

水産廃棄物(タコの内臓)を混入したモルタルの基礎的実験

Base experiment of mortar including fishery wastes (bowels of octopuses)

苫小牧工業高等専門学校専攻科環境システム工学専攻
 苫小牧工業高等専門学校環境都市工学科
 苫小牧工業高等専門学校物質工学科
 環境創研(株)
 川辺コンクリート(株)

○学生員 佐渡 直司(Naoji Sado)
 正会員 廣川 一巳(Kazumi Hirokawa)
 奥田 弥生(Yayoi Okuda)
 川辺 雅生(Masao Kawabe)
 中出 信比人(Nobuhito Nakade)

1. はじめに

近年、産業廃棄物は発生量の増大や質的な多様化により、その処理や資源化が困難になっている。そのため廃棄物を焼却処分や埋め立て処分をするのではなく、環境保全あるいは資源保護を考えた長期的な対応・対策が求められている。平成14年度の北海道内における産業廃棄物全体の再生利用率は51%で、農業から発生する汚泥などの再生利用率は70%となっている。その中で水産廃棄物は排出量としては少量なもの、地域によっては局部的に排出量が集中して問題となっており、再生利用率も低く12%にとどまっているのが現状である¹⁾。

以上の背景から本研究では水産廃棄物としてタコの内臓(以下タコゴロ)をとりあげた。タコゴロにはカドミウム等の重金属が微量に含まれていることから、従来の方法で処理するよりも未利用資源としての有効利用が求められている。そこでタコゴロをコンクリートに混入・硬化させることによって重金属を溶出させず、タコゴロの成分を生かした魚礁や藻礁に利用する事を考えた²⁾。コンクリート混入への適用性を調べるためモルタル供試体を作製し、フレッシュ性状や圧縮強度に与える影響について検討した。

廣川等の研究²⁾ではタコゴロをモルタルに混入することにより、強度の低下や硬化が遅れるということがわかった。そのため、本研究では、強度低下や硬化の遅れを改善するためにバーク灰やホッキの貝殻(以下、ホッキパウダーと記す)といったカルシウムを含む微粉末を用いて効果を検討した。また、予備実験としてタコゴロ入りのコンクリートを海中に沈め、漁礁・藻礁ブロックとしての検証を行った。

2. タコゴロ混入モルタルについて

2.1 実験概要

本研究では、タコゴロの混入がコンクリートの性質に及ぼす影響を調べるために、モルタル供試体による圧縮強度試験、フロー試験を行った。なお、タコゴロの混入量は供試体全体の重量に対する外割りとした。また、バーク灰、ホッキパウダーなどの産業廃棄物も一緒に混入した場合のフレッシュ性状や強度の違いについても実験し考察した。

