

廃石膏ボード由来再生石膏のデシケータ保管時の質量特性

大分工業高等専門学校 学生会員 ○松尾 悠平 大分工業高等専門学校 非会員 猪原 健史
大分工業高等専門学校 正会員 佐野 博昭 大分工業高等専門学校 非会員 尾形公一郎
福井工業高等専門学校 正会員 山田 幹雄 大島商船高等専門学校 非会員 川原 秀夫

1. まえがき

著者らは、これまでに密度法¹⁾や加熱法²⁾を用いた半水石膏含有率の推定法を提案し、その有効性を明らかにしてきた。これらの研究の基本となっているのは、石膏を所定の温度で加熱したときの質量の変化を測定することであり、測定にあたっては、「土の含水比試験方法 (JIS A 1203: 2009)」³⁾に記されているように、「炉乾燥試料を容器ごとデシケータに移し、ほぼ室温になるまで冷ました後、全質量をはかる」を参考にして行ってきた。なお、デシケータには一般的にシリカゲルや塩化カルシウムなどの吸湿剤が用いられている。

ここで、吸湿剤を入れたデシケータに所定の温度で加熱した石膏(二水石膏, 半水石膏)を容器ごと移し、室温になるまで冷ました場合、吸湿剤が二水石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 半水石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 中に含まれている結晶水に影響を及ぼすことが懸念されるが、この点について詳細に検討した例はほとんど見当たらない。

そこで、本研究では、二水石膏や半水石膏のデシケータ保管時の質量特性を調べたのでその結果について報告する。

2. 石膏の加熱時の質量特性

実験には、硫酸カルシウム二水和物(関東化学(株)試薬, 鹿1級, 含有量 98.0%以上)と焼石膏(関東化学(株)試薬, 鹿1級, 含有量 99.0%以上)を用いた。

著者らが文献1)において石膏の質量特性を検討する際に用いてきた乾燥炉は定温乾燥器(ヤマト科学(株)製, DX601)(表-1)であり、実験に際しては再現性を確保するために細心の注意を払って測定を行ったが、温度調節精度、温度分布精度は必ずしも十分ではなかった。そこで、今回、精密恒温器(ヤマト科学(株)製, DH411)(表-1)を用いて同様の実験を行ってみることにした。なお、実験方法は文献1)に詳述している方法と同様である。

図-1は、加熱温度 T と試薬の二水石膏, 半水石膏の質量 m との関係を示す。図より、試薬二水石膏を加熱すると、80℃で急激に質量の減少が始まり(第1段階)、110℃でさらに減少し(第2段階)、その後は温度の上昇に対して質量の変化がほとんどないことがわかる。

ここで、第1段階は二水石膏 10g が半水石膏 8.43g になる過程、第2段階は二水石膏 10g が無水石膏 7.91g になる過程にそれぞれ対応しており、このことから、試薬二水石膏は「90℃24 時間加熱で半水石膏」に、

「120℃24 時間加熱で無水石膏」になっていることになる¹⁾。

次に、試薬半水石膏は、40℃加熱で質量が僅かに減少し、その後 110℃で急激に質量が減少しており、半水石膏 10g が無水石膏 9.38g になる過程と対応していることがわかる。また、この温度は、二水石膏が半水石膏に変化し、その後無水石膏に変化する温度とも一致していることになる。

今回新たに行った加熱実験の結果は、著者らがこれまでに報告してきた結果¹⁾と完全に一致しており、「試薬二水石膏は 90℃24 時間加熱で半水石膏」に、「試薬半水石膏は 120℃24 時間加熱で無水石膏」になっているということが改めて裏付けられたことになる。

3. 石膏のデシケータ保管時の質量特性

乾燥炉などで試料を加熱した後、質量を測定するまでの間、試料が大気中の水分を吸収するのを防ぐために吸湿剤を入れたデシケータ内で保管される。そこで、デシケータ保管中、吸湿剤(シリカゲル)が二水石膏や半水石膏の質量特性に及ぼす影響を調べるためにデシケータ保管実験を行ってみることにした。

表-1 定温乾燥器および精密恒温器の性能のまとめ

性能	定温乾燥器 DX601	精密恒温器 DH411
使用温度範囲	室温+5~280	室温+10~
温度調節精度	±1*	±0.2***
温度分布精度	±10**	±2.5***

*300℃設定、排気口 1/3 開、**280℃あるいは 300℃設定、排気口 1/3 開、***360℃設定

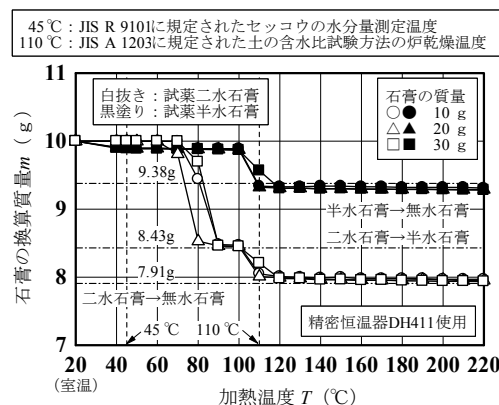


図-1 加熱温度と試薬石膏の質量との関係(精密恒温器)

実験にあたっては、まず、試料を室温状態で正確に 10g 計量（最小読み 0.001g）し、直径 6cm、高さ 3cm のステンレス製容器に入れた。次に、この容器をデシケータ内に保管し、30 分、2、3、6 時間および 1 日後に質量を測定し、その後 1 日ごとの測定を 1 週間継続して行った。

