

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月25日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2009～2011

課題番号：21686053

研究課題名（和文）

木造建築の部材・接合部の生物劣化を考慮した残存耐力の評価法に関する基礎的研究

研究課題名（英文）

Basic study on survived strength of bio-deterioration wooden materials and joints

研究代表者

森 拓郎（MORI TAKURO）

京都大学・生存圏研究所・助教

研究者番号：00335225

研究成果の概要（和文）：

現状ではシロアリや腐朽菌による生物劣化を受けた部材や接合部にどれだけの残存耐力があるのかを評価する方法は提案されていない。そこで、実大レベルの材に生物劣化を与える方法の提案、その残存耐力性能の評価を行った。その結果、生物劣化を実大材に与える方法の確立と体系的な生物劣化を受けた材の残存耐力とその劣化度のデータの蓄積ができた。また、実大材料実験より超音波伝播速度、打ち込み深さと残存耐力には高い相関がみられること、接合具実験より接合箇所の局所的な劣化がない場合に耐力の低下が少ないことを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

At present there is no method of evaluation of wooden material and joint attacked by termite or rot fungi and so on. Therefore, we proposed acceleration method of bio-deterioration for real size members and joint of wooden house, and evaluated the survived strength them. As a result, we were able to establish how to make a real size wooden members and joint, and were able to accumulate data of bio-deterioration wooden members and joint. In addition, the results obtained from the bio-deterioration real size material tests were shown a good agreement between ultrasonic velocity or penetration depth of steel pin and the survived strength. The results obtained from the bio-deterioration real size joint tests were shown that the large decrease in survived strength when there is localized degradation of the joint part.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	6,700,000	2,010,000	8,710,000
2010年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2011年度	2,600,000	780,000	3,380,000
年度			
年度			
総計	13,300,000	3,990,000	17,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学、建築構造・材料

キーワード：構造材料・劣化診断

1. 研究開始当初の背景

木質構造は、伝統的な建築物において超長期に使用した実績を持ち、また CO₂ 削減

の問題においても都市の森などと言われて注目されている。このことより、木質構造の長期使用への取り組みは重要な検討項目

である。特に、一般の建物における長期使用について考える必要があり、その資料として「木造住宅の耐震診断と補強方法」が有名であるが、本書には劣化の項目は含まれているが、その評価は実に曖昧であり、またドライバーが刺さるかどうかで判断するなど工学的判断には至っていない。

近年の地震被害調査や建物劣化診断等を行うと、柱や土台そして接合部などに多くの生物劣化が見られる。しかし、現状ではこれらの部材や接合部にどれだけの残存耐力があるのかはわかっていない。木質構造にとって根幹をなす木質材料の生物劣化や長期性能について、文献を調査するといくつかの研究が見られるが、体系的な研究は見られない。生物劣化についての発表は、材料との相性に関する研究（どの腐朽菌がどの樹種を食べるかや、同様にシロアリがどのような樹種を食べるかなど）や長期使用時の色の変化についての研究などが多く、これらは強度とほとんど結びつけられていない。古くは小原によるヒノキなどの古材における健全材の強度性能に関する研究が見られるが、生物劣化については触れていない。近年、生物劣化と強度に関する研究は少しずつ注目されてきており、多少の報告は見られるが、その情報量もけして多いとは言えない。

そこで、申請者は、民間の助成金を元に2006年度よりシロアリの被害に着目した部材強度と接合強度の基礎実験を始めた。しかし、生物相手であることや金額による限界があり、研究成果としては、シロアリに食害された場合は、部材の見かけの密度と強度には相関があること、早く食害を起こさせる方法などを得た。そこで発展版として、体系的なデータを得るための研究が必要である。

