

石灰石骨材の収縮特性とコンクリートの乾燥収縮に関する研究

立命館大学大学院 学生員 ○八木 翔吾  
 立命館大学大学院 学生員 Carlos Aquino  
 北見工業大学 正会員 井上 真澄  
 立命館大学 正会員 岡本 享久

1. 研究の背景・目的

近年、乾燥収縮におけるコンクリートのひび割れが大きな問題となる中、乾燥収縮を抑制する骨材として石灰石の利用が注目されている。しかし、石灰石骨材がコンクリートの乾燥収縮を抑制する具体的なメカニズムは明確になっていない。本研究は、石灰石骨材がコンクリートの収縮に及ぼす影響のメカニズムを解明することを目的とし、石灰石骨材の容積変化という観点から石灰石骨材を用いたコンクリートの硬化後の強度・収縮特性及び、骨材の収縮特性について実験・比較検討を行った。

2. 実験概要

表1に配合要因を示す。セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。骨材には、産地の異なる3種類の石灰石砕砂・砕石を、比較用骨材として硬質砂岩砕砂および同砕石を使用した。実験は、各種石灰石を細骨材のみに使用した3配合および粗骨材のみに使用した3配合、石灰石を細・粗骨材の両方に使用した1配合、そして比較のために砂岩骨材を使用した1配合の計8配合で行った。骨材の影響を把握するために、水セメント比は55%、単位水量は175kg/m<sup>3</sup>、細骨材率は46.0%で一定とし、目標スランプは8±1.5cm、目標空気量は5±1.5%とした。コンクリートの乾燥収縮試験はJIS A 1129-2に準拠して行った。供試体を打設後、高湿恒温恒湿室(20±1℃, RH90±5%)で養生、翌日脱型し、材齢7日まで標準水中養生(20±1℃)。その後、低湿恒温恒湿室(20±1℃, RH60±5%)に保管し長さ変化および質量を測定した。

3. 骨材の物理的性質

本研究で使用した骨材の物理特性を表2に示す。密度はほぼ同程度であるが、石灰石cが比較的大きな値となった。吸水率は、砂岩骨材と比較して石灰石骨材

材は絶乾比重2.5以上、吸水率3.0%以下というJIS A 5005のコンクリート用砕石・砕砂の品質規定を満たしていた。

表1 配合要因

記号	配合条件	粗骨材種類(G)	細骨材種類(S)
GN-SN	W/C 55%	砂岩砕石 (GN)	普通細砂(SN)
GN-SLa			石灰石a(SLa)
GN-SLb			石灰石b(SLb)
GN-SLc			石灰石c(SLc)
GLa-SN	s/a 46%	石灰石a(GLa)	砂岩細砂 (SN)
GLb-SN		石灰石b(GLb)	
GLc-SN		石灰石c(GLc)	
GLa-SLa		石灰石a(GLa)	
	単位水量 165kg/m <sup>3</sup>		

表2 骨材の物理的性質

	種類	表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 %
細骨材	砂岩砕砂	2.65	1.84
	石灰石a	2.67	1.17
	石灰石b	2.67	0.99
	石灰石c	2.74	0.87
粗骨材	砂岩砕石	2.66	1.30
	石灰石a	2.70	0.34
	石灰石b	2.71	0.31
	石灰石c	2.78	0.81

4. 硬化コンクリートの力学的特性

図1に強度試験および静弾性係数試験結果を示す。本実験で使用した石灰石骨材を用いたコンクリートでは、普通コンクリートと比べて同等、またはそれ以上の強度を得た。石灰石骨材を置換することによって、普通コンクリートに比べ圧縮強度よりも引張強度や曲げ強度が増加している。引張強度や曲げ強度においては、圧縮強度に比べて骨材とペーストの付着の影響が顕著に表れる。よって、石灰石骨材を使用することに

キーワード 石灰石 容積変化 収縮特性 乾燥収縮

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館大学環境材料研究室 TEL 077-561-2666(内線 8722)

