

V-2 石灰石コンクリートの品質に関する2, 3の検討

八戸工業大学 正員 ○ 磯島 康雄
 八戸工業大学 正員 庄谷 征美
 八戸工業大学 正員 杉田 修一

1. まえがき

近年、良質なコンクリート用骨材の払底に伴い、石灰石の積極的な利用が計られている。これは、硬質な石灰石は通常の碎石と遜色ない品質が期待しうる点、大量供給が可能なた点や、昨今問題とされているアルカリ骨材反応等の危険性が少ないためと思われる。しかし、石灰石は地域ごとに産状も異なり必ずしも品質が一定しないことから、耐久性等に劣る場合も懸念されるため、特定地域の骨材特性を調査、研究し、それぞれの適性を見極める必要がある。以上の観点に立つて本報告は、八戸市近郊で産出される石灰石について、主として耐久性の観点からの実験結果を述べるものである。

2. 実験概要

1) 使用材料：セメントは普通セメント、細骨材は川砂、粗骨材として八戸産石灰石 (CG) と比較用の基準硬砂岩碎石 (SG) をそれぞれ用いた。使用骨材の物理的性質として表-1 に示される様に石灰石はすりへりとBS破砕値がいく分大きい品質的には通常の骨材と大差ない結果を示した。

表-1 使用骨材の物理的性質

骨材の種類	比重	吸水率 (%)	単位重量 (t/m ³)	実積率 (%)	洗い (%)	安定性 (%)	すりへり (%)	40t BS (%)
粗骨材 S _c (基準碎石) (2505)	2.64	0.30	1.60	60.8	0.9	0.2	15.7	12.8
粗骨材 C _s (八戸石灰石) (2505)	2.71	0.35	1.63	60.4	1.7	0.3	26.8	23.8
細骨材 R _s : (川砂)	2.57	1.76	1.67	65.1	0.86	—	—	—

2) 試験項目と配合：耐久性を損なわせる多くの要因の内、凍結融解抵抗性と長期暴露試験について検討を行った。凍結融解試験はASTM-C666方法に準じ、28日水中養生後300サイクルまで行い、リニアトラバース式実体顕微鏡を用い気泡間隔係数の測定も行った。これに用いた配合はW/C=40, 55, 70%の3種類で空気量は目的によってブレン1.5%及びAE2.5~6.5%の範囲とし、基準碎石コンクリート (SG/RS) と石灰石コンクリート (CG/RS) のそれぞれ合計7配合で実施した。暴露試験では、材令7日より暴露を開始し、材令2年まで、圧縮強度、静弾性係数ならびに中性化の測定等を行った。配合として基準碎石および石灰石コンクリートともにW/C=55%一定とし、最大寸法25mmの場合にはアルカリ量を1.2%に高めたケースも含め検討した。また最大寸法40mmの場合は1.2%の場合のみを検討した。

3. 実験結果

(1) 石灰石コンクリートの凍結融解抵抗性

用いた配合と、試験結果の一覧を表-2 に示す。

表-2 配合及び試験結果の一覧

コンクリートの種類	コンクリート						気泡組織		f' c kgf/cm ²	D.F. (%)
	W/C (%)	W kg/m ³	S/a (%)	AE剤 g/m ³	1) air (%)	2) air (%)	気泡間隔係数 (μm)	kgf/cm ²		
基準 S _c /R _s	40	194	41.8	—	1.5	0.7	581	478	45.2	
	40	176	37.8	198	5.0	5.8	146	390	106.5	
	55	192	40.8	—	1.3	0.6	800	347	9.0	
	55	172	44.8	94	3.0	3.5	256	330	84.0	
	55	185	43.3	50	3.3	1.9	341	320	95.0	
	55	164	39.3	119	6.0	2.3	254	308	98.0	
石灰石 C _s /R _s	70	176	44.3	75	4.8	5.0	329	170	85.0	
	40	190	43.0	—	1.6	0.6	756	477	32.2	
	40	167	39.0	176	5.6	4.7	142	380	91.8	
	55	186	45.5	—	1.4	1.1	910	350	9.2	
	55	163	41.5	106	5.8	4.5	220	320	90.6	
	55	178	44.0	49	2.6	1.6	512	327	80.0	
	55	156	40.0	119	7.0	3.5	178	312	90.0	
	70	169	44.3	72	4.6	5.2	327	164	24.0	

1) Washington型エアメーターによるフレッシュコンクリートの空気量
 2) リニアトラバース式実体顕微鏡による硬化コンクリートの空気量

図-1より、ブレンコンクリート及びW/C70%のケースではサイクル数の増加に伴い相対動弾性係数の低下が著しいことがわかる。図-2より、石灰石コンクリートでは基準碎石コンクリートに比べ同じ耐久性指数を得るのに空気量を多く必要とする。図-3では、ACIで推奨するL ≤ 250μmとすれば骨材の種類に関係なく、耐久的なコンクリートを得られることが認められた。全般に同一空気量で石灰石コンクリートの耐久性がやや小さい結果を示した。石灰石コンクリートの抵抗性が劣る原因を探るため、骨材の凍結融解試験を行ったものを、図-4に示す。石灰石の損失は基準碎石より20%程度大きい結果となった。

