

台風19号による被害木について(2)

－被害材の強度調査－

小玉泰義

1. はじめに

当センターでは、平成3年9月下旬に中国地方を襲った台風19号の強風により被害を受けたと推定されるヒノキ材の強度について試験する機会を得た。その概要について述べる。

2. 材料と方法

1) 供試材料

中国地方に生育していたと推定されるヒノキから採材した10.5cm角 および12.0cm角で長さ3mの柱材を用いた。試験材は背割を入れて、含水率17~20%に仕上げられた。数量は、各断面の材12本ずつで、合計24本とした。

目視による観察では、試験材には“もめ”(モメ)が含まれていた。ただし、試験材中のモメの分布は1方向にのみモメが出現するといった方向性は認められなかった。ただし、材軸方向の間隔が数cmから10数cm程度に、密に存在していた。

2) 強度試験

①実大曲げ試験

試験にはアムスラー型の材料試験機(TKS、RUE-II特型)を用い、試験材は背割面が圧縮側にくるように試験機に取り付けた。

スパン270cmで、3等分点2点荷重方式で行った。方法は、ASTM D198-84に準じた。

モーメント一定区間の曲げヤング係数、全スパンに対する曲げヤング係数、ならびに、曲げ破壊係数を測定した。

測定終了後、これらの試験材について、外観からは塑性変形を受けていないと考えられる部分から試験体を採材し、以下に述べる②~④の試験を行った。

②短柱の実大圧縮試験

実大曲げ試験体から、横断面はそのまま、細長比が16.5の試験材(材軸方向寸法は、10.5cm角材では50cm、12.0cm角材では57cm)を木取りした。

実大曲げ試験と同じ試験機で試験を行った。歪の測定は、相対する2材面で、中央部20cmの区間の歪を測定した。

この試験で圧縮ヤング係数、圧縮破壊係数を決定した。

③縦圧縮試験

JIS Z 2111(1977)に準拠した方法で行った。

試験体は、材軸方向に互いに隣接する健全部分とモメを含んだ部分からそれぞれ採取し、両者の比較を行った。モメを含んだ試験体の歪測定区間内には必ずモメが含まれるように留意した。試験体の寸法は辺長 2cm で、高さ 6cm とした。

試験には万能材料試験機（インストン 4206型）を用い、ストレインゲージ式伸び計（ゲージ長 12.5mm）で試験体中央部の歪を測定した。

④ 衝撃曲げ試験

JIS Z 2116(1977)に準拠した方法で行った。

試験に使用した材にはモメが密に分布していたため、モメを含まない試験体を木取りするのは困難であったため、モメを含まない試験体は1つだけ採材した。

3. 結果

① 実大曲げ試験

ASTMに準じ、スパン-梁せい比 21 と含水率15%を用いて、測定値にたわみと含水率の補正を行った。曲げ破壊係数と曲げヤング係数の関係を第1図に示す。

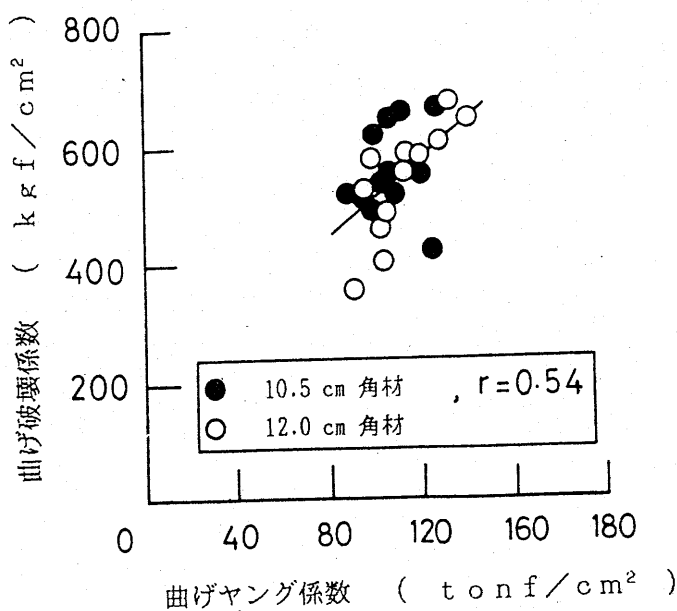
両者の相関係数は0.54で、健全材の値に比較して低下した。この相関係数の低下の理由の1つとして、2~3の試験体で、曲げ破壊係数が低い方へシフトしていることが考えられる。