2.2 実験方法

本研究で使用した材料を以下に示す。



写真-1 タコゴロ

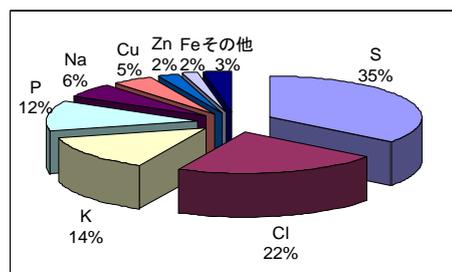


図-1 タコゴロの元素組成

表-1 溶出試験結果

	基準値	試験値
Cd	10ppb	0.8ppb



写真-2 バーク灰

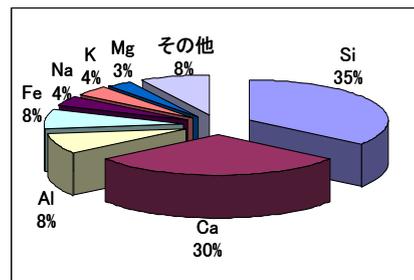


図-2 バーク灰の元素組成

(1)タコゴロ

タコゴロはタコが水揚げされた後に水産加工場にて食用部位と写真-1の内臓部とに分けられる。図-1 にタコゴロの元素組成を示す。図-1 には出てこないが、肝臓部にはカドミウム等の重金属を微量に含んでいる。しかし、タコゴロ入りのコンクリートを環境省の定めた検定方法に従い、カドミウム(Cd)などの溶出試験を行ったところ表-1 の様に環境省の定める基準値以内に収まっていた。本実験では製造コストを上昇させないためにタコゴロをペースト状にして用いることとした。フードプロセッサでペースト状にしたタコゴロは-30℃のフリーザーで冷凍保存し、実験で使用するたびに解凍して用いた。



写真-3 ホッキパウダー

ホッキの貝殻(ホッキパウダー) アラゴナイト:炭酸カルシウム

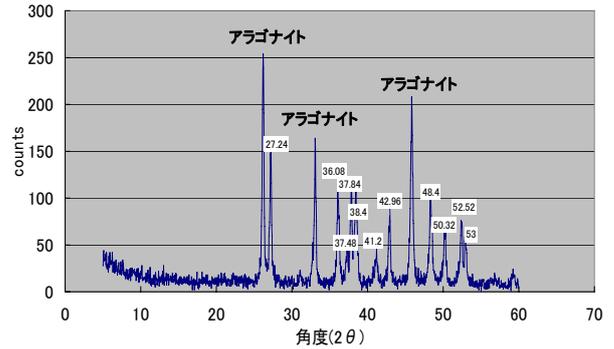


図-3 ホッキパウダーの粉末X線回折結果

(2)バーク灰

バーク灰とは木の皮などを燃やした際に発生する焼却灰のことである。バーク灰はこれまで産業廃棄物として埋め立て処理されていたが、産業廃棄物の処理場・処理費や環境への配慮などの観点から有効利用への動きがある。写真-2 はバーク灰の写真である。バーク灰試料の化学組成について分析した結果、図-2 に示すようにケイ素(Si)が35%、カルシウム(Ca)が30%であった。

(3)ホッキパウダー

ホッキパウダーとは、写真-3 のようにホッキの貝殻を乾燥させ細かく粉砕したものであり、本実験ではこの粉砕したホッキの貝殻をホッキパウダーと呼ぶ。細かく粉砕したものはその後ふるい分けを行い、0.075mm ふるいを通過したものをバーク灰と同様の方法で使用した。図-3 の粉末X線回折の結果からホッキ貝殻(ホッキパウダー) はアラゴナイト型の炭酸カルシウムである。

(4)セメント等

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³), 早強ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm³), 細骨材は陸砂(密度 2.74g/cm³), AE 減水剤(変性リグニンスルホン酸化合物)を用いた。配合は、表-2, 表-3 に示す。単位水量はタコゴロに含まれる水分を考慮し減じたものとする。タコゴロ混入モルタルのタコゴロ混入率は 0%, 5%, 10%の 3 種類とし、水セメント比は 50%で固定した。ミキサは 12L ミキサを用い、セメント、細骨材、タコゴロ、水、混和剤をミキサに投入し3分間練り混ぜた。養生は湿気箱による湿潤養生とし、ある程度の硬化を確認後は脱型し水槽に移し 20±3℃で水中養生とした。測定項目は、JIS R 5201 セメントの物理試験方法に準じて行い、7 日、28 日、91 日強さ試験とフロー試験を行った。

2. 3 実験結果

(1)フロー試験

タコゴロのみを混入した供試体のフロー試験の結果を表-4 に示す。本実験ではタコゴロを乾燥粉末などにはせず、ペースト状態で用いているためタコゴロに含まれる水分を単位水量から差し引いて練り混ぜている。しか

表-2 モルタル供試体配合

W/C (%)	タコゴロ混入率 (%)	W (g)	C (g)	S (g)	AE (g)	タコゴロ (g)
50	0	882	1800	4600	18	0
	5	643	1800	4600	18	365
	10	403	1800	4600	18	730

