

シャモットを活用した下水道管の性状に関する研究

河合 紘 茲 (土木工学科)

1. まえがき

すべての鉄筋コンクリート構造下水道施設は、時間と共に腐食劣化するが、そのメカニズムが解明出来れば、高耐久性期間設計が可能である。多くの研究者によって、そのメカニズムは解明されつつあるが、複雑多岐に及ぶことから、不幸にして多くの鉄筋コンクリート構造下水道施設は耐久性期間以前に腐食劣化している。このような背景から、コンクリート性状の原点に立ち返ると共に、環境問題をも取り込んだコンクリート性状を検討した。すなわち従来のコンクリート材料に代えて、廃セラミックを破砕したシャモットを細粗骨材として使用したコンクリートの強度性状および耐久性について試験した途中経過を報告するものである。

2. シャモット

シャモットは、一般的に微粉末状で使用しているが、取り扱いが容易であれば大量使用につながることから、ゼロエミッション化実現への一助となる。このような観点から、セラミック廃材を土木学会コンクリート標準示方書に準拠し、破砕は図-1に示すインペラーブレイカーによって行った。そのフローチャートを図-1に示す。粒度は自由に調整可能であるが、本実験ではコンクリート材料に使用することを主眼としたことから、骨材粒度0～15mmに破砕した。しかし、本実験は基礎実験であることから、図-2に示

すように網ふるいで再度粒度調整を行い、細粗骨材として使用した。

本試験に使用したシャモットの物理的性質は、平均的表乾密度 $2.40\text{g} / \text{cm}^3$ 、吸水率 4.4 % である。吸水率が通常の碎石より大きいのは、シャモットの気孔に起因していると推察される。

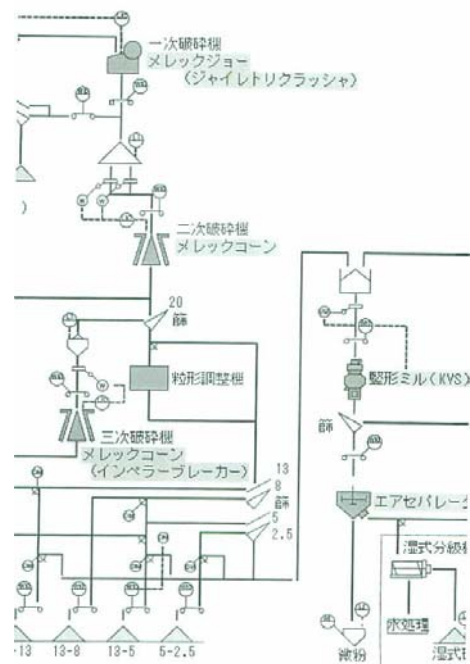


図-1 破砕のフローチャート図



シャモットの破砕状態
0～15mm



図-2 網フルイによる粒度調整状態

3. 混和剤

ホタテ貝廃棄処理の環境改善一手法として、コンクリートの混和剤として利用した。ホタテの貝殻を約 800℃で焼成することによって、酸化カルシウム

(CaO) が生成される。したがって、この酸化カルシウムが水と反応することによって水酸化カルシウム

[Ca(OH)₂] となることから、コンクリートの中酸化抑制効果に期待し混和剤として使用した。ホタテ貝殻と粉体状態を図-3 に示す。



図-3 ホタテ貝殻と粉体状態

4. セメント

セメントは高耐久性コンクリートを目指したことから、高炉セメントB種を使用した。高炉セメントB種の密度は 3.04g / m³、高炉スラグの分量は30～60%である。高炉セメントは、同一配合、同一養生で中性化を比較した場合、普通ポルトランドセメントに対して約 1.4 倍中性化し易いことが報告¹⁾されている。したがって、高炉セメントは二酸化炭素による影響を受けやすく、耐中性化が顕著に判断出来ることに着目し、高炉セメントを使用した。

5. 供試体

従来のコンクリートとの性状対比であることから、シャモットを細骨材としたセメントの強さ試験 JIS R 5201 に準拠した。配合を表-1に示す。

表-1 シャモットを細骨材としたセメント強さ試験の配合

	W / C %	C kg/m ³	W kg/m ³	S kg/m ³
旧標準砂	74	440	327	1320
シャモット	74	430	320	1291

表-1の配合に混和剤として、ホタテの貝殻焼成粉体をセメント量に対して2%、4%および6%添加した。

供試体形状は、図-4に示すようにセメント強さ試験用型枠を使用し、供試体一体の寸法は、横 40mm × 縦 40mm × 長さ 160mm である。

供試体の養生は、図-5に示すように供試体を籠に並べて設置し、水温 20 ± 2℃ の標準水中養生で28日間行った。



図-4 三連型枠供試体

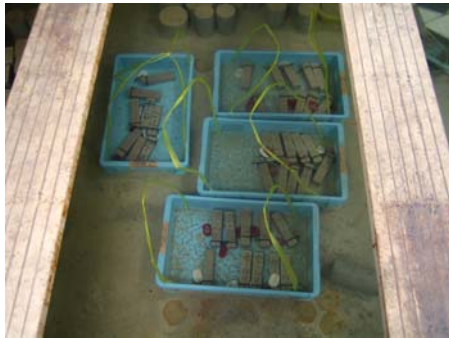


図-5 水中養生状態

6. 曲げおよび圧縮試験方法

曲げおよび圧縮試験は、水中養生を28日間行った後、図-6に示す万能試験機によって行った。

曲げ試験は、供試体を水中養生槽から取り出し、付着水を布で拭き取った後、質量を計測すると共に曲げ試験用治具、支点間距離 100mm の中央に毎秒50±10Nの割合で载荷した。

