

第5章 接合部の強度劣化評価に関する検討

5.1 はじめに

木部構造体の維持管理のための基礎資料を得ることを目的とし、生物劣化による接合部強度低下への影響を実験的に明らかにするため接合部強度試験を実施するとともに、その結果に基づいた非破壊評価技術を検討した。接合部強度試験は、接合金物を使用した接合部モデル試験体を強制的に生物劣化させ、接合部耐力と劣化程度との関係を検討することとした。そのため、まず生物劣化を強制的に発生させる方法（以下、強制劣化方法）を考案することとし、ここでは腐朽菌による強制劣化方法を検討した。

5.2. 実験方法

5.2.1 腐朽菌による強制劣化方法

腐朽菌による強制劣化方法は、菌床による方法とファンガスセラーによる方法について検討した。

(1) 菌床による強制劣化方法

菌床による強制劣化方法は、木粉培地の培養瓶で培養したチョークアナタケの菌床で検討した。作製した菌床を接合部モデル試験体に接触させるため、まず試験体にエタノールを霧状に吹きかけた。次に、接合金物（CP-T）が取り付けられる部分に木粉培地を直接試験体に接触させ、腐朽菌が木粉から試験体に摂取されるようにした。その後、木粉を盛り付けた部分の保湿と雑菌の繁殖を防止するため、試験体を重ね合わせた状態でストレッチフィルムにより巻き固めた。巻き固めた試験体は、温度 30℃、湿度 63%RH の恒温恒湿室で養生した。養生の際、試験体の乾燥を防ぐため、水を張った平底水槽の上に試験体を設置した。なお、試験体に菌床を盛り付け後、接合部モデル試験体を仮組みしてストレッチフィルムで巻き固める方法も併せて検討したが、この方法は、重ね合わせた状態よりも設置場所の制約を受けたり、試験体の取り扱いが煩雑になったりするため、更に検討が必要と考えた。

(2) ファンガスセラーによる方法

ファンガスセラーによる強制劣化方法は、木粉培地の培養瓶で培養したナミダタケの菌床を温度 20℃の恒温室内の人工土壌に混入して検討した。人工土壌は、試験体の接合部のみ設置するように盛土状にした。また、試験体の加力部分の腐朽防止と盛土の形状維持を目的に、コンクリートブロックを配置した。また、恒温室は比較的乾燥状態のため、試験体と人工土壌の湿潤状態を維持するための水分補給方法も併せて検討した。

5.2.2 接合部モデル試験

日本建築学会木質構造接合部設計マニュアル（2009年11月）の5.3接合部の試験法・評価法に従って接合部試験をした。接合部モデルは、土台－柱接合部とし、接合金物は CP-T

とした。樹種は、アカマツ、スギ、ベイツガ、ベイマツとした。加力方法は、繰返し加力とした。繰返し加力は、ISO 11670 に準拠した。終局変位 D_u は、25mm とした。加力速度は、0.1~10mm/s の範囲で一定の加力速度とした。加力の繰返し回数は、全てのステップで各 3 回とした。加力履歴は、第 1 ステップは、繰返しの基準を許容短期耐力、第 2 ステップは、繰返しの基準を $0.1D_u$ とした。それ以降のステップは順に、 $0.2D_u$ 、 $0.4D_u$ 、 $0.6D_u$ 、 $0.8D_u$ 、 $1.0D_u$ を繰返しの基準とした。得られた試験結果から、初期剛性、降伏荷重、降伏変位、最大荷重、終局荷重、終局変位を算出した。

加力試験後、接合部の断面状況の観察、ピロディンによるピン打ち込み深さ、レジストグラフによる穿孔抵抗、全乾法による含水率測定を行い、非破壊評価パラメータを得た。

5.3. 結果および考察

樹種ごとに最大荷重を比較した結果を図 5.1 から図 5.4 に示す。なお、これまでに得られているイエシロアリによって強制劣化した接合部の試験結果も比較のために図にプロットした。チョークアナタケにより劣化したグループは、コントロールと比べると、最大荷重が小さくなるか変わらない傾向だった。この差は、樹種の差よりも劣化の程度の違いによるものと考えられた。

樹種ごとに最大荷重時における変位を比較した結果を図 5.5 から図 5.8 に示す。なお、これまでに得られているイエシロアリによって強制劣化した接合部の試験結果も比較のために図にプロットした。チョークアナタケにより劣化したグループは、コントロールと比べると、ベイツガを除き変位は大きくなる傾向だった。