表-3 他の材料も混ぜる場合の配合

W/C (%)	タコゴロ混入率 (%)	W (g)	C (g)	S (g)	AE (g)	タコゴロ (g)	その他 (g)
50	5	643	1800	4600	18	365	180
	10	403	1800	4600	18	730	180

W は水、C はセメント、S は細骨材、AE は AE 減水剤、その他はバーク灰あるいはホッキパウダーである。

表-4 フレッシュ性状

配合	使用セメント	フロー値 (mm)
ゴロ0	早強	208
ゴロ5	早強	155
ゴロ10	早強	208
ゴロ0	普通	154
ゴロ5	普通	289

シタコゴロを入れる際の水量を補正しているにもかかわらず、フロー値にバラツキがみられた。原因としてはタコゴロを解凍する際に常温で置いておくため発酵しはじめ、その為、練り混ぜ後の性状に影響を与えていると考えられる。

(2)タコゴロのみの圧縮強度

タコゴロ混入率の違いによる圧縮強度の関係を図-4に示す。使用セメントは早強ポルトランドセメントとする。タコゴロ混入率が増えるにつれて、ほぼ一定の割合で強度が減少した。これはタコゴロがセメントの水和反応を阻害しているものと考えられる。既往の研究²⁾では、タコゴロ混入率が10%になると供試体の硬化が遅れ脱型までに時間がかかり7日強度を行えなかった。しかし、タコゴロの保存方法をかえることによりこの問題を解消することができた。また、材齢28日では目標強度とする20N/mm²を超えることができた。

(3)バーク灰、ホッキパウダーを用いた圧縮強度

タコゴロのみの供試体とバーク灰、ホッキパウダーを用いた供試体の圧縮強度の関係を図-5、図-6に示す。タコゴロ混入率5%の7日強度について比較すると、ホッキパウダーを用いた供試体はタコゴロのみの供試体よりも強度が大きかった。次に28日強度を比較するとバーク灰、ホッキパウダーともにタコゴロのみの供試体よりも強度が大きかった。また、タコゴロ混入率10%でも、ホッキパウダーを入れた供試体の28日、91日強度は他の種類の供試体より大きな強度を得られた。しかし、ホッキパウダーの成分である炭酸カルシウムは水和反応に関与していないと考えられるため、粉末状の粒子がタコゴロの脂肪分を吸着し水和反応が阻害されるのを防いでいるからだと考えられる。

(4)脱型日数

表-5に脱型日数を比較したものを示す。製品実用化のためには型枠の回転率を上げることで、つまり脱型日数が重要になると考えられる。

表-5より、タコゴロ混入率が増えることによってモルタル供試体の硬化が遅くなり脱型日数が遅れた。そこで、使用セメントを普通ポルトランドセメントから早強ポルトランドセメントに変えて使用してみた。タコゴロ混入率5%供試体の脱型日数は2日で、普通ポルトランドセメントを用いた供試体と比較すると脱型日数を早める硬化が得られた。廣川等の研究²⁾では、タコゴロ混入率10%になると供試体によっては脱型までに7日以上要するものもあったが、今回の実験では7日を越えるものはなく7日強さ試験を行うことができた。

3. タコゴロ混入コンクリートの海中観察

3.1 実験概要

タコゴロ混入コンクリートが漁礁や藻礁としての性能があるかを確認するために供試体を海中に沈め、海洋生物などの付着や生育が確認されるか検証した。タコゴロ混入率は供試体全体量の5%とし表-6の配合でコンク

