

スギ材に対する釘類の引抜耐力

藤田晋輔

(森林利用学研究室)

平成元年8月10日 受理

Withdrawal Resistance of Some Nails to Sugi-Wood Growing in Takakuma University Forest

Shinsuke FUJITA

(Laboratory of Wood Utilization)

緒 言

木工品の製造および住宅建築の中で部材を接合する方法は、釘（丸釘、らせん釘など）、木ねじ、組手および接着などがある。とりわけ、釘類の接合は接着剤によるそれに比較すると、「現場施工における作業が容易である。」などの理由から住宅建築に不可欠な方法である。

しかしながら、これに関する報告は多くを見る¹⁻⁹⁾にもかかわらず、まだ十分に確立されていないのが現実である。釘引抜耐力および木ねじ引抜耐力に関する設計資料は、まだ整備されておらず、アメリカの FPL のデータを利用しており、今後検討されるべきテーマはまだ多い。

さて、鹿児島県大隅半島に生産されるスギは、その品種を問わず軟らかく、ねばりがなく、釘どまりが悪いなどの体験的評価から、「オカベ」*スギと呼び、この地域の人々はスギ材の住宅構造部材としての利用を敬遠するきらいがある。このようなスギ材に対する体験的評価が事実かどうかを明らかにするため、鹿児島県大隅半島に位置する鹿児島大学高隈演習林に植林されているスギの材質の検討を行っている。これまでの実験結果から、「この地域で生産されるスギ材の機械的性質の平均値¹⁰⁻¹³⁾は、既往値¹⁴⁾に比較して敬遠されるほど劣悪な材ではない。」ことを明らかにした。

本報では釘どまりに対する評価が事実であるかどうかを明らかにするため、すでに材質を明らかにした高隈演習林産スギ5品種を供試材として、3種類の接合材料（鉄平頭丸釘、鉄平頭らせん釘および鉄皿頭木ねじ）の引抜耐力を検討した。

供試材料と試験方法

1. 供試材料と釘引抜き試験

供試材料は鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されている5品種（ヤクスギ、メアサスギ、ヨシノスギ、クモトオシスギおよびオビアラカワスギ）の気乾材（含水率13~14%）である。本実験に用いた釘類は、JIS・Z2121に規定されている方法に準じて、鉄平頭丸釘（公称 N45：長さ45mm，径2.45mm，メッキ塗装していない）、鉄平頭らせん釘（公称 SW45：長さ45mm，径2.45mm，銀メッキ塗装あり）、加えて JIS・B1112に規定されている鉄皿頭木ねじ（長さ24mm，径3.35mm，メッキ塗装していない）を使用した。釘類は建築現場等における使用を想定し

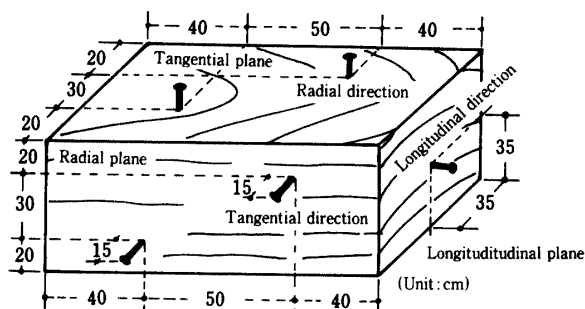


Fig. 1. The shape and dimension of specimen, and a point of hammered nail on specimen.