樹種ごとに初期剛性を比較した結果を図 5.9 から図 5.12 に示す。なお、これまでに得られているイエシロアリによって強制劣化した接合部の試験結果も比較のために図にプロットした。チョークアナタケにより劣化したグループは、コントロールと比べると、スギを除き初期剛性は小さくなる傾向だった。しかし、小さくなる割合は、樹種によって異なり、ベイツガ<ベイマツ<アカマツの順で大きかった。

菌床による劣化操作した一例を写真 5.1 に示す。劣化部位は、目視で確認できるもののその範囲や程度の判別は、困難であった。また、破壊形態は、コントロールでは観察されたことのない状態を示すことがあった。

土台のピン打ち込み深さの平均値と最大荷重との関係を図 5.13 に示す。ピン打ち込み深さの平均値が小さくなるに従い、最大荷重が低くなる傾向が認められた。

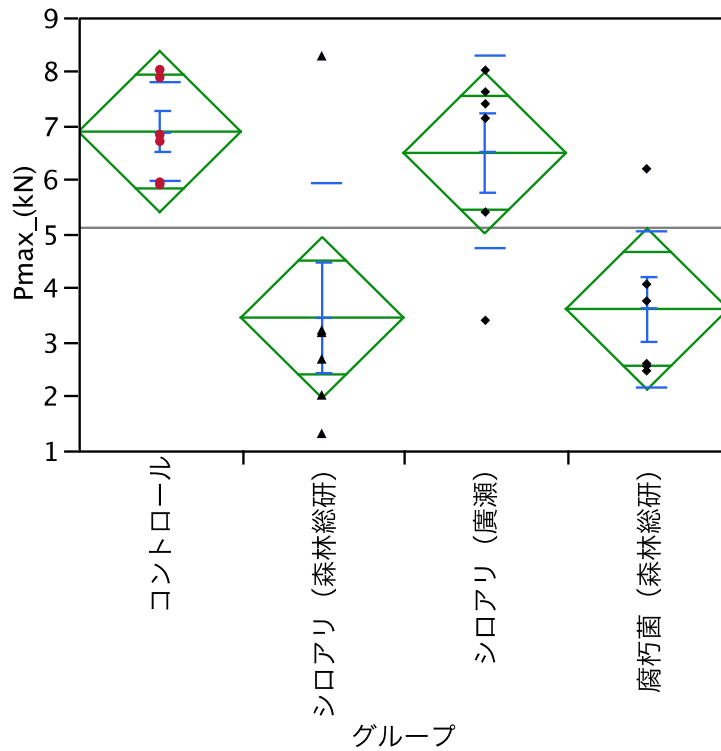


図 5.1 最大荷重の比較 (アカマツ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

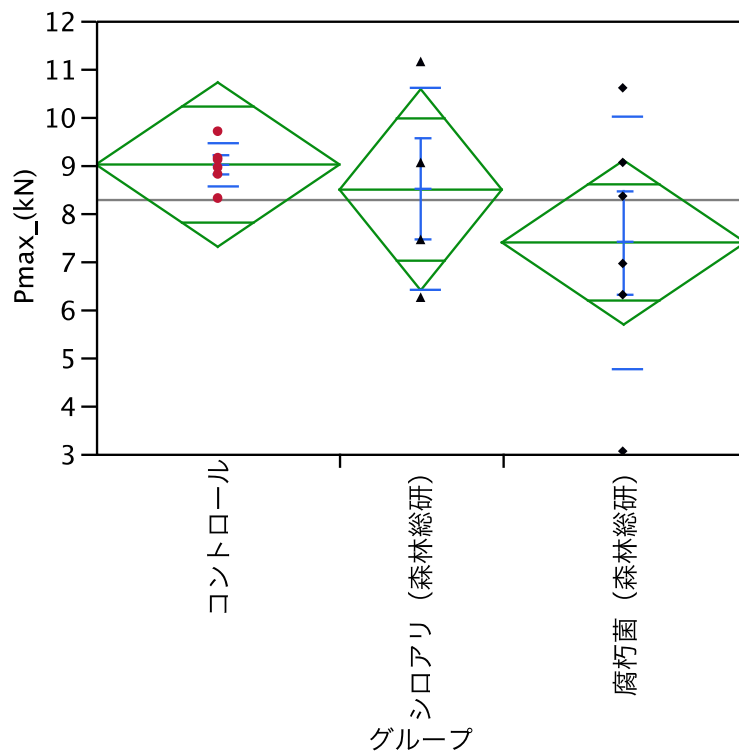


図 5.2 最大荷重の比較 (スギ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

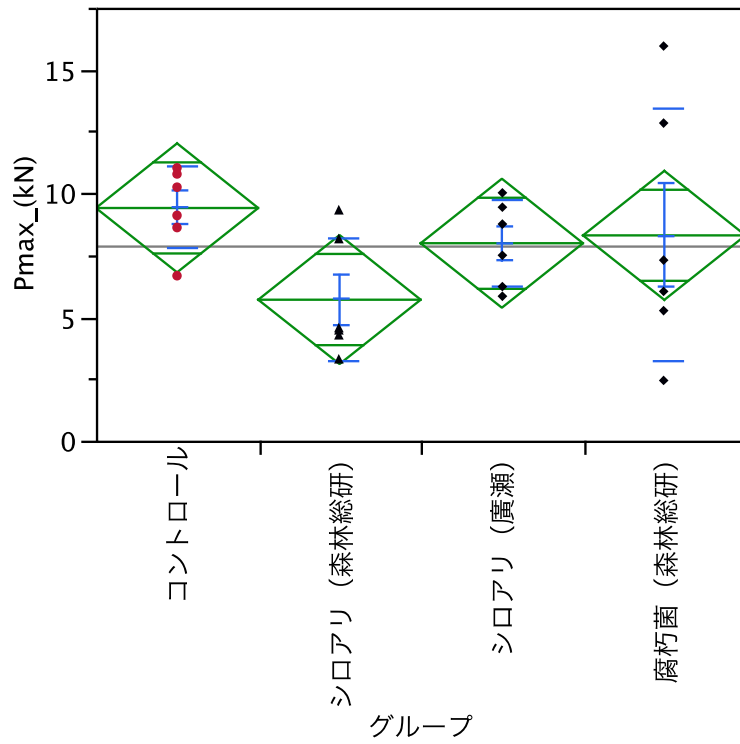


