

## 論文要旨 (課程博士)

(和文)

東京工芸大学

学籍番号	2184201	氏名	高橋 愛枝
論文題目	建築物における外装材料の経年劣化の評価に関する研究		
(2000字程度)			
<p>建築物を長寿命化する要素の一つとして、使用する建築材料の耐久性向上が求められる。そのうち、外装材料は屋外環境から建築物を保護するため、建築物の長寿命化として重要な役割を果たす。そのため、近年、建築物の長期使用が推進される中、外装材料の長寿命化やメンテナンスの重要度が増している。しかしながら、外装材料の種類は膨大であることや近年新しい材料の採用が増加しているが、経年劣化の評価に関する研究は十分ではない。</p> <p>過去 20 年程度に遡り、外装材料に関する代表的な研究開発キーワードを挙げると、「環境配慮」「高品質」などが挙げられる。また、設計側のニーズという観点から、「建築物の高層化・大型化」に対応した研究なども進められている。環境配慮の観点では、カーボンニュートラルなどとも絡めた外装用木材の利用などが進んでいる。また、塗装技術の分野では環境と人体への影響に配慮し、従来の有機溶剤を含んだ塗料を水系塗料に置き換える流れが進んでいる。高品質化の観点では、剥落が問題となっている外壁タイルの分野で、従来から張り付けに使ってきたモルタルを、変形追従性に優れた有機系接着剤に置き換える流れが進んでいる。また、建築物の高層化・大型化の観点では、従来よりも強い紫外線などに晒される高層建築において、他の外装材よりも耐久性が低いと考えられているシーリング材の経年劣化を抑制するような研究も進めていく必要が生じている。</p> <p>そこで、現在の建築物で多用されている塗装された木材、塗装されたコンクリート、タイル仕上げ、およびそれらと併用されることの多いシーリング材の経年劣化の進行とその評価に関する研究を行うこととした。各材料で本論が目的とする経年劣化を、促進試験で予測するための手法を考案し検証するとともに、屋外暴露試験などで実際の経年劣化を検証し、それらの結果から、実際の経年劣化の予測を試みることにした。</p> <p>木材表面で目やせや割れが進行していく過程および各種塗装による目やせと割れの抑制効果について、促進耐候性試験および屋外暴露試験において検証を行った。今回の実験範囲の結果、以下の知見を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 提案した促進試験方法によって、目やせと割れの深さの進行過程は、経年に伴って直線的に増大する傾向を示した。この傾向は屋外暴露試験でも確認された。</li> <li>2) 提案した促進試験方法によって、木材保護塗料の目やせと割れに対する抑制効果は造膜形、半造膜形、含浸形の順に小さくなることを示した。この傾向は屋外暴露試験でも確認された。ただし、造膜形塗料では木材の木目を活かさないという課題がある。</li> <li>3) 提案した促進試験方法によって、屋外での木材の目やせと割れの深さは概ね同等または安全側に推測できることを示した。</li> <li>4) 2)の検討で造膜形よりも劣っていた半造膜形塗料に無機材料を混合することで、木材の木目を活かし、かつ耐久性に優れた塗料を作製できることを示した。</li> </ol> <p>鉄筋コンクリート構造物において水系の仕上げ材を施した場合の中性化抑制効果を明らかにするため、促進中性化試験および屋外暴露試験を実施し、その有効性の検証を行った。今回の実験範囲の結果、以下の知見を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 提案した促進試験方法によって、水系の仕上げ材であっても、十分な中性化抑制効果があることを示した。この傾向は屋外暴露試験でも確認された。</li> <li>2) 提案した促進試験方法によって、促進試験から屋外での中性化深さを概ね推測できることを示した。</li> </ol>			

