

# 微粒分を多く含む石灰石を細・粗骨材に用いたコンクリートの物性

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

## 1. はじめに

石灰石骨材は、通常は、微粒分を多く含むため、微粒分量を調整して出荷されている。一方、石灰石微粒分はコンクリートの品質を改善するための混和材として多用されている。そこで、ここでは、細・粗骨材に石灰石を用い、かつ石灰石に含まれる微粒分量を要因に選んでコンクリートの配合設計を行い、製造されたコンクリートのフレッシュ性状および強度や乾燥収縮を含めた硬化後の物性を普通コンクリートとの比較の上で検討し、微粒分量がこれらの物性に及ぼす影響を検討した結果について述べる。

## 2. 実験概要

本研究ではセメントに高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm<sup>3</sup>)、化学混和剤として AE 減水剤、AE 助剤を使用し、細・粗骨材に石灰石を用いたコンクリート(LL)、細骨材に普通砂、粗骨材に石灰石を用いたコンクリート(LN)、細骨材に普通砂、粗骨材に普通砕石を用いたコンクリート(NN)の物性を調べた。なお、LL に使用した粗骨材の微粒分量は 3.9%である。さらに、LN では、微粒分を洗い流し、0%とした粗骨材、微粒分量がそれぞれ 2.6、3.9%の粗骨材、微粒分量 3.9%の粗骨材に石灰石微粉末を添加し、7%にした粗骨材を使用した各コンクリートの物性を検討した。なお、使用した石灰石微粉末は、比表面積が 5000cm<sup>2</sup>/g である。記号の後に粗骨材の微粒分量を示す。コンクリートの配合条件はスランプ 8±1cm、空気量 4.5±1.5%とし、フレッシュコンクリートでは、スランプおよび空気量の経時変化、凝結時間、ブリーディングを測定し、硬化コンクリートでは、圧縮強度、乾燥収縮を測定した。乾燥収縮は、10×10×40cmの角柱供試体を用いて材齢 2 日より恒温室(20℃, R.H.60%)で測定を開始した。

表1 実験要因

要因	水準
細骨材の種類	普通砂, 石灰石砕砂
粗骨材の種類	普通砕石, 石灰石砕石
水セメント比(%)	45, 55, 65
石灰石微粒分量(%)	0, 2.6, 3.9, 7

表2 骨材の物理的性質試験結果 (破砕値:BS40t(破砕値))

骨材	種類	物性値						
		表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)	F. M.	実積率 (%)	破砕値 (%)	微粒分量 (%)
粗骨材	石灰石	2.68	2.67	0.60	6.35	58.8	23.7	3.9
	石灰石	2.69	2.69	0.21	6.48	59.9	31.8	2.6
	砕石	2.75	2.73	0.61	6.79	58.8	9.7	0.0
細骨材	石灰石	2.69	2.68	0.61	2.45	65.5	-	2.2
	普通砂*1	2.67	2.64	1.30	2.76	66.4	-	3.9
砕石の品質基準*2		-	2.50以上	3.0以下	-	55以上	-	1.0以下
砕砂の品質基準*2		-	2.50以上	3.5以下	-	53以上	-	5.0以下

(注) \*1:普通砂は陸砂と砕砂の混合砂, \*2:JIS A 5005

## 3. 実験結果

### 3.1 石灰石骨材の物理的性質

本研究で用いた石灰石骨材は、細・粗骨材ともに絶乾密度、吸水率、実積率で JIS の定める品質基準を満たしているが、石灰石粗骨材の微粒分量は上限値 1.0%を上回っていた。また、BS40t 破砕値で石灰石は普通砕石の約 2.4~3.3 倍であった。なお、骨材に含まれる石灰石微粒分の比表面積は約 5500 cm<sup>2</sup>/g であり、使用した石灰石微粉末と同等である。

### 3.2 コンクリートの配合

細骨材率と、スランプの関係を図 1、決定された最適細骨材率の下で、所要のスランプを得るための単位水量と微粒分量(コンクリート 1m<sup>3</sup>あたり)の関係を図 2 に示す。図 1 より、LN(0%)に比べ、石灰石微粒分を含む LL、LN(2.6%)、LN(3.9%)、LN(7%)

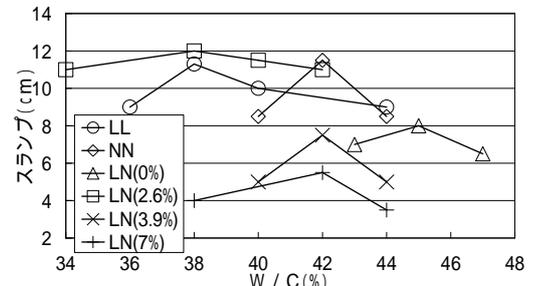


図1 最適細骨材率

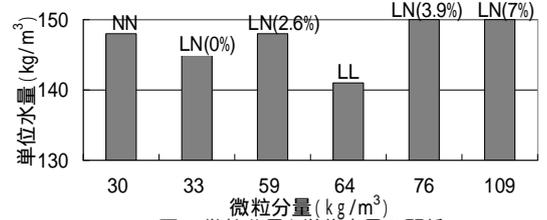


図2 微粒分量と単位水量の関係

の最適 s/a は小さくなった。図 2 より NN と LN(0%) では LN(0%) の単位水量が少なく、石灰石粗骨材を使用することで単位水量が低減した。しかし、粗骨材に微粒分が含まれることで、NN と同等まで増加した。また、細・粗骨材に微粒分を含む石灰石骨材を使用することで、単位水量は低減した。

