

ホタテ貝殻のコンクリート用骨材への活用

日本国土開発(株)

正会員 ○山内 匡

正会員 佐原 晴也

正会員 工藤 賢悟

1. はじめに

年間 40 数万トンのホタテ貝が生産され、そのうち約 20 万トンの貝殻がリサイクル(再資源化)できず、動植物残渣として廃棄されている。一部では長期間野積み状態され、悪臭の発生や景観を損ねる場合も出てきている。肥料や飼料の添加材など、多方面においてリサイクルが進められているが、有効な大量リサイクル方法としては確立されていないのが現状である。

本研究では、ホタテ貝殻の主成分が炭酸カルシウムであることに着目し、大量に使用できるコンクリート用骨材としての活用について室内実験により検討した。

2. 実験概要

(1) 破砕機

ホタテ貝殻の破砕には、土質材料と添加材の破砕混合に多数の工事実績を有し、また、ニシ貝やツメタ貝などの粉碎機としての実績もある回転式破砕混合機を使用した。貝殻を細粉碎し、コンクリートに適用可能な粒度に調整することは、一般砂よりコストアップとなる場合が多い。しかし、回転式破砕混合機の場合、円筒内で高速回転する複数のチェーンの打撃力で貝殻を細粉碎し、また、チェーン回転数を変えることにより目標とする粒度分布に調整することが可能なため低コストとなる。図 - 1 に回転式破砕混合機概念図を示す。

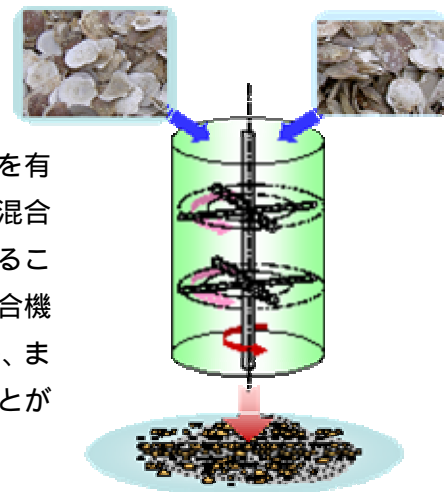


図 - 1 回転式破砕混合機概念図

(2) ホタテ貝殻

破砕後の粒度分布

本実験においては、ホタテ貝殻のコンクリート用骨材への活用として、細骨材についての検討を行った。回転式破砕混合機によって破砕した貝殻の 5mm 以下(回収率は 81%)の粒度分布を図 - 2 に示す。図中の実線は細骨材の粒度標準(JIS A 5308)の範囲であるが、破砕後の貝殻は概ね範囲内に近い粒度分布であり、また、粗粒率(F.M.)は 3.18 と標準的な値を示した。

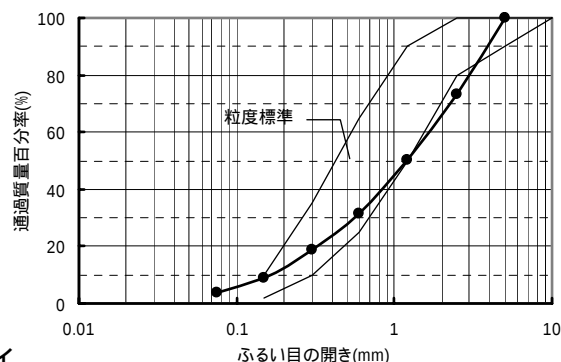


図 - 2 貝殻の破砕後の粒度分布

炭酸カルシウムの種類

炭酸カルシウムは結晶構造の違いによりカルサイト、アラゴナイトおよびバテライトに分類される。破砕したホタテ貝殻は、粉末 X 線回折によって分析した結果(図 - 3)から、コンクリート用石灰石微粉末と同様、カルサイトに属する¹⁾ことが分かった。

物性値

破砕したホタテ貝殻の基礎的な物性値を表 - 1 に示す。NaCl 含有量は、破砕後の貝殻を水洗いしない場合でも、許容値 0.04% 以下(JIS A 5308)を満足する値であった。水揚げ直後の貝殻に比べ、本実験で使用した貝殻は、屋外に長期間集積されていたものであり、この間に雨水によって除塩されていたことが考えられる。

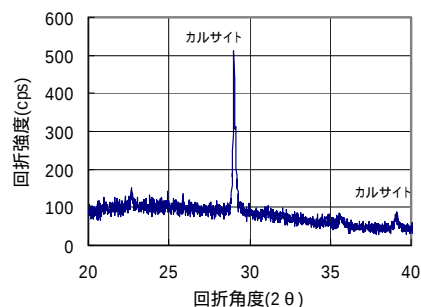


図 - 3 粉末 X 線回折図

キーワード：ホタテ貝殻 リサイクル コンクリート用骨材 高炉セメント

連絡先：〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 TEL 046-285-3339 FAX 046-286-1642

