

調湿建材について

瀬戸口 健 Setoguchi Takeshi
(太平洋マテリアル株式会社)



電子顕微鏡 トバモライト系 3500倍



電子顕微鏡 トバモライト系 10000倍



電子顕微鏡 ソノライト系 3500倍



電子顕微鏡 ソノライト系 10000倍

近年の文化施設(収蔵部分)における必要性の高い建材のひとつに調湿建材が挙げられます。調湿建材の主な役割は、空調設備の補助的調湿は当然ながら、もうひとつは内壁構成です。従来は全ての内装材料を天然木材主体で構成していましたが、最近は仕様・品質管理によるコスト増加に伴い、工業製品(調湿ケイ酸カルシウム板等)と木材の併用が増加しています。そこで九州国立博物館様にご採用戴いた無機質系調湿材(オーエスライト)を内壁構成の観点から、今回は長期安定性と室内空気汚染について考察しました。

1 長期安定性(経年変化)

建築内装材に使用される繊維強化ケイ酸カルシウム板は、オートクレーブ養生により生成したケイ酸カルシウム水和物を主成分としています。その組成によりトバモライト系とソノライト系に大別されます。オーエスライトはトバモライト系ケイ酸カルシウム板に属します。

ケイ酸カルシウム板は無機質材料であり、木材と比較した場合、「不燃性である」「寸法安定性が高い」「シロアリ等の害虫を寄せ付けない」といった特徴があります。

長期の使用においては、主要構成物がケイ酸カルシウム水和物であるため、空気中の炭酸ガスによる炭酸化の影響が考えられます。文献等によるとケイ酸カルシウム板を強制的に炭酸化させた場合、最終的にはケイ酸カルシウム水和物が非結晶のシリカと炭酸カルシウム(カルサイト及びバテライト)に分解するとされています。

一般に炭酸化が進むと材料の比重が大きくなり、若干の体積収縮と強度低下が起きるとされていますが、もともと強度の高いトバモライト系の材料では、ソノライト系の材料よりも影響が少ないと考えられています。(表-1参照)

また炭酸化が進むことで生成する非結晶のシリカ(いわゆるシリカゲル)は水分を吸着しやすいため、調湿剤として使われる場合に吸湿性能が向上する傾向を示すことになります。

■ かさ比重、曲げ強度及び組成(強制炭酸化による物性変化の実験例) [表-1]

		かさ比重	曲げ強度 N/mm ²	X線回折による組成
Tobermorite系	炭酸化前	0.65	3.92	Tobermorite, (C-S-H), α-Quartz
	炭酸化後	0.78	2.97	Calcite, Vaterite, α-Quartz
Xonotlite系	炭酸化前	0.32	1.84	Xonotlite
	炭酸化後	0.45	1.10	Calcite, Vaterite

□ 強制炭酸化の条件: 炭酸ガス濃度 10% 温度 20℃ 相対湿度 90% □ スレート協会 技術論文集 第36集 P35より

■ オーエスライト物性

試験項目	単位	物性値	試験方法
曲げ強度	N/mm ²	8	JIS A 1408
曲げ弾性係数	N/mm ²	1,800	JIS A 1408
圧縮強度	N/mm ²	15	JIS Z 2101
木ネジ保持力	N	570 (L=16, φ2.7)	JIS A 5908
釘引抜抵抗値	N/mm ²	19 (L=45, φ2.5)	JIS Z 2101

炭酸化は高温・多湿の環境下で炭酸ガス濃度が高いほど早く進行します。しかしながら、内装材としての使用環境はこれらの項目には当てはまらず、また使用する材料も十分な厚さを有することから、オーエスライトは通常の使用において内部まで完全に炭酸化が進むことは考え難いものといえます。

以上より、炭酸化による長期安定性への影響は材料の信頼性を損なうまでの強度低下の危険性は無く、内装材として使用される限りオーエスライトは十分な耐久性を持つ安定した材料といえます。

2 室内空気汚染について

オーエスライトが内装材に素地仕上げまたは杉板目透かし貼り下地等に採用されるケースを想定し、以下の試験を実施しました。

但し文化財への影響についての相関性は別として厚生労働省の室内濃度指針値を適用しています。

件名	オーエスライトの化学物質放散速度測定
試料名	オーエスライト 1検体
結果	ご依頼のサンプルの測定分析結果は、いずれの項目も「室内空気汚染に係るガイドライン」による厚生労働省の室内濃度指針値を下回る結果であった。

【試験方法】

試験は、JIS A 1901:2003 [小形チャンバー法—建築材料の揮発性有機化合物(VOC)、ホルムアルデヒド他カルボニル化合物放散測定方法]に従い、小形チャンバーADPAC—SYSTEM (20リットル)を使用して行なった。

【捕集及び分析条件】

20リットル小形チャンバーは湿度28±1℃の恒温槽内に設置し、空気清浄装置を通過した清浄空気を相対湿度50±5%に調湿した後に一定の換気量にて換気を行なった。

分析試料の捕集は、チャンバー内空気を捕集管に通気させて行なった。捕集時期は試験体をチャンバー内に設置してから、24時間換気後と試験体を設置する前の計2回とした。ADPAC—SYSTEMの概要を図-1に、運転条件を表-2に、捕集条件を表-3に各々示す。

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの分析には高速液体クロマトグラフ(HPLC)を用い、VOC7物質及びTVOCの分析には加熱脱着装置、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)を用いた。

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの分析条件を表-4に、VOC7物質及びTVOCの分析条件を表-5、表-6に各々示す。

