

(研究資料)

木造家屋における鉄釘の劣化調査 第6報

柏市立第五小学校校舎

今村浩人⁽¹⁾・木口実⁽²⁾・大黒昭夫⁽³⁾

Hiroto IMAMURA, Makoto KIGUCHI and Akio OKURO : Deterioration
Survey of Nails for Wooden House VI
Schoolhouse of No. 5 Kashiwa Municipal Elementary School
(Research note)

要旨：千葉県のある木造校舎の下見板張り外壁における釘の劣化状態を調査した。調査の目的は、釘の劣化を調査することにより建物の経過年数と内外の環境が建物部材の劣化状態に及ぼす影響を検討することである。この校舎はL字形をし、建設年度は部分により昭和31年、34年および38年の3年度に分かれている。したがって外壁の経過年数も28年、25年および21年である。釘(長さ50mm)の劣化度は目視による5段階法によった。釘の劣化度は、経過年数の21年で平均4.4であり、25年(平均3.9)、28年(平均3.9)のものより大きく、経過年数よりも壁の方位や植込みの状況などによる環境条件の影響の方が大きいようである。便所の外壁、下見板と縦椽の入隅部および雨どい付近の外壁では、内外からの水によって釘は著しく劣化し、木材の腐朽もみられた。下見板の含水率と釘の劣化度の関係は、28年および25年経過した部分では、類似した直線関係がみられるが、21年経過した部分では、密な植込みなどの悪い環境により劣化度が4~5に集中するため明確な関係がない。1階、2階の教室および廊下におけるフローリング材の釘の劣化度は2.5~3であり経過年数の影響はみられない。

はじめに

調査した建物は、千葉県柏市にある柏市立第五小学校の校舎である。調査は昭和59年8月に行った。校舎は木造2階建てであり、昭和31年に建設されたのち、昭和34年および38年に逐次増築されている。したがって、外壁の下見板の経過年数も28年、25年および21年になる。本調査の目的は、釘の劣化を調査することにより経過年数および建物内外の環境が建物部材の劣化状況に及ぼす影響を検討することである。

本調査の機会を与えていただいた柏市役所の西原実建築指導課長、同教育委員会施設課、柏市立第五小学校の各位に感謝の意を表すものである。

1. 調査方法

調査対象となった校舎の配置図を Fig. 1 に示す。校舎の南壁は国道16号線に面し、生垣(高さ約1.3m)や2階の窓に達する高い樹木が近接して植えられている。昭和31年(1956年)に建てられた部分の北面の壁はコンクリートの防火壁になっている。また、建物で東側と南側を囲まれた敷地には人工池が造られている。1階の平面図を Fig. 2 に示す。外壁を構成する下見板(スギ)は、幅が約180mm、厚さは上端で約6mm、下端で約17mmであり、ペイント塗装されている。釘は長さ50mm、直径2.3mm

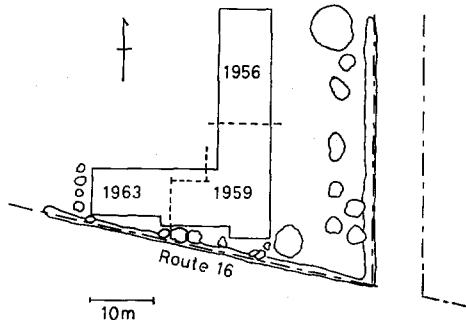


Fig. 1. 配置図
Site plan.

