〈 研 究 〉

木造校舎の木製窓枠の腐朽要因[†]

山 本 幸 一^{*}

Decay Factors of Wooden Windowframes in Schoolhouses

Koich Yamamoto^{*}

Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, 305, Japan

The decay factors in wooden windowframes of four schoolhouses, set in about 30 years ago, were examined. Average percentages of decayed volume in the underframes, verticalframes and overframes were 1.51, 0.60 and 0.19%. Some factors influenced on decay of windows were analyzed by a statistical analysis "Quantification 1". Five items of decay factors: aspect of window face, projecting length of eave, wethered slope of underframe, distance between the window face and the crown of garden tree, good or bad at opening and shutting were taken up for the analysis. The criterion variables were percentages of decayed volume. According to the "Quantification 1", one of the most influential decay factors in windowframes was the distance between the window and the garden tree. Contribution ratio of the five decay factors was 48.3%.

To examine the relation among some deteriorative phenomena of wood, the multiple regression anlysis among rating of paint peeling, cracking size, and decayed volume was carried out. High correlation between cracks and decay was recognized. Contribution ratio of cracks to decay was 51.4%.

For preventing wooden windowframe members from decay, it is recomended to have a distance at least 1m away between window face and crown of garden tree, and to prevent surface cracks on wood.

要 旨

木造小学校4校の木製窓枠の腐朽等の劣化実態を調査した。57の窓面について、腐朽要因として、方位、軒・庇の出、下枠の水返し勾配、窓と樹木の距離、窓の開閉の良否を取り上げ、腐朽率を目的変数として、数量化1型により分析した。その結果、これらの要因の寄与率は47.5%であった。5つの要因の中では樹木のスコアが最も高く、窓と樹木の距離が1m以内では腐朽率が高か

った。劣化現象のうち平均割れ幅と塗装剥離度を因子に選り、腐朽率を目的変数として重回帰分析すると、腐朽率に対しては割れの影響がほとんどで、塗装剥離度の影響は少なかった。腐朽率への平均割れ幅単独の寄与率は51.4%であった。本調査の結果からは、木製サッシ等外装に使用する木材の腐朽を防ぐ一つには、建物周辺の樹木等を外壁から離すとともに、木材の割れを防ぐための処理が必要であると考えられる。

^{*} 農林水産省林業試験場木材利用部

[†] 本論文の内容の一部は第35回日本木材学会大会(1985年4月東京)において発表した。

はじめに

近年まで木造住宅には、雨水の直接あたる環境にある外壁の下見板や開口部の建具等に木材が普通に使われていた。しかし、最近ではその様な所に木材を使う例は極めて少ない。とくに木製の窓は遮断性能や開閉のし易さ等の理由でアルミサッシに取って変られた。しかし、近年木材の材料としての優れた点を窓の断熱性向上や人間的な暖かみに活かすため、木製サッシを見直す努力もなされている。木製サッシの地位向上にはその居住性や安全性等を向上させることは勿論のこと、材料である木材の耐久性を向上させることも重要である。耐久性向上を考えるには、種々の条件下における劣化実態を明らかにする必要がある。木造住宅構造用部材の耐久性については、いまだ明らかにされていない点も多いが、これまでの調査結果から、雨水、生活使用水、土中水、結露水と部屋の用途や構法等との関係が示されている¹⁾。そして、構造部材がこれらの水分との係わりで生物劣化し得る状態に置かれるか、否かが耐久性を左右すると考えられている²⁾。

ここでは、雨水のあたる環境に置かれた木製窓枠について劣化実態を調査し、腐朽に影響を与える要因を明らかにすることを目的とした。

1. 調査方法

1.1 校舎の概要

調査した下見板張り木造校舎の木製窓枠は千葉県柏市の2階建の小学校の21面と、茨城県岩瀬町の平家の小学校分校3校の36面の合計57面についてである(各教室ごとの窓全体を一面とした)。各校舎のそれぞれの経過年数は増改築により21年から88年と大きな開きがあるが、窓枠の経過年数は柏では21年、25年、28年であり、岩瀬では全て昭和28年に改修したため32年である。

