

学 位 論 文 要 旨

レーザーインサイジングの構造用木材への応用に関する研究 Study on applications of laser incising to structural lumber

安藤 恵介

Keisuke Ando

木材は古くから人間生活に深く結びついた物質のひとつであり、現代においても住宅建築資材、梱包材、製紙原料などに使われる重要な物質である。日本での木材需要の約 40%、国産材需要の約 55%が建築用材であり、木材需要において大きな割合を占めている。木材には構造用材として用いる場合に欠点となる、燃える、腐る、喰われる、狂うという特徴がある。これらの欠点を改善することができれば、木材の耐用年数は非常に長くなり、それに伴って住宅の寿命も長くなる。このために、木材の乾燥や化学的な処理が行われており、これらを効率よく行うための前処理の一つにインサイジングがある。従来から行われているインサイジングとは、薬剤を木材の表面から均一に浸透させるために爪状の刃物により 10~15 mm の深さの切り込みを適当な間隔で入れる方法である。この方法では、刃物の圧入深さに限界があり、圧入深さが大きくなると木材に与える損傷も大きくなる。そこで、木材の損傷が少なく、希望の深さまで注入するためのインサイジングとして、CO₂ レーザを用いたインサイジングが開発された。本論文ではレーザーインサイジングを構造用木材である柱材への応用として、蒸気噴射乾燥、保存処理薬剤の減圧加圧注入、パッシブ注入材の溶脱性、薬剤注入後の蒸気噴射による再乾燥を取り上げ、さらにレーザーインサイジングが及ぼす柱材の強度への影響を明らかにすることを目的として、実験を行い、以下の結果を得た。

1) 柱材を貫通させたレーザーインサイジングを施したスギ柱材に 120, 140, 160 °C の飽和蒸気を噴射する蒸気噴射乾燥を行ったところ、材温が上昇し一定となるまでに、最も時間を要したインサイジング密度 5000 個/m²、蒸気温度

120℃の条件でも20分以内であり、蒸気を連続して噴射し、乾燥を行った場合には、蒸気温度120℃では10時間、140℃では6時間で15%以下まで、表面割れ、内部割れともほとんど見られない状態で乾燥することができた。この方法は材全体を均一に加熱できることから、乾燥後の表層と内部の含水率差を小さくできる優れた乾燥法であることが分かった。

2) スギ、ヒノキ、ベイマツ、ベイツガの4樹種の柱材に刃物インサイジングと2通りのレーザーインサイジングを施し防腐・防蟻処理を行った結果、インサイジングを施さないか刃物インサイジングを施した場合に比べて、レーザーインサイジングを施すと、5割以上多くの薬液を材中に浸潤させられることが分かり、目的に応じて一面型インサイジング法とシェル型インサイジング法を使い分けることで、浸潤範囲を材全体または周辺部と選択することができ、薬液の注入量を調節できることが分かった。

3) 密度が高く、きわめて注入性の低いバングラデシュ産の広葉樹であるSundriの心材にパッシブ注入法と減圧加圧注入法を用いて、保存処理薬剤である1.03%の銅-アズール溶液を注入し、その注入特性と溶脱性の比較を行った結果、両者の注入量には差は認められないが、浸潤面積率においてはパッシブ注入法の方が高く、薬剤の溶脱率はパッシブ注入法の方が低くなった。

4) レーザーインサイジングを施した人工乾燥材および生材のスギ柱材に、1.03%の銅-アズール溶液をパッシブ注入し、蒸気噴射乾燥と天然乾燥による再乾燥を行い、処理材の薬剤保持量、溶脱性、耐朽性の比較を行った結果、蒸気噴射乾燥の方が溶脱性が低くなり、その他については両再乾燥法の間には大きな違いは見られなかった。このことから、蒸気噴射乾燥は、乾燥時間を短縮できるメリットもあることから、水溶性薬剤注入後の再乾燥法として有効であることが分かった。

5) ベイツガの柱材から切り出した試験体にインサイジング密度が8万個/m²までの範囲でレーザーインサイジングを施し、インサイジング面とそれに隣接する面から部分圧縮強度試験を行った結果、2万個/m²までのインサイジング密度では、加重方向にかかわらずレーザーインサイジングは部分圧縮強度に大きな影響を及ぼすことはなく、4万個/m²を超えると、荷重方向がインサイジング方向と平行な場合に部分圧縮強度が有意に低下し、8万個/m²では、全ての条件で有意な低下が認められた。

6) スギの未乾燥柱材にインサイジング密度が4万個/m²までの範囲でレーザーインサイジングを施し、曲げ強度試験により、MOEおよびMORを調べた結果、この範囲では、全てのインサイジング密度においてインサイジングを施さなかった試験体に対してMOE、MORともに有意に低下すること、インサイジングによる低下をおおむね1割以内に抑えるには、インサイジング密度を1万個/m²未満にする必要があることが分かった。