

石灰石骨材を用いたコンクリートの耐久性について

鳥取大学大学院 学生会員 ○尾崎 祐一 鳥取大学 フェロー 井上 正一
鳥取大学 正会員 吉野 公 鳥取大学 正会員 林 昭富

1. はじめに

石灰石骨材は、天然骨材の中で唯一、アルカリ骨材反応試験を行わなくともよいとされていることや、天然骨材の不足などから、コンクリート用骨材として需要が高まっている。しかし、石灰石は磨砕に弱く粉体化しやすいため、運搬中に多量の微粒分が生じることもある。本研究は細・粗骨材ともに石灰石を用い、しかもその石灰石中に多量の石灰石微粒分が含まれる石灰石を用いたコンクリートの耐久性、とくに耐凍結融解性と耐硫酸性を中心に検討した結果を述べる。

2. 実験概要

セメントに高炉セメント B 種、化学混和剤として AE 減水剤、AE 助剤を使用し、W/C=45, 55, 65% において細骨材に普通砂を用い、①粗骨材に微粒分を洗い流した石灰石を用いたコンクリート(NL0)、②搬入された状態の石灰石微粒分

を含む石灰石を用いたコンクリート(NL2.6)、③石灰石微粉末を追加添加し、7%、12%となる微粒分量を含む石灰石粗骨材を用いたコンクリート(NL7, NL12)、④普通砂と普通碎石を用いたコンクリート (NN)、⑤細・粗骨材ともに石灰石を用いたコンクリート {(LL), 細・粗骨材に含まれる微粒分量 2.2%, 2.6%} について、耐久性とくに耐凍結融解性と耐硫酸性を検討した。なおすべてのコンクリートに対して配合条件は、スランプ 8 ± 1 cm, 空気量 4.5 ± 1.5 %, とした。

3. 実験結果と考察

3.1 凍結融解(図 1, 図 2)

材齢 28 日まで水中養生を施した供試体(10×10×40cm)に対して凍結融解を行った。W/C=55, 65%における、耐凍結融解性は、石灰石骨材および石灰石微粉末を用いたコンクリートの方が普通コンクリートより劣ることがわかる。なおいずれの水セメント比においても NL7, NL12 の耐凍結融解性は、NL0, NL2.6 のそれよりも大きいことから、石灰石微粒分量の増加は、耐凍結融解性を改善するといえる。細・粗骨材とも石灰石を用いた LL コンクリートの耐凍結融解性は NL 2.6 と NL 7 のその中間的な値を示している。なお、W/C=55% においてはいずれのコンクリートも凍結融解 300 サイクル時の相対動弾性係数は 60 %を下回ることにはなかったが、W/C=65%においては NL 0, NL 2.6 コンクリートは 150 サイクル付近で 60%を下回った。

3.2 耐硫酸性(図 3～図 10)

耐硫酸性試験は、材齢 28 日まで水中養生を施した 10×10×40cm の角柱供試体ないしは $\phi 10 \times 20$ cm の円柱供試体を配合ごとに 3 本ずつ用い、濃度 5%の硫酸溶液に浸漬させて質量、動弾性係数を 1 週間ごとに測

表1. 実験要因

要因	水準		
	凍結融解試験	耐硫酸性試験	
		円柱供試体	角柱供試体
水セメント比 (%)	55, 65	45, 55, 65	55
石灰石微粒分量 (%)	0, 2.6, 7, 12	2.6, 7, 12	7, 12
細骨材の種類	石灰石砕砂, 普通砂		
粗骨材の種類	石灰石碎石, 普通碎石		
コンクリートの種類	NL: 普通砂 + 石灰石砕砂		
	LL: 石灰石砕砂 + 石灰石碎石		
	NN: 普通砂 + 普通碎石		