1.2 調査項目

各教室の木製窓枠を構成する上枠、下枠、堅枠(柱)を90cm毎に区切り、それぞれについて、1.腐朽率:使用木材に対する腐朽した木材量の比(%), 2.平均割れ幅:幅1mm以上の割れの幅×長さ/部材長さ, 3.塗装剥離度:剥離20%毎に1~5の5段階, 4.下枠の水返し勾配, 5.軒・庇の出, 6.窓の開閉の良否, 8.方位, 9.周辺の樹木, を調査した。樹木の影響については、窓より高い樹木の樹冠と窓面との距離を調べた。ガラス戸の框・棧の

劣化は少なかったので報告には含めなかった。

1.3 腐朽作用要因の分析

腐朽作用要因³⁾のうち内的要因には、方位、軒・庇の出、下枠の水返し勾配を、外的要因には、樹木の影響として樹木と窓の距離、維持管理の目安として窓の開閉の良否を選び、57面の窓枠の腐朽率を目的変数にして数量化1型で分析を行った。

1.4 劣化現象間の関係

劣化現象間の関連性を、平均割れ幅、塗装剥離度、腐朽率について重回帰分析で求めた。分析の対象は腐朽率の最も高かった柏市内の小学校の東面の窓枠の上枠と下枠の188部材とした。

1.5 窓枠モデルの含水率分布

窓枠モデル(75×65cm)を2体作製し、年間降水量1800mmに相当する1日5mmの水量を連日、窓枠モデルの上方のシャワーより散水し、各部材の含水率分布の経過を調べ、実態調査での腐朽率との関連性を検討した。

2. 結果と考察

2.1 木製窓枠の部位ごとの平均腐朽率

木製窓枠を構成する上枠、下枠、堅枠の各小学校毎の平均腐朽率を表-1に示す。腐朽率は4校とも下枠で最も高く、堅枠、上枠の順で、平均腐朽率はそれぞれ1.51, 0.60, 0.19%である。平均腐朽率は比較的小さな値となるが、腐朽している部分についてみると、その腐朽程度は大きいことが多い。図-1に上枠、下枠、堅枠の部位毎の腐朽率の変化を示す。上枠と下枠の腐朽率は堅枠との継目となる端部で高く、堅枠は下部ほど高い。一般に窓枠の劣化は隅角部で大きい⁴⁾が今回の調査においても同様の傾向にある。

各部材の部位毎の腐朽率の変化は窓枠モデル実験における部位毎の含水率分布(図-2)と傾向が一致した。特に下枠の両端で腐朽率が高いのは、堅枠を伝わっての雨水の流れ、及び堅枠と下枠の仕口の木口面からの雨水の浸入等により、その附近の含水率が高くなるためと考えられる⁵⁾。腐朽の防止には端部の納まりを完全にし、木口面からの雨水の浸入を防ぐことが大切であろう。

2.2 腐朽作用要因の分析

腐朽に影響を及ぼす要因として、方位、軒・庇の出、下枠の水返し勾配、窓と樹木との距離、窓の開閉の良否の5つを選び、腐朽率を目的変数として数量化1型の手法で分析した。各要因のカテゴリーは、樹木との距離は

表-1 学校毎の木製窓枠の部材別腐朽率
Table-1 Percentages of decayed volume of the underframes, overframes and verticalframes of wooden windows

学 校 名 Location of schools	下 枠 Underframes	上 枠 Overframes	堅 枠 Verticalframes	平均腐朽率(%) Average decayed volume
柏 市 内 Chiba Pref.	4.06	0.19	0.90	1.72
岩 瀬 町 内 A Ibaraki Pref. A	0.06	0.00	0.02	0.03
岩 瀬 町 内 B Ibaraki Pref. B	0.38	0.00	0.11	0.16
岩 瀬 町 内 C Ibaraki Pref. C	1.55	0.56	1.38	1.16
平均腐朽率(%) Average decayed volume (%)	1.51	0.19	0.60	0.77

図-1 木製窓枠の上枠、下枠、堅枠の腐朽率の位置毎の変化

Fig-1 Percentages of decayed volume depend on the location of wooden windowframe members