本報告の一部は第36回日本木材学会（1986：静岡）で発表した。

*「オカベ」とは鹿児島地方の方言で「豆腐」の意、したがって、「釘もとまらないほど軟らかいスギの意味になる。」

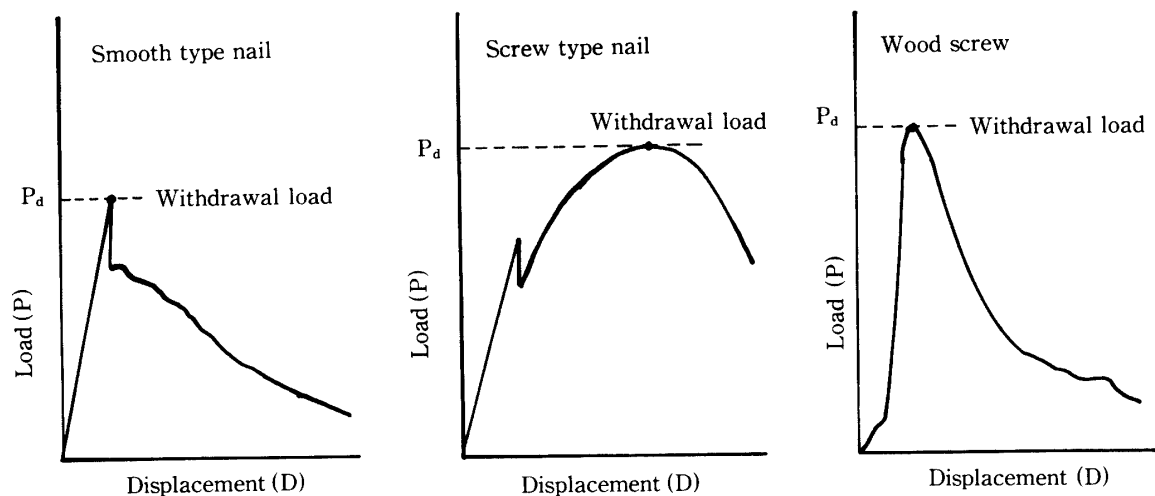


Fig. 2. The example of curves on withdrawal tensile load and displacement for each nail.

て、実験に供する前に何の処理も施さなかった。釘類の打ち込みは Fig. 1 に示す形状と寸法を持つ試験片の各断面の定められた位置に 2 本宛、静的な打ち込みにより総計 6 本を、規定した深さ（釘の長さの 3 分の 2）になるまで打ち込んだ（打突回数 8～10 回）。鉄皿頭木ねじは電動ドライバーによりその長さの 3 分の 2（らせん部分のねじ込み深さに相当）をねじ込んだ。なお、板目面（半径方向）の打ち込みは木表側から打ち込んだ。引抜き試験は釘類を打ち込んだ状態で実験室内に約 1 日放置した後、

インストロン型の万能試験機（島津製作所製、オートグラフ-DSS-5000）により行った。引抜荷重はロードセル（500kg）により検出し、釘類が試験材から完全に引き抜かれるまでの荷重-引抜き変位を記録した。なお、予備実験の結果から、引抜き速度は 5 mm/分とした。

2. 引抜耐力の算出

Fig. 2 に見られるようにそれぞれの釘類の引抜き試験の荷重-変位曲線は、木材の機械的試験時に得られるそれとかなり異なる。特に鉄皿頭らせん釘の

Table 1. Withdrawal-resistance of three types of nail on to five kinds of sugi-wood growing in Takakuma University Forest.

| Species | ① S. G. | ② Ave. A.R.W. (cm) | ③ M. C. (%) | ④ Smooth nail (kg/cm) | | | ⑤ Screw nail (kg/cm) | | | ⑥ Wood screw (kg/cm) | | |
|----------------|------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|----|----|-------------------------|----|---|-------------------------|----|----|
| | | | | R | T | L | R | T | L | R | T | L |
| Yakusugi | 0.48 | 0.68 | 13 | 19 | 15 | 11 | 20 | 14 | 9 | 90 | 86 | 76 |
| Measasugi | 0.38 | 0.74 | 14 | 18 | 10 | 7 | 19 | 14 | 6 | 68 | 48 | 46 |
| Kumotoushisugi | 0.38 | 0.89 | 14 | 12 | 8 | 5 | 18 | 13 | 9 | 67 | 62 | 52 |
| Yoshinosugi | 0.38 | 1.03 | 13 | 11 | 5 | 5 | 10 | 7 | 5 | 63 | 52 | 42 |
| Obiarakawasugi | 0.36 | 1.16 | 14 | 8 | 6 | 4 | 15 | 8 | 4 | 58 | 52 | 39 |

① Specific gravity, ② Average annual ring width, ③ Moisture content.

④ Smooth type nail with chequered head countersunk.

⑤ Screw type nail chequered head countersunk.

⑥ Wood screw.