圧縮試験は、曲げ試験に用いた供試片の両折片を用い、曲げ試験直後に行った。载荷は断面 40mm × 40mm 平方の加圧板を用いて、供試体中央部に毎秒2400±200Nの割合で载荷した。

7. 試験結果

試験の結果を表-2に示す。表-2において、曲げ強度および圧縮強度ともに細骨材にシャモットを用いた供試体が高い強度を示す結果となった。貝殻の粉体を混和剤として4%混入した供試体の曲げ強

度および圧縮強度は、標準供試体に対して150%以上の強度増が認められた。これは、シャモットの硬質に起因したのは基より、セメントとホタテ貝殻の水和反応促進効果に起因したものと推察される。



図-6 万能試験機

表-2 曲げ強度および圧縮強度試験結果

細骨材	ホタテ貝殻 粉体混入率	曲げ強度 N/mm ²	圧縮強度 N/mm ²
標準砂	0%	2.18	40.97
	2%	5.16	54.38
	4%	5.51	45.78
	6%	3.94	41.22
シャモット	0%	8.44	55.84
	2%	7.45	44.97
	4%	9.66	63.44
	6%	9.26	55.28

8. 防食試験

防食試験は、セメントの強さ試験用供試体を図-7に示す用にステンレス製の網籠に静置し、PH7.8、ORP52mvの生産工学部内の浄化槽で曝露試験を行った。

計測は月単位で質量および目視による表面形状差異を計測した。



図-7 防食曝露試験

8-1 防食試験結果

防食試験結果は図-8に示すようにシャモットを細骨材として用いた供試体が防食には効果的であった。例えば、曝露試験5ヶ月間経過後の標準砂を用いた供試体質量は約1.6%の減少に対して、シャモットを用いた供試体は約0.4%であった。このようにシャモットを細骨材として用いた供試体が防食効果に有効であったのは、シャモット表面がガラス質膜に覆われていることによると推察される。

つぎに、供試体表面形状の差異を図-9に示す。図-9において表面形状は、明らかに標準砂を用いた供試体に対して、シャモットを用いた供試体への影響は極少であった。供試体表面が黒褐色に変色している標準砂を用いた供試体および赤褐色に変色しているのは、それぞれの細骨材が保有する色合いであって、細骨材そのものへの影響は認められなかった。

ホタテの貝殻粉体を混和剤とした供試体については、現時点では質量への影響は顕著でなかった。また、供試体表面形状の腐食劣化は、6ヶ月間の曝露試験を終えた時点では影響が認められなかった。

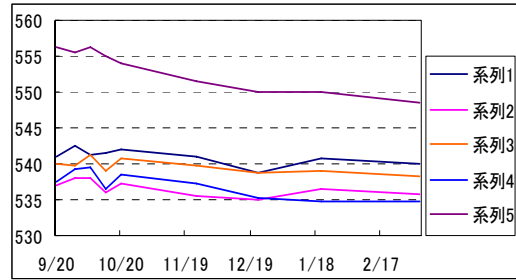


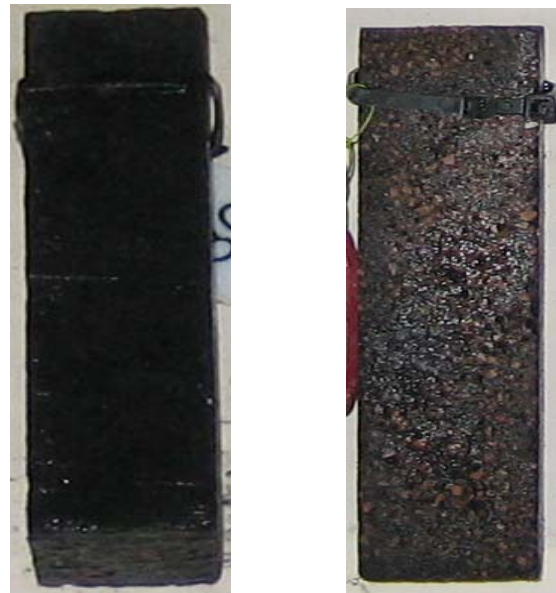
図-8 防食試験結果

8. まとめ

本試験は中間報告であって、結論的なことは次回報告に委ねるが、本試験の範囲内では以下のことが言える。

コンクリートの細粗骨材にセラミックのリサイクル材であるシャモットを利用することによって、コンクリートの強度性状および腐食防止に関しては改善できることが認められた。

混和剤として用いたホタテ貝殻の効果は、現時点では未解明である。しかし、傾向としては防食効果が有ると推察される。



標準砂供試体

シャモット供試体

図-9 防食表面試験結果