図-2 は、試薬二水石膏と試薬半水石膏をデシケータ内で保管したときの日数 t_d と石膏の質量 m との関係を示す。図より、試薬二水石膏、試薬半水石膏ともに、デシケータ保管後僅かに質量が減少し、その後最大 0.003g の質量の減少が認められた。これより、質量減少量は僅かであるが、試薬二水石膏と試薬半水石膏をデシケータに保管した場合、0.03% 程度の質量減少が生じることが明らかとなった。

そこで、次の段階として、再生石膏を用いた場合の影響について調べてみることにした。

実験に用いた再生二水石膏（原粉）は最大粒径 2.5mm の粒状となるので、粒径の違いによる影響を調べるために原粉およびこれをふるい分けして 2000 μ m、850 μ m、425 μ m ふるい通過分を試験に用いた。また、再生半水石膏は、再生二水石膏を温度 90℃で 24 時間加熱したものを用いた。

図-3 は、(a)再生二水石膏と(b)再生半水石膏をデシケータ内で保管したときの日数 t_d と石膏の質量 m との関係を示す。図中には参考までに図-2 に示した試薬石膏の結果を併せて示す。図より、(a)再生二水石膏の場合、実験開始後 1 日までは質量の減少が認められたが、その後はほぼ一定となっている。また、粒径別にみると、原粉の質量減少量が大きい、粒径が小さくなるにつれて減少量は小さくなり、1 日以降は 2000 μ m、850 μ m、425 μ m の明確な違いは認められなかった。

次に、(b)再生半水石膏では、原粉、2000 μ m、850 μ m 通過分は実験開始後、一旦質量が増加し、3 時間が経過すると今度は質量が減少し始め、1 日経過後はほぼ一定となった。一方、425 μ m 通過分は実験開始後質量が漸次増加し、5 日時点でほぼ一定値となった。

今回行った実験は、デシケータ内に所定の日数保管した後、デシケータから試料を取り出して質量を測定する操作を繰り返したため、質量測定時の実験室内の湿度によっては大気中の水分の吸収現象が生じている可能性が高く、425 μ m 通過分再生半水石膏はその影響を受けたものと考えられる。

いずれにしても、石膏をデシケータ内で保管する場合には質量の増減の可能性があり、長時間にわたる保管は正確な質量測定を阻害する要因となることに留意すべきである。

4. まとめ

石膏のデシケータ保管実験を行ったところ、質量の増減が認められることが明らかとなった。

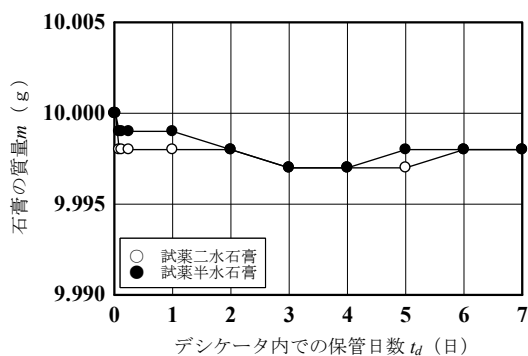


図-2 デシケータ内での保管日数と石膏の質量との関係（試薬石膏）

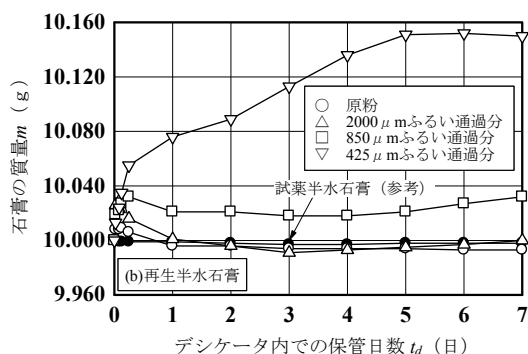
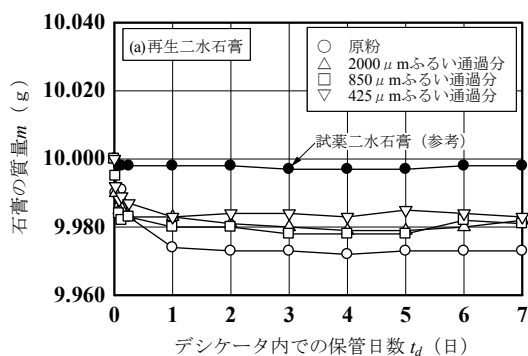


図-3 デシケータ内での保管日数と石膏の質量との関係（再生石膏）

謝辞：本研究を遂行するにあたり、「全国 KOSEN 廃石膏ボードリサイクルネットワーク（会長：佐野博昭）」関係各位には貴重なご助言をいただいた。ここに、深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 佐野博昭, 山田幹雄, 稲積真哉, 由見真治朗, 吉武 篤, 渡邊洋三: 密度法を用いた廃石膏ボード由来再生石膏の半水石膏含有率の推定, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol. 70, No. 1, pp. 44-52, 2014.
- 2) 利光 凌, 佐野博昭, 山田幹雄, 尾形公一郎, 川原秀夫: 加熱法を用いた廃石膏ボード由来再生石膏の半水石膏含有率の測定について, 平成 25 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III-053, pp. 413-414, 2014.
- 3) (社)地盤工学会 地盤調査法改訂編集委員会編: 地盤材料試験の方法と解説一二分冊の 1-1, 「第 3 編 物理試験 第 3 章 含水比試験」, pp. 104-114, 2009.