2. 研究の目的

以下に示す、体系的なデータの蓄積および木質構造の長期利用に資する項目を明らかにすることを目的とする。

1. 腐朽と蟻害に着目をして、生物劣化の度合いを判定するデータを蓄積する。
2. 生物劣化を診断する機器の結果と強度の関係を明らかにする。
3. それぞれの診断機器同士の関係を明らかにし、機器ごとの特性(腐朽の診断に強い、蟻害の診断に強いなど)をわかりやすく評価する。
4. どの程度の残存耐力があるのか、補強できるレベルか、取り替えるべきレベルかを判断する基準を提示する。
5. 接合具の実験による接合部の残存耐力推定を目指す。
6. 補強及び補修の例をいくつか提示する。

3. 研究の方法

まず、生物劣化（腐朽、蟻害）を起こした部材を大量に作成するために、シロアリの劣化材作成方法と、腐朽の促進劣化方法の検討を行い、提案した。

試験体作製の様子を以下に写真で示す。

- 1) 材料実験のための野外シロアリ食害調整の様子(写真 1)
- 2) 接合部実験のための野外シロアリ食害調整の様子(写真 2)



写真 1 シロアリ食害の様子



写真 2 シロア리를寄せた小屋内に試験体を設置して食害が進むのを待つ

3) 曲げ試験体の中央部だけの腐朽促進試験の様子(写真 3)この方法を用いることで支点部での破壊を考慮しなくても実験が可能となった。

4) 接合具実験のための腐朽促進試験の様子(写真 4)試験に供する箇所だけの腐朽促進に成功した。



写真 3 中央部だけの腐朽促進試験の様子

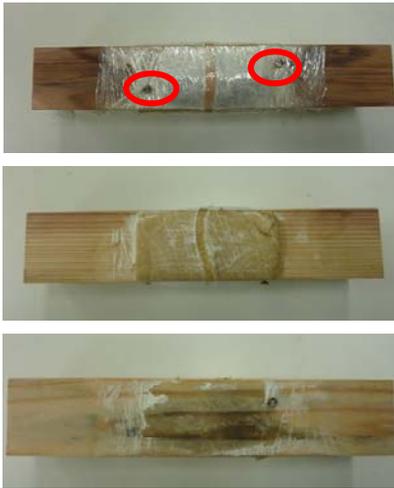


写真 4 接合具の腐朽促進と取り出し後の試験体の様子

塩化ビニルで覆われた試験体中央部分(写真 4 上)のみが腐朽している様子(写真 4 下)

その後、これらの方法で作成された試験体について、その劣化評価を様々な機器(打ち込み深さ測定機;ピロディン[®]、超音波伝搬速度測定機;Dr. Wood[®]、応力波伝搬速度測定機;FAKKOP[®]など)を用いて行い、最終的に破壊実験(曲げ、圧縮)により得られたデータと比較することで、診断機器と強度、劣化状況と強度の関係を明らかにする。同様に、接合具や接合部においても、同様の促進方法を用いることができるかについて検討し、その後、それらの試験体を用いて強度性能評価及び試験を行う。

4. 研究成果

上記の目的の達成を目指して、大量の材料実験データの蓄積を測った。以下にその成果を示す。

木質構造の根幹をなす木材およびそれで構成された接合部が、生物劣化(特にシロアリと褐色腐朽菌)を受けた場合に、どのくらい残存強度があるかについて実験的に検討した(1)。また、本試験を行うために重要な実大レベルの材料における強制的な生物劣化方法がほとんど提案されていないため、その部分についても新に検討した(2および3)。加えて、生物劣化を評価する方法として用いられている機器や手法についても検討(1)し、その相性を示した。

その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 生物劣化を受けた木材の曲げ、圧縮、部分圧縮の強度特性と、生物劣化の評価指標として用いられる超音波伝播速度(Dr. Wood)、打ち込み深さ(ピロディン)容積密度(元の断面に対する密度)、に関するデータを蓄積した。その結果、部材レベルではどの診断方法も評価できるものの

その精度については、部材の大きさや計測方法によって違いがあることがわかった。図 1 から図 4 に実験結果の一例を示す。図 1 は曲げ強度と打ち込み深さの関係に見られること、図 2 は全面圧縮強度と超音波伝播速度の関係に見られること、図 3 は鉄釘とステンレス釘では木材劣化による錆によって初期の耐力および剛性が異なること、図 4 はシロアリや腐朽による害のよく出る箇所である柱脚部については柱脚部の食害後の密度が接合強度と関係があること、を示した。

