

微粒分が多い石灰石骨材を用いたコンクリートの耐久性に関する一考察

鳥取大学大学院 正会員 ○大西 利勝
戸田建設(株) 正会員 尾崎 祐一
鳥取大学 フェロー会員 井上 正一
鳥取大学 正会員 黒田 保

1. はじめに

乾燥収縮あるいはアルカリ骨材反応問題に対処するため、石灰石骨材を使用する生コン工場が増えている。また、石灰石骨材は磨砕され易く輸送工程で微粒分量が多くなる性質がある。このような状況の中、コンクリート用砕石および砕砂の JIS A 5005 が 2009 年に改正され、微粒分量の上限値が緩和された。本研究は、JIS の上限値を大幅に上回る微粒分量を含む石灰石骨材を用いたコンクリートも含め、石灰石骨材と石灰石微粒分が乾燥収縮および凍結融解抵抗性に及ぼす影響を中心に検討した結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用材料とその物理的性質を表-1に示す。

2.2 骨材の組合せ

骨材の組合せを表-2に示す。骨材の組合せは、粗・細骨材ともに普通骨材を用いた N、粗骨材のみ石灰石を用いた NL、細骨材のみ石灰石を用いた LN、粗・細骨材とも石灰石を用いた LL の 4 種類とした。

2.3 配合条件

水セメント比は 45, 55, 65% の 3 水準とし、スランプは $8.0 \pm 1.5\text{cm}$ 、空気量は $4.5 \pm 0.5\%$ とした。なお、細骨材率は最適細骨材率を用い、AE 減水剤量は全配合において一定 (単位セメント量 $\times 0.25\%$) とした。

3. 実験結果および考察

3.1 石灰石骨材中の微粒分量が配合に及ぼす影響

(1) 最適細骨材率 (最適 s/a)

骨材中に含まれる石灰石微粒分量と最適 s/a との関係を図-1に示す。最適 s/a は、水セメント比が同一の場合、いずれのコンクリートも微粒分量の増加に伴って直線的に小さくなった。また、微粒分量が同一の場合の最適 s/a は水セメント比 5% の増減に対して 2% 程度増減した。

(2) 単位水量

石灰石微粒分量と同一スランプを得るための単位水量との関係を図-2に示す。単位水量は、骨材の種類が同一の場合、微粒分量の増加に伴って直線的に増大した。水

表-1 使用材料とその物理的性質

材料	種類・産地・物理的性質・主成分
セメント	高炉セメント B 種 密度: 3.04 g/cm^3
細骨材	Y 県産石灰石砕砂 表乾密度: 2.68 g/cm^3 微粒分量: 2.2%, F.M.: 2.88
	普通砂 (陸砂と砕砂の混合) 表乾密度: 2.67 g/cm^3 微粒分量: 3.9%, F.M.: 2.51
粗骨材	Y 県産石灰石砕石 表乾密度: 2.68 g/cm^3 微粒分量: 2.6%, F.M.: 6.41
	普通砕石: 安山岩砕石 表乾密度: 2.75 g/cm^3 微粒分量: 0%, F.M.: 6.79
微粒分量調整用粉体	O 社製石灰石微粉末 (粉末度 $5100\text{ cm}^2/\text{g}$)
化学混和剤	AE 減水剤 (リグニンスルホン酸系) AE 助剤 (アルキルエーテル系)

表-2 骨材の組合せ

コンクリートの種類 (記号)	記号	骨材種類・微粒分量			
		細骨材		粗骨材	
普通コンクリート (N)	N	普通砂	3.9%	普通砕石	0%
石灰石コンクリート (NL)	NL2.6			石灰石砕石	2.6%
	NL7				7.0%
	NL12				12.0%
	NL16				16.0%
石灰石コンクリート (LN)	LN5.4	石灰石砕砂	5.4%	普通砕石	0%
	LN9				
	LN18				
石灰石コンクリート (LL)	LL0			石灰石砕石	2.6%
	LL□				5.0%
	LL□				10.0%
	LL□				18.0%

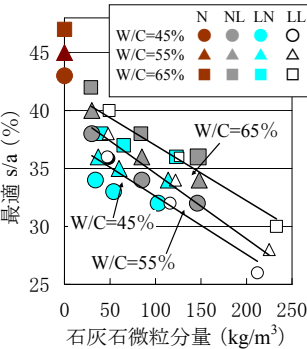


図-1 石灰石微粒分量と最適細骨材率との関係

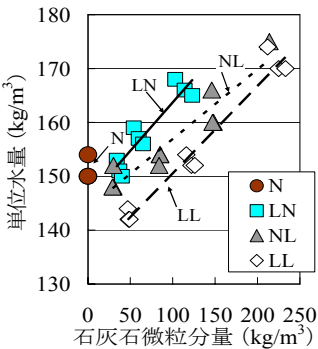


図-2 石灰石微粒分量と単位水量との関係

セメント比および微粒分量が同一の条件で比較すると、単位水量は LN が最も多く、次に NL で、LL が最も少なくなりました。

3.2 石灰石骨材の微粒分量が耐久性に及ぼす影響

(1) 乾燥収縮

乾燥期間6ヶ月における乾燥収縮を図-3に示す。石灰石骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮は、いずれもNのそれよりも小さく、石灰石を粗骨材のみに使用したNLおよび細骨材のみに使用したLNはほぼ同等、細・粗骨材ともに使用したLLが最も小さくなった。

