

平成 21 年 5 月 14 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19880001
 研究課題名（和文） 腐朽劣化を受けた木質構造物の性能評価に関する研究
 研究課題名（英文） Study on evaluation of structural performance of timber structure exposed by fungal attack
 研究代表者
 澤田 圭 (SAWATA KEI)
 北海道大学・大学院農学研究院・助教
 研究者番号：10433145

研究成果の概要：

本研究では在来軸組み構法片筋違い耐力壁と平行弦トラス梁を対象として、接合部に生じた腐朽が構造物全体の耐力－変形関係にどのような影響を及ぼすか調べた。筋違い耐力壁の水平加力試験の結果より、柱脚部の接合方法によって腐朽が耐力壁のせん断力－見かけの変形角関係に及ぼす影響に差が見られた。平行弦トラス梁の曲げ試験より、斜材に生じた腐朽がトラス梁の荷重－たわみ関係へ及ぼす影響は小さかった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,280,000	0	1,280,000
2008年度	1,130,000	339,000	1,469,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,410,000	339,000	2,749,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林産科学・木質工学

キーワード：腐朽、劣化測定、耐力壁、柱脚接合部、平行弦トラス、ボルト接合部、構造性能

1. 研究開始当初の背景

構造物には安全性、機能の有用性・継続性といった性能が要求される。しかし供用期間中の構造物は温度、水分、紫外線等の劣化を引き起こす環境因子にさらされており、初期設計の段階で構造物の性能が確認されていても、時間の経過とともに大きく変化する可能性がある。現在の設計には構造性能の経年劣化は触れられていないが、2000年に構造物の耐久計画を扱った国際規格 ISO15686 が出版されており、構造物の耐久性を把握することは今後さらに重要になると考えられる。

木材に対する代表的な劣化としては腐朽

が挙げられる。木材が水分の供給があり乾燥しにくい場所に置かれた場合、その木材には腐朽が生じやすくなる。腐朽が木材の強度に及ぼす影響についてはこれまで多くの研究があり、腐朽によって木材の強度は急減に低下することが知られている。しかし木質構造物の性能上重要な部位である接合部に対して腐朽の影響を調べた研究は少なく、腐朽が木質構造物の構造性能に及ぼす影響についてはほとんどが不明である。木質構造物の安全性や有用性を確保するためには構造物に対する腐朽の影響を把握することが肝要である。

2. 研究の目的

木材に腐朽が生じたとき木材の強度は大きく低下する。木質構造物は多くの部材や接合部によって構成されており、腐朽の発生場所が接合部のような構造上重要な箇所の場合、それが局所的な腐朽であっても、構造物全体の性能に影響を及ぼす可能性がある。腐朽と木材強度の関係については古くから研究が行われており、腐朽と接合部性能の関係については近年になって資料が少しずつ蓄積されてきている。しかし腐朽が木質構造物の性能に及ぼす影響については極めて重要な問題でありながら研究はほとんど行われておらず、未解明な点が多い。

本研究では木質構造物にとって避けがたい問題である腐朽を取り上げ、腐朽が生じた木質構造物の性能変化を実験によって検討した。また腐朽発生時の補修を想定して補修の程度と部材性能との関係を調べた。

腐朽実験は実験室レベルで実施可能な腐朽処理であること、大きな力を受ける箇所を集中的に腐朽させること、実大寸法の木質構造物を対象とすることに留意した。試験に供した強制腐朽処理材に対しては劣化診断で使われている非破壊診断用測定機器を用いて腐朽状態を調べた。対象とした木質構造物は木造住宅において一般的に用いられている在来軸組み構法耐力壁と平行弦トラス梁とし、各木質構造物について加力試験を行い、接合部に生じた腐朽が構造物全体の耐力-変形関係にどのような影響を及ぼすか調べた。

