



非線形性の扱いが三次元光弾性による応力場計測の鍵となることを明示した。第2章では、三次元光弾性の非線型性を扱う手法としての Load Incremental Approach（荷重増分型解法）を提案している。通常の数値解析でいう非線型解析と異なり、本論文で提案されている三次元光弾性の増分型解法では荷重増分は実験データにより固定されている。この点をふまえ、実験と解析の両方に配慮した逆解析手法が提案されている。ただし、この時点では逆解析で同定されるものはつりあい条件を満たしていない。つまり、「三次元的な応力場」ではなく、「三次元空間での2階のテンソル場」である。そのため、逆解析の結果は計測誤差に非常に敏感である。第3章で提案される手法は、この「計測誤差に対する敏感さ」の低減を目的としたものであり、上記の「2階のテンソル場」につりあい条件を課して、「応力場」としたものを同定する逆解析手法を提案している。個々の応力成分につりあい条件を課すことにより、計測誤差に対する敏感さは十分に抑制され、実際の計測データを用いた逆解析が可能な安定性が得られることが示された。第4章では三次元光弾性による応力場逆解析の数値解析例と、計測誤差、入射光の波長、光弾性定数、干渉ノイズなど、さまざまな誤差要因が逆解析結果に与える影響の定量的評価の結果を示している。また、この章では実際の計測結果を解析する際に逆解析を不安定にする要因とそれを回避する方法を示しており、第3章で提案された解析手法を計測に結び付け、実用可能な手法に改善している。第5章では実験手法について説明している。本論文で提案されている解析手法では、従来型の光弾性実験で重要視される等傾線・等色線はあまり意味を持たない。むしろ各点での透過光の楕円偏光を計測する必要がある。また、多数の方向から供試体を計測する必要がある。また、制御された荷重増分を段階的に与える必要があり、1回の実験で多数の計測が必要である。この要請を満たすために、偏光板の向き、計測方向、撮影のタイミングを自動制御する計測装置（三次元応力場スキャナー）を開発した。この装置を用いた実験の結果と第4章までに述べた解析結果を比較し、逆解析結果の妥当性の検証も行われている。この結果は、特別な制限なしに三次元光弾性を用いて応力場を同定した世界初の事例である。第6章では本研究で得られた知見と今後の課題・発展の方向がまとめられている。

以上、本研究は三次元光弾性の問題に対して安定な逆解析手法と実験手法をあわせて提案し、およそ1世紀にわたって未解決であった難問に答えを与える独創的な研究成果と評価できる。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。