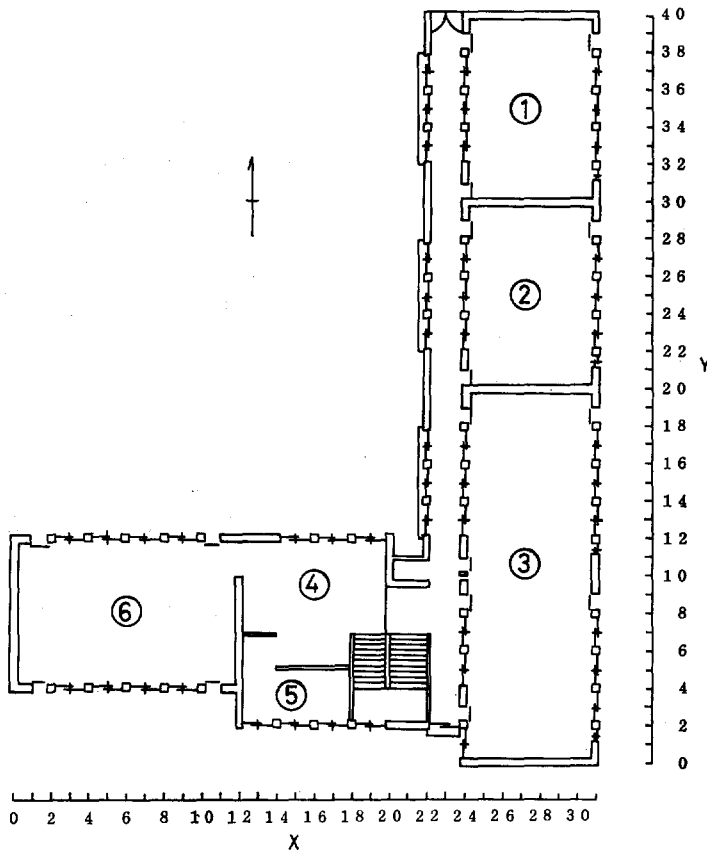


Fig. 2. 平面図 (1階)
Floor plan (1st story).

- ①: 図工室 Room for drawing and handicraft.
- ②: 図工準備室 Preparation room for drawing and handicraft.
- ③: 音楽教室 Room for music.
- ④: 玄関 Entrance hall.
- ⑤: 便所 Lavatory.
- ⑥: 交通安全特別教室 Special room for traffic security.

であり F50 に相当するものと思われる。下見板の釘は 455mm 間隔で間柱に打たれ、内壁は板張りで、場所によりしっくい塗られている。壁内部は中空で、土台の上面に根太 (36cm 間隔) が置かれているため、土台と床板の間のできるすきまを介して床下部と通じている。建物の周囲にはコンクリートの犬ばしりが施されている。

外壁の釘は、布基礎の上端より高さ 1m 以下の部分から採取した。この部分に釘は 5~6 本打たれている。釘の劣化度は、目視による 5 段階法²⁾によった。木材の含水率は Kett. MT-8S により求めた。

Table 1. 下見板の釘の劣化度
Rating of nails in bevel siding board.

位置 Grid		劣化度 Rating	経過年数 Service year	備考 Remark	位置 Grid		劣化度 Rating	経過年数 Service year	備考 Remark
X	Y				X	Y			
31	38	4.42	28	C	18.5	2	4.92	25	L
31	36.5	3.60	28		16.5	2	5.00	25	L
31	35	3.75	28		15	2	5.00	25	L
31	33.5	2.90	28		13.5	2	4.58	21	L
31	32	3.40	28		12	2	4.75	21	L
31	30.5	4.25	28	C, R	10	4	4.50	21	C
31	28	3.90	28	C	8.5	4	4.13	21	
31	26.5	3.20	28		7	4	4.08	21	
31	25	3.81	28		3.5	4	4.25	21	C
31	23.5	3.25	28		2	4	4.25	21	
31	22	3.50	28		0	4	4.50	21	R
31	20.5	4.75	28	C, R	0	4.5	4.50	21	
31	18	3.80	25	C	0	6	4.30	21	
31	16.5	4.00	25		0	7.5	4.17	21	
31	15	3.08	25		0	9	4.30	21	
31	13.5	3.33	25		0	10.5	4.00	21	
31	12	3.17	25		0	12	4.50	21	R
31	10.5	3.00	25	C, R	2	12	4.75	21	C
31	8	4.70	25	C	3.5	12	4.00	21	
31	6.5	3.92	25		10	12	4.58	21	C
31	5	2.83	25		22	18	4.80	21	C
31	3.5	2.83	25		22	19.5	4.13	21	R
31	2	4.50	25		22	20.5	4.50	28	R
31	0.5	3.90	25		22	22	4.33	28	C
31	0	4.20	25	C, R	22	28	4.25	28	C
31	0	4.00	25	C, R	22	29.5	4.20	28	R
29	0	3.70	25		22	30.5	3.83	28	R
27.5	0	3.42	25		22	32	4.17	28	C
26	0	3.75	25		22	38	4.17	28	C
24	0	4.00	25	C, R	22	39	3.83	28	
21.5	2	4.50	25	L	22	40	4.40	28	C, R
20	2	4.58	25	L					