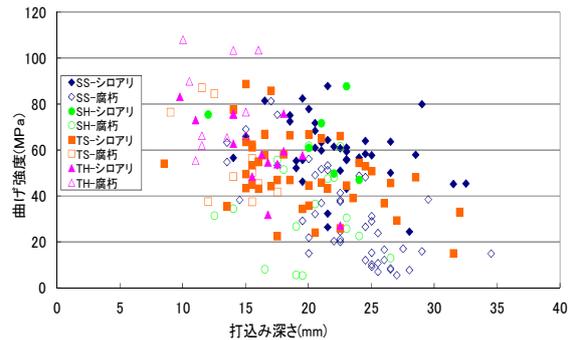


図 1 曲げ強度と打ち込み深さの関係

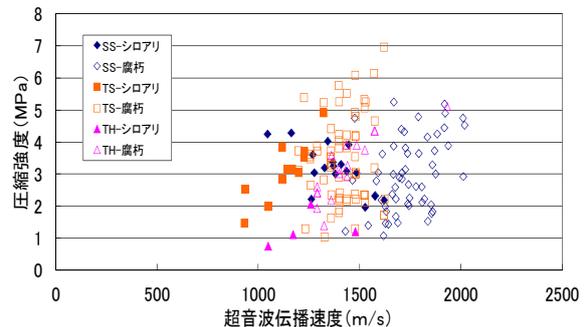


図 2 全面圧縮強度と超音波伝播速度の関係

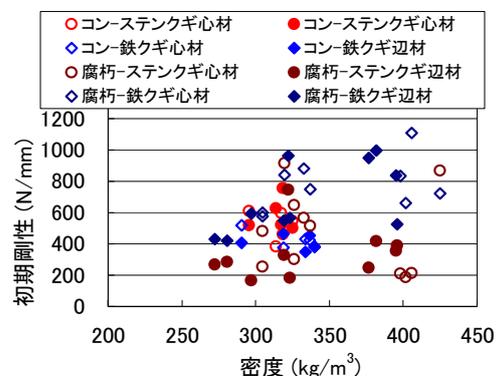


図 3 釘のせん断性能(初期剛性)における劣化の有無と鉄とステンレスの比較

- 圭、築瀬佳之、小松幸平、井上正文：生物劣化を受けた柱－土台接合部の性能評価（その1）シロアリ食害の場合、日本建築学会九州支部研究報告、第51号、pp.633-636、2012。2012/3/4 北九州
- ⑤ 森 拓郎、温水章吾、河野孝太郎、田中圭、築瀬佳之、栗崎 宏、林 康裕、小松幸平、井上正文：生物劣化を受けた柱－土台接合部の性能評価（その2）腐朽による劣化の場合、日本建築学会九州支部研究報告、第51号、pp.637-640、2012。2012/3/4 北九州
- ⑥ 温水章吾、河野孝太郎、田中 圭、森 拓郎、築瀬佳之：シロアリ食害を受けた柱－土台接合部の性能評価、木質構造研究会第15回技術発表会報告集、pp.89-92、2011。2011/12/2 東京
- ⑦ Takuro Mori, Yoshiyuki Yanase, Shogo Nukumizu, Kei Tanaka, Hiroshi Kurisaki, Kohei Komatsu, Shear Strength Properties of Nail Embedded Wood Attacked by Brown Rot Fungi by Comparison with Duration of Decay, IWORS 2011, CD-ROM, Yogyakarta, Indonesia, 2011。2011/11/4 ジョグジャカルタ(インドネシア)
- ⑧ 野田康信、森 満範、戸田正彦、森 拓郎：強制腐朽処理による柱脚接合部の評価、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、pp.277-278、2011。2011/8/24 東京
- ⑨ 森 拓郎、田中 圭、温水章吾、築瀬佳之、栗崎 宏：腐朽条件下における釘接合具のせん断性能（その2）腐朽期間による比較、日本木材保存協会第27回年次大会研究発表論文集、pp.62-63、2011。2011/5/27 東京
- ⑩ 森 拓郎、栗崎 宏、築瀬佳之、田中 圭、天雲梨沙、温水章吾、井上正文、森 満範、野田康信、吉村 剛、小松幸平：生物劣化を受けた木材の残存強度特性その2スギを用いた腐朽材の曲げ強度特性、日本木材学会大会研究発表要旨集第61回、CD-ROM、2011。2011/3/19 京都
- ⑪ 温水章吾、野口雄司、天雲梨沙、森 拓郎、田中 圭、築瀬佳之、森 満範、野田康信、栗崎 宏、吉村 剛、井上正文、小松幸平：生物劣化を受けた国産針葉樹の残存強度特性に関する研究（その2）生物劣化材の圧縮強度特性、日本建築学会九州支部研究報告、第50号、pp.713-716、2011。2011/3/6 鹿児島