図 5.3 最大荷重の比較 (ベイツガ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

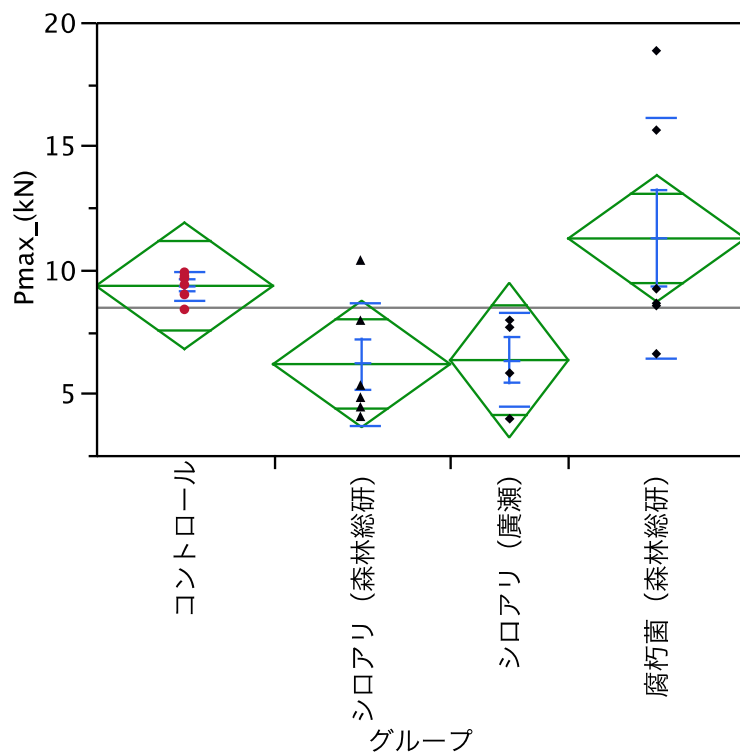


図 5.4 最大荷重の比較 (ベイマツ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

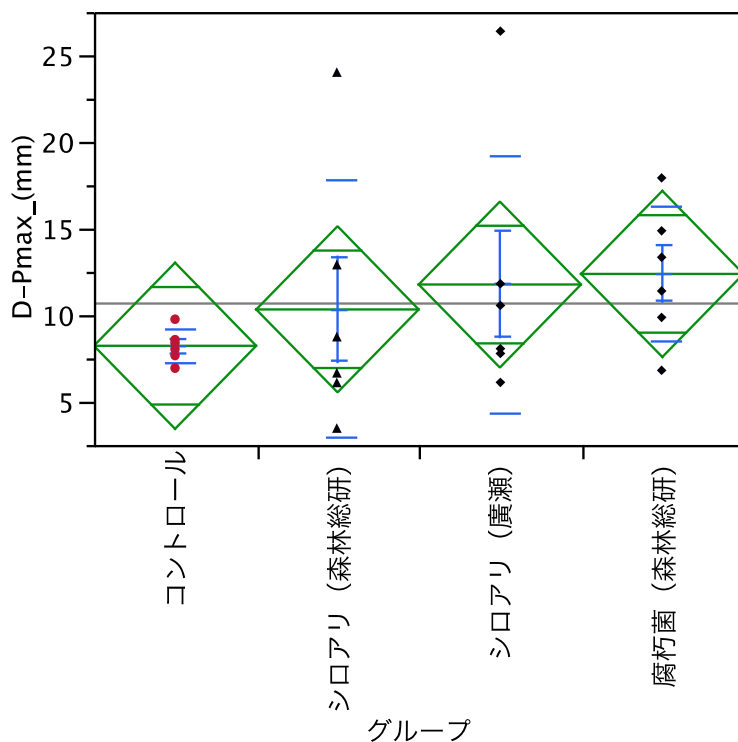


図 5.5 最大荷重時における変位の比較 (アカマツ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

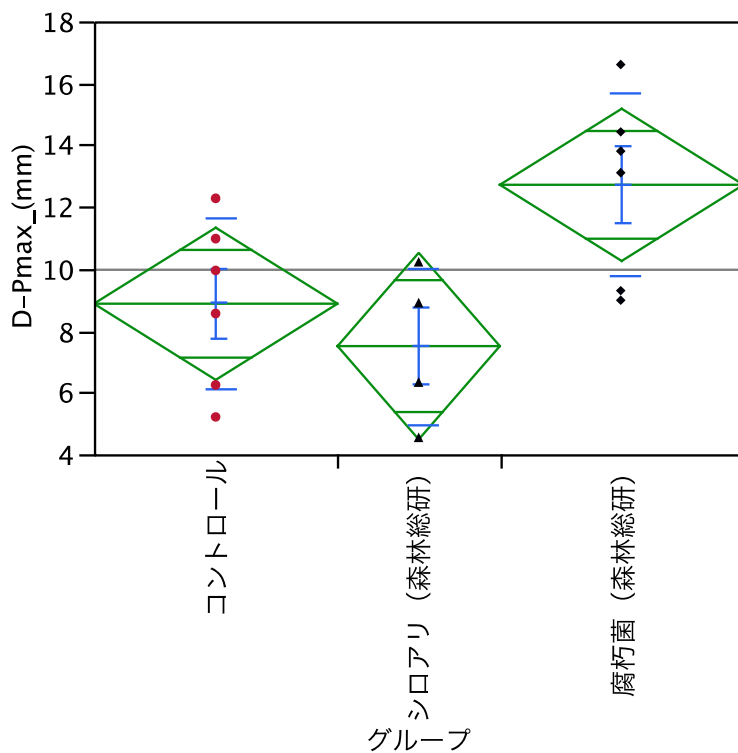