（３）コンクリート配合

コンクリート配合を表 - 2 に示す。配合実験は、細骨材の一部を貝殻で置換えた場合について、水セメント比を 60%に固定し、スランプ 8cm、空気量 4.5%が得られるように、単位水量および AE 剤を調整して行った。表 - 2 に示すように、貝殻の置換率の増加にともない、スランプ 8cm を得るのに必要な単位水量は増える傾向にあったが、各配合において、良好なワーカビリティが得られた。なお、セメントの種類は港湾工事での活用を目的とし、高炉セメント B 種を使用した。

３．実験結果

貝殻の置換率と圧縮強度(σ_7 、 σ_{28})の関係を図 - 4 に示す。また、同図には、破碎後の貝殻を水洗いした結果も併せて示す。

細骨材として海砂を使用した場合には、細かい貝殻片が重量比 30%以下ならば、強度への影響は少ないといわれている²⁾が、ホタテ貝殻を使用した本実験では、置換率 25～100%の範囲で圧縮強度は向上した。貝殻の使用に伴い圧縮強度が向上した原因として、貝殻に付着した塩化物による影響が考えられたが、水洗い有無による強度の違いはみられなかった。

同じカルサイトでもある石灰石微粉末を細骨材の一部に置換えた場合、微粉末効果による初期水和の促進と、炭酸カルシウムと各種カルシウムアルミネ-トとの反応によって初期強度は向上し、その効果は高炉セメント B 種を用いた場合に顕著に現れるとされている³⁾。そこで、破碎したホタテ貝殻(記号:SS)にかわり石灰石微粉末(記号:L)で 25%置換えた場合と、高炉セメント B 種にかわり普通ポルトランドセメントを用いた場合の追加試験を行った。置換率 0%(なし)に対するそれぞれの圧縮強度比(σ_7 、 σ_{28})を図 - 5 に示す。

貝殻による圧縮強度の向上は、石灰石微粉末の使用に比べ小さく、高炉セメント B 種を用いた場合にみにみられる。つまり、圧縮強度の向上は、石灰石微粉末にみられる微粉末効果によるものではなく、各種カルシウムアルミネ-トの生成がしやすい高炉セメントと炭酸カルシウムとの反応によるものと考えられる。

４．まとめ

回転式破碎混合機は、ホタテ貝殻をコンクリート用細骨材として適用可能な粒度に直接破碎することができた。また、ホタテ貝殻を細骨材としたコンクリートは、高炉セメント B 種と組み合わせて使用することにより圧縮強度は向上する傾向がみられた。今後、更なる詳細な物性の検討を行うとともに、漁礁など海洋コンクリート構造物への適用を目指し、すりへりに対する抵抗性の検討や海水暴露試験を行う予定である。

参考文献

- 1)石灰石微粉末の特性とその利用 日本コンクリート工学協会 Vol.36 NO.6 1998.6 pp3～9
- 2)コンクリート技術の要点 日本コンクリート工学協会
- 3)大原功、岩淵俊次ほか、セメント技術年報 32 1978 pp104～107

表 - 1 貝殻の破碎後の物性値

試験項目		物性値	試験方法
表乾密度(g/cm^3)		2.59	JIS A 1109
吸水率(%)		1.67	
NaCl 含有量(%)	洗い無	0.016	JASS 5T 202
	洗い有	0.002	

表 - 2 コンクリート配合

水セメント比 (%)	貝殻置換率 (%)	単位量(kg/m^3)	
		W	C
60	0	155	258
	25	171	285
	50	187	312
	100	209	348

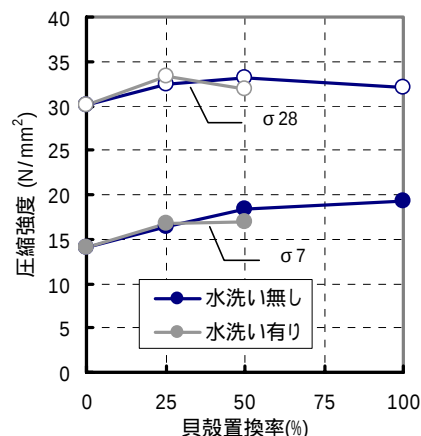


図 - 4 貝殻置換率と圧縮強度の関係

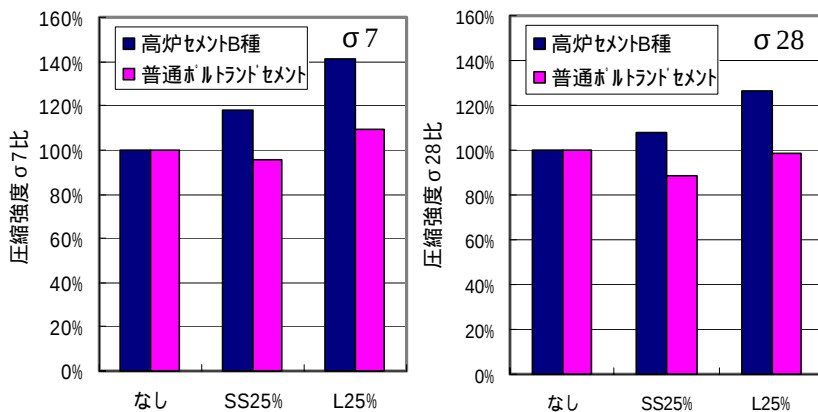


図 - 5 石灰石微粉末との強度比較およびセメント種類による影響