

## P-5.エゾマツ晩材部における褐色腐朽の進行に伴うせん断破壊状況の変化

(北大院農) ○石原亘、澤田圭、佐野雄三、玉井裕、宮本敏澄、  
平井卓郎、小泉章夫、佐々木義久(北林産試) 東智則、森満範

### 【緒言】

木材を長期間使用する際、褐色腐朽菌によって引き起こされる褐色腐朽は木材の物理的性質を速やかに劣化させることは古くから知られているが<sup>1,2)</sup>、その機構に関しては未だに不明な点が多い。本研究では、腐朽材に対して JIS せん断強度試験を行い、その破壊面をとりわけ晩材部に着目して観察することで、褐色腐朽菌の腐朽機構に対して一考察を与えることを目的とした。

### 【材料及び試験方法】

#### 〔試験体の作製〕

材料には、トドマツと同様に主要な道産材の一つであるエゾマツ (*Picea jezoensis*) の正角材を用い、せん断試験体 28 体、及びエンドマッチさせた同数のコントロール試験体、質量減少測定用の試験体を作製した。せん断強度の測定は JIS Z 2101、質量減少率の測定は JIS Z 2101 (耐朽性試験) に則って行った。各試験体寸法は、せん断強度試験体が 20×20×30mm・切欠き部分 10×20×10mm の椅子型で、質量減少率測定用試験体が 20×20×20 mmとした。

#### 〔腐朽処理〕

腐朽処理には褐色腐朽菌オオウズラタケ (*Fomitopsis palustris*) を使用した。図 1 に示すように、培地 (石英砂+培養液(D-グルコース 4.0%、麦芽抽出物 1.5%、ペプトン 0.3%)) は直径約 50 mm の培養ビン内に作製し、腐朽菌を培養後に試験体を接地させた。また、せん断強度試験体を腐朽させるにあたっては、図 2 に示すように、

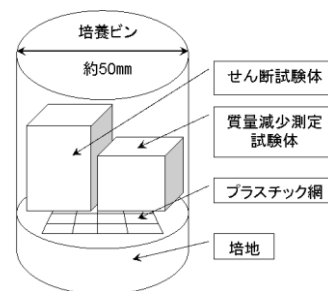


図 1 腐朽処理の方法

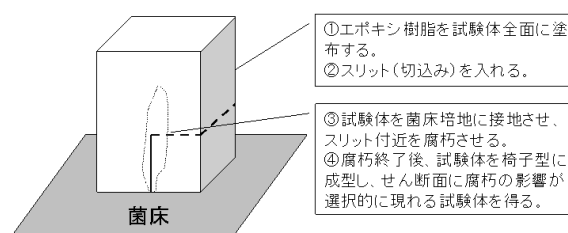


図 2 せん断試験体腐朽方法

エポキシ樹脂を試験体表面に塗布し、せん断面にのみ腐朽の影響が及ぶようにし、加圧面での腐朽による変形が生じないようにした。腐朽は 24℃ の恒温室で行い、表 1 に示すように複数の培養期間を設定した。

表 1 試験体の腐朽

| 腐朽期間(週間) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 合計 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 試験体数     | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 28 |

#### 〔破壊面の観察〕

JIS せん断試験は、試験時においてせん断面内での応力分布が位置によって大きく異なることが知られており<sup>3)</sup>、破壊点付近にあたる「せん断面上端部」と、垂直応力の影響が最も少ない「せん断面中心部」を今回の観察の対象とした。図 3 に示すように試験体の 2 ヶ所から試験片 (約 6 mm×6 mm×1 mm) を採取し、SEM 試料台に接着後に白金 (Pt) を蒸着させ観察試料とした。破壊面の観察には高分解能走査型電子顕微鏡・JSM-6301F (日本電子) を用いた。

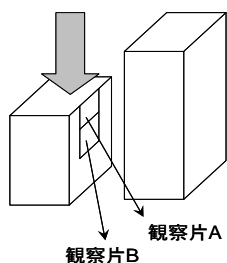


図 3 観察片の採取

### 【結果】

腐朽させた試験体の破壊面を観察し、健全材との比較を行った。図 4 に初期腐朽の状態にあると思われる試験体のせん断面上端部における観察例を示す。なお、今回の試験では、質量減少率が 20%未滿の試験体ばかりであったが、僅少な質量減少であっても、せん断強度が大きく低下している試験体が見つかった。

