

木製土木構造物の耐朽性を予測する

森 満 範

キーワード：被害度、ピロディン、強度低下、耐用年数

はじめに

間伐材の有効利用法が課題となっていますが、その一つとして治山事業などにおける土木資材としての用途に期待が寄せられています。北海道においては、主にカラマツ間伐材がこれらの用途に利用されていますが、それらの耐朽性に関する資料は多くありません。

木材の腐朽による劣化状態を判定するための最も汎用的な方法として、被害度評価法というものがあります^{1,2)}。これは、目視によって木材の腐朽による劣化状況を、健全(被害度0)から崩壊(被害度5)までの6段階で評価するものです。一般的に、平均被害度が2.5に達した年数を耐用年数とし、この耐用年数により木材の耐朽性が区分されています。日本産の主要な樹種(心材)の耐朽性(耐用年数)も、この評価方法に基づいて明らかにされていて、例えばカラマツ心材の野外地条件下での耐用年数は5~6.5年とされています^{3,4)}。しかし、試験地が関東であることなど、必ずしも汎用的なものとは言えず、特に北海道において、あるいは土木資材として使用した場合などに当てはめることができるのかどうかを確認する必要があります。

また、「被害度2.5」という目安もスギの小試験体の縦圧縮縮小率を基に定められたもので⁵⁾、用途によっては被害度2.5における残存強度値が過小あるいは過大なものとなる場合も考えられます。このような諸問題を抱えていることから、木材の「耐用年数」に関する情報提供を行っても、「耐用年数」という概念がはっきりしないため、結局は発注者、施工者の理解が得られないというのが現状です。

そこで、木材の耐朽性という抽象的な性能を、強度という具体的な性能で表現し、木材の腐朽被害程度と強度の関係、ひいては経過年数と強度低下の関係を把握することを目的とした取り組みを始めました。この目的が達成されれば、すでに設置された構造物の部材における強度低下の把握、あるいは構造物を設置する

段階における強度低下の推移の予測などが可能となります。また、木製の土木構造物において、部材の経時的な強度低下を推定し、構造物としての耐用年数を予測することができれば、各用途における耐用限度を利用者や施工者が判断することもできます。

この取り組みは現在も進行中ですが、ここでは平成13年度に得られた結果を簡単に紹介いたします。

経過年数と被害度およびピロディン深さの関係

土木構造物として使用されている木材(カラマツ)の腐朽被害を把握するために、北海道水産林務部治山課あるいは北海道森林管理局旭川分局が管理する木製土木構造物から調査対象物件を選定・整理し、6地域33件の構造物(土留工-柵工)に対して調査を実施しました。調査方法は、目視による被害度およびピロディン(PILODYN、スイスProceq社製、図1)の打ち込み深さを劣化の指標とし、柵工の地際部分、接合部分などにおける木材の劣化状態を調べました(図2)。目視による被害度は表1に示した基準で6段階評価を行いました。また、ピロディンは、電柱の腐朽被害を検出するために開発されたもので、直径2.5mmの金属製のピンをバネの力によって木材に打ち込み、その打ち込み深さで腐朽程度を評価するものです。

調査の結果、腐朽による劣化は地際部分が最も激しいこと、木口などのように地際でない部分でも、構造物の片側が土砂と接触している場合は劣化が早く進行することなどがわかりました。これらのことは今まで経験的に知られていたことでしたが、この現象を被害

