

(研究資料)

木造家屋における鉄釘の劣化調査 第3報

6年半経過した金属サイディング壁

今村 浩人⁽¹⁾・大黒 昭夫⁽²⁾

Hiroto IMAMURA and Akio ÔKURO : Deterioration Survey of Nails
for Wooden House III
6.5-Year Served Wall Covered with Metal Siding
(Research note)

要 旨：茨城県にある在来工法による家屋を1軒調査した。この家の外壁は金属サイディングであり、裏面に10mm厚のインシュレーションボードが接着されている。壁内にはグラスウール等の断熱材はなく、中空である。また、床より下の部分の内壁に、壁内に通じるすき間のある工法がとられているため、少なくとも壁内の下部では換気が行われる。木ずりを土台と平行に接合している釘(N50F)の劣化度は、目視による5段階の評価によると、北側の壁で便所と浴室の部分では、平均4.7、東側の壁では全体の平均が2.3、台所の流しに接する部分で3程度である。西側の妻壁では平均4.2である。ここは、窓やひさしがなく、また軒の出が少ないため直接雨のかかりやすい環境である。さらに犬ばしりがないため雨のはね返りがサイディングの下端にある木ずりおよび土台に当たりやすいと推定された。間柱と土台に斜打ちされた釘は浴室付近で一部4.0~4.5、西側の壁では3.2、東側の壁では台所の流しに接する部分で3.9、その他で2.2である。木ずりと間柱および柱における釘はすべて3以下であり、垂直方向での明確な傾向もみられない。木ずりの含水率と釘の劣化度の間に直線関係がみられる。また、せん断耐力上の有効直径は、劣化度1と2では差はなく、2より上で大きく低下する。なお、釘で接合された木材に腐朽はみられなかった。

はじめに

調査の対象となった家屋は、茨城県筑波郡谷田部町大字稲岡に昭和51年7月に建設され、床面積が1階81m²、2階37m²の1戸建て住宅である。この家屋は、敷地が道路予定地となったため解体されることとなり、これに先立ち昭和58年2月に調査を行った。

家屋は在来工法による木造であり、外壁は角波型カラー鉄板と呼ばれる幅が約16cmで、裏面に10mm厚のインシュレーションボードを有するたて羽目板で覆われている。このような金属サイディングは、これで壁を覆うことにより火災の際の延焼を防ぐことが目的であるが、同じ目的のモルタル塗り壁と比較して乾式であるほか、完全な密閉の状態をつくらないことが特徴であろう。しかし、これの普及は比較的新しいため、住宅調査の対象とされる機会は少ないようであり、調査の結果を報告することは意味のあることと思われる。

さらに特記すべきことは、壁内部にグラスウール等の断熱材が入れられていないこと、および、浴室部を除いて、内壁において床下地と土台上面の間にすき間がある構法がとられているため、床下から壁内への通気が可能なことである。

本調査のために家屋を提供していただいた所有者の仁田昭三郎氏に感謝の意を表する者である。また、調査にご協力をいただいた木材利用部の井上明生技官、山本幸一技官、および釘のせん断試験を行っていただいた神谷文夫技官に深く感謝する。なお、木造家屋における鉄釘の劣化調査の報告書について、林試研報322, 95~104, (1983)を第1報、同322, 109~117, (1983)を第2報とする。

