適 s/a

最適 s/a のもとでスランプ 8 cm を得るのに必要な単位水量と微粒分量との関係を W/C ごとに図 - 3 に示す。単位水量は、すべての水セメント比で微粒分量が 0 ~ 2.6% までは、NN と同等あるいはそれ以下で、その後は微粒分量増加とともに多くなった。これは、微粒分量が多くなると粘性に起因する抵抗でコンクリートの変形が阻害され、必要となる単位水量が増加したと考えられる。

3. 3 コンクリートのフレッシュ性状

a) 経時変化 W/C=55%のコンクリートにおける空気量およびスランプの経時変化を測定した結果を図 - 4, 5 に示す。練混ぜ後 90 分までの空気量減少量およびスランプロスは、NN と NL で同程度の値を示し、このことから、微粒分量が 12%程度までであれば、石灰石骨材中の微粒分量は空気量およびスランプの経時変化へ影響を及ぼさないといえる。

b) ブリーディング W/C=55%のコンクリートにおけるブリーディング試験の結果を図 - 6 に示す。NL0 のブリーディング率は、NN のそれよりもわずかに大きいですが、微粒分量の増加とともに小さくなり、石灰石微粒分によって、ブリーディング率の低減が期待できると考えられる。石灰石骨材中の微粒分量はブリーディング率に影響を及ぼすことがわかる。

c) 凝結時間 W/C=55%のコンクリートにおける凝結試験の結果を図 - 7 に示す。NL0 の凝結時間（始発、終結時間）は NN のそれより遅く、微粒分量が増加するに伴ってやや早くなる傾向にあることがわかる。これより、微粒分量が 2.6~12%程度までであれば、石灰石骨材中の微粒分量は空気量およびスランプの経時変化へ影響を及ぼさないといえる。

4. まとめ

石灰石碎石に石灰石微粒分が多量に含まれる、あるいは石灰石碎石を用いたコンクリートに混和材として石灰石微粒分をかなり多量に使用した場合を想定して、配合設計とフレッシュクリートの物性について検討した。その結果、微粒分量が 12%までの範囲では、コンクリートのフレッシュ性状にほとんど影響を及ぼさないことが明らかになった。

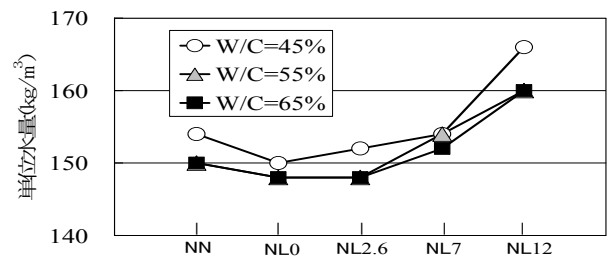


図-3 各微粒分量での単位水量(W/C=55%)

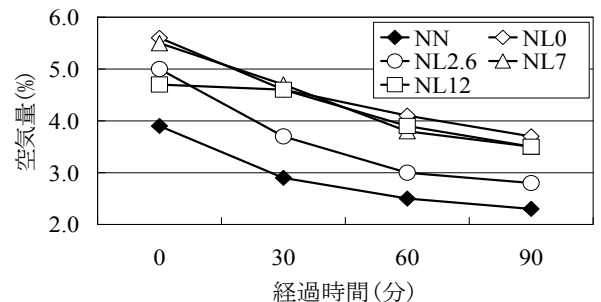


図-4 空気量の経時変化(W/C=55%)

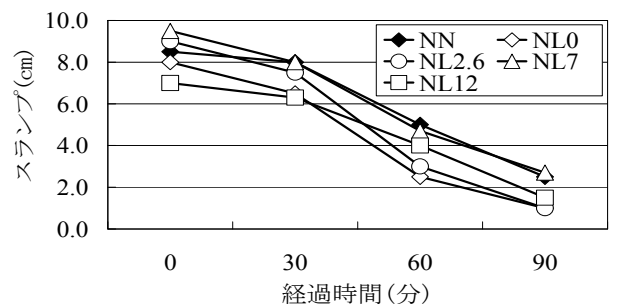


図-5 スランプの経時変化(W/C=55%)

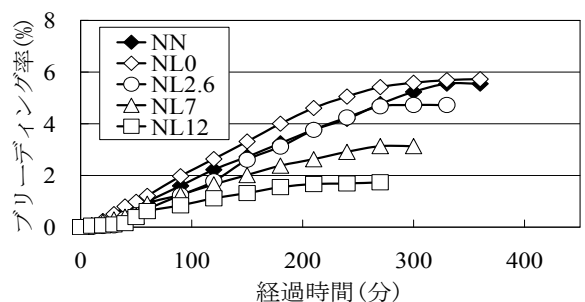


図-6 ブリーディング試験結果(W/C=55%)

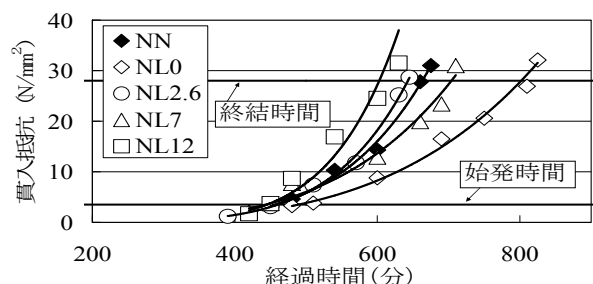


図-7 凝結時間試験結果(W/C=55%)