### 3.3 コンクリートのフレッシュ性状

コンクリートのフレッシュ性状では W/C=55%のみ検討した。

**a) 経時変化** 空気量およびスランプの経時変化をそれぞれ図 3、図 4 に示す。図より、空気量のロス、90 分経過後では、全配合で 1.6~2.1%であった。また、スランプロスは、90 分経過後では石灰石骨材を用いた配合と NN は同等の結果となり、微粒分を含んだ石灰石骨材の使用、および粗骨材中の微粒分量の違いが空気量の保持性能およびスランプの保持性能へ与える影響はほとんどない。

**b) プリーディング** プリーディング試験結果を図 5 に示す。図より、LL, NN, LN(0%) では、プリーディング率およびプリーディングの終了時間にほとんど差が見られなかった。また、LN においては、微粒分量が増加するに伴い、プリーディング率が低減し、プリーディングの終了時間が短くなった。

**c) 凝結時間** 凝結時間試験結果を図 6 に示す。図より、石灰石骨材を使用した全配合で、始発、終結ともに NN と比較して大きな違いはなかった。

### 3.3 硬化コンクリートの物性

**d) 圧縮強度** W/C=55%とした配合における材齢と圧縮強度の関係を図 7 に示す。図より、石灰石骨材を使用することで、初期強度が高くなるが、28 日以降の強度増加は小さい。また、LN では、粗骨材に微粒分が含まれることで強度増進がみられたが、微粒分量の違いによる大きな差はなかった。

**e) 乾燥収縮** 図 8 に乾燥収縮試験の結果を示す。図より、LN(0%) は NN より乾燥収縮が小さくなり、石灰石粗骨材を用いることで乾燥収縮が低減した。また、LL, LN(2.6%) は LN(0%), NN より乾燥収縮が小さくなり、石灰石微粒分にも乾燥収縮を低減させる効果があると考えられる。

## 4. まとめ

微粒分の多い石灰石を骨材として用いても、コンクリートのフレッシュ性状に悪影響を与えることはなく、硬化コンクリートにおいては、初期強度の増進、乾燥収縮の低減が期待できる。また、石灰石粗骨材中の微粒分量については、7%程度までは、単位水量やフレッシュ性状、硬化コンクリートに悪影響はないといえる。

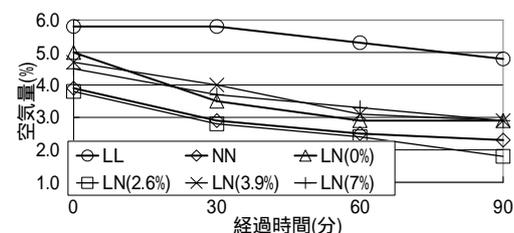


図3 空気量の経時変化

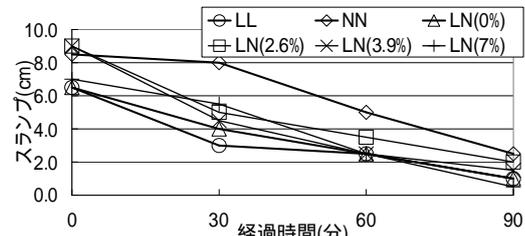


図4 スランプの経時変化

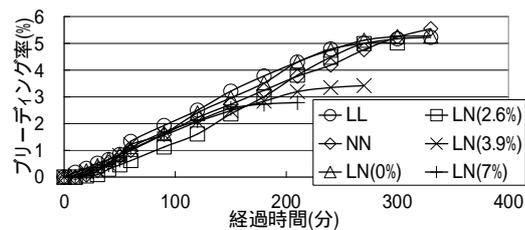


図5 プリーディング試験

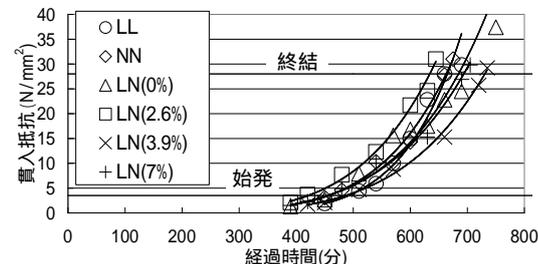


図6 凝結時間試験

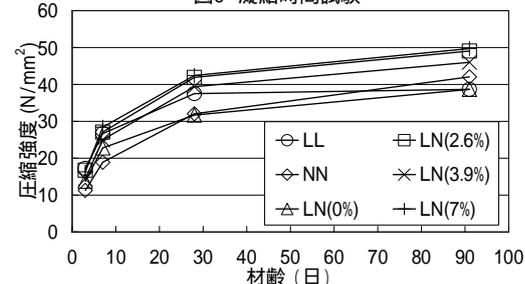


図7 材齢と圧縮強度の関係

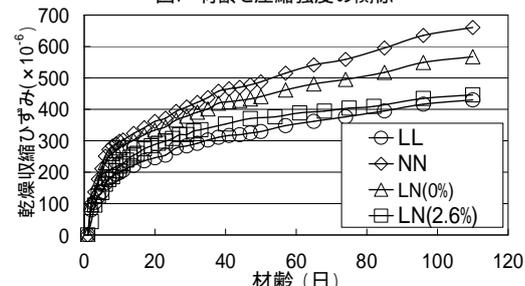


図8 乾燥収縮ひずみ