曲げ破壊は、節径比の低い試験体では、モメの部分から破壊が起こり、突発的に破断した。節径比の高い試験体では、節に起因する破壊が多くみられた。

曲げ破壊形態の一例を第2図に示す。図のaに見られるように、モメを含んだ試験体の曲げ破壊形態の特徴は、モメの部分から平滑に破断することであった。健全材に見られるような靱性的な破壊型は見られなかった。また、図のbに見られるように、節に起因して破壊が起こった材では、破壊が始まった箇所からモメの部分に割れが進展し、段状の破壊型が観測された。

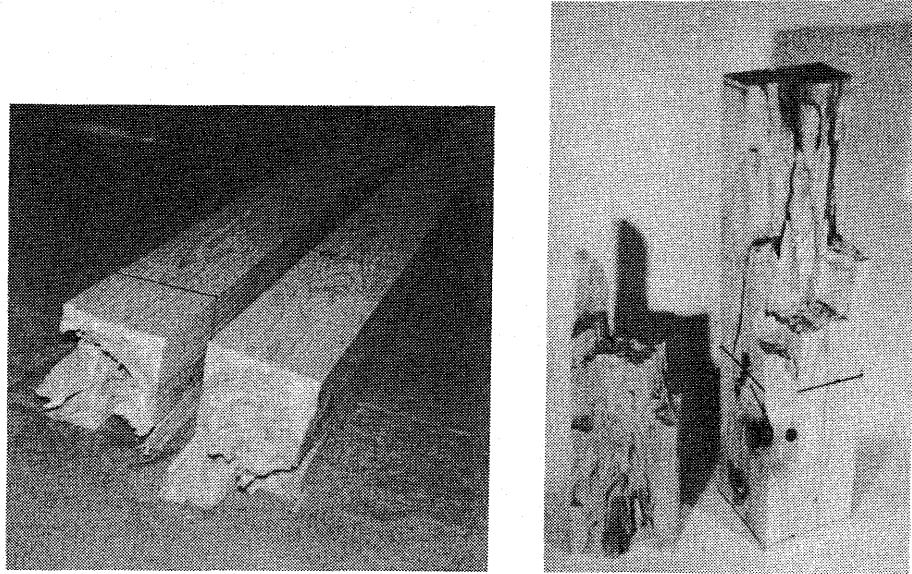
② 実大圧縮試験

試験を行った24個の試験体のほとんどが低い荷重で、試験体によっては10t以下で座屈した。そのため5個の試験体では、圧縮ヤング係数・圧縮破壊係数を求めることができなかった。



第1図 曲げ破壊係数と曲げヤング係数の関係

残りの19個の試験体については、ASTMに準じて、含水率15%時の値に換算した。その結果、圧縮ヤング係数の平均値は $106.6 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ 、標準偏差は $28.1 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ であり、圧縮破壊係数の平均値は 404.5kgf/cm^2 、標準偏差は 63.1kgf/cm^2 であった。



第2図 実大曲げ試験体の破壊形態の1例

③縦圧縮試験

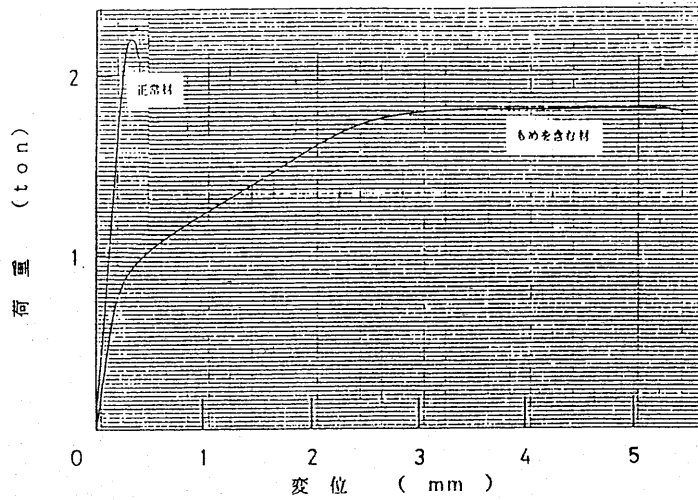
第3図に、縦圧縮試験における荷重-変位曲線の一例を示した。図から、モメを含む材の特徴として次の特徴が認められた。

