

セメント系建築材料のリサイクルに関する研究

前川明弘^{*}，村上和美^{*}，湯浅幸久^{*}，吹撃昌宏^{**}，泉谷卓見^{**}

Research on Recycling of Cement Building Wastes

Akihiro MAEGAWA^{*}, Kazuaki MASUYAMA^{*}, Kazumi MURAKAMI^{*},
Masahiro FUKIAGE^{**} and Takumi IZUMITANI^{**}

1. はじめに

住宅用の外壁や瓦などに用いられるセメント系建築材料の廃材が，新築または解体時に発生している．

今後，高度成長期に建設された建築物の建替え時期が迫っていることから，廃材の発生量は右肩上がりが増加することが予測されている．現時点における廃材の処理方法としては，ほとんどが粉碎後に埋め立て処分されており，発生量の増加により最終処分場を圧迫することが懸念される．

セメント系建材には，製品によりアスベスト繊維やパルプ繊維を含むものがあり，このことは廃材の再利用にとって障害となっている．

著者らはこれまでに，上記の廃材を原料にした水硬性材料（特殊セメント）の製造に関する研究を行った結果，セメント系建築材料として再利用が期待できる有用な水硬性材料を得ることができた¹⁻³⁾．

本研究では，実用化の可能性をさらに高めるために，強度の改良を目的とした新たな水硬性材料の合成を試みた．

2. 実験方法

著者らがこれまでに検討した主要なセメント

鉱物は， $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ （以下， C_3S ）および $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ （以下， C_2S ）であった．しかしながら， C_2S の場合には初期の強度発現が不十分となる結果も得られていたため，さらに強度の改善が期待できる $\alpha\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ （以下， $\alpha\text{-}\text{C}_2\text{S}$ ）に関する検討を行った．

2.1 使用材料

出発原料は，パルプ繊維を含有する廃材とした．使用に際しては，パルプ繊維が他の材料との混合や焼成などを阻害する恐れがあったため，あらかじめ 500℃ で 60 分間仮焼することでパルプを除去した．500℃ で仮焼した廃材の蛍光 X 線分析（以下，XRF 分析）による化学組成を表 1 に示す．

2.2 $\alpha\text{-}\text{C}_2\text{S}$ の合成方法

水硬性材料の調合条件は，モル比で $\text{CaO}/\text{SiO}_2=2.0 \sim 2.6$ ，水硬率 $\text{CaO}/(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)=1.5 \sim 1.8$ ，珪酸率 $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)=2.0 \sim 7.0$ ，鉄率 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3=1.0 \sim 2.0$ とした．

補充成分として添加する材料としては，従来から使用していた特級試薬の炭酸カルシウム及び酸化鉄の他，新たに炭酸ナトリウム，五酸化リン，炭酸カリウムを使用し，既述した条件となるよう添加・混合した．

水硬性材料の製造条件は，廃材に補充成分を調合に従い混合し，混合物を直径 5mm 程度の球状に成形した．これを 105℃ で乾燥す

* 材料技術研究課

** 松下電工株式会社

表 1 出発原料の化学組成 (wt. %)

SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	TiO ₂	SO ₃	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Ig.loss	Total
41.81	30.18	12.32	3.65	1.05	0.58	0.61	0.98	0.38	0.15	7.96	99.67

ることで水分除去し、乾燥物を 1300 ~ 1400 °C で焼成した。焼成は高温マッフル炉を用いて 10 ~ 60 分間行い、その後急冷することでクリンカを得た。さらに、各調合毎に 200g のクリンカをボールミルに投入し、250rpm で 60 分間粉碎することにより水硬性材料（粉体）を得た。

2. 3 水硬性材料の分析・評価

得られた焼成物中のセメント鉱物の把握及び焼成条件による生成物の違いを X 線回折分析（以下、XRD 分析とする）により確認した。また、XRF 分析は、ガラスビード法（JIS R5204 に準拠）により行った。

3. 実験結果及び考察

3. 1 α-C₂S の生成条件

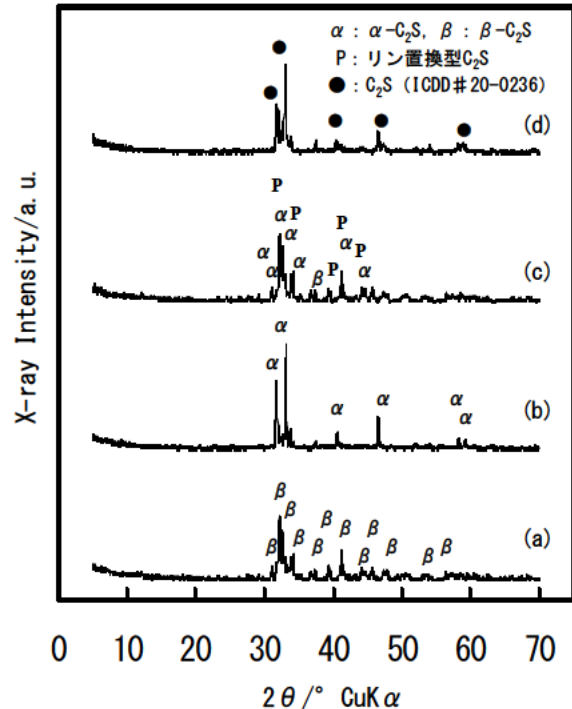
各種補充成分の添加により作製した水硬性材料の XRD パターンを図 1 に示す。ここでは、新たな補充成分を添加しない場合に得られる β-C₂S の XRD パターンも比較のため併記した[図 1(a)]。

図 1 より、補充成分として炭酸ナトリウムを添加すると α-C₂S (ICDD # 20-0236) のピークが [図 1(b)], 五酸化ニリンを添加すると α-C₂S およびリン置換型 C₂S (ICDD # 49-1674) のピークが出現することが確認できた [図 1(c)]。また、炭酸カリウムを添加した場合には、C₂S (ICDD # 20-0236) のピークが現れ、α-C₂S のピークは出現しなかった [図 1(d)]。

以上の結果より、新たにナトリウム成分やリン成分などを添加することで α-C₂S やリン置換型 C₂S を生成させることができることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究により、これまでに検討を行ってきたセメント鉱物 β-C₂S の調合に対し、新たにナトリウム成分を添加すると α-C₂S が、リン



【補充成分(a)~(d) : (a)補充なし, (b)炭酸ナトリウム (c)五酸化ニリン, (d)炭酸カリウム】

図 1 各種補充成分添加により作製した水硬性材料のXRDパターン

成分を添加すると α-C₂S 及びリン置換型 C₂S が生成することが確認できた。

参考文献 :

- 1) 前川明弘ほか：“建築廃材から作製した水硬性材料の実用化に関する研究”. 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, No.28, p28-33, (2004)
- 2) 前川明弘ほか：“セメント系廃棄物の資源循環システム構築に関する研究”. 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, No.30, p14-19, (2006)
- 3) 前川明弘ほか：“コンクリート廃材を利用した水硬性材料の製造方法”. 特許公開 2007-63120, (2007)

(本研究は環境保全基金を財源としています)