C : 入隅における下見板 Sidings at interior corner.

R : 雨どい近辺 Close to rainwater pipe.

L : 便所の外壁 Wall to lavatory.

2. 結果と考察

布基礎上端より高さ 1 m 以下の部分の釘 5～6 本の劣化度の平均値を Table 1 に示す。経過年数別の釘の劣化度の平均値はつぎようになる。

経過年数	劣化度平均値	本数
21	4.38	102
25	3.94	144
28	3.93	121

このように経過年数の短い外壁における釘の劣化度が大きいという結果から、これ以外の要因が劣化度に影響を及ぼしていることがわかるが、環境因子のうち建設年数ごとの建物部分に固有なものは経過年数の因子と分離できない。例えば、21 年および 25 年経過した南側の外壁は、密な生垣や高い樹木のため風通しや日当たりが悪く、特に便所の外壁は釘、木材とも劣化が著しい。また、Fig. 2 で Y が 18 以上の部分での西壁と東壁（いずれも 28 年経過）の釘の劣化度の平均値は、西壁で 4.24、東壁で 3.73 となり、西壁における釘の方が劣化が進んでいる。西側にある廊下には、窓下に棚があり、この部分の外壁は下見板より外側に出て、板がたて張りにされている。したがって釘を採取した下見板の部分では上部に窓がない。これに対し、東壁での釘採取場所は窓下が多い。このように、釘採取場所の上部の状況についての要因も壁の方位に固有であり、どちらの要因がより重要かは明らかではない。釘の劣化度から逆に環境の劣化指数の算定を試みるとつぎようになる。算出方法は、経過年数別および壁の方位別に釘の劣化度の平均を求め、これを経過年数で除すことによった。結果は Fig. 3 のようになり、劣化指数は北から南、東から西に向って大きくなる傾向がうかがえる。

釘の採取箇所に関して、すべての壁に共通して釘の劣化に影響を及ぼしていると思える要因として、下見板が縦棧（窓の縦枠の延長）や戸袋との取り合いで小さな入隅になっているかどうか、および近く（910

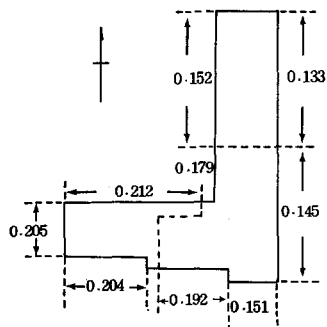


Fig. 3. 釘の劣化指数
Deterioration index of nails.

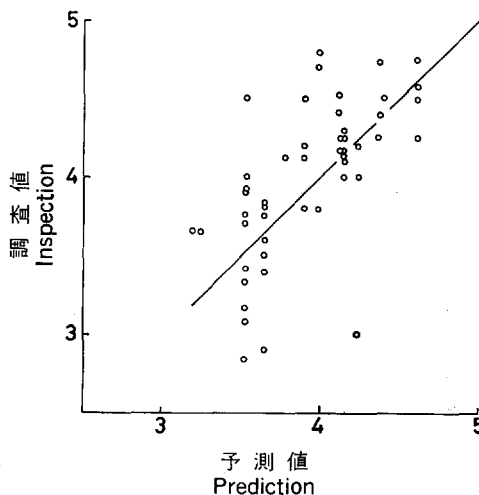


Fig. 4. 釘の劣化度の調査値と予測値の関係
Relationship between rating of nail inspected and predicted.