- ⑫ Takuro Mori, Yoshiyuki Yanase, Hiroshi Kurisaki, Shear strength properties of nail embedded wood attached by brown rot fungi, *Proceedings of the Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-12)*, DVD-ROM, Hong Kong, China, 2011。2011/1/26 香港(中国)
- ⑬ 温水章吾、佐藤 烈、天雲梨沙、森 拓郎、築瀬佳之、田中 圭、森 満範、野田康信、栗崎 宏、吉村 剛、小松幸平、井上正文：生物劣化を受けた国産針葉樹の残存強度性能（その1）生物劣化材の曲げ強度特性、日本建築学会学術講演梗概集構造Ⅲ、pp.157-158、2010。2010/9/11 富山
- ⑭ 森 拓郎、栗崎 宏、築瀬佳之：腐朽条件下における釘接合具のせん断性能、日本木材保存協会第26回年次大会研究発表論文集、pp.42-43、2010。2010/5/25 東京
- ⑮ 温水章吾、森 拓郎、田中 圭、築瀬佳之、栗崎 宏、森 満範、野田康信、天雲梨沙、井上正文、小松幸平：生物劣化を受けた国産針葉樹の圧縮性能評価、日本材料学会第59期学術講演会講演論文集、pp.35-36、2010。2010/5/22 札幌
- ⑯ 森 拓郎、栗崎 宏、築瀬佳之：局所的に腐朽させた柱－土台接合部の作成方法とその性能評価、日本材料学会第59期学術講演会講演論文集、pp.37-38、2010。2010/5/22 札幌
- ⑰ 森 拓郎、築瀬佳之、田中 圭、天雲梨沙、温水章吾、佐藤 烈、井上正文、森 満範、野田康信、栗崎 宏、吉村 剛、小松幸平：生物劣化を受けた木材の残存強度特性 その1：トドマツを用いたシロアリ食害と腐朽材の曲げ強度特性、日本木材学会大会研究発表要旨集 第60回、CD-ROM、2010。2010/3/18 宮崎
- ⑱ 温水章吾、佐藤 烈、天雲梨沙、森 拓郎、築瀬佳之、田中 圭、森 満範、野田康信、栗崎 宏、吉村 剛、井上正文：生物劣化を受けた国産針葉樹の残存強度性能に関する研究（その1）シロアリ食害材の曲げ強度特性、日本建築学会九州支部研究報告集 第49号、pp.621-624、2010。2010/3/7 長崎
- [図書] (計1件)
- ① シロアリの事典(吉村 剛編著：分担執筆)：海青社、2012。(刊行予定)
- [産業財産権]
- 出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)
- [その他]
- 第26回木材保存協会年次大会ベストポスター賞2010.5(木材保存協会)

森 拓郎, 築瀬佳之, 栗崎 宏 : 「腐朽条件下
における釘接合具のせん断性能」

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 拓郎 (MORI TAKURO)

京都大学・生存圏研究所・助教

研究者番号 : 00335225

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし