

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	Hassel Beatriz Ivón
論文題目	ANALYSIS OF NATURAL MATERIALS AND STRUCTURES BY NON-CONTACT STRAIN MEASUREMENT METHODS (非接触式ひずみ計測法による天然系素材および構造の解析)		
(論文内容の要旨)			
第1章では、本論文に含まれる天然系材料の力学的性質の計測方法に関する既往の研究事例の文献調査の結果と本論文で採用した手法の比較を概説した。			
第2章では、天然系素材である木材に焦点を絞り、Single Cube Apparatus : SCA（立方体試験片）を用いた木材木口面にせん断変形を受ける試験法を開発し、その全ひずみ成分をDigital Speckle Photography : DSP（粒子画像数値化法）によって解析するとともに、有限要素解析によってせん断ひずみ分布を解析した。その結果、DSP法による純粋せん断ひずみ分布と有限要素法によって解析したひずみ分布のパターンは良好な一致を示し、DSP法が全領域ひずみ測定に適した方法であることを明らかにするとともに、SCA法は均一なひずみ場を得るのに適した試験法であることを明らかにした。			
第3章では、我が国の伝統木造建築に使われている土塗り壁に焦点を絞り、藁すさと砂の配合比を調節した2種類の土壁材料（荒壁土、中塗り土）を調整し、SCA法によってその力学的性能を調べた。土は本来脆くて力学的性質を精度良く測定することが難しかったが、SCA法を用いることで、土の弾性範囲内におけるせん断弾性係数等を正確に測定することができた。			
第4章では年輪構造の明確なスプルー材を対象として、半径方向の密度分布を定量的に測定した後、DSP法を適用してせん断弾性係数の測定を行い、せん断弾性係数と密度分布の間に密接な関係が存在していることを明らかにした。また密度分布を精密にモデル化した有限要素解析によってもこの傾向を裏づけることができた。さらに六角形細胞モデルと組み合わせてせん断弾性係数の推定を行った結果、DSP法、有限要素法の結果を裏づける結果を得た。			
第5章では、4隅をカットした木材ブロックを積み重ねて耐力壁を構成する構法の開発を試みた。ブロック同士の接点に形成される菱形空間にスギ圧縮木材の菱形キーを挿入して、壁内圧を高めて耐力を増強させる方式を検討した。菱形キーのSCA試験体に対して、Digital Image Correlation : DIC（画像相関法）を適用して弾性常数を測定し、その値を用いて有限要素法で耐力壁のせん断変形を解析した結果、菱形キーによる剛性向上効果が顕著であることを明らかにした。またこの解析の結果は同時に行った実大規模の耐力壁試験の結果ともよく一致した。			
第6章では、小型の土塗り壁（プレファブ土壁）を予め生産しておき、乾燥したプレファブ土壁を木製の木枠の中にはめ込んで、ビスで固定して住宅用の耐力壁を完成させる方式を検討した。その中で、せん断外力を受けるプレファブ土壁の全ひずみ領域をDSP法で計測し、最初に微小クラックが発生する荷重レベルを正確に把握することに成功した。また、プレファブ土壁の挙動を有限要素法で解析した結果、DSP法の解析結果と良好な一致を示した。			
以上、DIC法やDSP法による非接触式ひずみ計測法は木材の年輪構造レベルから土塗り壁のせん断ひずみ分布にいたるまで、良好な適応性が確認され、有限要素法と組み合わせることで有効な非接触式ひずみ計測法となり得ることを明らかにした。			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

本論文では、木材の年輪構造から木質構造体までを対象に、Digital Image Correlation : DIC法 (画像相関法) あるいはDigital Speckle Photography : DSP法 (粒子画像数値化法) と呼ばれる非接触式ひずみ計測法の適応性を検討するとともに、Single Cube Apparatus : SCA (立方体試験片) の有効性を天然系材料である木材と土壁材料を用いて検討し、有限要素法で数値的な検証を行った

得られた主要な成果は以下の通りである。

- (1) 木口面せん断を受ける針葉樹SCA (立方体試験片) に対するDSP (粒子画像数値化法) 解析と有限要素解析によるひずみ分布を比較した結果、両者のせん断ひずみ分布パターンは良好な一致を示し、DSP法が全領域ひずみ測定に適した方法であることを明らかにした。また、用いたSCA法は均一なひずみ場を得るのに適した試験法であることを明らかにした。
- (2) 年輪構造の明確な針葉樹の半径方向密度分布とDSPによるせん断弾性係数計測、更に6角形細胞モデルと組み合わせた解析から、せん断弾性係数の密度依存性を明らかにした。
- (3) スギ圧縮木材の菱形キーの弾性常数をDIC法によって算定し、その数値にもとづいて有限要素法で計算した木製ブロック耐力壁の応力や変形値は、実大実験結果と良好に一致することを確認した。
- (4) 表面が粒状なためひずみゲージが使えない土塗り壁に対しても、DSP法を用いることで、土壁の全領域ひずみ分布を解析できることを明らかにした。

以上のように、DIC法やDSP法による非接触式ひずみ計測法は木材の年輪構造レベルから土塗り壁の面内せん断ひずみ分布にいたるまで、良好な適応性が確認され、有限要素法と組み合わせることで有効な非接触式ひずみ計測法となり得ることを明らかにした。本論文の成果は、今後の天然系素材の力学的研究領域に有効な手法を提案するものであり、木質構造機能学、木材工学、木材物理学並びに関連する材料科学分野の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成22年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士 (農学) の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降