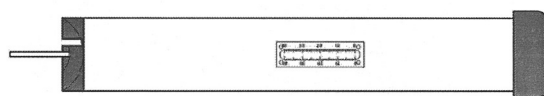


図1 ピロディン

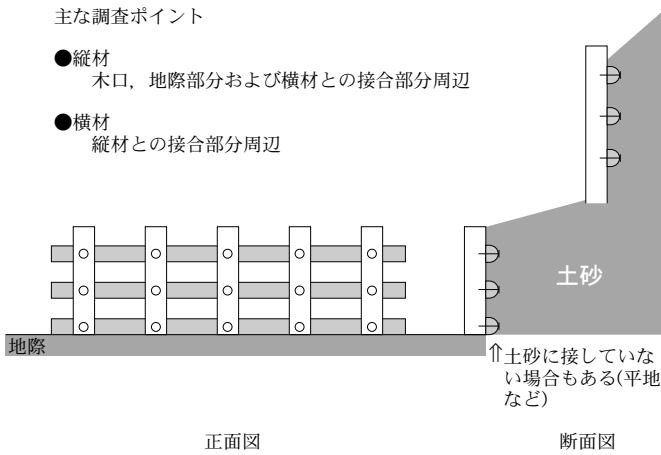


図2 調査対象とした構造物の模式図および調査ポイント

度およびピロディン打ち込み深さなどの被害評価値で示すことができました。土砂に全く接していない部分では、土砂に接している部分に比べて腐朽の進行が緩やかでした。土木構造物においては地際部分の強度が重要となるので、ここでは地際部分の結果について述べたいと思います。

経過年数と構造物の地際部分における被害度の関係を図3に示しました。時間の経過とともに被害度が大きくなり、被害度2.5に達する年数、すなわち耐用年数は、バラツキが見られるものの平均で8年程度と考えられました。しかし、設置後5年を経過したものでも耐用年数に達しているものが見られましたので、設置後5年頃から注意が必要になるでしょう。

図4は、経過年数とピロディンの打ち込み深さの関係を示したものです。こちらも、時間の経過とともにピロディンの打ち込み深さが大きくなり、被害度から

表1 被害度の評価基準

被害度	観察状態
0	健全
1	部分的に軽度の虫害または腐朽
2	全面的に軽度の虫害または腐朽
3	2の状態のうえに部分的にはげしい虫害または腐朽
4	全面的にはげしい虫害または腐朽
5	虫害または腐朽により形がくずれる

推定した耐用年数(8年程度)前後のピロディン打ち込み深さは30~35mmであると予想されました。

被害度と残存強度(曲げ強さ)の関係

腐朽による被害度と残存強度の関係を把握するために、試験場内で野外設置されたカラマツ丸太(直径約11~17cm、長さ約200cm)を用いて、腐朽による被害度と残存強度(曲げ強さ)を評価しました。図5は、被害度と残存曲げ強さの評価結果から求めた両者の関係(推定式)を示したものです。被害度が大きくなるにつれて曲げ強さが小さくなり、被害度が2.5、すなわち一般的に耐用限度とされている状態では、曲げ強さが50%程度に低下していることとなります。

経過年数と残存強度(曲げ強さ)の関係

カラマツを用いた土木構造物の腐朽被害調査および野外設置されたカラマツ丸太の強度試験の結果から、経過年数と曲げ強さ減少率の関係を求め、その結果を図6に示しました。この関係から、曲げ強さ減少率は経過年数が3年で13%、5年で25%、8年で45%と増

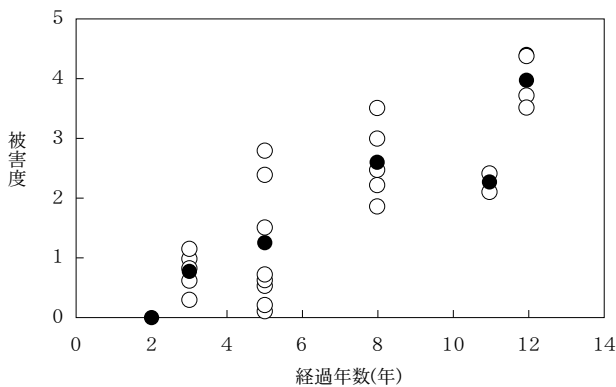


図3 経過年数と構造物の地際部分における被害度の関係(カラマツ)