Driving direction : (R) : Radial direction, (T) : Tangential direction
(L) : Longitudinal direction

荷重-変位曲線は鋼材のそれに類似した曲線を示した。本報における引抜耐力 (β) は、Fig. 2 で示した点 P_d (引抜き荷重) と L (木材の中に打ち込まれた釘または木ねじの長さ) から、

$$\beta = P_d / L$$

により求めた。

実験結果と考察

Table 1 は供試したスギ 5 品種の比重、平均年輪幅、含水率および 3 種類の接合材料 (鉄丸釘, 鉄平頭らせん釘および鉄皿頭木ねじ) の引抜耐力の平均値を示した。比重の平均値はヤクスギが 0.48 と最も

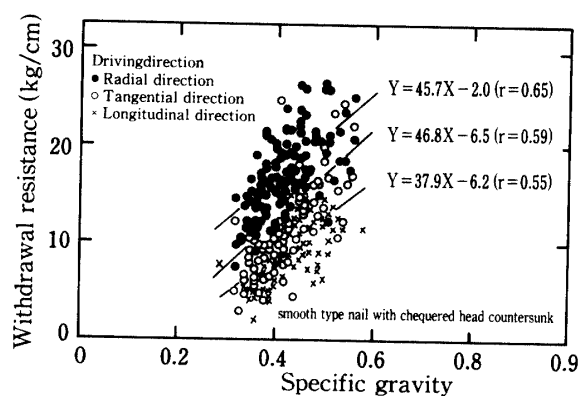


Fig. 3. Relation between specific gravity and withdrawal-resistance under each direction.

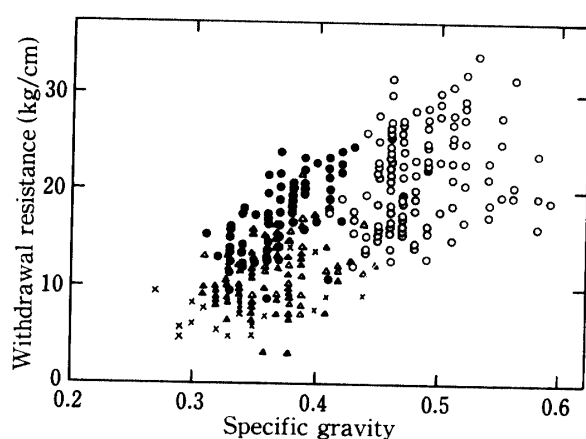


Fig. 4. Relation between specific gravity and withdrawal-resistance to hammered smooth type nail with chequered head countersunk in 5 kinds of Sugi-wood.

○ : Yakusugi, ● : Measasugi,
△ : Yoshinosugi, ▲ : Kumotoushisugi,
× : Obiarakawasugi.

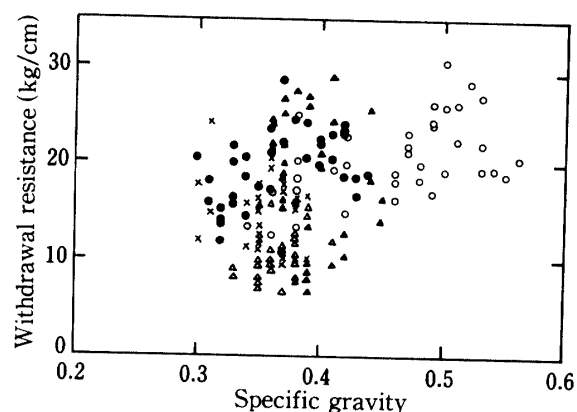


Fig. 5. Relation between specific gravity and withdrawal-resistance to hammered screw drive type nail with chequered head countersunk in 5 kinds of Sugi-wood.

○ : Yakusugi, ● : Measasugi,
△ : Yoshinosugi, ▲ : Kumotoushisugi,
× : Obiarakawasugi.