図 5.6 最大荷重時における変位の比較 (スギ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

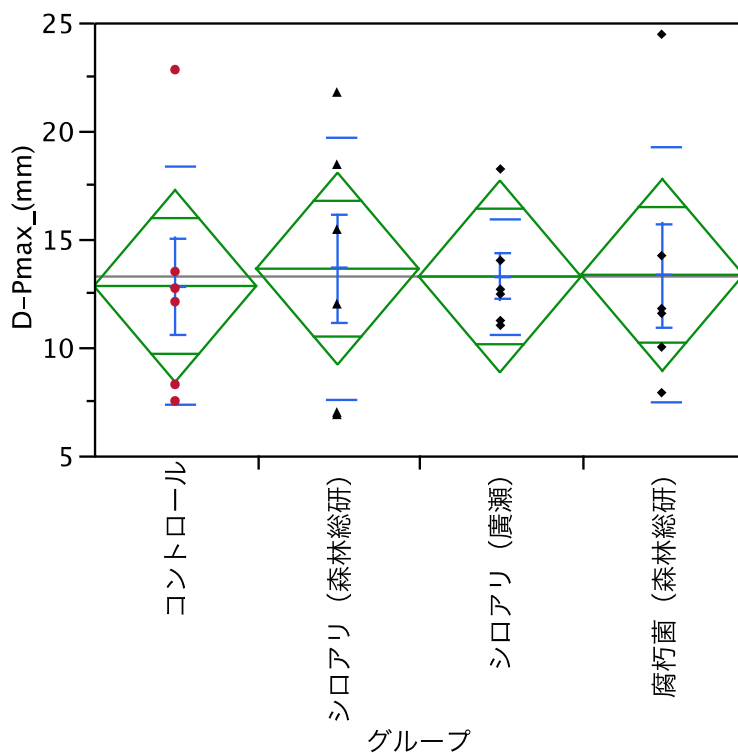


図 5.7 最大荷重時における変位の比較 (ベイツガ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

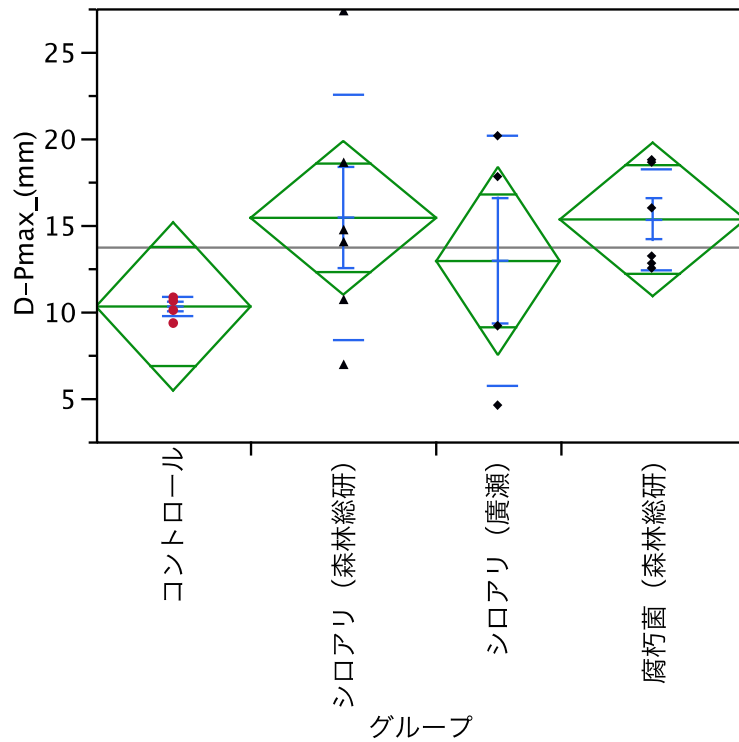


図 5.8 最大荷重時における変位の比較 (ベイマツ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