Table 2. 要因とカテゴリ
Items and Categories.

要 因 Items		カテゴリー Categories	
1	経過年数 Service years	1	21
		2	25
		3	28
2	入隅部 Interior corner	1	有 Yes
		2	無 No
3	雨どい Close to rainwater pipe	1	有 Yes
		2	無 No

Table 3. 数量化I類によるカテゴリ-数量
Category scores obtained by
quantification I.

要 因 Items	カテゴリー Categories	カテゴリ-数量 Category scores
1	1	4.862
	2	4.243
	3	4.369
2	1	0.000
	2	-0.465
3	1	0.000
	2	-0.250

mm 以内) に雨どいがあるかどうかである。Table 1 中の記号の C は、入隅における下見板から、R は雨どいの近くの下見板から釘を採取した場合である。いま、要因 (アイテム) とカテゴリを Table 2 のようにし、劣化度が異常に大きい便所の壁の釘 (Table 1 の L) を除き、数量化 I 類の手法により計算し、分析を試みると次のようになる。

カテゴリ-数量は Table 3 のようになる。Table 3 の各要因から該当するカテゴリ-変量を一つずつ選び、これらを加えると劣化度の予測値がえられる。これと実際にえられた劣化度の関係は Fig. 4 に示すようになり、重相関係数 (r) は 0.672 である。寄与率 (r^2) は 0.452 となり、Table 1 の劣化度の分散の 45.2% がこれらの 3 つの要因によることになる。ただし、すでに述べたように、ここでの経過年数の要因は壁の方位や壁内外の環境の要因と独立ではなく、これらの総合されたものとなる。要因のうち経過年数が最も重要であり、21 年経過した壁における釘が最も劣化度が著しい。入隅部以外の箇所では入隅部の箇所より劣化度が 0.465 小さく、雨どいがない場合は、ある場合より 0.250 小さいことになる。入隅部の釘の劣化度が大きいことは、この部分が上部からの水を保持しやすいためと考えられる。また、雨どいのある場所では、雨どいの欠陥により釘の劣化が進むものと考えられる。同じ数量化 I 類の手法により下見板張り外壁の構造部材の劣化発生率に対して、雨どいの影響が大きいことが報告されている²⁾。釘の劣化が進んでいる箇所では、下見板のペイントがはく離し、汚染されている。Fig. 5 は東壁 ($X=31$, $Y=20\sim30$) の汚染の様子を示す。汚染の著しいのは、2 階の窓枠 (木製) の外側に取付けられた縦棧に沿って雨水が流れ落ちる箇所、この雨水がかたまる 1 階の窓枠上端、および雨どいの下部付近である。釘の劣化の著しい (ほぼ劣化 4 度以上) 箇所の多くは土台 (ヒノキ 15cm 角)、柱、間柱、筋かい (いずれもヒノキまたはスギ) が腐朽あるいは蟻害を受けている。

釘の劣化度と近辺の下見板の含水率の関係を Fig. 6, 7, 8 に示す。経過年数 28 年と 25 年については、含水率と釘の劣化度は類似した直線関係を示すが、相関係数は 0.3~0.4 と低い。また 21 年経過については、調査した部分が密な植込みなどのため環境が悪く、劣化度が 4~5 に集中し、両者の間に明らかな関係がみられない。

フローリング材 (ヒノキ) と根太 (スギ) を接合する釘 (長さ 65mm) の劣化度は、1 階、2 階の教室、廊下および階段踊り場のいずれも 2.5~3 が多く、28 年経過した図工準備室の廊下および 25 年経過した音楽教室の廊下で 3.5 であった。