- I. 弾性域が小さい、
- II. 破壊までの塑性変形が大きい、
- III. 荷重と変位の間線形性がある領域が2箇所存在する。

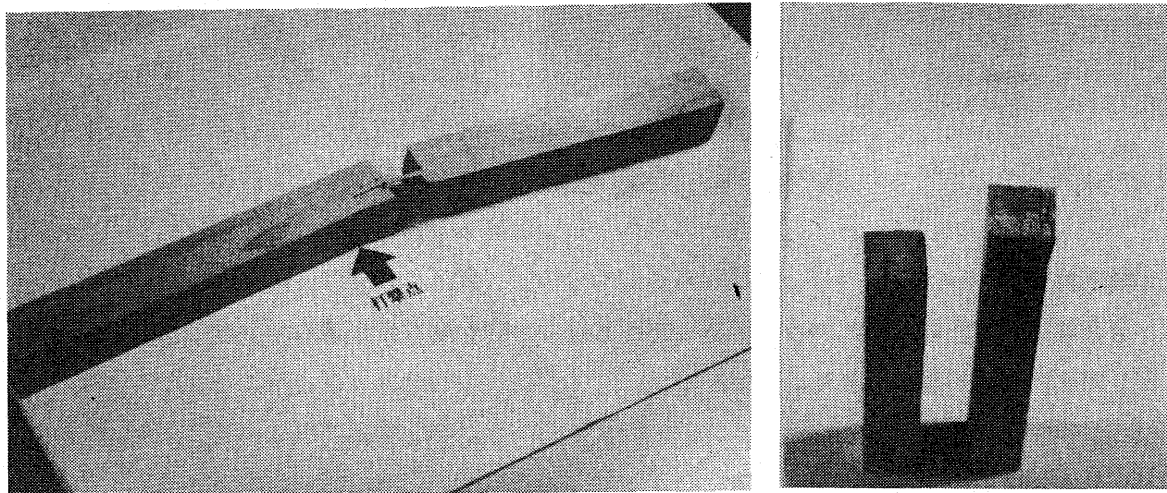
モメを含む材の健全材に対する比を取ると、試験体 (n=11個) の平均値 (標準偏差) は、圧縮ヤング係数が 0.67 (0.17)、縦圧縮比例限度が 0.35 (0.07)、縦圧縮強さが 0.91 (0.06) であった。このことから、モメを含む材は、圧縮ヤング係数、縦圧縮比例限度、および縦圧縮強さのいずれも低下傾向にある。その中でも、縦圧縮強さの低下に比較して、前の二者は低下の度合いが著しい。特に、縦圧縮比例限度は著しい低下を示すことがわかる。

④衝撃曲げ試験

モメを含む材の衝撃曲げ吸収エネルギーは、16個の試験体の平均で 0.413、標準偏差 0.101、最大 0.626、最小 0.262であった (単位は $\text{kg}\cdot\text{m/cm}^2$)。一方、健全材の場合、試験体数64個の平均で 0.558、標準偏差 0.0613 である。これらの値を比較すると、モメを含む材では、衝撃曲げ吸収エネルギーのかなり低い材が存在することがわかる。



第3図 縦圧縮試験の荷重-変位曲線の1例



第4図 衝撃曲げ試験 (JIS) の破壊形態の1例

4. 考察 —台風被害材の構造材への利用について—

建築基準法施行令第95条によれば、ヒノキの材料強度 (曲げ) は 270kgf/cm^2 以上とされ、今回供試した被害材でも、実大曲げ試験における曲げ破壊係数はこの材料強度値を上回っている。

しかし、同施行令第41条には、構造材に使用する木材の品質は日本農林規格 (JAS) に適合する必要があることが記載されている。この条項を適用すると、実大圧縮試験、縦圧縮試験、ならびに衝撃曲げ試験の結果から、もめが「耐力上の欠点」であることは明かである。しかも、実大圧縮試験で、かなり低い荷重で座屈を起こしたという事実は、“材内部に強度のもめを包含する場合には、台風被害材は弾性域内の構造設計ができない”という可能性を示している。

以上の結果を総合すると、台風被害材は構造用材としては適さないと考えられる。