

過熱蒸気を用いたアスベスト含有建材の最適処理条件に関する研究

大旺建設株式会社 ○ 正会員 百代淳一、高浪哲郎

西松建設株式会社 正会員 石渡 寛之、フェロー 稲葉 力

1. はじめに

これまで、われわれはアスベストの種類に関しては、クリソタイル 100%、クリソタイル含有建材を中心に非石綿化実験を実施してきた。しかし、2008 年 6 月に JIS が改訂され、6 種類のアスベストを非石綿化する必要が生じた。さらに、環境省の「個別認定制度」においても 6 種類のアスベストを非石綿化できることが条件の一つになった。そのため、この機会にわれわれは参考文献 1)～4)に続いて、さまざまな実験条件下での非石綿化実験を実施したので報告する。

表-1.実験の因子と水準

因子	水準1	水準2	水準3
A 荷姿	A-1 袋なし	A-2 袋あり	A-3 袋なし
B アスベスト含有量	B-1 1%	B-2 5%	B-3 10%
C アスベストの種類	C-1 クリソタイル	C-2 クロシドライト	C-3 トレモライト
D 雰囲気	D-1 空気一定量	D-2 密閉雰囲気	D-3 蒸気一定量
E 建材の厚み	E-1 5cm	E-2 10cm	E-3 5cm
F 建材の大きさ	F-1 10cm角	F-2 20cm角	F-3 10cm角
G 保持温度	G-1 950℃	G-2 1000℃	G-3 1050℃
H 保持時間	H-1 5分	H-2 30分	H-3 60分
R 試料採取位置	R-1 上側	R-2 中央	R-3 下側

2. 実験方法

1) 実験装置

参考文献 1)の「実験装置」に示す。

2) 実験試料

因子として表-1.に示すように、「荷姿」から「試料採取位置」まで 9 種類選択し、それぞれに水準を 3 個設定したが、水準を 3 個設定できない（例えば、荷姿）ものは、実質 2 水準となった。以上を用いて実験計画法により L₂₇ で割り付け、表-2.に示す 27 条件を設定した。

アスベストは、一般的なクリソタイル、処理の容易なクロシドライト、脱結晶水温度の高いトレモライトを用いた。他の 3 種のアスベストも温度 1050℃以下で無害化できることがわかっている¹⁾ので、温度は 1050℃までとした。保持時間は 5 分～60 分とした。雰囲気は、空気だけの開放状態、蓋を密閉して建材からの過熱蒸気だけの雰囲気、外部からの過熱蒸気を投入する、の 3 条件とした。700℃以上で建材から脱水し、それが蒸気となり過熱蒸気となるが、密閉された半円筒加熱炉を十分満たすことのできる蒸気量である。

【水準の説明】

①**雰囲気**：加熱炉の蓋を開けて脱水した水分が空中に蒸発する「空気一定量」、脱水した水分を加熱炉に閉じ込めて過熱蒸気とする「密閉雰囲気」、外部からも一定量の過熱蒸気を送り込む「蒸気一定量」の 3 水準とした。

②**保持温度**：本実験での保持温度は、すべて非石綿化可能な温度とした。これまでの実験では 900℃以上で非石綿化できることがわかっている。そのため、950℃、1000℃、1050℃の 3 水準とした。

③**保持時間**：これまでの実験で建材内部の温度が 900℃に達した時点で無害化できていることがわかっている。そのため実質 5 分で保持時間は十分だが、保持時間による効果の確認のため 60 分まで設定した。

3) 試料作製方法

キーワード アスベスト、過熱蒸気、非石綿化、クリソタイル、フォールステライト

連絡先 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4054 西松建設（株） 技術研究所 TEL046-285-7101

表-2.実験番号と残存繊維数

実験 No.	保持温 度(℃)	保持時 間(分)	厚さ (cm)	幅 (cm)	雰 囲 気	ア ス ベ ス ト 濃 度	袋	試料 位置	繊維本 数(本)
1	950	5	5	10	空気	クリソ	1 袋無	上	0
2					密閉	クロシ	5 袋有	中	0
3					蒸気	トレモ	10 袋無	下	10
4	950	30	10	20	空気	クロシ	10 袋無	下	0
5					密閉	トレモ	1 袋無	上	1
6					蒸気	クリソ	5 袋有	中	1
7	950	60	5	10	空気	トレモ	5 袋有	中	2
8					密閉	クリソ	10 袋無	下	0
9					蒸気	クロシ	1 袋有	上	0
10	1000	5	10	10	空気	クリソ	1 袋有	下	8
11					密閉	クロシ	5 袋無	上	0
12					蒸気	トレモ	10 袋無	中	0
13	1000	30	5	10	空気	クロシ	10 袋無	中	0
14					密閉	トレモ	1 袋有	下	0
15					蒸気	クリソ	5 袋無	上	0
16	1000	60	5	20	空気	トレモ	5 袋無	上	0
17					密閉	クリソ	10 袋無	中	1
18					蒸気	クロシ	1 袋有	下	0
19	1050	5	5	20	空気	クリソ	1 袋無	中	1
20					密閉	クロシ	5 袋無	下	0
21					蒸気	トレモ	10 袋有	上	2
22	1050	30	5	10	空気	クロシ	10 袋有	上	0
23					密閉	トレモ	1 袋無	中	0
24					蒸気	クリソ	5 袋無	下	0
25	1050	60	10	10	空気	トレモ	5 袋無	下	0
26					密閉	クリソ	10 袋有	上	0
27					蒸気	クロシ	1 袋無	中	0