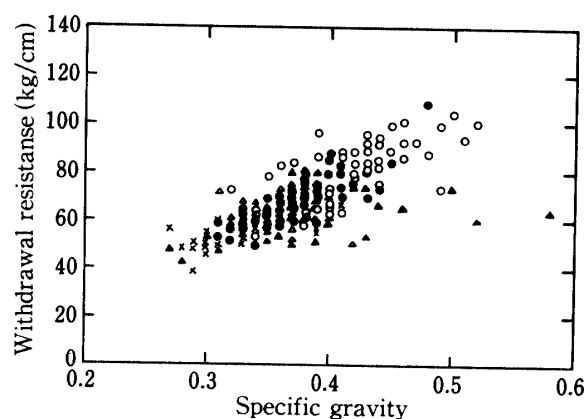


Fig. 6. Relation between specific gravity and withdrawal-resistance to torsioned wood screw in 5 kinds of Sugi-wood.

○ : Yakusugi, ● : Measasugi,
△ : Yoshinosugi, ▲ : Kumotoushisugi,
× : Obiarakawasugi.

高く、メアサスギ、クモトオシスギおよびヨシノスギのそれは、0.38、オビアラカワスギが 0.36 であった。平均年輪幅はヨシノスギ、オビアラカワスギが 1 cm を越える値を示したが、他の 3 品種、ヤクスギ、メアサスギおよびクモトオシスギのそれはヨシノスギおよびオビアラカワスギの約 7 ~ 8 割程度であった。

次に、スギ 5 品種のそれぞれの釘類の引抜耐力の平均値と打込み面 (打込み方向) の関係を見ると、いずれのスギ品種でも引抜耐力は板目面 (半径方向

打ち込み) が最も高い値を示し、柾目面(接線方向打ち込み)のそれは板目面の約70~80%を、木口面(長軸方向打ち込み)が最も低い値(板目面の約45~60%)を示した。

釘類の種類と引抜耐力の関係を見ると、スギの品種により若干の差があるものの、全体的に見て、鉄平頭丸釘の引抜耐力は鉄平頭らせん釘のそれよりやや低い。なお、鉄平頭丸釘および鉄平頭らせん釘の引抜耐力の平均値はこれまで得られている値²⁾よりやや低い値を示した。

一方、鉄皿頭木ねじの引抜耐力は、鉄平頭丸釘および鉄平頭らせん釘と釘長さ、釘径が異なるので直接比較できないが、既往値⁷⁾とほぼ類似した値を示し、鉄平頭丸釘および鉄平頭らせん釘の約4~7倍の値を示した。

次に、それぞれの釘を、半径方向(板目面打ち込み)に打ち込んだときのスギ5品種間の引抜耐力の差を見ると、鉄平頭丸釘では、ヤクスギの引抜耐力が最も高く(19kg/cm)、ついでメアサスギ(18kg/cm)、クモトオシスギ、ヨシノスギ(11~12kg/cm)、オビアラカワスギ(8kg/cm)となり、5品種に対する鉄平頭丸釘の引抜耐力の平均値の差は大きい。最も高い平均値を示したヤクスギは、最も低いそれを示したオビアラカワスギの約2倍の値を示した。

Fig. 3はヤクスギの板目、柾目、木口の各断面に打ち込んだ時の比重と鉄平頭丸釘の引抜耐力の関係

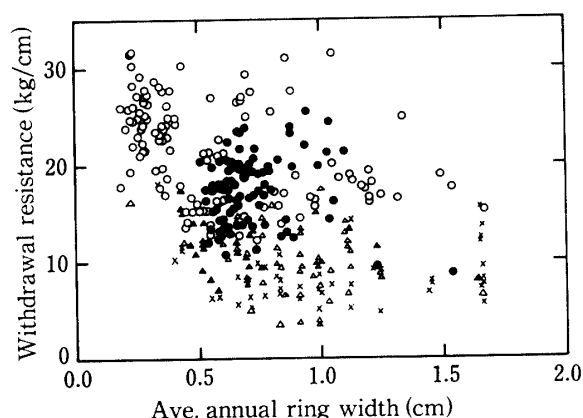


Fig. 7. Relation between average annual ring width and withdrawal-resistance to hammered smooth type nail with chequered head counter-sunk in 5 kinds of Sugi-wood.

○ : Yakusugi, ● : Measasugi,
△ : Yoshinosugi, ▲ : Kumotoushisugi,
× : Obiarakawasugi.

