

窓枠用塩化ビニル樹脂のための各種促進耐候性試験方法の比較

正会員 ○内田 陽一^{1*} 同 野口 貴文^{2**} 同 澤 大幹^{3***}
 同 高村 正彦^{1*}

塩化ビニル樹脂 メタルハイドランプ キセノンアークランプ
 カーボンアークランプ 色差

1. はじめに

塩化ビニル樹脂を始めとする高分子材料は断熱性に優れるなど利点が多く、窓枠への応用が期待されている。一方で熱や紫外線を受けた場合の耐久性が課題となっており、塩化ビニル樹脂製の窓枠が普及するためには耐久性を定量的に把握する必要がある。一般に塩化ビニル樹脂の耐久性は促進耐候性試験によって評価されるが、カーボンアークランプ光源やキセノンアークランプ光源を用いた既存の試験では時間が長くかかるため、製品開発の観点から迅速な促進耐候性試験法が求められている。

そこで本研究では、太陽光の 20~30 倍の紫外線を放射し、他の試験よりも劣化促進性が見込まれるメタルハイドランプ光源を用いた促進耐候性試験を行い、既存の試験との比較評価を行って、その促進耐候性試験としての適否を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

2.1 概要

本研究では 3 種の異なる光源を用いた促進耐候性試験を実施し、色差測定と光沢度測定によって 3 種の促進耐候性試験の関係性について検討を行った。

2.2 試験体

本試験で用いる試験体は、樹脂窓に用いる塩化ビニル樹脂の型材から作製したものである。成分としては塩化ビニル樹脂を基本とし、安定剤の異なる 2 種類の試験体 (Ca/Zn 系試験体、Pb 系試験体) を用意した。試験体の配合を表 1 に示す。

2.3 試験・測定方法

2.3.1 促進耐候性試験

促進耐候性試験として、メタルハイドランプ式耐候性試験 (以下、メタルハイド試験)、カーボンアークランプ式促進耐候性試験 (以下、カーボンアーク試験) およびキセノンアークランプ式促進耐候性試験 (キセノンアーク試験) を実施した。メタルハイド試験においては、試験体は固定台を 4 区画に分割し、72 (h)ごとに上下左右をローテーションして照射のむらによる影響を抑制した。試験概要を表 2 に示す。一方、カーボンアーク試験は、JIS A 1415 WS-A に従って 5760 (h)まで実施した。また、キセノンアーク試験は、JIS A 1415 WX-A に従って 4320 (h)まで実施した。

表 1 試験体配合 (重量部)

素材	成分	Ca/Zn 系	Pb 系
		phr	
PVC	重合度 1000	100	100
安定剤	Ca/Zn	4	
	Pb		4
強化剤	アクリル系強化剤	5	5
滑剤	ポリエチレンワックス 200	0.15	0.15
	エステル系内部滑剤	0.1	0.1
加工助剤	アクリル系加工助剤	1	1
充填剤	炭酸カルシウム	5	5
顔料	酸化チタン	7	7

表 2 メタルハイド式促進耐候性試験条件

光源	メタルハイドランプ
光学特性波長	300-400nm
紫外線放射照度	105±5mW/cm ² (JIS C 1613)
ブラックパネル温度	50±3℃
暴露サイクル	<ul style="list-style-type: none"> 照射時間: 4h 槽内相対湿度: 70±5% 結露時間: 4h (照射無) 槽内相対湿度: 90%以上 水噴霧: 結露前後 各 30s
促進劣化試験時間	0~576h

2.3.2 色差測定

表面色は、分光測色計 (測定波長範囲: 400 nm~700 nm、測定波長間隔: 10nm、測定用光源: パルスキセノンランプ) を用いて測定した。測色条件は、光源を D65、視野角を 2°、SCE 方式 (正反射は除去して拡散反射成分のみ測定)、測色部の形状は直径 8mm の円形とした。

2.3.3 光沢度測定

光沢度は JIS Z 8741 に基づき、グロスメーター (測定孔径: 4mm、光源: 白色 LED、受光素子: シリコン光電池とフィルタの組合せ) を用いて測定した。測定角度は 60° とし、測定結果は光沢保持率として示した。

3. 結果・考察

3.1 配合が試験結果に与える影響

促進劣化試験における色差 (ΔE^*) の測定結果を図 1 に示す。色差に関しては、メタルハイド試験とカーボンアーク試験では、全体的に Ca/Zn 系試験体と Pb 系試験体との傾向は一致していた。キセノンアーク試験では、試験時間が長くなるにつれて Pb 系試験体の値がより大きく

なる傾向が見られた。Pb 系試験体の ΔE^* の増加は主に Δb^* の増加によるものであった。これは試験体表面にポリエンが形成したことにより、黄色みが強く (Δb^* がプラスに) なったものと考えられる¹⁾。

3.2 促進耐候性試験の比較

次に、各試験を比較するため、文献²⁾のエネルギー量から求めた積算照射エネルギーと ΔE^* の関係を図2に、光沢保持率との関係を図3に示す。凡例は共通とする。

Ca/Zn 系試験体に関して、 ΔE^* は、メタルハライド試験の場合と他の2試験の場合とでは温度・結露等の条件が異なるものの、積算照射エネルギーに対する変化が概ね一致した。Ca/Zn 系試験体の ΔE^* は平均放射照度に比例して変化が進んでいるとみることができる。つまりメタルハライド試験では、キセノンアーク試験の約 8.8 倍、カーボンアーク試験の約 6.7 倍の早さで ΔE^* の変化が進んでいる。一方光沢保持率に関しては、カーボンアーク試験の場合には、他の試験よりも早く、試験時間 2880 (h)程度で光沢度がかかなり小さくなり、以降は同程度の値で推移した。