よって骨材とペーストの付着が改善され、良好な強度発現が得られたと考えられる。

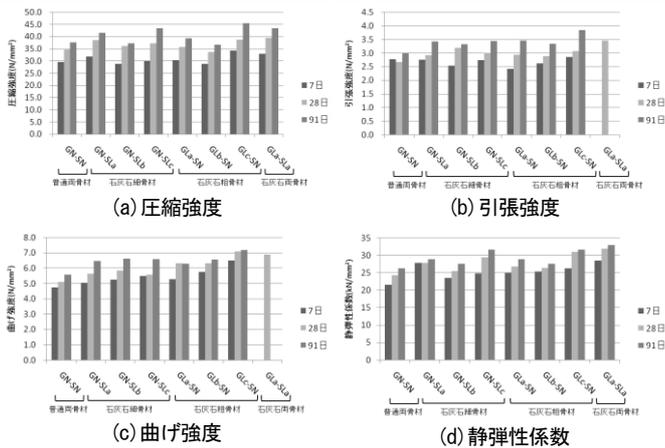


図1 強度試験および静弾性係数試験結果

### 5. 乾燥収縮特性

乾燥収縮ひずみの経時変化を図2に示す。石灰石骨材を用いた場合の収縮量は石灰石の種類によらずほぼ同等で、細骨材置換時、粗骨材置換時ともに普通砂岩を用いた場合と比較して30%程度抑えられた。また、細骨材・粗骨材ともに石灰石骨材を用いた場合、普通砂岩を用いた場合と比較して56.6%の収縮低減効果を示しており、石灰石細骨材・粗骨材の両方が乾燥収縮に対して収縮低減効果があることを示唆している。本実験では、石灰石骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみは約420 $\mu$ ~680 $\mu$ の範囲にあり、日本建築学会に規定されている800 $\mu$ を十分満足する結果となった。

### 6. 骨材の収縮特性

粗骨材の表面を平らに削り、2軸ゲージを貼り付けて骨材を吸水及び乾燥させたときの収縮ひずみを計測した。骨材を十分に吸水させた後、乾燥を開始した時点をもとにした骨材の収縮ひずみを図3に示す。砂岩碎石に比べ、石灰石骨材の収縮はどれも約1/5程度であった。通常、粗骨材はセメントペーストに比べて収縮量は小さく、ペーストの乾燥収縮を拘束している。よって、粗骨材の収縮ひずみの違いがコンクリートの乾燥収縮に影響を与えていることが考えられる。

図4に粗骨材の収縮ひずみとコンクリートの乾燥収縮の関係を示す。粗骨材の収縮が大きいと乾燥収縮も大きくなるという傾向が認められる。これは骨材の収縮ひずみの差が、コンクリートの乾燥収縮に影響を与えていることを示唆している。

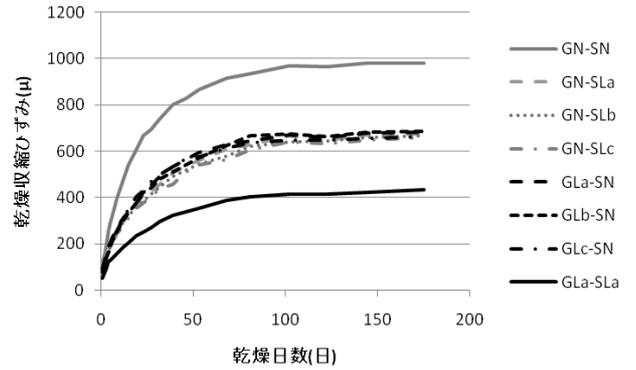


図2 乾燥収縮ひずみの経時変化

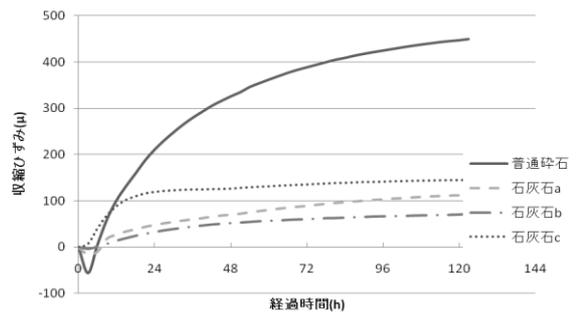


図3 骨材の収縮ひずみの経時変化

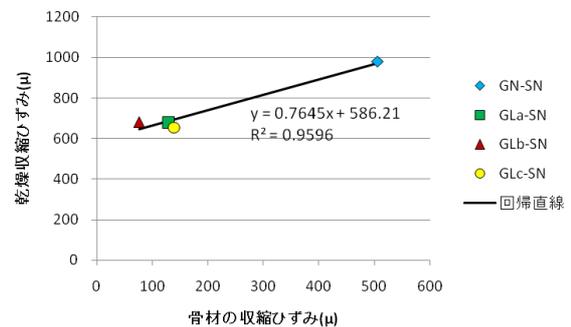


図4 乾燥収縮と粗骨材の収縮の関係

### 7. 結論

石灰石骨材を用いた場合、砂岩骨材を用いた場合に比べて乾燥収縮が低減され、粗骨材・細骨材どちらに用いた場合もほぼ同等の収縮低減効果が得られた。また、石灰石骨材の収縮ひずみは産地や物性によらずほぼ同等で、砂岩骨材と比較すると大幅に小さい値であった。このことから、骨材の収縮ひずみが小さければコンクリートの乾燥収縮ひずみも小さくなる傾向が認められ、骨材の収縮がコンクリートの乾燥収縮に影響を与えていると考えられる。

このことから、骨材の種類が乾燥収縮に与える影響の要因として、密度や吸水率などより、骨材の収縮の影響が大きいと推察される。