石灰石微粒分量と乾燥期間6ヶ月における乾燥収縮を図-4に示す。骨材の種類が同一の場合、微粒分量の増加は、単位水量が多くなることもあり、乾燥収縮をやや大きくする程度でほとんど影響を及ぼさないといえる。

(2) 凍結融解抵抗性

石灰石微粒分量と凍結融解300サイクル時点の相対動弾性係数との関係を図-5に、石灰石微粒分量と300サイクル時点の質量減少率との関係を図-6に示す。NL、LLの相対動弾性係数は、Nのそれよりも小さいが、微粒分量が増加すると大きくなり、反対に質量減少率は微粒分量を増加すると小さくなった。これは、ブリーディングが減少する効果、微粒分の物理的充てんにより細孔径が小さくなる効果¹⁾によるものと考えられる。

粗骨材に安山岩を使用したLNの相対動弾性係数は、粗骨材に石灰石を用いたNLやLLのそれよりも大きく、Nと同程度の値となった。これは、石灰石よりも安山岩の方が粗骨材とモルタルの線膨張係数の差が小さいため、微視的温度応力が小さくなること²⁾が一因していると推察される。なお、NL、LLの相対動弾性係数は石灰石微粒分量が同一の場合、水セメント比が小さいほど大きくなった。

4. まとめ

(1)乾燥収縮は、石灰石を粗骨材または細骨材に用いた場合、普通骨材を用いた場合よりも小さくなった。また、骨材中に含まれる微粒分量は、JISの上限値の2倍程度までの範囲においては乾燥収縮に及ぼす影響は小さい。

(2)凍結融解抵抗性は、石灰石骨材を粗骨材に使用した場合、微粒分が少ないほど小さく、普通骨材を使用したコンクリートに比べて劣る傾向が認められたが、微粒分量を増やすことによって改善できた。

参考文献

- 1)鎌田英治:凍結融解抵抗性(耐凍害性),コンクリート工学, Vol.22, No.3, pp.38-46, 1984
- 2)千歩修ほか:コンクリートの耐凍害性に及ぼす粗骨材の

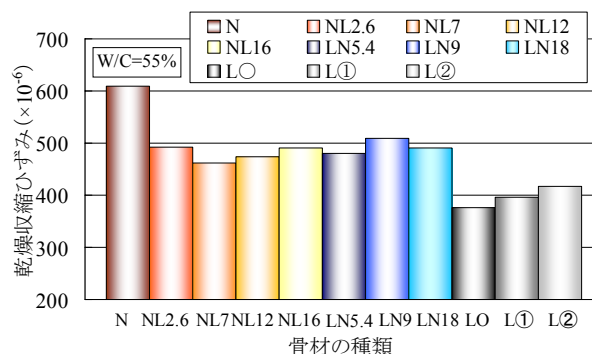


図-3 骨材種類と6ヶ月後の乾燥収縮ひずみ

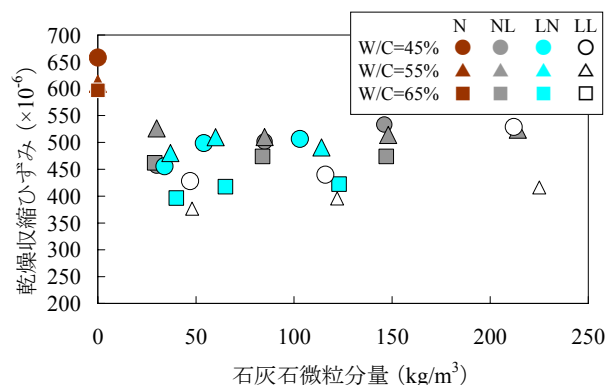


図-4 石灰石微粒分量と6ヶ月後の乾燥収縮ひずみ

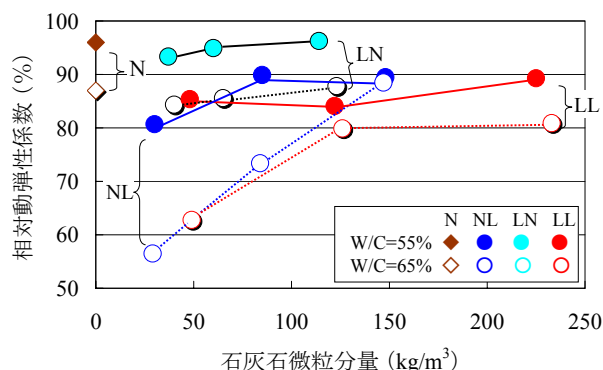


図-5 石灰石微粒分量と300サイクル時点の相対動弾性係数

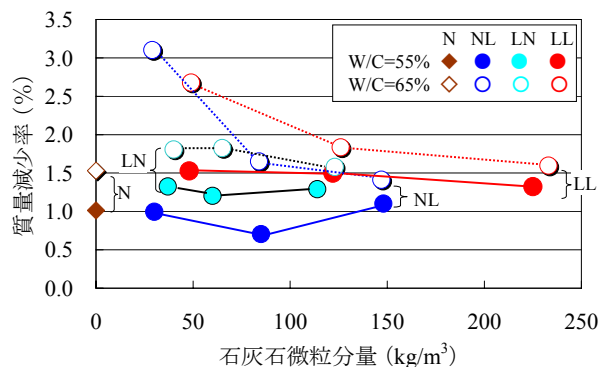


図-6 石灰石微粒分量と300サイクル時点の質量減少率

線膨張係数と石粉の影響,コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, pp.787-792 (2000)