3. 研究の方法

(1)腐朽材を含む耐力壁

対象とした耐力壁は壁長 910mm の片筋違い耐力壁で、柱と接する土台に腐朽が生じた場合を想定した。梁には 105mm 角のベイマツ製材、土台および柱には 105mm 角トドマツ製材、筋違いには 105×45mm のベイマツ製材、間柱には 105×45mm のトドマツ製材を用いた。土台および梁と間柱は 2 本の CN90 釘で斜め打ち、筋違いと間柱は 3 本の CN75 釘で接合、筋違い端部は筋違いプレート (BP-2) で接合した。柱と土台および梁との接合は、短ホゾ差して T 型金物を用いたタイプ、長ホゾ差して 2 本の CN90 釘を用いたタイプ、長ホゾ差して 15mm 角ナラ材を込栓打ちとしたタイプの 3 タイプとした。土台は腐朽処理を施した部分と健全な部分に分かれており、それぞれ試験機にボルト 2 本で緊結した。

腐朽処理に用いた木材は 105×105×500mm のトドマツ製材で、中央にホゾ穴を設け、柱が接する箇所以外をエポキシ樹脂接着剤でコーティングした。ホゾ穴部分が菌叢

に接するように試験体を静置し、腐朽期間は 2、3、4 カ月とした。腐朽菌には褐色腐朽菌オオウズラタケを用いた。腐朽処理後、気乾状態になるまで調湿して筋違い耐力壁を構成した。

(2)腐朽材を含む平行弦トラス梁

平行弦トラス梁はスパン 3000mm、垂直材間の心々距離 500mm、上下弦材間の心々距離 340mm のプラット型およびハウ型の 2 タイプとした。上下弦材には 100×30mm のトドマツ製材を縦使いで、斜材と垂直材には 60×30mm のトドマツ製材を縦使いで使用した。接合具には径 10mm のボルトを用い、接合部分は斜材および垂直材を弦材で挟み込んだ木材添え板 2 面せん断接合とした。平行弦トラス梁は 1 体につき 6 本の斜材を有しており、6 本中 1 本を腐朽処理材とした。

腐朽処理に用いた木材は 620×60×30mm のトドマツ製材で、端から約 70mm の箇所にボルト穴を設け、ボルト穴付近以外をエポキシ樹脂接着剤でコーティングした。試験体は菌叢に接するように静置し、腐朽期間は 1.5、3 カ月とした。腐朽菌には褐色腐朽菌オオウズラタケを用いた。腐朽処理後、気乾状態になるまで調湿して平行弦トラス梁を構成した。

4. 研究成果

(1)縦継ぎ補修の検討

部材の縦継ぎ方法としては木ダボや合板ガセットを用いたものがある。補修した部材の曲げ性能向上のため、こうした接合方法に併用可能な接着接合を考えた。部材の相欠きの長さを変化させ、ポリウレタン接着剤で接着した試験体の曲げ試験を行った。接着面積に伴う曲げ剛性負担割合のデータを蓄積した。

(2)腐朽状態の調査

腐朽処理材の応力波伝播速度 (FAKOPP) を測定した。図 1 に耐力壁の試験に供した木材の応力波伝播速度を示す。本研究では腐朽

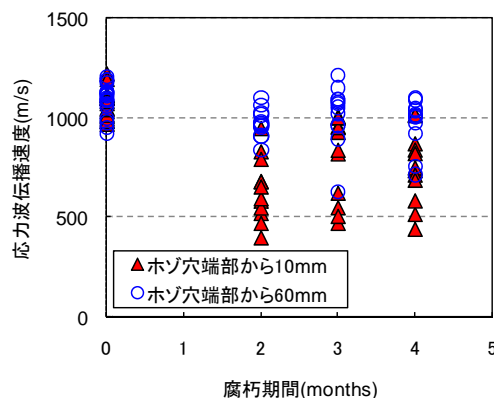


図 1 応力波伝播速度

がホゾ穴から進行するような処理を施した。ホゾ穴近傍(ホゾ穴端部から 10mm 離れた地点)では腐朽処理材の応力波伝播速度は健全材の値と比べて半減しているが、ホゾ穴端部から 60mm 離れた地点では両者に大きな差は見られない。部材内の腐朽分布データを収集した。

(3) 腐朽が耐力壁のせん断性能に及ぼす影響

試験体上部に 1.79kN (1.97kN/m) の鋼製重錘を搭載し、繰り返し加力試験 (写真 1) を行った。図 2 に耐力壁の繰り返し試験から得られた水平せん断力-見かけのせん断変形角包絡曲線を示す。ここで、健全材のみで構成された耐力壁を耐力壁 C とし、腐朽材 (腐朽期間 2~4 カ月) を組み込んだ耐力壁を一括して耐力壁 D と示す。柱と土台および梁を T 型金物で接合した場合、耐力壁 C と耐力壁 D のせん断力-見かけの変形角関係はほぼ同じ形状を示した。柱と土台および梁を CN90 で釘打ちした場合、耐力壁 C と耐力壁 D のせん断力-見かけの変形角関係は似た形状を示したが、耐力壁 D の最大耐力は 4.75~5.10kN で耐力壁 C の最大耐力 5.72kN より低い値を示した。この差は耐力壁のばらつきによるものか、腐朽に伴う構造性能の低下によるものかは不明である。柱と土台および梁を込栓で接合した場合、耐力壁 C は見かけの変形角 1/30~1/20rad. までせん断力が増加したのに対し、耐力壁 D では 1/50rad. 以降せん断力は一定となった。耐力壁 D の最大耐力は耐力壁 C の値より 25~30%低い値を示した。柱脚部の接合方法によってせん断力-見かけの変形角関係に大きな差が生じることが明らかとなった。

(4) 腐朽が平行弦トラス梁の曲げ性能に及ぼす影響

平行弦トラス梁について 3 等分点 4 点曲げ試験 (写真 2) を行った。図 3 に弦材が割裂破壊するまでまたは 25mm (スパン/120) たわみ時までの荷重-たわみ関係を示す。ここで、健全材のみで構成された平行弦トラス梁をトラス C とし、腐朽材を組み込んだ平行弦トラス梁をトラス D と示す。ハウ型トラスの場合、トラス C とトラス D はほぼ同じ荷重-たわみ関係を示した。プラット型トラスの場合、加力点間の斜材 (写真 2 の Brace1) に腐朽処理材を配置したトラス D はトラス C と同じ荷重-たわみ関係を示し、腐朽処理を施したボルト先穴に顕著なめりこみ変形は見られなかった。梁端部の斜材 (写真 2 の Brace3) に腐朽処理材を配置したトラス D では腐朽処理部に顕著なめりこみ変形が見られ、荷重-たわみ関係はトラス C よりも低い荷重を示したが、その差は小さい。腐朽と平行弦トラス梁のような部材数が多い構造

