

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		次世代電力供給システムを指向したマイクロ水力発電機の最適構造設計法の開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Optimum design of micro water power generator for a power supply system of the next generation			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓)ヤマダ	名)タキユキ	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	山田	崇恭	報告年度 YR	2013 年
	ローマ字 CZ	Yamada	Takayuki	研究機関名	京都大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		京都大学大学院工学研究科・助教			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。) 構造最適化は数学的、力学的根拠に基づき、構造物の最適な形状を決定する方法である。中でもトポロジー最適化は、構造の外形形状だけではなく、孔の創出等の形状形態の変更をも許容する最も設計自由度の高い方法であり、これまでに、構造問題を中心に、電磁場、熱等の様々な領域への展開が報告されている。流体問題においては、適用例は少なく、定常で非圧縮等の条件付きであり、かつ非常に単純な問題への適用に留まっている。また、構造最適化は構造問題を中心として発展してきた歴史があるため、流体問題へ展開においても、有限要素法に基づいて方法論を構築されてきている。そのため、これまでに報告されている方法論に基づいて、混相流や流体構造連成問題等の複雑な流れ場の問題に対して構造最適化を行うことは、基本的に困難であるとの結論に至った。 他方、数値流体力学の分野において、混相流、流体構造連成のような複雑な流れ場をナビエ・ストークス方程式に基づき解析するのではなく、ボルツマン方程式に基づき解析する新しい方法として、格子ボルツマン法が注目を集めている。この方法は、仮想的な粒子の速度分布関数を導入し、その時間発展方程式を離散化した格子ボルツマン方程式を用いて流れ場の解析を行う方法である。格子ボルツマン法は、単純な完全陽解法に基づくアルゴリズムとして記述されるので、大規模並列計算への導入が容易である特徴を持ち、これまでに二相流、さらには多孔質内流れなどの複雑な境界を持つ流れに対しても適用されている。 そこで、本研究では、混相流や流体構造連成問題へ展開可能な構造最適化法を構築するために、格子ボルツマン法に基づく構造最適化法を構築した。すなわち、複雑な流れ場を伴う流体力発電装置を格子ボルツマン法で解析しながら、構造最適化を行うために、格子ボルツマン法に基づいてトポロジー最適化法の基礎理論を構築し、その方法論の妥当性を示した。					
キーワード FA	最適設計	トポロジー最適化	流体構造連成問題	構造最適化	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 ^{GB}	格子ボルツマン法を用いたレベルセット法に基づくトポロジー最適化								
	著者名 ^{GA}	矢地謙太郎, 山田崇恭, 吉野正人, 松本敏郎, 泉井一浩, 西脇眞二		雑誌名 ^{GC}	日本機械学会論文集（C 編）					
	ページ ^{GF}	2 1 5 2 ~ 2 1 6 3		発行年 ^{GE}	2	0	1	3	巻号 ^{GD}	7 9 巻 8 0 2 号
雑誌	論文標題 ^{GB}	格子運動論スキームを用いたレベルセット法に基づくトポロジー最適化								
	著者名 ^{GA}	矢地謙太郎, 山田崇恭, 吉野正人, 松本敏郎, 泉井一浩, 西脇眞二		雑誌名 ^{GC}	計算数理工学論文集					
	ページ ^{GF}	8 5 ~ 9 0		発行年 ^{GE}	2	0	1	3	巻号 ^{GD}	Vol. 13
雑誌	論文標題 ^{GB}	Level set-based topology optimization method for viscous flow using lattice Boltzmann Method								
	著者名 ^{GA}	Yaji, K., Yamada, T., Yoshino, M., Matsumoto, T., Izui, K., Nishiwaki, N.		雑誌名 ^{GC}	Proceedings of 10 th world congress on structural and multidisciplinary optimization					
	ページ ^{GF}	1 ~ 8		発行年 ^{GE}	2	0	1	3	巻号 ^{GD}	No. 5171
図書	著者名 ^{HA}									
	書名 ^{HC}									
	出版者 ^{HB}			発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}									
	書名 ^{HC}									
	出版者 ^{HB}			発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

This research develops a novel topology optimization method for optimum design of micro water generator based on the level set method and lattice Boltzmann method.

Topology optimization, in which a structural optimization problem is replaced by a material distribution problem, enables topological changes such as the generation of new holes in the design domain during the optimization process, in addition to changes in the boundaries of a structure.

On the other hand, flow in high Reynolds number regimes, however, has seldom been treated in previous research on topology optimization for fluid problems, due to the nonlinearity of the convection term in the Navier-Stokes (NS) equation. This is especially problematic in cases of high Reynolds number flows such as turbulent flow, when numerical calculation incurs enormous computational cost. Furthermore, a traditional approach based on the finite element method (FEM) is difficult to implement in two-phase flow problems because the finite elements are poorly suited to expressing both the interfaces between the different phases and the intricacies of fluid mixing during flow. In the field of computational fluid dynamics, the LBM is a new approach for calculating viscous flow behavior that replaces the classical formulation based on the Navier-Stokes (NS) equation. Since the LBM is formulated with a linear equation rather than the nonlinear NS equation, numerical solutions can be stably obtained. Moreover, the explicit scheme of the LBM makes it suitable for implementing large-scale parallel computations.

In this research, to overcome above issues, we construct a new topology optimization methodology using the level set method and LBM. That is, the topology optimization algorithm is constructed for a fluid problem-using LBM. We confirmed that Clear optimal configurations for two- and three-dimensional fluid design problems are obtained based on the problem topology optimization method.