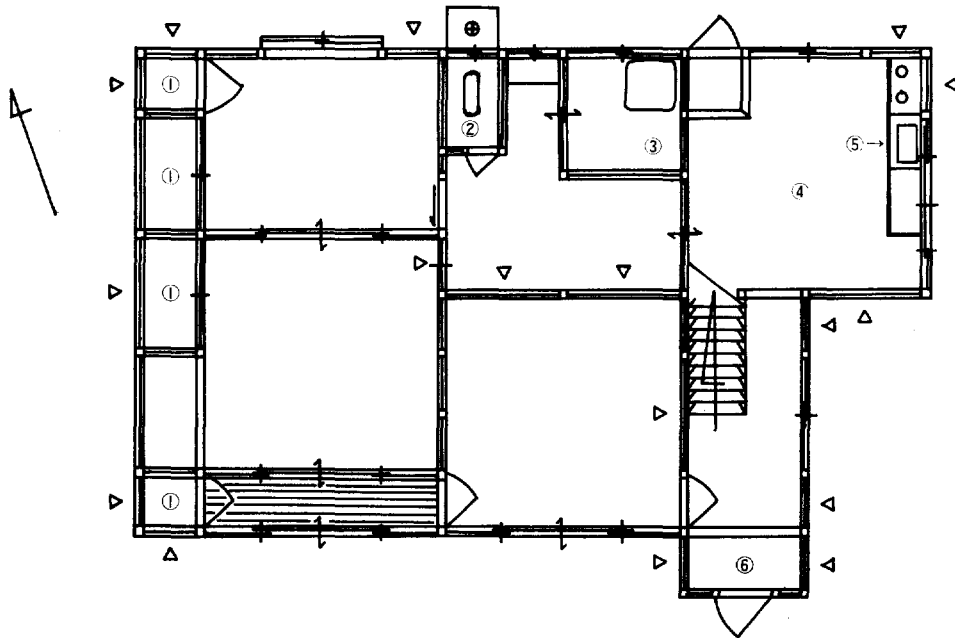


Fig. 1. 1 階 間 取 り

Floor plan of 1st floor (81 m²).

- ①: 押入れ Closet, ②: 便所 Lavatory, ③: 浴室 Bath room, ④: 台所 Kitchen
 ⑤: 流し Sink, ⑥: 玄関 Entrance, Δ: 換気孔 Ventilator

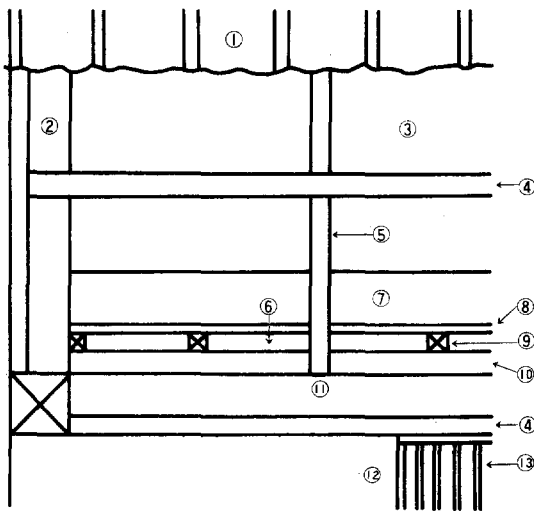


Fig. 2. 壁 内 部 の 1 例

A detail of the wall.

- ①: 金属サイディング Metal siding, ②: 柱 Pillar
 ③: 内壁 Interior wall, ④: 木ずり Wooden lath
 ⑤: 間柱 Stud, ⑥: すきま Opening, ⑦: 胴縁 Furring
 ⑧: 床下地 Subfloor, ⑨: 根太 Joist, ⑩: 大引 Sleeper, ⑪: 木台 Sill, ⑫: 布基礎 Foundation, ⑬: 換気孔 Ventilator

1. 調 査 方 法

家屋の1階の間取りは Fig. 1 に示すとおりであり、北側は水廻りが多いうえに、壁から 60~90 cm はなれて高さ 140 cm のブロック塀があり、日当りを悪くしている。このブロック塀は台所の東では壁と 3 m 程度隔たっている。また、西側では壁から 3 m 程度のところに竹、ヒノキ等が植栽されている。西側の壁に窓はない。南側は壁が少なく、広い庭に面しているため日当りはよい。壁内部の一例を Fig. 2 に示す。

調査は南側以外の壁について、金属サイディングを取り除き、木材の含水率を Kett-8S で測定したのち、釘を引抜いて目視で 5 段階に評価¹⁾し、一部は実験室に持ち帰り、ノギスで直径を測定すると共に重量を求めた。

2. 結 果

1) 木ずり—土台

木ずりは断面 1.2×4 (cm) のスギ材であり、CCA 防腐処理された断面 10.5×10.5 (cm) のベイツガの土台に平行に打たれている。釘は N 50 F (長さ 5 cm, 直径 2.4 mm) である。北側の壁においては、釘を便所および浴室の北側と台所の北側に分けて採取した。便所、浴室の北側では釘の劣化度は平均 4.7 と著しく大きい。これに対し台所の北側では平均 2.8 であり、劣化はあまり進んでいない。これは、台所の北