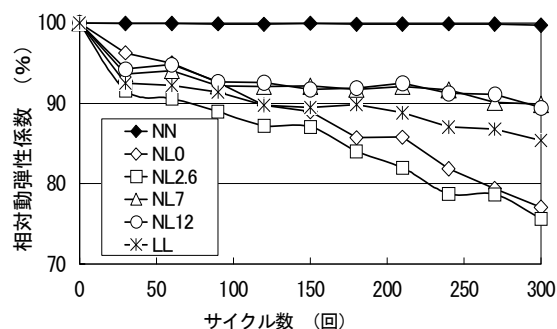


図1 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係(W/C=55%)

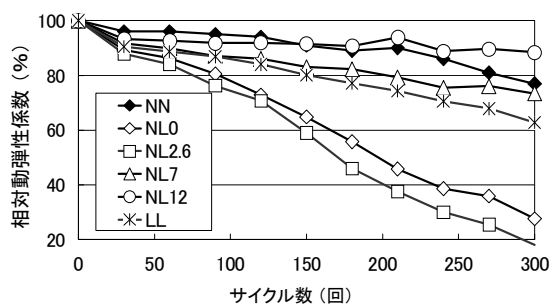


図2 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係(W/C=65%)

定した。なお、結果の整理においては動弾性係数比（浸漬日数 n 日と浸漬直前における動弾性係数の比）を用いている。図 3～図 6 より、動弾性係数比は浸漬初期においては、振動数は変わらないが、質量が増加するために増加するが、浸漬日数が増加するに伴って減少することがわかる。NL および LL の動弾性係数比は NN のそれよりも小さく、NN よりも耐硫酸性が低下していること、水セメント比が大きいほど、セメント量が少なくなり、耐硫酸性が大きいことがわかる。なお、円柱供試体においては、浸漬開始後 91 日に達する前に振動数の測定ができなくなったが、角柱供試体においては 91 日まで測定が可能であったこと、さらには、同一浸漬日数における動弾性係数比は角柱と円柱で異なり、その低下は角柱供試体の方が大きいことから、耐硫酸性試験は角柱供試体の方が適しているといえる。

図 7～図 10 より、NL および LL は NN のそれよりも質量減少率が高いことがわかる。また、浸漬終了の 91 日における質量減少も、65%の供試体は、W/C の小さな 45、55%のものより小さい。なお、微粒分量の違いが、質量減少に及ぼす影響は見られなかった。さらに、質量減少率の判定は円柱でも角柱でも、ほぼ等価な値が得られるといえる。このことから、石灰石粗骨材および石灰石微粉末を用いたコンクリートは、普通コンクリートに比べて耐硫酸性が劣ると言える。しかし、微粒分の多少がコンクリートの耐硫酸性に及ぼす影響は見られなかった。

4. まとめ

石灰石を用いたコンクリートの耐凍結融解性は、普通コンクリートのそれよりも劣るが、石灰石微粒分量を多くすることによって改善される。また、耐硫酸性でも、石灰石骨材を用いたコンクリートは、普通コンクリートよりも劣るが、一方で、微粒分の多少は耐硫酸性に影響を及ぼさないことも明らかになった。