図-2 窓枠モデルの含水率分布

Fig-2. Distribution of moisture content in a model of wooden windowframe

1m未満と以上に、方位は東西南北に、水返し勾配は9/100未満と以上に、軒・庇の出は60cm未満と以上に、窓の開閉の良否は開くと開かないあるいは非常に開閉しにくいに区分した(表-2)。本手法では採用した因子が相互に独立であることが望ましいため各要因間の内部相関係数を調べたが、表-3のようにそれぞれがほぼ独立性を保っていると考えられる。

腐朽作用要因ごとの偏相関係数は表-4の通りであり、 t 値を検定すると、窓と樹木の距離及び方位が有意となる。これら5つの要因を用いた場合の重相関係数は、0.6893となりF値は1%レベルで有意である。重相関係数から求めた寄与率は47.5%となり、平均腐朽率の分散の47.5%がこれらの要因により説明される。各要因のカテゴリースコアを表-5に示す。窓周辺の樹木のスコアが最も高く、樹冠と窓面との距離が1m以内のスコアは9.580、1m以上の場合は4.386となり、その差は5.194となる。窓に近接した植込みは大きな劣化外力になると考えられる。釘劣化の実態調査からは、外壁に近接した植込みは外壁の劣化を早める可能性が高いことが示されている⁶⁾。方位のスコアは東面で一番高く、西、北、南の順となっている。鋼製建具の腐食率の報告⁴⁾に見られるように、外壁の劣化は日射や恒風に影響されて変化はするが、一般に北面で大きく南面で最も小さい。ここで東面と西面のスコアが高くなった理由の一つは、対象校舎は南面と北面が長く、東面と西面が短かいためと考えられる⁷⁾。下枠の水返し勾配は9/100以上では-1.614のスコアである。下枠に一定の勾配をつけることは、水

表-2 腐朽作用要因のカテゴリ分類
Table-2 Classified category on each decay factor

腐朽作用要因 Decay factor	カ テ ゴ リ ー Category			
	1	2	3	4
樹木との距離 (X ₁) Distance between window and garden tree	1m未満 X ₁ <1m	1m以上 X ₁ ≥1m		
方 位 (X ₂) Aspect of window face	東 east	西 west	南 south	北 north
水返し勾配 (X ₃) Wethered slope of underframe	9/100未満 X ₃ <9/100	9/100以上 X ₃ ≥9/100		
軒・庇の出 (X ₄) Projecting length of eave	60cm未満 X ₄ <60cm	60cm以上 X ₄ ≥60cm		
開 閉 (X ₅) Good or bad of opening and shutting	良 good	否 bad		
目的変数 (Y) Criterion variable	腐 朽 率 Percentage of decayed volume			

表-3 腐朽作用要因と腐朽率の内部相関行列
Table-3 Inner correlation coefficient matrix of decay factor

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y
X ₁	1.000	0.063	0.068	0.052	0.221	0.561
X ₂		1.000	-0.253	0.019	0.125	0.345
X ₃			1.000	-0.022	0.069	0.151
X ₄				1.000	0.188	0.192
X ₅					1.000	0.282
Y						1.000

表-4 偏相関係数の有意性の検定と分散比
Table-4 Test of significance of partial correlation coefficient, and variance ratio

腐朽作用要因 Decay factor	偏相関係数 Partial correlation coefficient	有意性の検定 Test of Significancy	分 散 比 Variance ratio
X ₁	0.5589	t ₀ = 4.813 > t _{0.01}	0.248
X ₂	0.4234	3.338 > t _{0.01}	0.124
X ₃	0.2618	1.937 < t _{0.05}	0.041
X ₄	0.1985	1.446 < t _{0.05}	0.022
X ₅	0.1123	0.812 < t _{0.05}	0.007
重相関係数 Multiple correlation coefficient	0.6893	F ₀ = 9.234 > F _{0.01}	

表-5 カテゴリー
Table-5 Table of category score

腐朽作用要因 Decay factor	カテゴリー Category	スコア Score
X ₁	1	9.580
	2	4.386
X ₂	1	0.000
	2	-2.842
	3	-3.824
	4	-3.307
X ₃	1	0.000
	2	-1.614
X ₄	1	0.000
	2	-1.181
X ₅	1	0.000
	2	0.704