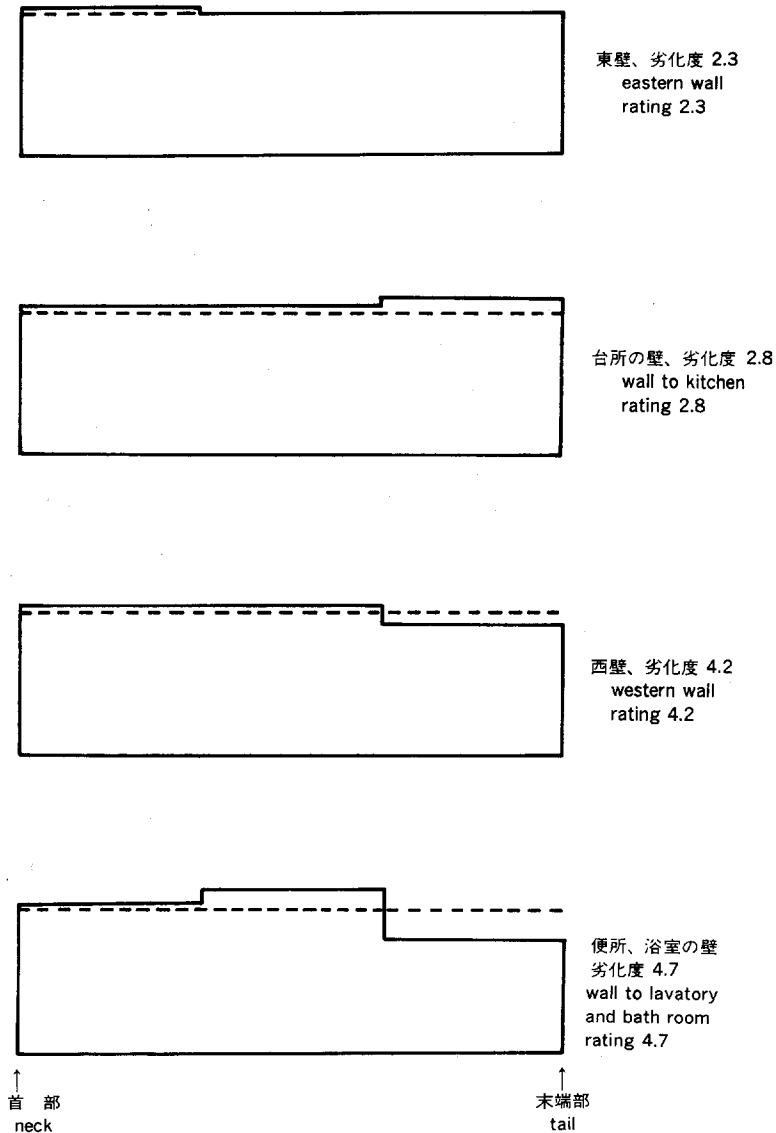


Fig. 3. 釘直径の変化(木ずり—土台)
Schematic diagram of diameter change (wooden lath—sill).

-----: 元の直径 Original diameter

側は流しに接していないことのほか、先に述べたように壁内部と床下との通気が行われるためであろう。これに対し、浴室部では通気が行われず、木材表面にも結露の跡がみられる。東側の壁では、台所の流しに接する部分で、釘の劣化度は3程度であるが、全体では平均2.3である。西側の妻壁では平均4.2であり、かなり劣化が進んでいる。室内側は床の間や押入れであり、水の供給は考えられない。他と異なる点は、西側全面に窓、ひさしがなく、また軒の出も少ないため、壁のほとんど全面に雨が直接かかることである。さらに、東側では壁に沿って犬ばしりがあるが、西側ではこれがなく、布基礎に沿って土が高くもり上がっているのがみられ、雨のはね返りがサイデングと土台の間にある木ずりにあたりやすいものと推定される²⁾。釘の首部分、中央部分および末端付近の3か所の直径を測定し、平均した値を用いて直径の様子を示すと Fig. 3 のようになる。これを劣化の進む順にみると、さびの発生と脱落の順序が理解できる。さびはまず首部分から発生するが、その量はあまり変化しない。つぎにさびは胴部分から末端付近に発生し、末端付近の方が成長が速いようであり、脱落も速い。首部分は木ずりの部分に相当し、外部からの水分を最初に受けるが、薄いため乾燥もはやく、さびはあまり進行しない。これに対し、末端付近は土台の内部に相当し、水分は木ずりおよび土台の表面から徐々に拡散するため、さびの発生開始は遅れるが、乾燥も容易でないため湿潤状態の期間が長く、さびは急速に成長するものと考えられる。