学籍番号	2184201	氏名	高橋 愛枝
論文要旨（2000字）その2			
<p>有機系接着剤による外壁タイル張り工法の耐久性を明らかにするため、促進劣化試験(温冷繰返し試験)および屋外暴露試験を実施し、耐久性能の検証を行った。今回の実験範囲の結果、以下の知見を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 提案した促進試験方法によって、常温下では見られなかった有機系接着剤の劣化性状が確認できることを示した。</li><li>2) 1) で劣化の確認された有機系接着剤は、屋外暴露試験でも良好な結果を得ることはできなかった。</li><li>3) 促進試験と屋外暴露試験ともに、有機系接着剤の経年劣化の傾向として、界面による破断が増加することや、破壊時エネルギーが小さくなることが確認された。したがって、促進試験によって屋外暴露試験で生じる劣化を捉えることができることを示唆していると考えられる。</li></ol> <p>超高層建築物におけるシーリング材の経年劣化を明らかにするため、促進耐候性試験および実際の超高層建築物の調査を実施し、経年劣化の検証を行った。今回の実験範囲の結果、以下の知見を得た。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 提案した促進試験方法によって、シーリング材の経年による伸び率は促進試験時間によって概ね直線的に低下することを示した。</li><li>2) 実際の超高層建築物の調査結果から、懸念されていた建築物高層階でのシーリング材の極端な劣化は見られず、シーリング材の劣化は主に経年劣化の影響をもとに予測すればよいことを示した。</li><li>3) 促進試験から超高層建築におけるシーリング材の劣化進行を安全側に評価できるものの、予測するにはさらなるデータの蓄積が必要であった。</li></ol> <p>以上の結果より、本論では建築物における外装材料の経年劣化の評価に関する研究として、現在の建築物で多用されている塗装された木材、塗装されたコンクリート、タイル仕上げ、およびそれらと併用されることの多いシーリング材の経年劣化を、促進試験で予測するための手法を考案し検証するとともに、屋外暴露試験や建築物で実際の経年劣化を検証し、それらの結果から経年劣化の予測を行い、本論の範囲内において各外装材料の経年劣化を明確にした。</p>			

論 文 要 旨 (課程博士)  
( 欧 文 )

東京工芸大学

学籍番号	2184201	氏 名	高橋 愛枝
論文題目	建築物における外装材料の経年劣化の評価に関する研究		

(300語程度)

In recent years, with the promotion of long-term use of buildings, the importance of prolonging the life and maintaining of exterior materials them is increasing. However, there are many types of exterior materials and the use of new materials is increasing in recent years, so research on the evaluation of aging deterioration is not sufficient.

Therefore, I conducted study on the progression and evaluation of deterioration of painted wood, painted concrete, tile finishing, and sealing materials, which are widely used in modern buildings. We devised and verified a method for predicting aging deterioration of each material through accelerated tests, verified actual aging deterioration through outdoor exposure tests, etc., and tried to predict the actual aging deterioration based on these results.

For wood materials, the progress of surface erosion and checks and the suppression effect of surface erosion and checks by various coatings were verified by accelerated weathering tests and outdoor exposure tests.

For painted concrete, in order to clarify the carbonation suppression effect of water-based finishing materials on reinforced concrete structures, accelerated carbonation tests and outdoor exposure tests were conducted to verify the effectiveness.

For tile finishing, in order to clarify the durability of the exterior wall tiling method using organic adhesives, accelerated deterioration tests (heat and cool cycling test) and outdoor exposure tests were conducted to verify the durability performance

For sealing material, in order to clarify the aging deterioration of sealing materials in high-rise buildings, accelerated weather tests and surveys of actual high-rise buildings were conducted to verify aging deterioration.

Based on the above results, I devised and verified a prediction method using accelerated tests, verified aging deterioration using outdoor exposure tests and actual buildings, and predicted aging deterioration based on these results. Within the scope of this paper, the aged deterioration of each exterior material was clarified.

指導教授 氏名 陣内 浩



## 学位論文に含まれる文献一覧


(学籍番号 2184201)