を示した。この図に見られるように、どの断面においても引抜耐力は比重が高くなるほど大きく、板目面に打ち込んだ時の引抜耐力が他の2断面のそれに比較して高い位置に分布している。Fig. 4~Fig. 6は、供試したスギ5品種の比重と半径方向(板目面打ち込み)に打ち込んだときの鉄平頭丸釘、鉄平頭らせん釘および鉄皿頭木ねじに得られた引抜耐力の関係を示した。それぞれの図に見られるように、鉄平頭丸釘、鉄皿頭木ねじの引抜耐力は比重が高くなるにしたがって直線的に大きくなる(それぞれ、 $r=0.67$, $r=0.86$)が、鉄平頭らせん釘はバラツキが

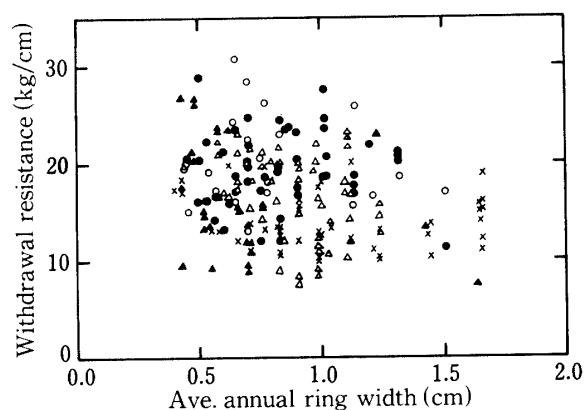


Fig. 8. Relation between average annual ring width and withdrawal-resistance to hammered screw drive type nail with chequered head counter-sunk in Sugi-wood.

○ : Yakusugi, ● : Measasugi,
△ : Yoshinosugi, ▲ : Kumotoushisugi,
× : Obiarakawasugi.

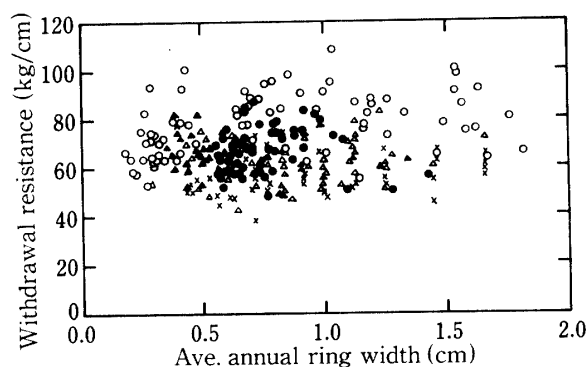


Fig. 9. Relation between average annual ring width and withdrawal-resistance to wood screw in 5 kinds of Sugi-wood.

○ : Yakusugi, ● : Measasugi,
△ : Yoshinosugi, ▲ : Kumotoushisugi,
× : Obiarakawasugi.

大きい ($r=0.54$).

Fig. 7~Fig. 9 は供試したスギ 5 品種の引抜耐力と平均年輪幅の関係を示した. これらの図から明らかなように鉄平頭丸釘, 鉄平頭らせん釘の引抜耐力はスギの品種に関係なく, 平均年輪幅が広がるほど低下する傾向を示したが, 鉄皿頭木ねじの引抜耐力は平均年輪幅が広がってもほとんど変化しなかった.

このことから鉄平頭丸釘および鉄平頭らせん釘による接合は年輪幅により影響を受けるが, 鉄皿頭木ねじによる接合は, 年輪幅に対して実用上特に注意を払う必要がないと考えられる.

要 約

本報告は鹿児島県大隅半島に植林されているスギ 5 品種に対する 3 種類の釘 (鉄平頭丸釘, 鉄平頭らせん釘および鉄皿頭木ねじ) の引抜耐力を検討した. その結果の概要は次の通りである.

1. 鉄平頭丸釘および鉄皿頭木ねじの引抜耐力の平均値は供試したスギ 5 品種 (ヤクスギ, メアサスギ, クモトオシスギ, ヨシノスギおよびオビアラカワスギ) のうち, ヤクスギが最も高く, オビアラカワスギが最も低い値を示した. 鉄平頭らせん釘の引抜耐力は, ヤクスギが最も高く, ヨシノスギが最も低い値を示した.