つぎに、同じ場所について、平均劣化度に対する釘の重量の関係を Fig. 4 に示す。図からわかるように、劣化度が3近くまでは、目視による評価と異なり重量では差が現われない。さびの脱落は劣化度3程度から盛んになるようである。

2) 間 柱—土 台

土台の上面に間柱が立ち、釘が間柱の側面から下方の土台へ向けて斜めに打たれている。釘の種類は N50F と N65 (長さ 6.5 cm, 直径 3.0 mm) の 2 種類が使用されている。平均の劣化度は北側の壁では 3.0 であり、浴室付近で 1~2 本の釘が 4.0~4.5 である。東側の壁では台所の流しに接する部分で 3.9, 南よりで 2.2 である。また西側の壁では 3.2 であり、木ずり—土台の釘より劣化は進んでいない。これは木ずりが雨のはね返りを壁内に浸入させないように防いでいるものと思われる。

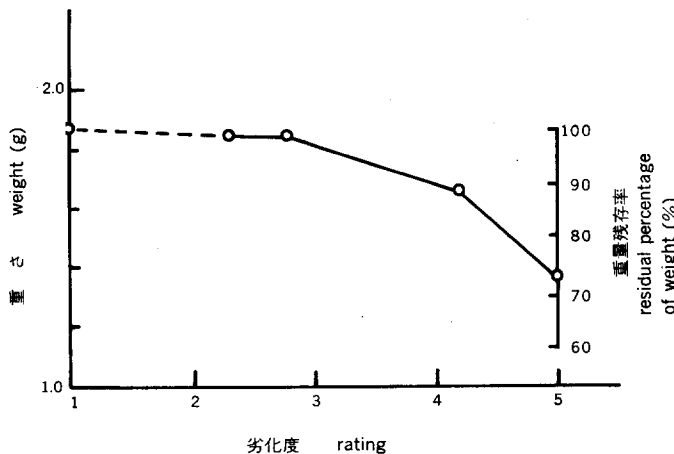


Fig. 4. 釘の劣化度と重さ (N50F)
Relationship between the weight and the rating of the nail (N50F).

3) 木 ず り 一 柱

家屋の四方にある柱は 10.5×10.5 (cm) のヒノキであり、これと直角に 1.2×4.0 (cm) の木ずりが約 30cm 間隔に打たれている。これらの柱の 2m 以下の部分における釘 N50F について調べた結果、劣化度はすべて 1.5~2.0 であり、高さによる劣化度の傾斜もみられない。四隅以外の柱では、北側の壁の便所と洗面所の境の柱で 2.0~3.0 であるほかは 1.5~2.0 である。木ずり一間柱についても、浴室および便所の北側において、いずれも 1.5~2.0 である。東側の壁では流しの部分で 3 程度である。

4) 屋 内

洗面所で浴室と便所の間における床下地と根太の釘の劣化は 2~4 程度であり、値の幅が大きい。台所の暖房用ストーブの煙突に沿って雨水が浸入した部分の床で、根太の釘が 3~4 程度であった。この他の台所の根太の釘で 3、つかで 4 程度であった。これから推定すると屋内の他の場所の釘はあまり劣化していないであろう。

5) 釘の劣化度と含水率

木ずりと柱または間柱の接合部分において、木ずりの含水率 (W) と釘の劣化度 (D) の関係を Fig. 5 および 1 式に示す。

$$W = 2.0D + 8.2 \quad (\text{相関係数 } 0.6) \quad \dots\dots\dots(1)$$

34年経過したモルタル壁の場合⁸⁾と比較すると、両者は共に右上りであり、含水率が10%付近で劣化度が1であることがわかる。この関係曲線は、壁の構造や木材の寸法のほかに、経過年数によっても変化するであろう。すなわち、経過年数によって含水率の分布はあまり変化しないが、釘の劣化度の分布は変化し、これにともなって関係曲線の形が変化するであろう。

