

学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 丁 乙 碩

学 位 の 種 類 博士（工学）

学 位 記 番 号 工府博甲第 391 号

学位授与年月日 平成 2 5 年 6 月 3 0 日

学位授与の根拠 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第 4 条第 1 項及び横浜国立
大学学位規則第 5 条第 1 項

学 府 ・ 専 攻 名 工学府 社会空間システム学 専攻

学 位 論 文 題 目 **ETFE**フィルムを用いた張力膜構造の粘塑性挙動と延伸成形に関する
研究
(Study on the visco-plastic behavior and stretch fabrication of
tensile membrane structures using **ETFE** film)

論 文 審 査 委 員 主査 横浜国立大学 准教授 河端昌也
横浜国立大学 教授 田川泰久
横浜国立大学 教授 田才 晃
横浜国立大学 准教授 松本由香
横浜国立大学 准教授 楠 浩一

論文及び審査結果の要旨

本論文は、**ETFE**（エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体）フィルムを用いた張力膜構造の粘塑性挙動と延伸成形に関する研究をまとめたもので、全 6 章で構成されている。第 1 章の「序論」では、本研究を行うに至った背景とその目的を明確にし、さらに本論文の構成についてまとめている。

第 2 章の「**ETFE** フィルムの粘塑性構成式」では、**ETFE** フィルムの粘塑性挙動を把握するために、移動硬化クリープ理論と非線形移動硬化理論を組合わせた粘塑性構成式を適用し、実験結果と解析結果の比較を通じてその妥当性について検討している。まず、アニーリング処理を施さないフィルムに対し、1 軸引張及び 2 軸引張時における応力-ひずみ関係を検討することで、粘塑性構成式の妥当性を検討している。また、アニーリング処理を施さない場合における第 1 降伏点を越えた後の応力-ひずみ関係を明らかにするために、アニーリング処理を施した材料の 1 軸引張試験データを採取し、粘塑性構成則によるカーブフィッティングを行っている。そのうえで、アニーリング処理によるフィルムの構造挙

動に及ぼす影響について検討している。

第 3 章の「ETFE フィルムの延伸効果」では、フィルム膜構造の耐力を高めるための方法として、パネル取付け時にフィルムを塑性域まで延伸することを提案し、その有効性を検討している。実証実験を通じて、延伸成形による高耐力化が可能なこと、そして張力膜構造への適用可能性を確認している。また、経年後の張力測定を行い、張力膜構造におけるリラクゼーションによる粘塑性挙動について検討している。

第 4 章の「ETFE フィルムの応力集中」では、外周引込みによるテンション方式フィルム膜構造の技術的確立を目的として、フィルムを対象として引張実験を行い、切欠き形状による応力集中と亀裂発生との関係を検討している。さらに、実験モデルを対象として 1 軸引張実験を模擬した FEM 解析を行い、クラックやノッチ先端部における応力集中や亀裂発生時の応力分布について把握している。

第 5 章の「ETFE フィルムを用いた立体形状の延伸成形」では、テンション方式フィルム膜構造の技術的確立を目的として、様々な形状のモデルを対象として延伸成形の適用可能性を確認し、実証実験を通じて実際構造物への実現可能性を把握している。まず、スタディーモデルの試作及び実証実験を通じてフィルムの延伸成形は、色々な形状のテンション方式に適用可能であり、フィルムの高耐力化に有効な手法となり得ることを確認している。また、延伸成形を行う場合には、外周引き込みよりもアーチの突き上げによる延伸成形が効率的であることを確認している。

第 6 章の「結論」は、各章で得られた結果および研究成果についてまとめたものである。

これらの成果は空間構造建築においてフィルムを用いた張力膜構造の発展に不可欠な知見を与えるものであり、博士（工学）の学位論文として十分な価値をもつものと認められる。