凡例：○被害度 ●被害度平均

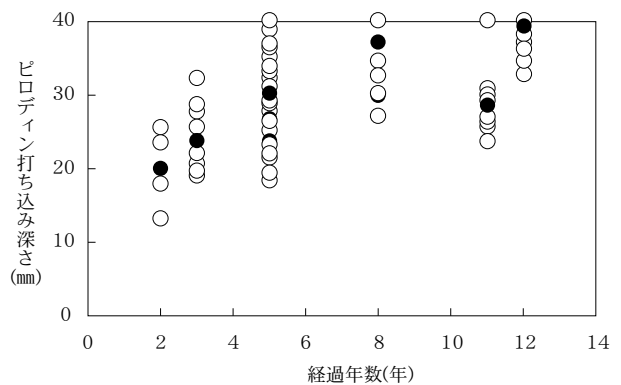


図4 経過年数と構造物の地際部分におけるピロディン深さの関係(カラマツ)

凡例：○地際 ●地際平均

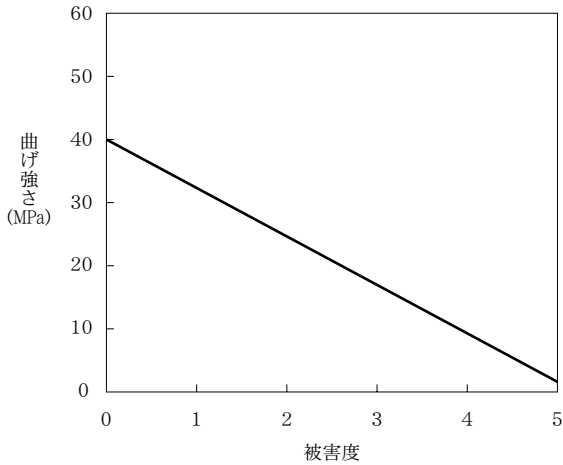


図5 野外に設置されたカラマツ丸太の被害度と残存曲げ強さの関係(推定式)

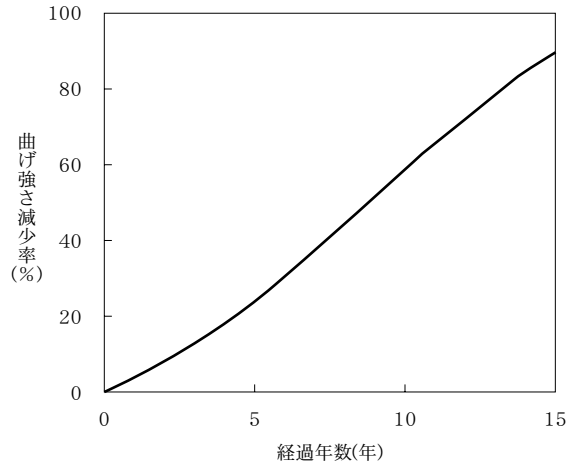


図6 曲げ強さ減少率の経年変化(カラマツ丸太-推定式)

加していくと推測されます。間接的ではありますが、このように強度低下の経年変化、推移をある程度予測することができます。

おわりに

木材の耐朽性を強度で表現し、その強度低下の経年変化を推定・予測する取り組みを紹介しました。本取り組みで得られた結果は、北海道内に設置されたカラマツ小丸太、あるいはそれに類似する材料形状に限定されますが、ここで示したように、経過年数と残存強度の間に一定の傾向を見ることができました。これらの関係を基に構造物としての強度低下も推定できると考えられます。今後も、調査による経過年数と目視あ

るいはピロディンによる被害評価値との関係、ピロディンを用いた打ち込み深さと残存強度の関係、同一試験体による経過年数－被害評価値－残存強度の関係などのデータを集め、より信頼性の高いものにしていく予定です。

参考資料

- 1) 木材防腐研究室：林試研報, 103, 155－158(1957).
- 2) 木材防腐研究室：林試研報, 103, 159－166(1957).
- 3) 松岡昭四郎ほか5名：林試研報, 232, 109－135 (1970).
- 4) “木材保存学入門”, (社)日本木材保存協会(1992).
- 5) 雨宮昭二：林試研報, 150, 143－156(1963).

(林産試験場 耐朽性能科)