6) 釘の有効直径

採取した種々の劣化度の釘 (N50F) について、せん断耐力上の有効直径⁹⁾を求めた。せん断試験は、

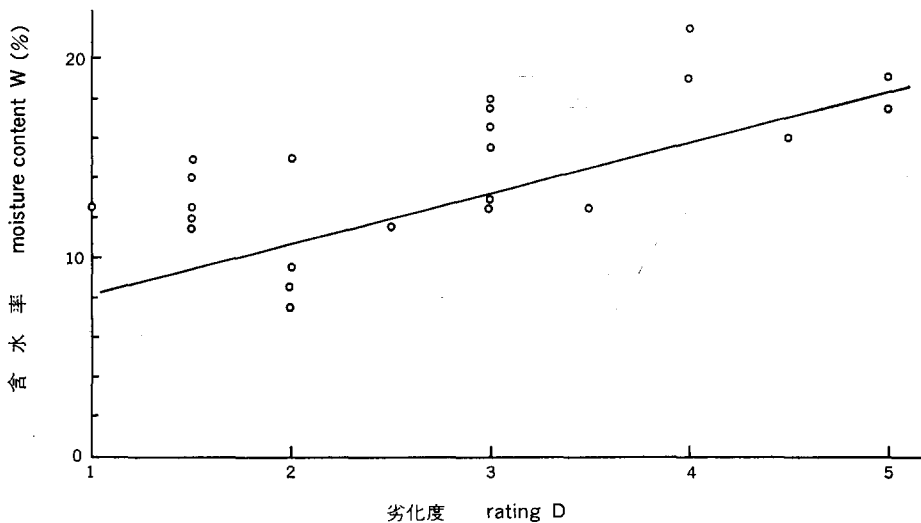


Fig. 5. 木材含水率と釘の劣化度 (N50F)
Relationship between the moisture content of the wood and the rating of the nails (N50F).

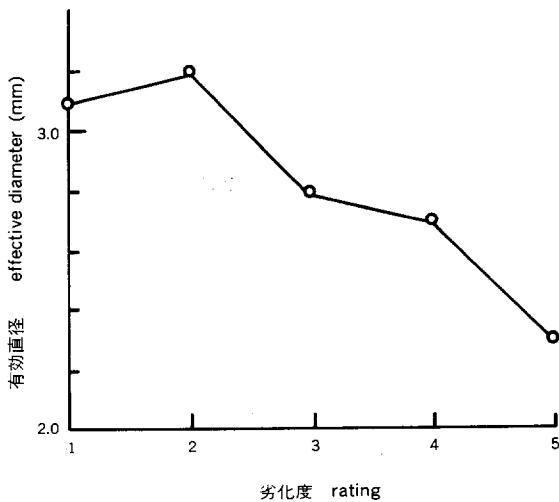


Fig. 6. せん断耐力から求めた有効直径と劣化度 (N50F)
Relationship between the effective diameter obtained
from the shear resistance test and the rating (N50F).
By courtesy of Mr. F. Kamiya.

側材として7.5mm厚さの構造用合板を釘1本で母材のベイツ2×4材に打ちつけた一面せん断試験体を用いて行った。Fig. 6は、それぞれ3本の試験結果の平均値による有効直径と劣化度の関係である。有効直径は、低い劣化度では実際の直径よりやや大きい値となっている。劣化度1と劣化度2の釘は目視によるさびの量には差があっても、有効直径はそれぞれ3.1~3.2mmであり、耐力上の差があるとはいえない。しかし、劣化度2より上では有効直径は急激に低下している。

3. ま と め

6年半経過した金属サイディング壁に

おける鉄釘の調査で、次の結論がえられた。

1) 対象とした家屋では、床下を通じて壁内の通気が可能な構造になっており、モルタル塗り壁や下見板壁などの耐久性能を直接比較できないが、全体として釘の劣化はあまり進んでいない。浴室の北側の壁では浴槽が床より下の部分にあるため、この壁の釘の劣化は著しい。

2) 西側の妻壁では、木ずりと土台を接合している釘の劣化が進んでいる。ここでは、軒の出が小さく、雨がかかりやすいうえ、犬ばしりがないため布基礎上部の土台と木ずりに雨があたりやすく、釘の劣化が進んだと思われる。

3) 木ずりの含水率と釘の劣化度の間に関係がみられる。このことは、ある時点での含水率の値は含水率の数年間の履歴と相関があることを意味している。ただし、関係曲線は年数と共に変化するものと思われる。これらについてはさらに検討が必要である。

4) 釘 (N50F) のせん断耐力上の有効直径は実際の直径よりやや大きい値であるが、目視による劣化度の評価と耐力上の評価との関係を表わしている。家屋全体として釘の劣化度が2~3であれば、釘接合部における耐力は衰えはじめていたといえるであろう。