申請者氏名

高橋 愛枝

本論文に含まれる自著（共著を含む）文献の題名	発表者名（全員）	公表の方法	公表の時期
(査読付き論文)			
1) 10年以上経過した超高層建物のシーリング材の劣化評価法の検討	高橋愛枝、永井香織、市原英樹、安伸二	日本建築学会 技術報告集	2021.10
2) 外装用木材の光劣化による目やせと割れに関する基礎的研究	高橋愛枝、陣内浩、永井香織、松井勇	日本建築学会 構造系論文集	2021.7
3) 水系仕上げ材によるコンクリートの中酸化抑制効果に関する基礎的研究	高橋愛枝、陣内浩、久保田浩、並木哲、黒岩秀介	日本建築学会 技術報告集	2022.6
4) 無機物を混合した塗料による外装用木材の耐久性向上に関する基礎的研究	高橋愛枝、陣内浩、松尾浩樹	日本建築学会 技術報告集	2022.10
5) 外装用木材の屋外暴露による目やせと割れに関する基礎的研究	高橋愛枝、陣内浩、黒岩秀介、永井香織、松井勇	日本建築学会 構造系論文集	2023.2
6) 有機系接着剤による外壁タイル張り工法の耐久性に関する基礎的研究	高橋愛枝、陣内浩、久保田浩、黒岩秀介	日本建築学会 技術報告集	2023.10
(塗装工学誌（簡易な査読有）)			
1) 塗装材によるコンクリートの中酸化抑制効果	高橋愛枝、久保田浩、並木哲	塗装工学	2017.2
2) 外装木材用高耐久塗料の開発	高橋愛枝、新藤竹文、松尾浩樹	〃	2021.12
3) 水系仕上げ材によるコンクリートの中酸化抑制効果に関する検討	高橋愛枝、久保田浩、並木哲、黒岩秀介、陣内浩	〃	2023.5
(その他)			
◆ 3章 木材の耐久性関連			
1) 外装使用における国産木材の樹種別劣化傾向の評価（その1 促進耐候性試験）	高橋愛枝、久保田浩、若山恵英、松尾浩樹	日本建築学会 大会学術講演 梗概集	2018.7
2) 外装使用における国産木材の樹種別劣化傾向の評価（その2 屋外暴露試験）	高橋愛枝、久保田浩、松尾浩樹	〃	2021.7
3) 高耐久外装用木材塗料の開発（その1 促進耐候性試験）	高橋愛枝、新藤竹文、若山恵英、松尾浩樹、佐藤育正、大山潤哉	〃	2019.7
4) 高耐久外装用木材塗料の開発（その2 劣化面を再塗装した場合の再劣化の評価）	城本政一、高橋愛枝、新藤竹文、松尾浩樹、佐藤育正、大山潤哉	〃	2021.7
5) 高耐久外装用木材塗料の開発（その3 実環境暴露試験による耐久性の評価）	熊坂理紗、高橋愛枝、新藤竹文、松尾浩樹、佐藤育正、大山潤哉	〃	2021.7
6) 高耐久外装用木材塗料の開発（その4 2年間の実環境暴露試験結果による耐久性の評価）	熊坂理紗、高橋愛枝、新藤竹文、松尾浩樹、佐藤育正、大山潤哉	〃	2022.7
※2 ページ目に続く			