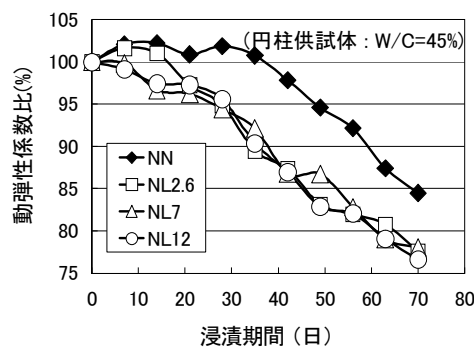


図3 浸漬日数と動弾性係数比の関係

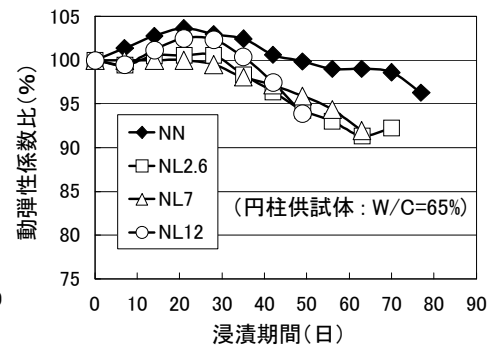


図4 浸漬日数と動弾性係数比の関係

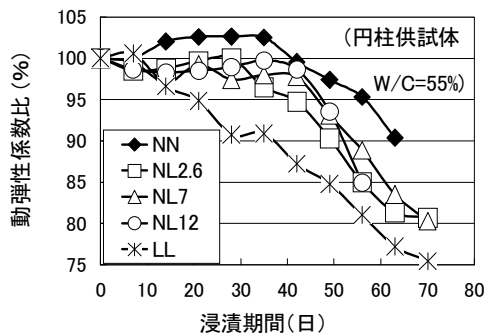


図5 浸漬日数と動弾性係数比の関係

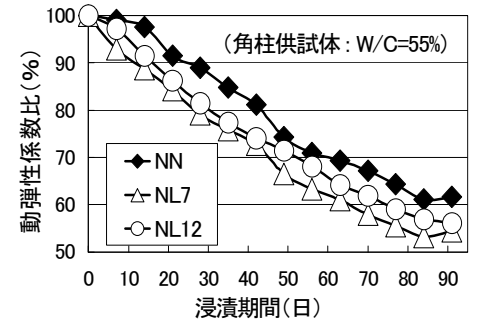


図6 浸漬日数と動弾性係数比の関係

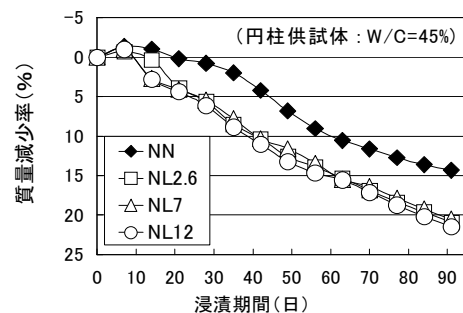


図7 浸漬期間と質量減少率の関係

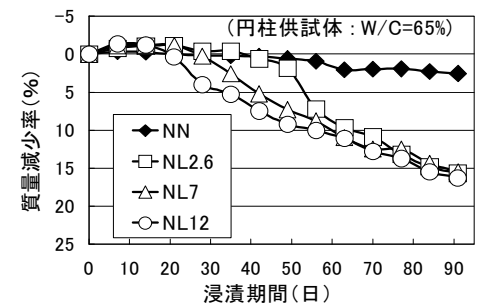


図8 浸漬期間と質量減少率の関係

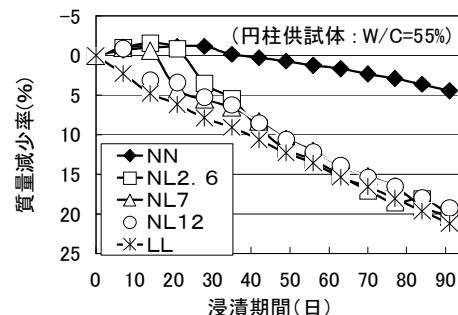


図9 浸漬期間と質量減少率の関係

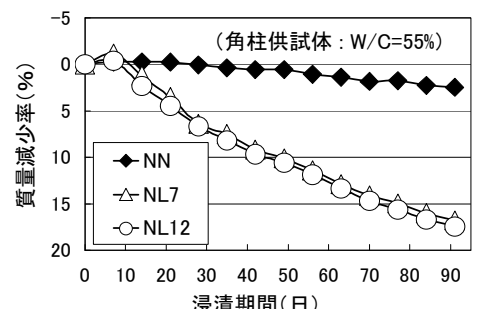


図10 浸漬期間と質量減少率の関係