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) 日本住宅・木材技術センター編：木造住宅3，丸善，p. 90，(1982)
- 3) 今村浩人・大黒昭夫・唐沢仁志・高木 純：34年経過した鉄鋼モルタル壁における鉄釘の劣化調査，林試研報，322，109~117，(1983)

Deterioration Survey of Nails for Wooden House III**6.5-Year Served Wall Covered with Metal Siding****(Research note)**Hirotō IMAMURA⁽¹⁾ and Akio ŌKURO⁽²⁾

Summary

The nails used in the wall covered with metal sidings were inspected. The house was a traditional post construction, located in Ibaraki Prefecture, Japan. The house had a southern aspect. Concrete wall around the house was between 60~90 cm distance from the northern exterior wall, and farther from the western and the eastern exterior wall. The cement scarcement ran along the eastern side of the house.

The metal siding composed of ribbed metal boards with the width of 16 cm each (10 mm-thick insulation board was attached to the back) was nailed over the wooden lath. The circulation of the air inside the metal siding could take place through the opening in the interior wall and the ventilator (Fig. 2), excepting the wall of the bath room.

The deterioration of the nails was evaluated by the five-rank rating method¹⁾. The nails used were N50F (50 mm length, 2.4 mm in diameter) and N65 (65 mm length, 3.0 mm in diameter). The nails (N50F) connecting the wooden lath and the sill were inspected. The averaged rating of the nails in the wall of the bath room and the toilet was 4.7. It was 2.3 in the eastern wall, including about 3 in the wall adjacent to the sink in the kitchen. The deteriorated nails with an average rating of 4.2 were found in the western gable side wall. The western wall had only small eaves to keep off the rain and seemed likely to get wet when it rained. The rain would drop along the wall to the ground and splash on the wooden lath and the sill. Evidence of this phenomenon was a trace of soil seen on a side of the foundation. This would not happen on the eastern wall with the cement scarcement attached to the foundation.

The diameters at the three positions of a nail were measured. Fig. 3 shows the diagrams of the diameters of the nails extracted from the wooden lath and the sill. Although all nails have lasted for 6.5 years equally, Fig. 3 suggests a process of deterioration. The nail with the rating 2.3 has rust only at the neck part with the thickness not increasing up to the rating 4.7. The middle part seems to gather rust later than the neck part, but thicker when the rating is 4.7. The tail part seems to gather rust later than the middle part, but faster once rusting has begun. The possible explanation is as follows: The water penetrates into the wooden lath at first and then into the sill. So the neck part starts rusting earlier than the middle part and the tail part. The wooden lath is easier to dry and has a shorter period of high moisture content than the sill. Consequently, the tail part of the nail starts rusting later, but develops rust faster once rusting has begun.

Fig. 4 shows the relation between the weight and the rating of the nails extracted from the wooden lath and the sill. The change in the weight of the nail is small when the rating is below 3, despite the deterioration evaluated with the amount of the rust.

Received September 30, 1983

(1) (2) Wood Utilization Division

The nails toed from the side of the stud into the sill were inspected. The averaged rating was 3.0 in the northern wall including 4.0~4.5 around the bath room. It was 3.9 at the eastern side of the sink, and 2.2 in the other part of the eastern wall, 3.2 in the western wall. In the western wall, the wooden lath seems to be effective in stopping the rain splashing up from the ground.

The rating of the nails connecting the wooden lath and the stud or the pillar were mostly below 3, showing no clear perpendicular distribution.

A linear relationship was seen between the moisture content of the wooden lath and the rating as shown in Fig. 5 and eq. 1. The nails were from the wooden lath and the studs or the pillars. The moisture content is around 10% when the rating is 1, that is also seen in the wall covered with mortar plaster⁹⁾. The equation depends upon the time, because the distribution of the rating changes as time passes, while the moisture content is almost stable. It is important to note that the moisture content obtained by the measurement on an arbitrary day has a clear relationship with the accumulative result e. g. the deterioration of the nail.

Fig. 6 shows the relation between the effective diameter and the rating of the nail (N 50 F). The effective diameter, calculated from the shear resistance of the deteriorated nails¹⁾, is larger than the actual one. However, it is sufficient to understand that the difference between the rating 1 and 2 are insignificant in the shear resistance. And if the averaged rating of the nails in the house is around 2~3, the decline in the mechanical strength of the nailed joints might have started. No decay was found in the nailed wood.