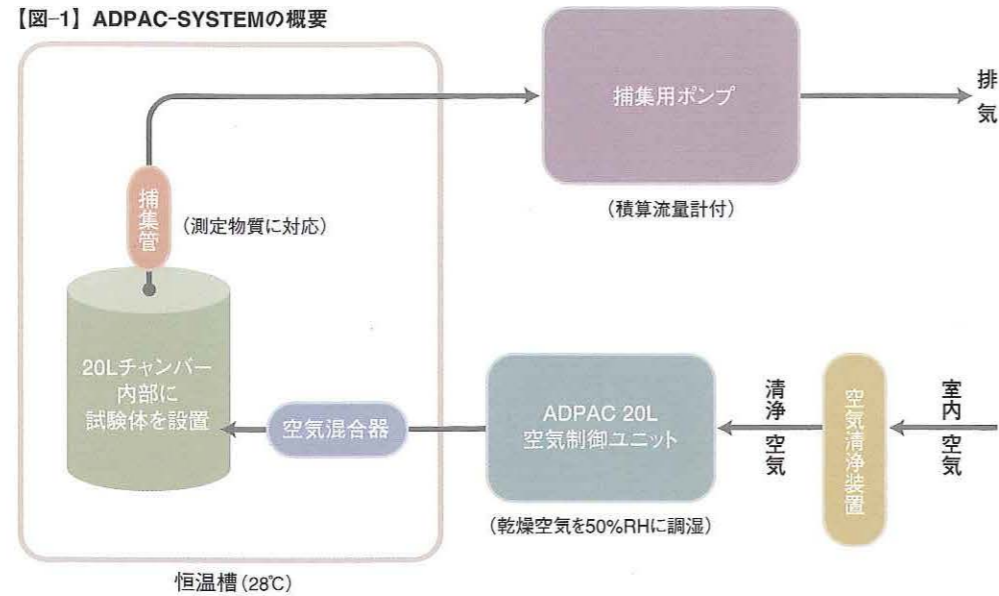
JIS A 1901 [チャンバー法—建築材料の揮発性有機化合物(VOC)、ホルムアルデヒド他カルボニル化合物放散測定方法]



Humidity Control

調湿建材について

【図-1】 ADPAC-SYSTEMの概要



【表-2】 チャンバー運転条件

温度	28±1℃
湿度	50±5%
換気回数 n	0.5回/h
試料負荷率 L	1.095m ³ /m ³
内容積	20L

【表-3】 捕集条件

測定対象	捕集管	流速 (l/min)	捕集量 (l)	採取時間 (min)
ホルムアルデヒド アセトアルデヒド	Sep-Pak DNPH Short (waters製)	0.167	10	60
VOC (7物質) TVOC	Tenax-TAを充填した 捕集管	0.167	1	6

【表-4】 ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド分析条件 (HPLC)

使用機器	島津製作所製 LC-10Avp型
カラム	Inertsil ODS-3 250mm×4.6mmφ
移動相	H ₂ O:CH ₃ CN=55:45
カラム流量	1.0ml/min
検出器	フォトダイオードアレイ (363nm)

【表-5】 VOC分析条件 (加熱脱着装置)

捕集管の条件		トラップ管の条件	
脱着温度	230℃	トラップ温度	27℃
脱着流量	50ml/min	脱着温度	300℃
脱着時間	10min	脱着時間	10min
入口スプリット流量	3ml/min	出口スプリット流量	9ml/min

注) 加熱脱着装置にはPerkinElmerATD400を使用した。

【表-6】 VOC分析条件 (GC/MS)

ガスクロマトグラフ	PerkinElmer AutosystemXL
分離カラム	Supelco SPB-1 60m×0.32, FT3μm
カラム温度	40℃ (5min) →10℃/min→200℃ (10min)
キャリアガス	He (10psi)
質量分析計	PerkinElmer TarboMass
イオン化法	EI
イオン化電流	70eV
イオン源温度	200℃
測定モード	FISI法

■ 試験結果

物質名	チャンバー内濃度 (μg/m ³)				
	オーエスライト 1日経過後 Ct	バックグラウンド	定量下限値	室内濃度指針値	
ホルムアルデヒド	3	<1	1	100	
アセトアルデヒド	33	<1	1	48	
VOC	トルエン	1	<1	1	260
	キシレン	1	<1	1	870
	p-ジクロロベンゼン	<1	<1	1	240
	エチルベンゼン	<1	<1	1	3800
	スチレン	<1	<1	1	220
	テトラデカン	<1	<1	1	330
	ノナナール	<1	<1	1	41
TVOC	77	31	1	400	

■ 放散速度の算出

物質名	放散速度 (μg/m ² ・h)	
	オーエスライト 1日経過後	定量下限値
ホルムアルデヒド	1.3	0.5
アセトアルデヒド	15	0.5
VOC	トルエン	0.5
	キシレン	0.5
	p-ジクロロベンゼン	<0.5
	エチルベンゼン	<0.5
	スチレン	<0.5
	テトラデカン	<0.5
	ノナナール	<0.5
TVOC	36	0.5

放散速度は次式を用いて算出した。
 $EF = n \cdot Ct / L$ ここに EF: 放散速度 (μg/m²h)
 n: 換気回数 (回/h)
 L: 試料負荷率 (m³/m³)
 Ct: 経過時間tにおけるチャンバー内の化学物質濃度 (μg/m³)

以上の結果より、オーエスライトについてはVOC等の放散は指針値以下を示しましたので、建材としては安心して使用出来るものと考えます。オーエスライトは、パルプ以外を無機質材料のみで合成していることが大きな要因と思われます。