実験条件を統一するため3種類とも所定量のアスベストをセメントと混合し、図-1.に示す容器に入れて作成した。養生期間は3日間で、養生後、100mm角あるいは200mm角のアスベスト含有建材の中央をくりぬいてセットした。この建材は、各試料束(5cm または 10cm)の中央に挟み込んだ。各試料は厚さ5cmで建材9枚、厚さ10cmで18枚になる。建材の温度は熱電対で建材の中央の温度を計測した。

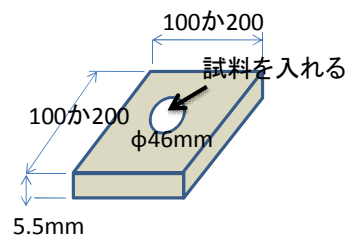


図-1. 試料作製方法

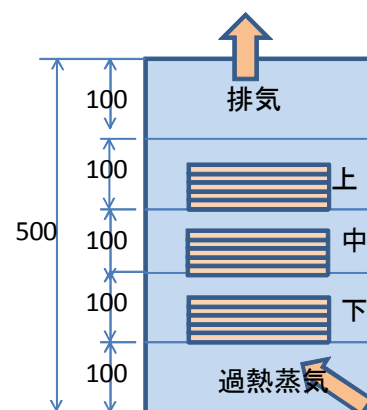


図-3. 加熱炉と試料位置

4) 分析方法

JIS A 1481 (2008) においては、X線回折と分散顕微鏡による観察の両方で非石綿化を確認する必要がある、今回の実験結果の評価は、非石綿化処理における「相対的」な評価なので主として分散位相差顕微鏡の結果で判断した。

3. 分析結果の評価

表-2. に分散位相差顕微鏡の観察から求めた繊維の本数をまとめた。全実験ケースで残存繊維数が4本以上の結果は、実験 No.3 と No.10 であった。No.3 は温度が低いのが原因であるし、No.10 は「空気」条件下が原因と考えられる。

紙面の都合から以下、トレモナイトを中心に述べる。図-3. でわかるように、トレモナイトの脱結晶水温度は1040℃であるが、950℃、30分の条件下では過熱蒸気雰囲気下であっても非石綿化はできなかった。1000℃でも非石綿化可能であることがわかる。図-3.、図-4.によると、温度1050℃以上(保持時間は5分以上)か1000℃以上、保持時間30分以上であれば非石綿化は可能である。図-5.によると試料の厚さは影響は少ないが、5分では厚さ10cmは非石綿化できていない。処理時間30分以上だと非石綿化できていた。試料の大きさを10cm角から20cm角に大きくしても、非石綿化にほとんど影響がなかった。カウントした繊維は、直径0.5μ以上、アスペクト比3以上、同時に長さ3.0μ以上のものである。

4. 参考文献

- 1) 稲葉 力、石渡寛之、百代淳一、高浪哲郎：「過熱蒸気を用いてアスベスト含有建材を非石綿化できる境界温度に関する実験」平成21年度全国大会 第64回年次学術講演会概要集(投稿中)、2009.09
- 2) 石渡寛之、稲葉 力、百代淳一、高浪哲郎：「過熱蒸気を用いたアスベスト6種類の非石綿化実験」平成21年度全国大会 第64回年次学術講演会概要集(投稿中)、2009.09
- 3) 大原 直、稲葉 力、金澤正澄、高浪哲郎、前 尚樹：「過熱蒸気を用いたアスベスト無害化技術の開発」、第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp960-962、2007.11
- 4) 稲葉 力、石渡寛之、百代淳一、高浪哲郎、前 尚樹、三浦勇雄、半田雅俊：「過熱蒸気を用いたアスベスト無害化技術の開発」、第19回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp839-841、2008.11

処理時間と処理温度
(トレモナイト、蒸気雰囲気)

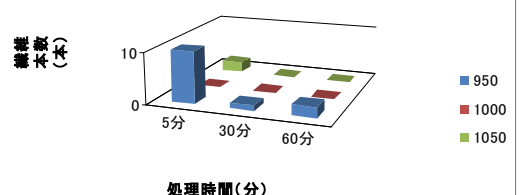


図-3. 処理時間と処理温度 (トレモナイト、蒸気)

密閉雰囲気
(トレモナイト)

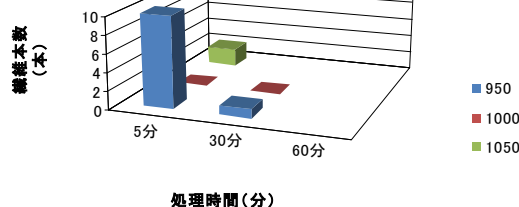


図-4. 密閉条件と処理温度 (トレモナイト)

厚さと面積の影響
(処理時間30分)

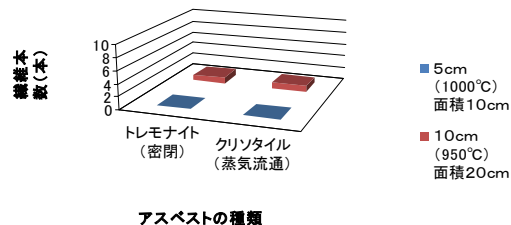


図-5. 建材の厚さと処理時間