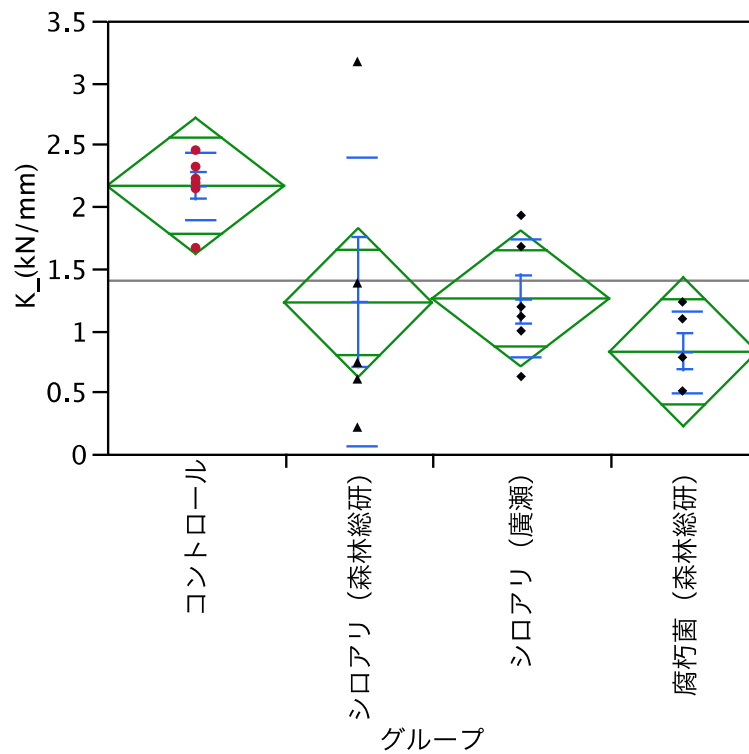


図 5.9 初期剛性の比較 (アカマツ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

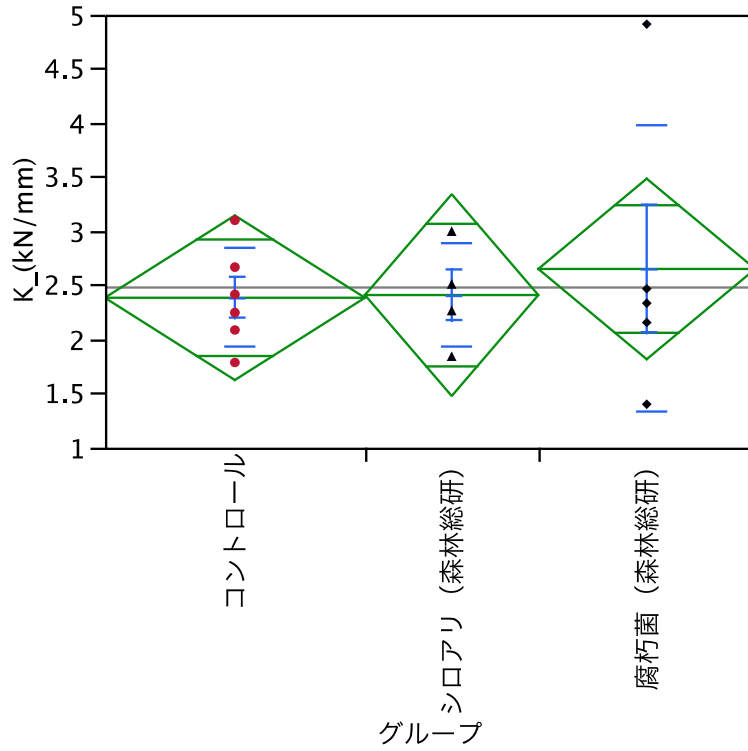


図 5.10 初期剛性の比較の比較 (スギ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

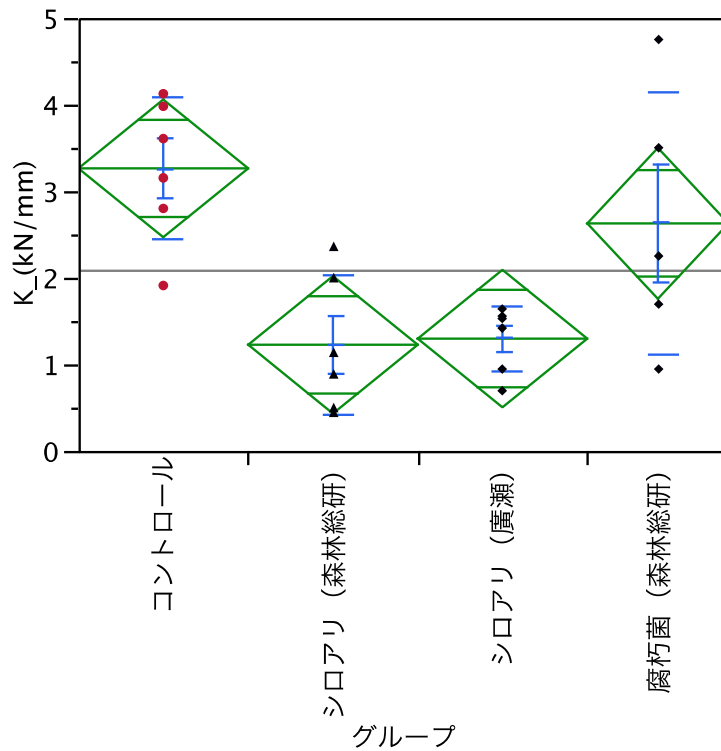


図 5.11 初期剛性の比較の比較 (ベイツガ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)