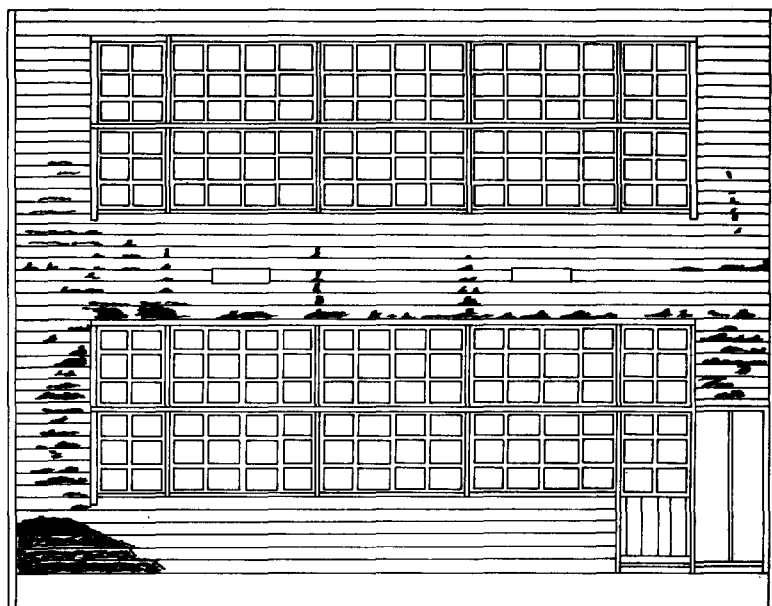


Fig. 5. 下見板の汚染の様子 (東壁)
An aspect of deterioration of bevel siding board (Eastern wall).

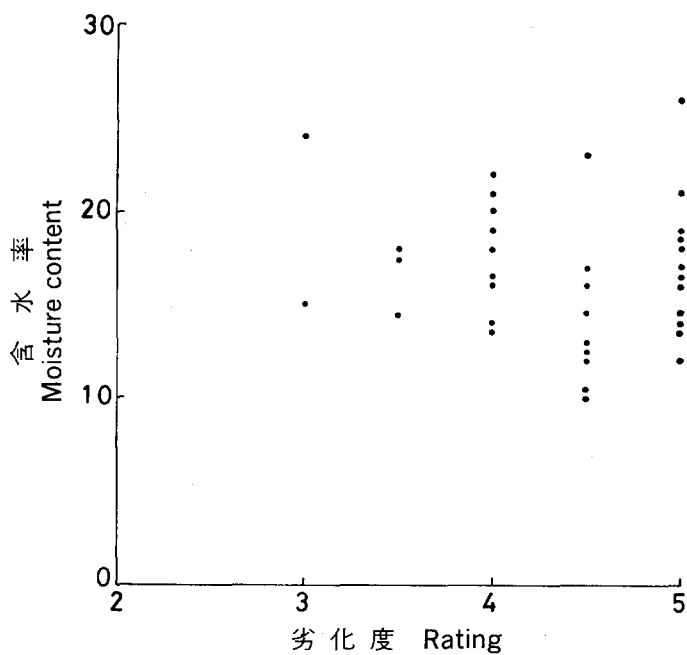


Fig. 6. 木材含水率と釘の劣化度 (21年経過)
Relationship between the moisture content of the wood and the rating of the nails (21-year-old).