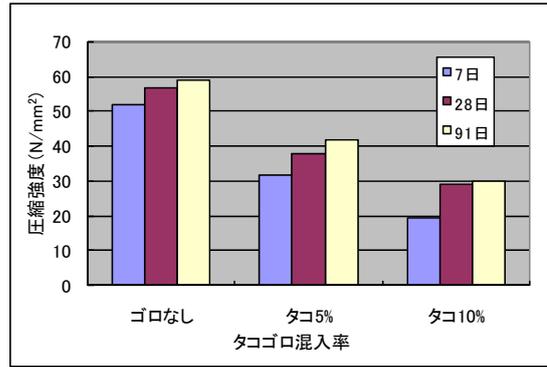


図-4 圧縮強度

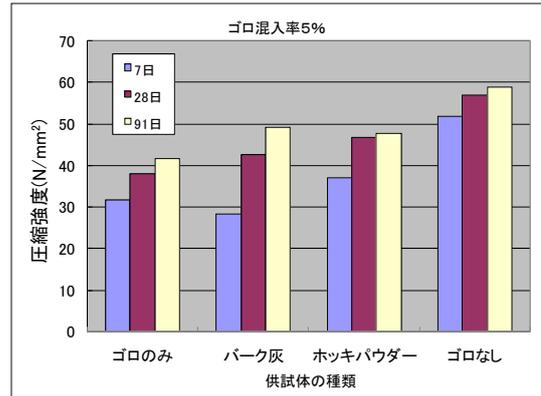


図-5 圧縮強度

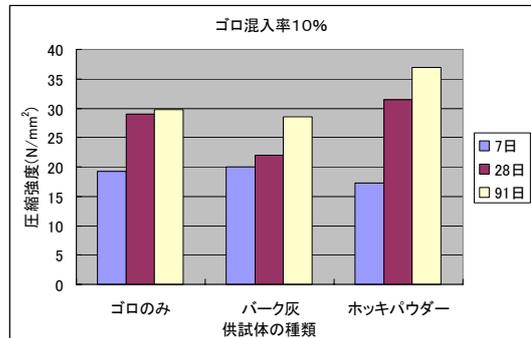


図-6 圧縮強度

表-5 脱型日数

セメントの種類	供試体の種類	脱型日数	
		ゴロ5%	ゴロ10%
早強	ゴロのみ	2日	5~6日
	バーク灰	2日	4~5日
	ホッキパウダー	2日	4~5日
普通	ゴロのみ	3~6日	—
	バーク灰	3~6日	—
	ホッキパウダー	3~6日	—

表-6 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	タコゴロ
40	42.7	45	302	867	1148	119

W：水、C：セメント、S：細骨材、G：粗骨材
 混和剤は AE 減水剤をセメントの10%、助剤をセメントの0.45%用いた。



写真-4 2005年2月



写真-5 2005年7月



写真-6 2005年8月



写真-7 2006年5月



写真-8 2006年9月



写真-9 2007年3月

リート供試体(500mm×600mm×200mm)を作製した。設置場所は、日高門別漁港内の水深 3~4m 付近に沈め定期観察を行った。

3. 2 観察結果

コンクリート供試体の観察結果を写真-4 から写真-9 に示す。設置2ヵ月後では供試体表面や側面に小さな生物しか確認できなかった。設置から半年後では、供試体を生育場としてコンブが根付いておりツブやヒトデといった海洋生物の付着も確認された。更に、その翌年の2006年の観察においても前年と同様にコンブや海洋生物の存在が確認された。このことから、タコゴロを混入したコンクリートは藻礁として適用できることと、年数においても効果が持続することが分かった。

4. まとめ

研究の結果以下のことがわかった。

- (1)普通ポルトランドセメントより早強ポルトランドセメントを用いることによって強度を増加させることができ、脱型日数を早めることができた。
- (2)海中観察の結果、供試体にコンブの根が付き、生物が集まってくるということがわかった。このことから、タコゴロをコンクリートに混入しても海洋生物の育成に効果があるといえる。
- (3)バーク灰、ホッキパウダーをタコゴロモルタルに混ぜたものは、早期強度は望めなかったが強度の増加はみられた。

参考文献

(1)北海道庁ホームページ

<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/>

(2)廣川一巳，高山元憲：「水産廃棄物(タコの内臓)を利用したコンクリートに関する基礎的研究」，土木学会北海道支部論文報告書第62号，2006