2. 鉄平頭丸釘と鉄平頭らせん釘の引抜耐力の平均値は, 供試した 5 品種間により若干の差が見られるが, 後者が前者よりやや高い. 鉄皿頭木ねじの引抜耐力は鉄平頭丸釘および鉄平頭らせん釘の約 4 ~ 7 倍の値を示した.

3. 被接合材料の比重が高くなるほど, 3 種類の釘類の引抜耐力は高くなるが, 鉄皿頭木ねじ以外の引抜耐力は, 平均年輪幅が広がるほど低下する.

4. 年輪に直角に打ち込んだ時 (板目面打ち込み) の引抜耐力が最も大きい. これらのことから, 板材を釘で接合する場合は柾目面より板目面を使用することが望ましい.

引 用 文 献

- 1) Gaitzsch, F., Kollmann, F.: Tech. des Holzes, 2. Aufl. II B., Springer-Verlag, Berlin, p. 855 (1955)
- 2) 長谷川智・元木英生: 釘うちによる被加工性試験 (第 1 報) LVL と素材の釘打込み. 木材と技術, **No. 37**, 7-10 (1979)
- 3) 長谷川智・元木英生: 釘うちによる被加工性試験 (第 2 報) 材の基本性能と割れの相関, **No. 41**, 7-10 (1980)
- 4) 金森勝義, 千野昭, 河原田洋三: 木材の乾燥に伴う釘の引抜き抵抗. 第 10 回工芸研究会発表会研究発表要旨集, 25-28 (1976)
- 5) 竹内勝正: 木材の緊結 (釘の使い方). 木工生産, **15**, 16-22 (1973)
- 6) 藤井毅: 木製パレット用スクリュー釘の性能. 木材工業, **41**, 119-124 (1986)
- 7) 金谷紀行: 木ねじの引抜耐力. 第 22 回日本木材学会大会要旨集, p. 88 (1982)
- 8) 今村浩人: 釘と木材の劣下 1. 木の建築, **No. 6**, 38-39 (1987)
- 9) 今村浩人: 釘と木材の劣下 2. 木の建築 2, **No. 7**, 36-37 (1987)
- 10) 藤田晋輔: 鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用 (第 1 報), ヤクスギ材の機械的性質と比重の関係. 鹿大農演報, **No. 12**, 57-66 (1984)
- 11) 藤田晋輔: 鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用 (第 2 報), メアサスギ材の機械的性質と比重の関係. 鹿大農演報, **No. 13**, 123-133 (1985)
- 12) 藤田晋輔: 鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用 (第 3 報), クモトオシスギ材の機械的性質と比重の関係. 鹿大農演報, **No. 16**, 1-11 (1988)
- 13) 藤田晋輔: 鹿児島大学農学部高隈演習林に植林されたスギ材の材質と利用 (第 4 報), ヨシノスギ材の機械的性質と比重の関係. 鹿大農演報, **No. 16**, 13-23 (1988)
- 14) 林業試験場監修: 木材工業ハンドブック (改定 3 版), 丸善, 東京, p. 188 (1982)

Summary

In this paper, investigations were carried out on a withdrawal-resistance, in the case when nailes were driven on a specimen in air drying condition through the five kinds of Sugi-woods (*Cryptomeria japonica*) growing at Takakuma University Forest, Kagoshima Prefecture.

The five kinds of Sugi-wood are Yakusugi-, Measasugi-, Yoshinosugi-, Kumotoushisugi- and Obiarakawasugi-wood aged 52, 27, 28 and 28, respectively.

The experimental results obtained concerning the withdrawal-resistance and other properties are summerized in Table 1 and Figs. 1-9.

1. Concerning the withdrawal-resistance the highest value was noted in Yakusugi-wood, and the lowest one in Obiarakawasugi-wood.

2. A average withdrawal-resistance was ascertained to be dependent on the specific gravity of Sugi-wood growing at Takakuma University Forest.

3. Withdrawal-resistance to respective nail types, which were asorted into chequeredhead counter-sunk-smooth type and -screw type, was decreasing in accordance with the width of average annual ring. But a withdrawal-resistance to wood screw was independent of the width of annual ring.