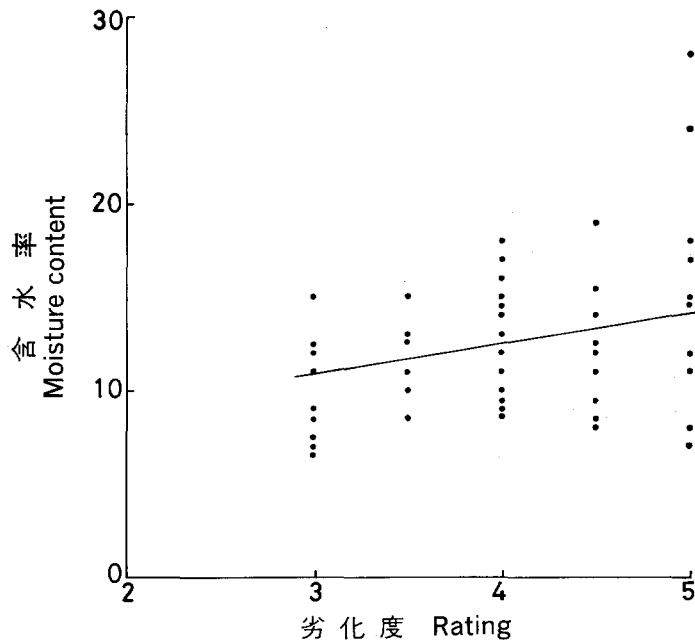


Fig. 7. 木材含水率と釘の劣化度 (25年経過)

Relationship between the moisture content of the wood and the rating of the nails (25-year-old).

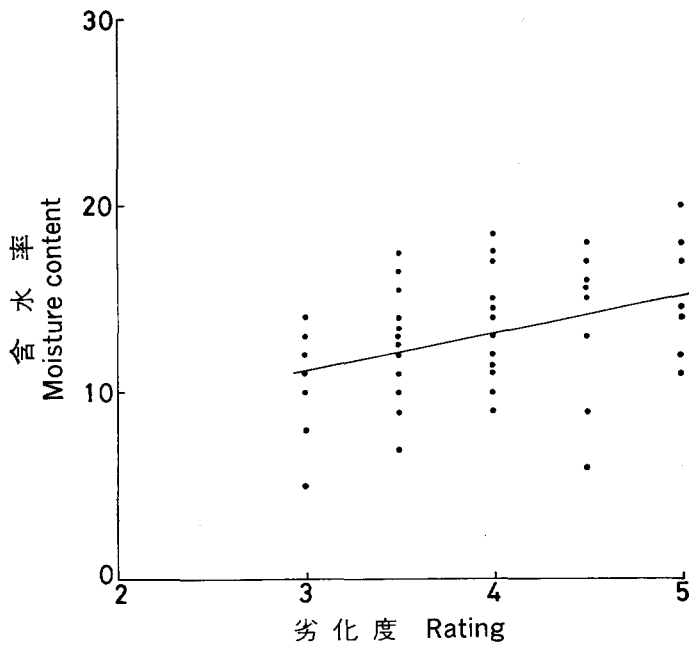


Fig. 8. 木材含水率と釘の劣化度 (28年経過)

Relationship between the moisture content of the wood and the rating of the nails (28-year-old).

3. ま と め

1) 3年次に分けて建てられた1つの校舎の外壁の下見板における釘の劣化度は、経過年数に応じた変化を示さない。この理由として環境の影響が大きいと考えられるが、経過年数と環境の2要因を分離して検討することはできなかった。

2) 便所に当たる部分では、釘の劣化が著しく大きい。この部分の劣化度を除き、数量化I類の方法により劣化要因を検討した。その結果、劣化度間の分散のうち45.2%が経過年数、下見板と縦桟との取り合いで入隅になっているかどうか、雨どいの有無の3つの要因により説明されることになり、入隅部や雨どいのある場合が劣化度が大きい。

3) 釘の劣化が進んでいる下見板は、ペイントがはく離し汚染されている。このことから2階の窓の縦桟を伝って雨が落ちる箇所は釘の劣化が進んでいることが推察される。

4) 下見板の含水率と釘の劣化度の関係は、28年および25年経過した部分では類似した直線関係を示したが、21年経過した部分では劣化度が4～5に集中し、明確な関係がえられない。