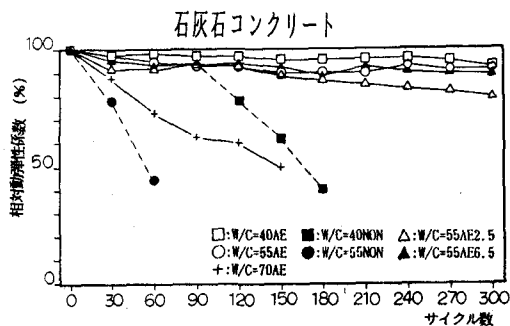


図-1 サイクル数と相対動弾性係数の関係

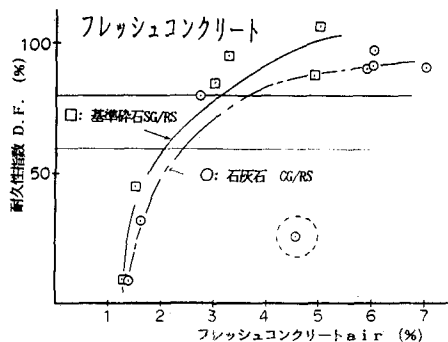


図-2 air (%)とD.F. (%)の関係

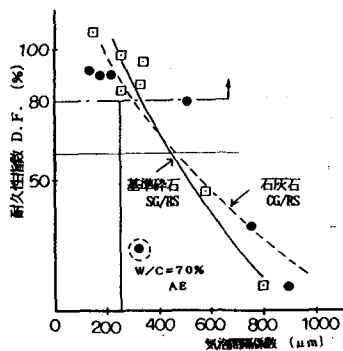


図-3 気泡間隔係数とD.F. (%)の関係

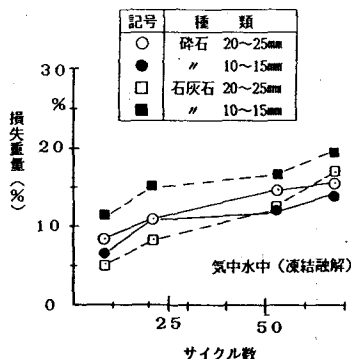


図-4 サイクル数と粗骨材損失重量の関係

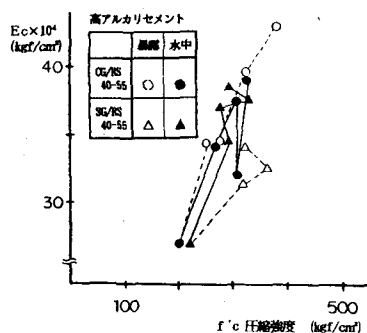


図-5 圧縮強度と弾性係数の関係

以上から、石灰石コンクリートがやや耐久性に劣る原因として、骨材自身の凍結融解抵抗性がいく分劣ることが指摘しうる。石灰石コンクリートにおいても所定の空気量(3.5%以上)と強度を有していれば、十分耐久的なコンクリートを製造できることが結論できる。

(2) 長期暴露試験による安定性の検討

1) 力学的特性の変化: 図-5には、圧縮強度 $f'c$ に対する弾性係数 E_c の関係を描いたものである。いく分不安定な様子が認められるものの、最大寸法、アルカリ量に関係

なく、圧縮強度 $f'c$ の変化と弾性係数 E_c のそれは比較的良好に対応しており、関係も滑らかとなっているので、石灰石コンクリートは長期的にも品質が安定していることを示すものと思われる。

2) 中性化深さ: 図-6に中性化深さを調べた結果を示す。これによると、基準砕石 SG/RSコンクリートに比べて石灰石 CG/RSコンクリートでは、平均的には15~20%程度中性化が大きい傾向が伺える。又、アルカリ量を高めた場合、中性化深さは20%強抑制される結果が示されている。

4. まとめ

石灰石コンクリートの凍結融解抵抗性は、基準砕石コンクリートに比べ、やや低下する様子が示された。しかし、通常より水セメント比を下げるか、空気量を0.5%以上高めるなどの対策によって、耐久的なコンクリートを得ることが可能である。長期暴露試験では特に力学性状に異常はみられず安定性に問題のないことが示された。以上より、八戸産石灰石はコンクリート用骨材として十分高品質な、耐久的コンクリートを製造できることが実験的に確認されたと結論される。

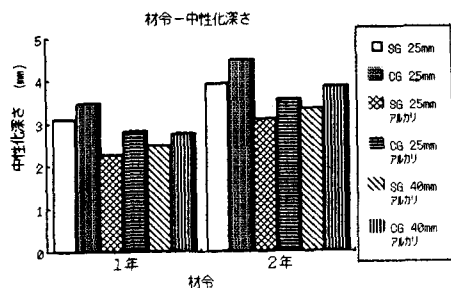


図-6 材令と中性化深さの関係