本論文に含まれる自著（共著を含む）文献の題名	発表者名（全員）	公表の方法	公表の時期
<p>※1 ページ目の続き</p> <p>◆ 4章 コンクリートの耐久性関連</p> <p>1) 塗装材によるコンクリートの中酸化抑制効果に関する検討（その1 促進中酸化試験）</p> <p>2) 塗装材によるコンクリートの中酸化抑制効果に関する検討（その2 炭酸ガス透過度および屋外暴露試験結果）</p> <p>3) 塗装材によるコンクリートの中酸化抑制効果に関する検討（その3 屋外暴露10年の結果）</p> <p>4) 塗装材によるコンクリートの中酸化抑制効果に関する検討（その4 屋外暴露15年の結果）</p> <p>◆ 5章 タイルの耐久性関連</p> <p>1) 有機系接着剤による外壁タイル張り工法の耐久性に関する評価（その1 温冷繰返し試験）</p> <p>2) 有機系接着剤による外壁タイル張り工法の耐久性に関する評価（その2 屋外暴露試験）</p> <p>3) 有機系接着剤による外壁タイル張り工法の耐久性に関する評価（その3 温冷繰返し試験の追加試験）</p> <p>4) 有機系接着剤による外壁タイル張り工法の耐久性に関する評価（その4 屋外暴露5年の結果）</p> <p>5) 有機系接着剤による外壁タイル張り工法の耐久性に関する評価（その5 屋外暴露10年の結果）</p> <p>◆ 6章 シーリング材の耐久性関連</p> <p>1) 10年以上経過した超高層建物のシーリング材の劣化調査（その1 目視による劣化状況）</p> <p>2) 10年以上経過した超高層建物のシーリング材の劣化調査（その2 物性試験による劣化状況）</p> <p>3) 10年以上経過した超高層建物のシーリング材の劣化調査（その3 目視調査による高さ別劣化状況）</p> <p>4) 10年以上経過した超高層建物のシーリング材の劣化調査（その4 物性試験による高さ別劣化状況）</p> <p>5) 10年以上経過した超高層建物のシーリング材の劣化調査（その5 劣化評価方法の検討）</p> <p>6) 10年以上経過した超高層建物のシーリング材の劣化調査（その6 化学分析による劣化評価）</p>	<p>鹿毛俊彦、<u>高橋愛枝</u>、久保田浩</p> <p><u>高橋愛枝</u>、久保田浩、鹿毛俊彦</p> <p><u>高橋愛枝</u>、久保田浩</p> <p><u>高橋愛枝</u>、久保田浩、並木哲、黒岩秀介、陣内浩</p> <p>久保田浩、<u>高橋愛枝</u>、佐々木晴夫、山宮輝夫、川上俊夫、橋爪慶介</p> <p>橋爪慶介、川上俊夫、佐々木晴夫、山宮輝夫、久保田浩、<u>高橋愛枝</u></p> <p>川上俊夫、佐々木晴夫、山宮輝夫、橋爪慶介、久保田浩、<u>高橋愛枝</u></p> <p><u>高橋愛枝</u>、久保田浩、佐々木晴夫、山宮輝夫、川上俊夫、橋爪慶介</p> <p>久保田浩、川上俊夫、<u>高橋愛枝</u></p> <p><u>高橋愛枝</u>、永井香織、市原英樹、山宮輝夫</p> <p>永井香織、<u>高橋愛枝</u>、市原英樹、山宮輝夫</p> <p><u>高橋愛枝</u>、永井香織、市原英樹、山宮輝夫</p> <p>永井香織、<u>高橋愛枝</u>、市原英樹、山宮輝夫</p> <p>安伸二、永井香織、<u>高橋愛枝</u>、市原英樹</p> <p>永井香織、<u>高橋愛枝</u>、市原英樹、安伸二</p>	<p>日本建築学会大会学術講演梗概集</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p> <p>〃</p>	<p>2012.7</p> <p>2012.7</p> <p>2016.7</p> <p>2022.7</p> <p>2011.7</p> <p>2011.7</p> <p>2012.7</p> <p>2014.7</p> <p>2019.7</p> <p>2009.7</p> <p>2009.7</p> <p>2010.7</p> <p>2010.7</p> <p>2010.7</p> <p>2011.7</p>

論文目録（課程博士）				東京工芸大学
報告番号	※甲第 号			
作成年月日	2023年 9月 11日	申請者氏名	高橋 愛枝	
論文題目 建築物における外装材料の経年劣化の評価に関する研究				
公表の方法及び時期（以下のいずれかの番号を○で囲み、必要事項を記入してください。）  (1) 学位取得後1年以内に、インターネットの利用により全文を公表する。  ・公表の時期： 年 月  (2) 学位取得後1年以内に、インターネットの利用により要旨を公表し、東京工芸大学中央図書館において、全文を閲覧に供する。なお、やむを得ない事由が無くなった時には、全文をインターネットの利用により公表する。  ・論文の要旨の公表の時期：2023年 10月  ・論文の全文を公表しない理由（以下のいずれかの番号を○で囲んでください。） ①当該論文が立体形状による表現を含むため ②著作権に係る制約があるため ③個人情報に係る制約があるため ④出版刊行されている（予定されている）ため ⑤学術ジャーナルへ掲載されている（予定されている）ため ⑥特許の申請がある（予定されている）ため				
学位論文に含まれる自著（共著を含む）文献 別紙に記載				
上記論文の公表の方法及び時期については、本学学位規程第32条の規定による公表に該当する旨確認しました。また、インターネットの利用による公表に差支えが無い旨確認しました。  2023年 9月 11日  審査員主査 陣内 浩 				

## 備考

- 公表の方法及び時期については、公表予定の場合も記入すること。
- やむを得ない事由がある場合を除き、公表の方法はインターネットによる全文の公表とする。
- 論文題目が外国語標記の場合は、和訳を（ ）で付記すること