

# 遺伝的アルゴリズムを用いた金網列線の形状寸法の最適化

Optimal sizing of wire mesh by genetic algorithm

阿部和久\*, 田嶋史人\*\*, 小関 徹\*\*\*

Kazuhisa Abe, Fumito Tajima, Toru Koseki

\*工博, 新潟大学助教授, 工学部建設学科 (〒 950-2181 新潟市五十嵐二の町 8050 番地)

\*\*新潟大学大学院自然科学研究科

\*\*\*共和ハーモテック (株) 技術・研究部 (〒 950-0971 新潟市近江 155 番地 1)

A genetic algorithm (GA) is applied to shape optimization of wire mesh used for box gabions. The shape of wire mesh is defined by 4 parameters with prescribing a fundamental configuration. To save the computational cost, these 4 design parameters are expressed as real values in the GA, and the evaluation of the fitness of each individual is carried out by neural network. In the optimization, volume of the wire mesh per unit area and difference between macroscopic elastic constants in two directions are considered with prescribing the rigidity as a constraint condition. The developed method is applied to examples and the feasibility of the method is examined.

**Key Words** : wire mesh, shape optimization, genetic algorithm

## 1. はじめに

河川護岸や擁壁などに「かご工法」が用いられることがある。当該工法では、丸棒で造った矩形状の枠(鋼製枠)に鋼製網(金網)を張りパネル状にし、それを組み立てて造られた鋼製組立網の中に、石材を充填し構造物を構成している。可撓性、透水性に優れており、そのため上述のような目的に適用されている。

従来、構成組立網に用いられて来た金網には、線径、網目寸法、ピッチなどの形状寸法において様々な種類のものがある。本来それらは、構造物の規模や力学条件、中詰材の粒径などにに基づき適宜使い分けられるべきものである。しかし、既存の金網において、その種類は元より、金網を構成している列線の形状と線径について、力学的に合理性のある方法に基づいた設計がなされているとはいえない。

これまで著者らが既存の金網を対象に、巨視的面的剛性について実験と解析を通し調べたところ、互いに直交する二方向の巨視的弾性係数の間には顕著な差が認められた。また、そのため、金網の面外変形下において、周囲の鋼製枠に作用する荷重に著しい方向性が存在することがわかった<sup>1)</sup>。

これらのある種の異方性の存在が、構造物全体として見た際に適切なものであるのか否かについては、本来、鋼製組立網と中詰材との連成作用の効果を考慮した上で検討すべき問題であり、それが解明されていない現段階において結論づけることはできない。しかし、文献 1) で対象としたような、面外荷重だけを受ける理想化された力学条件下において、金網とその周辺の鋼製枠との連成にのみ目を向けるならば、上述の異方性は互いに直交する丸棒間で異なるレベルの曲げ応力を生ずる結果につながる。したがって、金網と鋼製枠から成る部分構造に面外荷重が作用する場合に限定して

考える限り、金網に対して等方性を賦与することは合理的に思われる。

本研究では、上述の簡単な力学条件下にある金網を対象に、所定の剛性を有し、かつ異方性の度合と単位面積当りに使用される列線の体積(重量)とを最小とするような金網列線の形状寸法の最適化を試み、合理性のある金網設計の可能性について検討する。その際に、金網を構成している列線の三次元的幾何形状には予め基本形状を設定しておき、それを特徴づける 3 つの寸法パラメータと線径とを設計変数にとる。なお、列線は直径が 1mm 毎の離散値をとる線材を加工して作られている。また、パネルの寸法が予め規定されていれば、そこに収まるように金網を作成する必要があるため、上述の寸法パラメータも離散値をとり得る。そこで、設計変数を離散値とし得る最適化手法として、本研究では遺伝的アルゴリズム(GA)を用いる。

GA は、生物が多くの世代に亘り進化を続け、淘汰され次第に環境に適応して行く過程を模倣し、それを最適化の手法に取り入れたものである。目的関数が多峰性を有する場合や、変数が離散値をとる場合など、従来の数的手法の適用が困難な問題に対して有効とされており、構造力学や材料力学に関連した最適化問題においても多くの適用がなされている。Jenkins<sup>2)</sup>は、トラス構造を対象に、その寸法や断面積の最適化に GA を用いている。Grierson と Pak<sup>3)</sup>はラーメン構造を例に、部材断面の種類などが離散値をとる場合の最適化に GA の適用を試みている。また、比較的簡単な構造形態ではあるが、部材の有無といったトポロジーの最適化についても考慮している。さらに多くの自由度下でのトポロジーの最適化が、トラスを対象に Hajela と Lee<sup>4)</sup>によりなされている。また、所定の巨視的弾性係数テンソルを有する材料の微視構造の最適化問題についても、均質化法の援用の下で GA の適用が試みられ