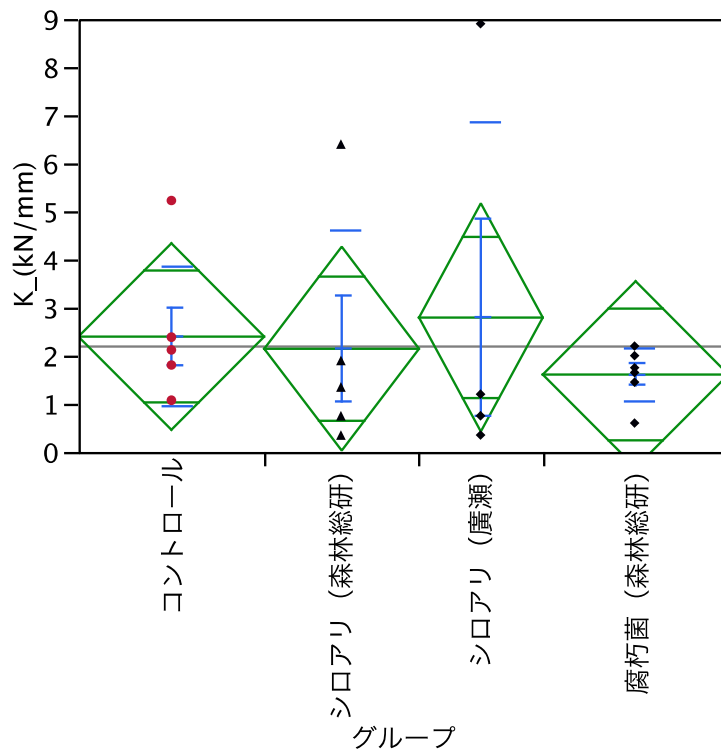


図 5.12 初期剛性の比較の比較 (ベイマツ)

(◇ : グループ平均の 95%信頼区間、- : 誤差バーおよび 1 標準偏差)



写真 5.1 菌床による劣化操作した試験体の一例

(左 : 試験開始前、右 : 試験終了後)

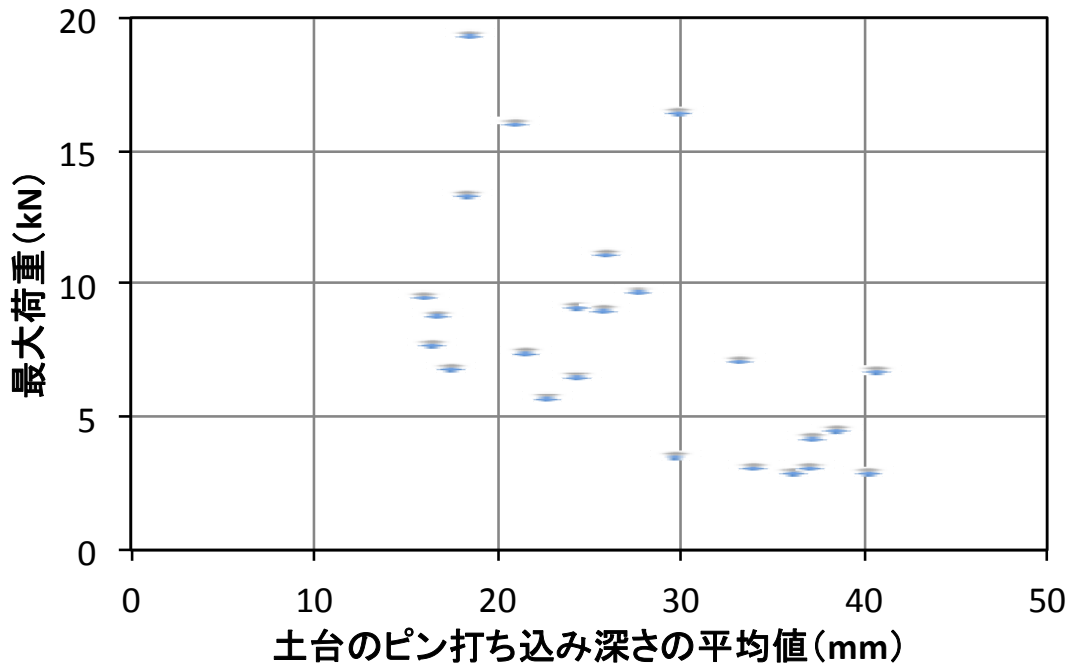


図 5.13 腐朽菌で強制劣化させた土台のピン打ち込み深さと最大荷重との関係（全樹種）