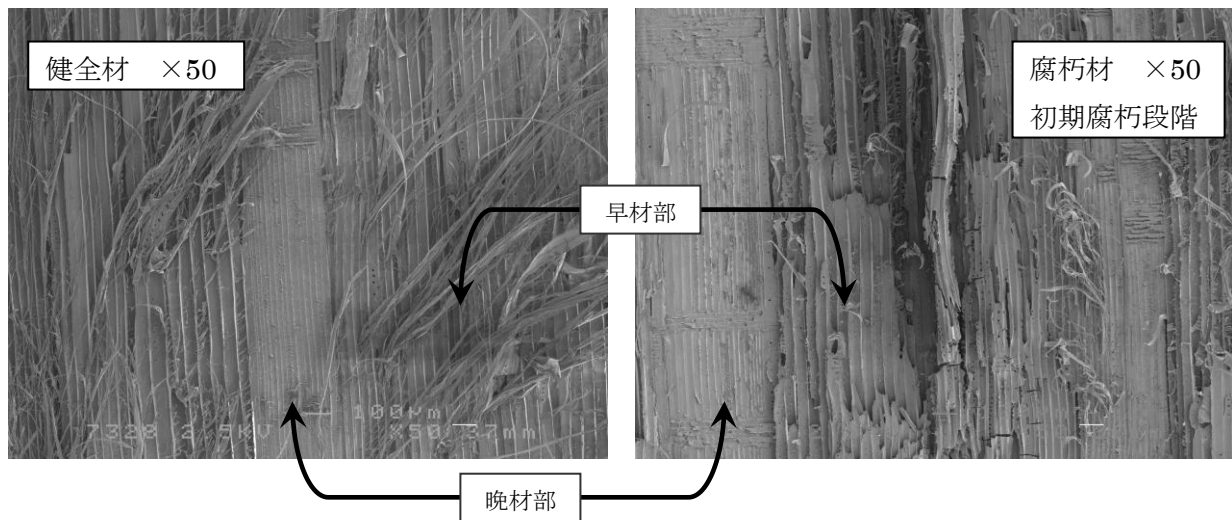


図4 健全材及び腐朽材のせん断試験体破壊面の概観

### 【考察】

針葉樹材を引張り破壊させた際に、晩材部の細胞壁境界付近では、繊維軸方向に沿った長い破壊（縦裂破壊）が、早材部では仮道管を横切る破壊が（直交破壊）観察されることは既に報告されている<sup>4)</sup>。せん断試験体の破壊面の観察でも同様の傾向が見られ、早材部では細胞壁を切断するような破壊を示しているのに対し、健全材の晩材部の破壊はほとんど細胞間層あるいは一次壁(P層)で破壊していた。また、早材部仮道管を構成するマイクロフィブリルの裂け破壊の痕跡があり、いわば破壊面に“毛羽立ち”があるように見えた。一方の腐朽材においては、早材部ではマイクロフィブリルの“毛羽立ち”が見られなくなり、また、腐朽の進行に伴い、セルロース鎖の切断に起因すると思われる微小なクラックが仮道管に多数見られるようになった。晩材部の場合は腐朽の進行に伴って早材部同様に細胞壁の切断破壊が見られるようになるもののその発現は遅く、初期腐朽においては健全材同様の破壊状況を呈していた。

観察結果より、晩材部の明白な劣化に先立って、二次壁におけるマイクロフィブリルの破壊様式の変化が腐朽初期における強度の低下に影響していることが示唆された。昨今、褐色腐朽による急速な強度低下とヘミセルロースの低分子化の関連を指摘する報告が多数なされている<sup>5,6)</sup>。今後は、より高倍率下での詳細な破壊面の観察と、それに対応する化学組成の変化を把握し、多方面から腐朽機構の解析を試みていきたい。

### 【参考文献】

- 1) 高橋旨象, 木材の腐朽機構に関する研究(第1報)腐朽にともなうブナおよびスギ材の強度の変化, 木材研究:京都大学木材研究所報告, 41:75-89(1967)
- 2) Susumu Mizumoto, The Effect of Decay caused by *Gloeophyllum trabeum* on the Strength Properties of Japanese Red Pine Sap-wood, 日本林学会誌, 48:7-11(1966)
- 3) 大草克己, 木材のせん断に関する弾塑性論および破壊力学的研究(第3報)椅子型(JIS)せん断試験体の応力特異性とエネルギー解放率, 鹿児島大学農学部学術報告, 30:201-215(1980)
- 4) 古川郁夫, 木質系材料の安全に関する研究(I)フラクトグラフィ的手法による材質劣化度の評価, 鳥取大学演習林研究報告 17:151-169(1988)
- 5) Simon F. Curling, Carol A. Clausen, Jerrold E. Winandy, Relationships between mechanical properties, weight loss, and chemical composition of wood during incipient brown-rot decay, forest products journal 52:34-39(2002)
- 6) Jerrold E. Winandy, Modeling strength loss in wood by chemical composition. Part1. An individual component model for southern pine, Wood and fiber Science 33:239-254(2001)