

ライムケーキを原料とする シックハウス対応調湿建材の 創製

伊藤 英信 [北見工業大学工学部／助教授]

高橋 順一 [北海道大学大学院工学研究科／助教授]

畦田 文博 [訓子府石灰工業(株)／取締役社長]

二俣 正美 [北見工業大学工学部／教授]

背景・目的

道内甜菜製糖工場から発生する廃棄物、ライムケーキは、年間約28万トン排出されているが、再利用されているのはごく一部分で大部分は埋め立て処分されている。主成分は石灰石と同じ炭酸カルシウム(CaCO_3)であり、石膏ボード様の建材に加工できれば新しい用途が拓けると期待される。我々は過去3年間「ライムケーキの低温固化法」の研究を行い、一定の成果を得たので、引き続き建材として使用した場合の特徴を検討した結果、固化体が自律型調湿機能を持つことを見出した。本研究では次の2点についてさらに検討を重ねる。①シックハウス症候群の原因物質の一つとされているホルムアルデヒドの吸着特性を調べる。②粉体または造粒ライムケーキを石膏ボードに複合させることを想定し最適添加量、複合方法を調べる。

内容・方法

ホルムアルデヒド吸着特性の評価 同じ炭酸カルシウムを主成分とする貝殻粉末はホルムアルデヒド吸着能を持つことが知られているが、ライムケーキは $30\text{m}^2/\text{g}$ 程度の比較的大きい比表面積を持っており、ホルムアルデヒド吸着能は格段に高いと予想される。実験はライムケーキ単独、助剤を加えた造粒品および固化体について、 10ppm 程度の濃度のホルムアルデヒド標準ガスを用いてその吸着除去性能を評価する(ガス濃度の定量には検知管を使用する)。また、吸着のメカニズムを吸着ホルムアルデヒドの赤外吸収スペクトルを測定して検討する。

石膏ボードに複合させる方法の検討 有用な機能を持つライムケーキを活用する最も簡便で実現性の高い方法は現在、商業生産されている建材に複合させることである。本研究では市販石膏ボードに複合した場合の、最適添加量、複合方法を調べる。具体的には粉末状あるいは粒状ライムケーキを石膏によって固めた固化体の機械的強度、調湿能力、機能と建材強度とのバランスのとれた配合割合を検討する。

結果・成果

1. ホルムアルデヒド吸着特性の評価

助剤(水酸化カルシウム)を使用して造粒固化したライムケーキ試料について 5ppm (窒素希釈)ホルムアルデヒドの室温における飽和吸着量は $7.8 \times 10^{-5} \text{mol/g}$ であった。この量は試料 1nm^2 当たり1.5個のホルムアルデヒドが吸着することに相当する。さらに、初期濃度 5.5ppm のホルムアルデヒド 5ℓ に対して 28g のライムケーキ試料を用いたホルムアルデヒドの吸着除去実験を閉鎖循環系反応装置を用いて行った結果(6畳の空間の天井を厚さ 8mm のライムケーキ建材にしたこ

とに相当する)、30分後にはホルムアルデヒド濃度は 0.05ppm 以下(検知管の検出限界以下)にまで減少した。環境基準は 0.08ppm であることを考慮するとライムケーキのホルムアルデヒド吸着除去の能力は十分に実用的であるといえる。一方、スプリングバランスを用いてホルムアルデヒドの脱離実験を行った結果、吸着ホルムアルデヒドは室温で排気しただけでは脱離せず 100°C 以上の加熱によっではじめて大部分が脱離することがわかった。非常に強固な吸着が起こっていると推察される。比較のため吸着剤としてよく知られているシリカゲル(SiO_2)で同様な実験を行うと、室温での簡単な排気によってほとんどが脱離してしまった。ホルムアルデヒドの吸着固定剤としてライムケーキ(炭酸カルシウム)がさわめて有効であることが明らかになった。有害な室内VOCは建材に使用される塗料や接着剤などがその発生源として考えられているが、それらは施工直後に大量に発生するが長期間継続して発生するものではない。したがって、それらを吸着し、固定して、建物が利用される期間再放出させないという考え方によってもシックハウスの問題を解決することが可能である。ライムケーキを原料とする建材はそのための用途に最適である。

2. 石膏ボードに複合させる方法の検討

既存石膏ボードにライムケーキを複合し、その機能性を付与するための方法を種々検討した。微粉末状ライムケーキあるいは造粒($3.5\text{mm}\phi$)したライムケーキを市販焼石膏を用いて固めた試料($20\text{mm}\phi \times 22\text{mm}$)についてその圧縮破壊強度を測定した結果、石膏に微粉末状のライムケーキを加えるとその強度は石膏単独の試料と比較して著しく低下する($50\text{wt}\%$; 11.6kgf/cm^2)が、粒状ライムケーキを添加するとその強度は粉末で添加するよりも4.5倍($50\text{wt}\%$; 52.5kgf/cm^2)高いことがわかった。一方、ライムケーキ添加石膏固化体の調湿特性を調べた結果、調湿能力は複合するライムケーキの形状に大きく影響を受けた。以上の知見からライムケーキを石膏ボードに複合するには粒状にすることがポイントであることが明らかになった。

今後の展望

これまでの研究によりライムケーキが自律的調湿機能を持つこと、ホルムアルデヒドを強固に吸着し、固定できることが明らかになった。近年「省エネ化」が浸透して高気密な建築物が増えるに伴い、室内化学物質VOCによる健康障害「シックハウス症候群」がクローズアップされており、国レベルでの本格的な取り組みも進んでいる。その結果、人にやさしい住まいをつくることの重要性が広く認識され「安全・健康住宅建材」のニーズが急速に高まってきた。「資源のリサイクル」と「安全・健康住宅建材」この二つのキーワードは時代のニーズに合致しており、研究の波及効果は大きいと考えている。ライムケーキの造粒法はすでに確立されており、水酸化カルシウムを助剤とした低温($\sim 150^\circ\text{C}$)固化法の開発も一定の成果を挙げた。産業化の第一ステップとして造粒固化した製品を床下敷設用調湿剤、および室内VOC除去剤として世に問うてみることも必要であるように思われる。産学官の英知を集めてこの機能性材料ライムケーキの商品化に取組みたいと願っている。なお、基礎的研究は引き続きホルムアルデヒド以外のVOCに対する吸着挙動の検討を行っていく予定である。