切りを良くし腐朽の防止に役立つと考えられる。軒・庇の出は60cm以上では-1.181のスコアである。田中

の報告⁸⁾からは、軒・けらばの出が51cm以下になると柱脚部の含水率が20%を超えることが読み取れる。軒・庇・けらばの出を大きくすることは窓への雨水のかかりを少なくし腐朽の危険性を軽減させることが示されている^{5, 9)}。窓の開閉の良否のスコアは低い。

2.3 劣化現象間の関係

腐朽率に対する平均割れ幅と塗装剥離度の影響を重回帰分析すると、平均割れ幅の影響がほとんどを占め、塗装剥離度の影響は極めて少ない(表-6)。塗装剥離度は平均割れ幅との相関も低い(表-7)。腐朽率に対する平均割れ幅だけの関係を検討すると、平均割れ幅(C)の寄与率は51.4%であり、腐朽率(D)は0.1%の危険率で、 $D = 3.93C - 1.75$ で表わされる。木材に割れが存在すると雨水は木材中に浸入し易くなり腐朽の可能性が高くなると言えよう¹⁰⁾。一方、腐朽箇所には割れが発生するのは普通のことであり、これが更に腐朽を促進させると考えられる。

表-6 腐朽率に対する平均割れ幅と塗装剥離度の重回帰分析
Table-6 Multiple regression analysis of cracking size, rating of paint peeling and percentage of decayed volume

説明変数 Variable	偏回帰係数 Partial regression coefficient	有意性の検定 Significancy
平均割れ幅 Cracking size	3.852	$t_0 = 13.057 > t_{0.01}$
塗装剥離度 Paint peeling	0.278	$0.897 < t_{0.05}$
重相関係数 Multiple correlation coefficient	0.7187	$F_0 = 98.830 > F_{0.05}$

目的変数：腐朽率
Criterion variable: percentage of decayed volume

表-7 平均割れ幅と塗装剥離度と腐朽率の内部相関行列
Table-7 Inner correlation coefficient matrix

	平均割れ幅 Cracking size	塗装剥離度 Paint peeling	腐朽率 Decayed volume
平均割れ幅 Cracking size	1.000	0.311	0.717
塗装剥離度 Paint peeling		1.000	0.267
腐朽率 Decayed volume			1.000

ま と め

木造校舎の木製窓枠の腐朽について調査を行なった。腐朽作用要因に、方位、軒・庇の出、下枠の水返し勾配、植込みの状況、窓の開閉の良否をとり、腐朽率を目的変数として数量化1型で分析を行なった結果、植込みの影響が最も大きいことがわかった。とくに、樹冠と窓面との距離が1m以内にある植込みは窓の耐久性上は好ましくなかった。一方、材料的にみると腐朽率は割れとの相関が高いことがわかった。これらのことから、外壁等の雨水の当る環境下に用いる木材の腐朽を防ぐには、建物周辺の植込みを外壁から離すことと、木材の割れを防ぐ処理を行なうことが大切であると考えられた。

引 用 文 献

- 1) 日本住宅・木材技術センター編：木造住宅3 耐久性向上の手引き 丸善 110pp (1982)
- 2) 舩黒弘三：建築雑誌 6 36～37 (1985)
- 3) 佐藤雅俊：木材工業 39 422～428 (1984)
- 4) 小林清周ほか：建築学会論文報告集 144 32～42 (1968)
- 5) DeGroot, R.C. and Esenther, G.R. :
Structural use of wood in adverse environments, Proc. Symp. (Vancouver, B.C., May 15～18) 219～245 (1978)
- 6) 今村浩人ほか：木材学会誌 31 47～51 (1985)
- 7) 鈴木憲太郎・田中俊成：第5回木材接着研究会討
論要旨集 18～24 (1984)
- 8) 田中俊成：木材工業 39 604～609 (1984)
- 9) 林勝朗ほか：建築学会北海道支部研究報告集 58
21～24 (1985)
- 10) William, C.F. and Edward, A.M. :
FPL-0124 8pp (1978)
(1985.11.30 受理)