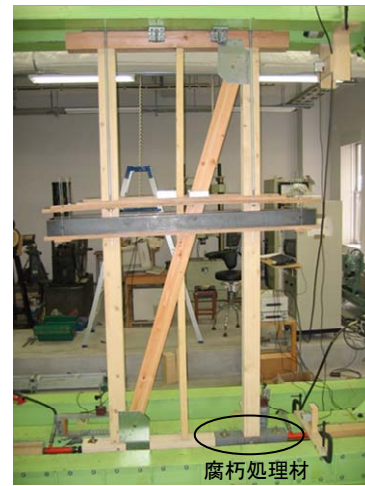


写真 1 耐力壁の水平加力試験

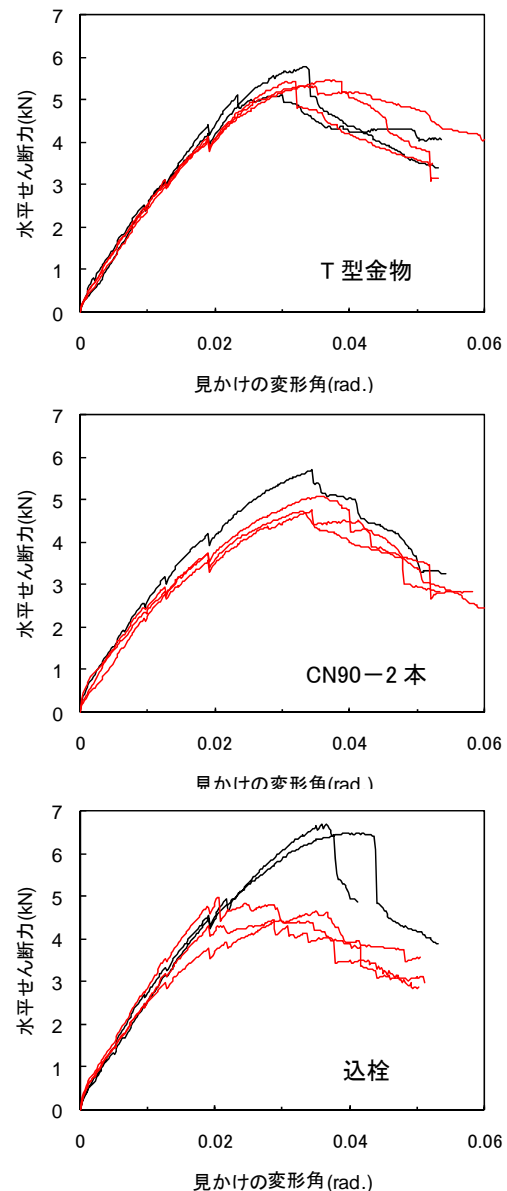


図 2 耐力壁のせん断力-見かけの変形角関係

物の性能の関係についてデータの蓄積を図った。

腐朽が木質構造物の耐力-変形関係に及ぼす影響は、接合方法や腐朽の発生場所、部材の数と配置等によって異なり、腐朽と構造性能との関係についてデータを蓄積した。実験室内で行える腐朽処理方法でも実大サイズの構造試験を行えることが確認できた。今後、実験事例を蓄積し、木質構造物の耐久性評価へとつなげていきたい。

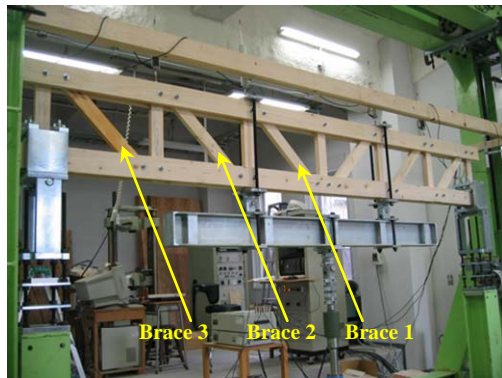


写真2 平行弦トラスの曲げ試験

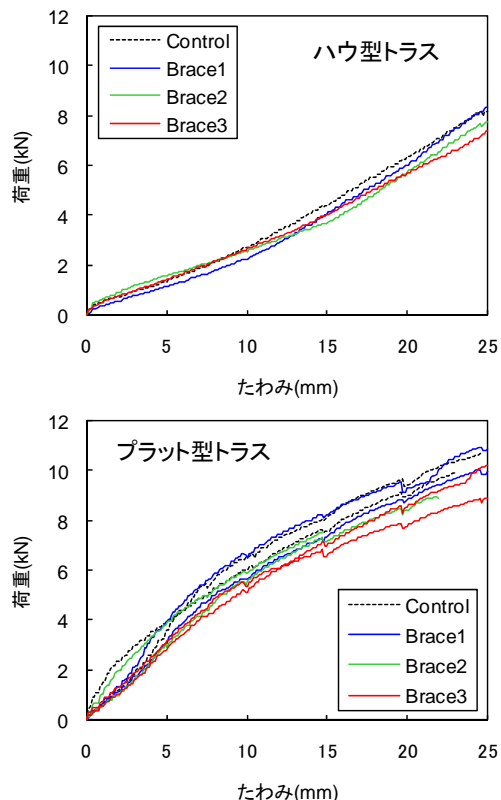


図3 トラス梁の荷重-たわみ関係

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 澤田圭, 佐々木義久, 森満範, 戸田正彦: 土台の部分腐朽が筋違い耐力壁の水平せん断力に及ぼす影響. 第26回日本木材加工技術協会年次大会. 2008年10月24日. 東京大学弥生講堂
- ② 澤田圭, 佐々木義久, 平井卓郎, 森満範, 戸田正彦: 土台に部分腐朽部を有する筋違い耐力壁の水平せん断性能. 第59回日本木材学会大会. 2009年3月17日. 松本大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

澤田 圭 (SAWATA KEI)

北海道大学・大学院農学研究院・助教

研究者番号: 10433145

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし