

# コンクリート下水道施設に廃セラミックを利用した防食効果に関する研究

日大生産工(院) ○幸加木豪 日大生産工 大木宜章  
日大生産工(院) 荻原 怜 日大生産工 河合紘茲

## 目的

近年、わが国を含む先進諸国では、廃棄物のゼロエミッション化の実現を目指している。これは大量生産・大量消費・大量廃棄といった時代から、限りある資源を有効的に再利用し、環境循環型社会形成の構築が背景にある。

現在大量に廃棄されている瓦・陶磁器類・土管等の産業廃棄物は多くの地方自治体で不燃物として埋立て処分されており、その量は不燃ゴミ全体の5～6%に及んでいる。

そこで廃セラミックスを原材料にシャモットを精製し不燃ゴミの削減・資源の再利用を図ることが希求されている。また、ホタテ貝殻は国内で年間におよそ15万tが産業廃棄物として処理されており、その大部分を東北・北海道地方で占めるが、埋立地が逼迫しており多量に再利用できる方法の確立が求められている。

本研究ではこれら産業廃棄物の再利用を目指し、コンクリートの混和剤や骨材として混入・活用した供試体を作製し、普通コンクリートとの防食効果について比較検討した。

## 1 実験概要

### ① 使用材料

セメントは高炉スラグの分量を30%～60%含有した高炉セメント B 種(密度 $3.04\text{g/cm}^3$ )細骨材は、豊浦旧標準砂(密度 $2.50\text{g/cm}^3$ , 吸水率2.5%)及び廃瓦シャモット(密度 $2.4\text{g/cm}^3$ , 吸水率4.4%)を使用した。

混和材として用いた青森産のホタテ貝殻は、約1000度で焼成後、すり潰し0.5mm アンダーに粒度調整したものをを用いた。硬質砕石は、2.5mm アンダーに粒度調整したものをを用いた。

ホタテ貝をすり潰したものを写真-1に示す。

### ② 配合

防食試験では、細骨材に豊浦旧標準砂を用いたモルタルを A 配合、シャモットを用いたモルタルを B 配合としセメント重量に対し混和剤としたホタテ貝殻粉末を0%、2%、4%、6%混入した。配合条件を表-1に示す。

表1-1に示す配合で、JIS のセメント強さ試験に準拠した供試体 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ を作製した。圧縮強度試験( $\sigma_{15}$ )、外圧試験、スランプ試験で用いた配合は表-2,表-3に示す。

## 2 試験方法

### 防食試験

防食試験には、細骨材に砂を用いたA配合とシャモットを用いたB配合にセメント重量比でホタテ貝殻粉末の混和剤を0%・2%・4%・6%混入した供試体を各9本、混和材としてホタテ貝殻粉末の代わりに硬質砕石を混入したA配合及びB配合の各配合について2体ずつ、計76体養生用ゲージに静置し、PH7.8、ORP52の浄化槽に吊り下げる形で曝露試験を行った。曝露試験の様子を写真-2に示す。質量の計測は月単位で行った。

### 製管試験

表-2、表-3で示した配合でスランプ試験及び圧縮強度試験( $\sigma_{15}$ )を行い、表-3に示す配合によって製管した供試体で外圧試験を行った。

表-1 防食試験配合

	W/C(%)	C(kg/m <sup>3</sup> )	W(kg/m <sup>3</sup> )	S(kg/m <sup>3</sup> )
A	50	450	225	1350
B	50	450	337.5	1350

表-2 細骨材にシャモットを用いた配合

	W/C(%)	W(kg/m <sup>3</sup> )	C(kg/m <sup>3</sup> )	S(kg/m <sup>3</sup> )	G(kg/m <sup>3</sup> )
計画配合	43.6	210	482	955	635
加水後	51.9	250	482	955	635

表-3 製管試験配合

	W/C(%)	C(kg/m <sup>3</sup> )	W(kg/m <sup>3</sup> )	S(kg/m <sup>3</sup> )	G(kg/m <sup>3</sup> )	F(kg/m <sup>3</sup> )
計画配合	37.5	480	180	894	687	4.8
加水後	54.9	480	263	893	690	4.8

写真-1 ホタテ貝殻



3 試験結果

写真-2 曝露試験の様子



## 防食試験

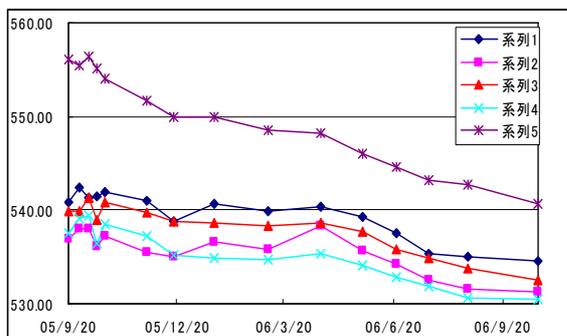
それぞれの配合による防食試験結果を、図—1及び図—2に示す。図—1及び2において、系列1はプレーン供試体、系列2はホタテ貝殻粉末混和剤2%、系列3はホタテ貝殻粉末4%、系列4はホタテ貝殻粉末6%、系列5は硬質砕石粉末2%を混入したものである。

細骨材に砂を用いた供試体A配合の質量は時間経過と共に質量の低下が認められるのに対し、細骨材にシャモットを用いた供試体は、6ヶ月経過時点での質量変化は初期状態よりも増加している傾向にある。

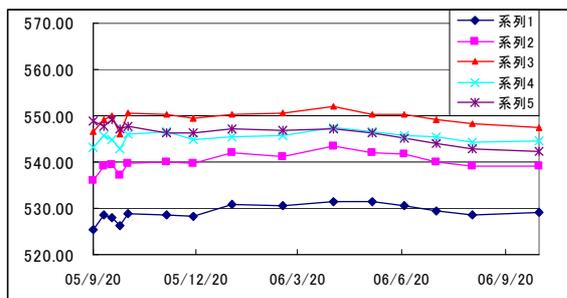
A配合と比べてB配合の劣化度合は少ないと言えるが、被りが剥がれ細骨材が剥き出しになり初期状態と比較し明らかに劣化していた。しかし、供試体Bの質量が増加しているのは劣化によってシャモットが剥き出しになる事で吸水性が上がった事とシャモットによる防食性が高いことから質量低下が抑えられた事が重なって起きたと推測される。

次に、図—1系列5の質量低下が激しい事が見て取れる。この供試体はホタテ貝殻粉末およびシャモットを用いておらず、他の供試体と比べて劣化が激しかった。理由として硬質砕石の粒度がやや大きかった事に因ると推察される。

また、本試験ではホタテ貝殻粉末を微量混入し供試体を作製したがこの程度の量では劣化の度合いに変化は見られず、ホタテ貝殻の混和剤としての防食効果については検討中である。



図—1 標準砂を用いた配合の質量変化



図—2 シャモットを用いた配合の質量変化

## 製管試験

スランプが0であった為に加水をしたが、コンクリート強度試験時に1.5cm、製管試験時に4.5cmと固いコンクリートになった。

加水した為W/Cが増加し圧縮強度の低下が懸念されたが設計強度を上回る強度がでた。

標準管とシャモット管の外圧試験結果を比較すると、ひび割れ荷重で約1.2倍、破壊荷重においても約1.1倍となった。原因として、シャモットを細骨材として用いる事で骨材とシャモットの付着が良くなる事があげられる。

スランプ試験、圧縮強度試験ならびに外圧試験結果を表3～7に示す。

表—3 スランプ試験結果

	コンクリート強度試験配合	製管試験配合
スランプ値	1.5cm	4.5cm

表—4 (表—2)配合の圧縮強度試験結果

	供試体①	供試体②	供試体③
最大荷重(KN)	445	404	414
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	56.7	51.4	52.7
平均圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	53.6		

表—5 製管配合の圧縮強度試験結果

	供試体①	供試体②	供試体③
破壊荷重(KN)	273	276	298
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	34.8	35.1	37.9
平均圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	35.9		

表—6 シャモット管の外圧試験結果

	規格荷重	試験荷重	倍率(%)
ひび割れ	35.4	56.8	160.5
		61.8	174.6
破壊	53	94	177.4
		83.8	158.1

表—7 標準管の外圧試験結果

	規格荷重	試験荷重	倍率(%)
ひび割れ	35.4	49.6	140.1
		46.8	132.2
破壊	53	78.4	147.9
		77.6	146.4

## 4まとめ

- 1) 細骨材にシャモットを用いた供試体の方が砂を用いた一般的な供試体よりも防食効果に優れている。
- 2) 混和材としてのホタテ貝殻粉末の防食効果は、混入量を増やし再検討する必要がある。
- 3) シャモットを骨材として利用した場合の強度性状は良好であり、有効な再利用方法の1つとして考えられる。

## 参考文献

河合紘茲, 骨材にシャモットを利用したヒューム管の強度性状, (2005)