5) 教室、廊下および階段踊り場のフローリングにおける釘の劣化度は2.5～3が多く、経過年数との関係はみられない。

引用文献

- 1) 今村浩人・金谷紀行・高木 純・大黒昭夫・唐沢仁志・千葉保人：30年経過した木造住宅における鉄釘の劣化調査，林試研報，322，95～104，(1983)
- 2) 大黒弘三・小野 泰：木造住宅構造部材の耐久性に関する研究，日本建築学会関東支部研究報告集，構造系，337～340，(1982)

Deterioration Survey of Nails for Wooden House VI
Schoolhouse of No. 5 Kashiwa Municipal Elementary School
(Research note)

HIROTO IMAMURA⁽¹⁾, MAKOTO KIGUCHI⁽²⁾ and AKIO ÔKURO⁽³⁾

Summary

A deterioration survey of nails was carried out on the wooden bevel siding walls of a schoolhouse of Kashiwa No. 5 elementary school run by Kashiwa municipal government in Chiba Prefecture. The schoolhouse was built in 1956 and was extended in 1959 and 1963 (Fig. 1); therefore, the service years of the nails in the siding boards were 28, 25 and 21 years respectively. The southern wall was shadowed by tall trees and a thick hedge. The thickness of the bevel siding board (made of a softwood, Sugi) was 17 mm at the bottom side tapering to 6 mm at the upper side, with the width of 180 mm. The nails (50 mm length and 2.3 mm in diameter) were spaced 455 mm apart horizontally, jointing the siding boards and studs. The cement scarcement ran along the exterior walls.

The nails were extracted from the bevel siding walls at a height within one m from the top of the foundation, and evaluated by a five-rank numerical-rating scale from the view point of deterioration (H. IMAMURA: Mokuzai Gakkaishi, Vol. 30 No. 8, p. 693, 1984). Table 1 shows the ratings averaged on 5 to 6 nails at a grid in Fig. 2. The averaged ratings were 4.38, 3.94 and 3.93 for the nails in the siding boards with the service years of 21, 25 and 28 years respectively. This indicates that the factor of the environmental circumstances is more influential than the service year. The factors of the environmental circumstances are peculiar to the walls of each aspect. The rating of the nail divided by the service years can be a deterioration index of the environmental circumstances (Fig. 3). The deterioration factors which are common to all walls are; the interior corner of the siding boards butten against a pillar; and the existence of a rainwater pipe within a distance of 910 mm. The nails used in these conditions seemed likely to be more deteriorated than in the others. The letters C and R in Table 1 stand for the interior corner and rainwater pipe respectively.

In order to analyze the deterioration factors, a statistic method, "quantification I", was applied to the ratings in Table 1, except for ratings in the wall of the lavatory room (letter L). The items and categories were shown in Table 2. The category scores calculated were listed in Table 3. A rating is predictable by adding three category scores which belong to different items. The multiple correlation coefficient (γ) between the ratings predicted and inspected is 0.672 (Fig. 4). The ratio contribution (γ^2) is 0.452, meaning that 45.2% of the variance of the ratings is due to these items. The category score for 21 years is the biggest among the item 1, suggesting that the factors of the service year and the environmental circumstances are not independent of each other as mentioned before.

Delamination of the paint film and contamination of the siding board were signs of the deterioration of the nails and wood. Fig. 5 illustrates a distribution of the contaminated spots on the eastern wall (X=31, Y=20~30). The deterioration of the siding boards seems likely

Received November 15, 1984

(1) (2) (3) Wood Utilization Division

to occur by rainwater dropped from the vertical wooden frames attached to the window frames of the second floor or splashed from the cement screement at the end of the waterpipe.

Figs. 6, 7 and 8 show the relationships between the moisture content of the siding boards near the nails and rating of the nails. Linear relationships were observed on the 21- and 28-year-old siding boards; however, no relationship was observed on 21-year-old ones which gathered plots mainly on the ratings 4 and 5.

The ratings of the nails jointing wood floorings (a softwood, Hinoki) and joists (a softwood, Sugi) in the schoolrooms and corridors of 1st and 2nd floors were mostly 2.5~3, partially 3.5.