

4) - 2 既存木造建築物中の木質部位の強度健全性診断 に関する基礎的研究 【基盤】

Study on Inspection Method of Wood Integrity on Existing Timber Constructions

(研究期間 平成 19～21 年度)

材料研究グループ
Dept. of Building Materials and Components

山口修由
Nobuyoshi Yamaguchi

Inspection method of wood integrity using distribution of resistance to withdrawal of wood-screw type probes is proposed. The probes have a 5mm length thread and are screwed into wood. Withdrawal resistance of the probes in several depths is measured. Average withdrawal resistance provides integrity of wood. The distribution of withdrawal resistance of wood provides information of degradation in wood. Withdrawal resistance of wood-screw type probes and bending strengths of the specimens are compared. Based on allowable bending stress of wood, critical withdrawal resistance is proposed. Wood integrity is evaluated by comparing measured withdrawal resistance and critical withdrawal resistance.

【研究目的及び経過】

建築物のスクラップアンドビルドから脱却し、建築物を長期に有効利用するためには、既存建築物中の木質部材の健全性を、適時に現場（建築物中）で簡易に診断する技術が必要である。

本研究は、既存建築物中の木質部材の健全性を、適時に現場（建築物中）で簡易に診断する技術を開発し、木造建築物の劣化部材を合理的に判定して、確実に無駄のない部材交換を実施できるようにすることを目的としている。

本研究においては、木材内部の情報を入手できる「木ねじの引抜抵抗」を用いて、木材の健全性を診断する技術の開発を実施したので、その結果を報告する。

【研究内容】

(1) 測定・診断法の開発

- ① 木ねじプローブと測定法の開発
- ② 引き抜き抵抗と曲げ強度実験
- ③ 曲げ強度予測法の開発

(2) 国際機関との連携

既存建築物中の木材の健全性診断技術については、建築材料試験研究機関の国際組織である RILEM は TC 215-AST: Insitu Assessment of Structural Timber, 2005-2009 を設置して、検討を進めている。本研究は TC 215-AST での国際推奨試験法の検討作業と連携して作業を進めた。

【研究結果】

(1) 測定・診断法

① 測定法

測定法には、図 1 に示す木ねじの「ネジ部長さ」を

5mm とする「木ねじプローブ」を用いる。この木ねじプローブを試験体に設けた先穴に「ネジ部長さ」だけねじ込み、この木ねじプローブを引き抜く際の抵抗（引抜抵抗）を測定する。次に、前回よりも「ネジ部長さ」だけ深くねじ込み、前回と同様に引抜抵抗を測定する。測定する木材の上下面に対して、以上の作業を繰り返すことにより、木材断面内の「引抜抵抗の分布」を測定する。実験には、建築研究所内で 15 年間暴露された木製屋根試験体の栈木と、栈木と同種で同サイズの新材（スギ）を使用した。引抜抵抗の測定には、万能試験機を使用した。現場における引抜抵抗の測定を可能にするために、図 2 に示す携帯型引抜試験器も開発した。

② 診断法

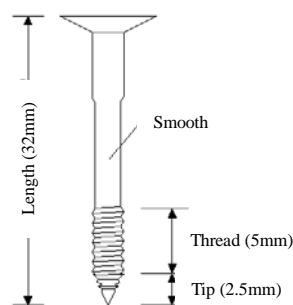


図 1 木ねじプローブ 図 2 携帯型引抜試験器

木材の健全性は、構造計算において使用された木材の許容曲げ強度を、診断対象となった木材が保有しているかどうかで判定する方法を考案し、採用した。このために必要な、「木ねじプローブ」の引抜抵抗から、木材の曲げ強度を計算する診断法を開発した。

(2) 診断法

① 標準法

木材の引抜抵抗（材料断面内の引抜抵抗分布の平均値）と木材の密度には、図 3 に示す相関性がある。同様に、木材の曲げ強度と密度の間にも図 4 に示す相関性がある。これらの 2 つの関係を示す 2 つの実験式から、木材の引抜抵抗から木材の曲げ強度を予測する式(1)を作成し、この方法を標準法とした。