Pb 系試験体に関して、 ΔE^* は、メタルハライド試験では試験全体を通して他の2試験より低い値となった。キセノンアーク試験では途中経過ではあるものの他の2試験より値が高く出る傾向が見られた。Ca/Zn 系試験体と同様にカーボンアーク試験では光沢保持率の低下が早くなった。

4. 結論

以上の議論より、以下の結論が得られる。

- ① メタルハライド試験では、今回用いた Ca/Zn 系試験体と Pb 系試験体では近い劣化挙動を示した。
- ② 3 試験を積算照射エネルギーで比較した場合、劣化挙動が一致するかどうかは配合によって異なった。
- ③ 積算照射エネルギーで比較すると、Ca/Zn 系試験体の色差に関しては、メタルハライド試験と他の2試験とは相関が取れており、メタルハライド試験では、キセノンアーク試験の約 8.8 倍、カーボンアーク試験の約 6.7 倍の速さで色差が変化している。
- ④ 積算照射エネルギーで比較すると、今回の条件ではメタルハライド試験における光沢保持率は、キセノンアーク試験の場合と同程度であったが、カーボンアーク試験の場合よりも高い値を示した。

【謝辞】

本研究の実施に際し、石橋亮様、高田遼様 (YKK AP 株式会社)、森一郎様 (岩崎電気株式会社)、大塚健太様 (スガ試験機株式会社)、安江良成様 (ダイブラ・ウィンテス株式会社) のご協力を得た。記して謝意を表す。

(参考文献)

- 1) 澤大幹ら、窓枠用塩化ビニル樹脂の促進耐候性試験条件に関する検討、日本建築工学会 2019 年 10 月
- 2) 社団法人日本塗料工業会、各種耐候性試験機の調査研究、2003 年

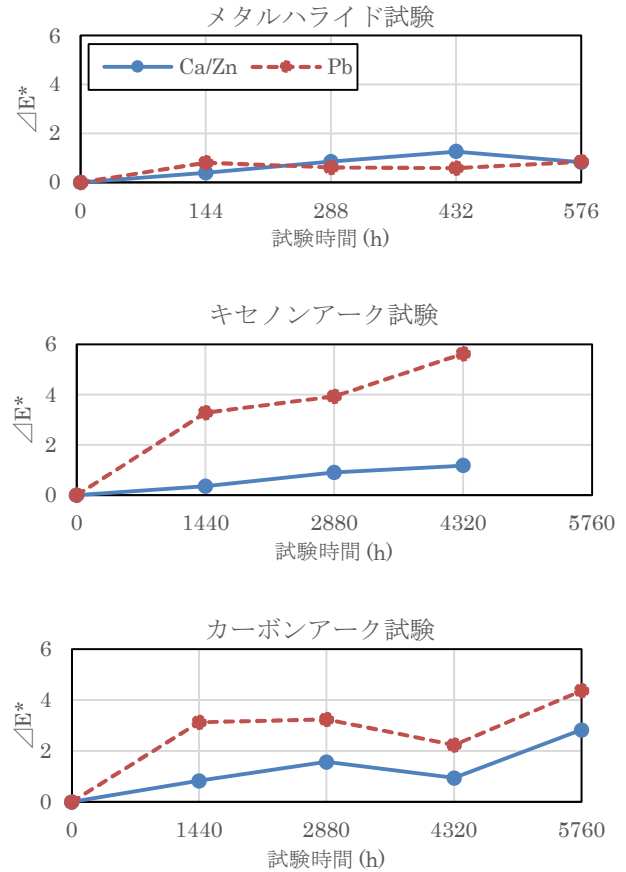


図1 各試験の色差

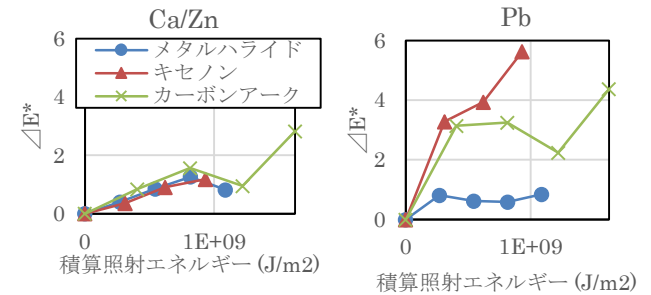


図2 各試験の積算照射エネルギーと色差の関係

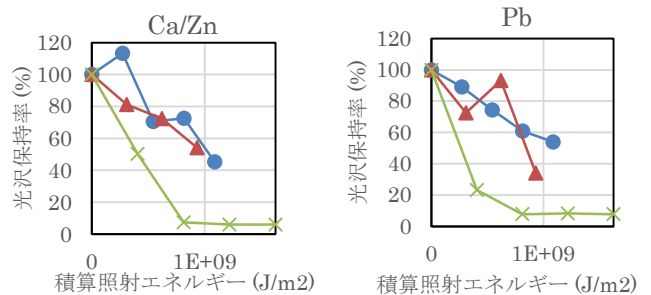


図3 各試験の積算照射エネルギーと光沢保持率の関係

1*塩ビ工業・環境協会

2**東京大学 教授・博士 (工)

3***東京大学 工学系研究科 建築学専攻

1*Vinyl Environmental Council

2**Prof., the University of Tokyo, Dr .Eng.

3*** Graduate Student, the University of Tokyo