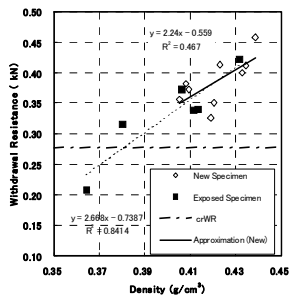


図 3 引抜抵抗と密度

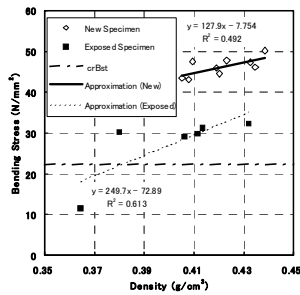


図 4 曲げ強度と密度

② 詳細法 1

健全な木材の断面内の引抜抵抗の分布を用いて、当該木材の許容曲げ強度に対応した境界分布モデルを作成した。木材断面内で測定した引抜抵抗の分布と境界分布モデルの比（充足率）が 1 以下の部分が、木材断面内の劣化部分と判定する診断法を作成した。（図 5）この方法を用いた、木材の曲げ強度の予測式を式(2)に示す。

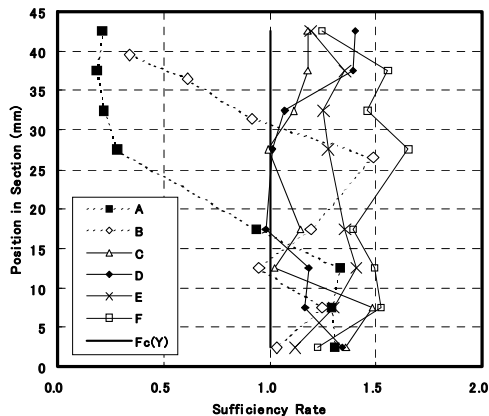


図 5 木材断面内の引抜抵抗充足率の分布

③ 詳細法 2

曲げ強度に対する、劣化部分の断面内位置の効果を考慮するために、引抜抵抗の測定位置に関する重みを付けた引抜抵抗の分布を作成し、これを用いて曲げ強度を予測する式(3)を作成した。（図 6）

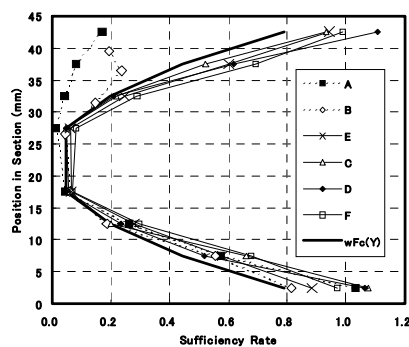


図 6 木材断面内の重み付き引抜抵抗の分布

④ 検証

以上 3 つの方法で計算した曲げ強度の予測値は、図 7 に示すように実験値とおおむね整合し、中でも詳細法 2 が最も高い精度を示した。本診断法では、以上の方法で計算した木材の曲げ強度の予測値が、部材の設計用許容曲げ強度以下の場合は、劣化部材と判定する。

$$p_0 B_{st} = C_A \cdot W_R + C_B \dots\dots\dots(1)$$

$$p_1 B_{st} = S_R \cdot C_A \cdot W_R + C_B \dots\dots\dots(2)$$

$$p_2 B_{st} = w S_R \cdot C_A \cdot W_R + C_B \dots\dots\dots(3)$$

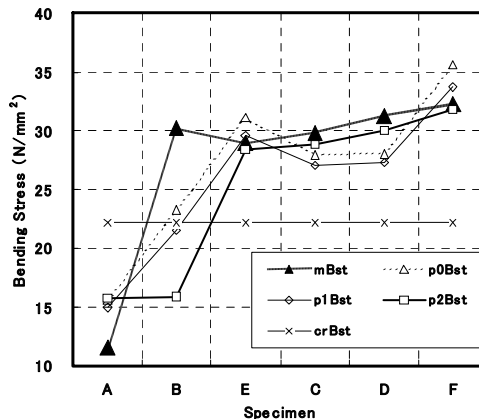


図 7 曲げ強度の予測値と実験値の比較

(3) 国際機関との連携

本研究で得られた成果は、RILEM（TC215-AST）作成中の国際推奨試験法 (Harmonized Test Recommendations) のうち、「木ねじを用いた木材の診断法」の一部に採用される予定である。

【参考文献】

1) 「木ねじプローブの引き抜き抵抗を用いた木質部材の健全性診断」日本建築学会構造系論文報告集，日本建築学会，pp. 607-616，2008 年 4 月