

V-28

ニューラルネットワークを用いた材料定数の解析について

東北学院大学工学部 学生員 古内聡一
東北学院大学工学部 正 員 菅井幸仁
東北学院大学工学部 正 員 遠藤孝夫

1はじめに

ニューラルネットワークを用いた簡便な実験により、材料の弾性係数を測定することが可能かどうかを考察することを目的とし、数値的に材料の弾性係数を求める過程について考察を行った。本法は、大きく分けて、二つのステップにより材料の弾性係数を求める。

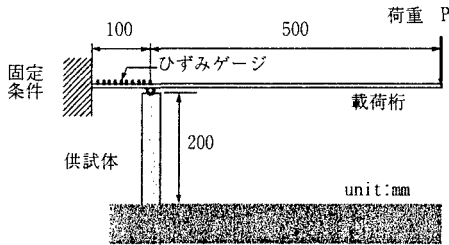


図-1 非線形数値解析用簡易モデル

は、測定位置でのひずみを大きくし、測定誤差を小さくするためである。しかし、桁断面を小さくすると、桁の変形が大きくなる。しかし、弾性範囲で変形するように、載荷荷重をあまり大きくならないようにした。従って、載荷桁の目的位置でのひずみを正確に求めるためには、幾何学的非線形解析を行う必要がある。このため、荷重を徐々に大きくしながら、非線形解析を行い、最終荷重値 $P(78.4\text{N})$ に達した段階でひずみを測定した。この時の、弾性係数とひずみ測定値を一組のデータとした。供試体の弾性係数を変更しながら、ひずみ測定値を求め、何組かのデータの蓄積を行う。

第2ステップ 階層型のニューラルネットワークの入力層にある入力ユニットに、最終荷重に達した時のひずみを入力する。また、このひずみが得られた場合の供試体の弾性係数を出力層にある出力ユニットから出力するネットワークを構築する。入力層と出力層との間の中間層数を変化させることができるプログラムを作成したが、ここでは中間層を1層とした。中間層におけるユニット数は、少ない場合には、良い結果がえられない。しかし、中間層でのユニット数ある程度以上にしても、得られる結果は、良いとは限らない。従って、適切なユニット数を決定することが重要である。

2 数値解析結果

図-1のモデルにおいて、材料の弾性係数を 205.8GPa を1から15まで1きざみの数で割った値とし、それぞれの弾性係数に対して、非線形解析により最終荷重値 $P(78.4\text{N})$ に達した時、それぞれの測定位置でのひずみを求めた。その例として、載荷桁において固定端より2cm位置でのひずみを求め、その結果をひずみと供試体の弾性係数との関係として、図-2(a)に示した。

図-2に示された解析結果から、非線形解析を行う必要性が示される。また、供試体の弾性係数が小さい場合には、非線形解析が小さいように見られる。しかし、

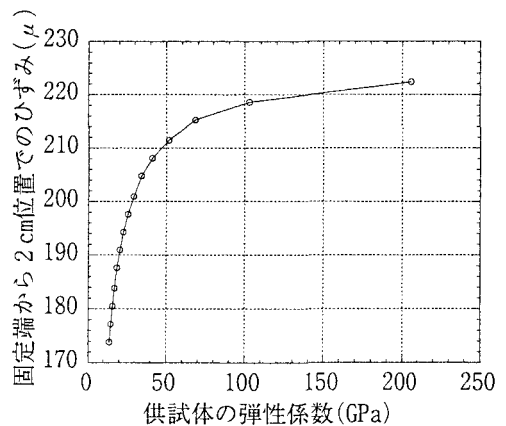
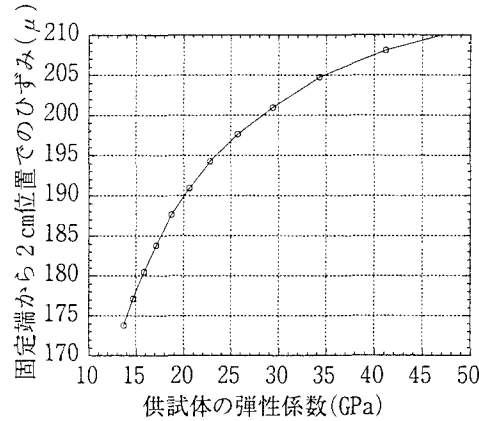


図-2 固定端より2cmの載荷桁位置でのひずみと供試体の弾性係数との関係

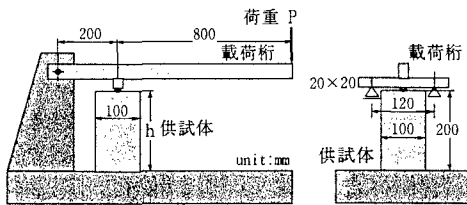
供試体の弾性係数が小さい部分を拡大表示すれば、非線形解析の必要性が明らかである。



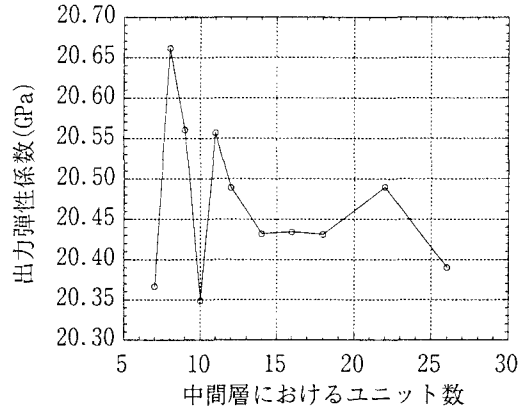
図－2 (b)固定端より 2cmの荷重桁位置でのひずみと
供試体の弾性係数との関係

ニューラルネットワークでは、材料の弾性係数を 20.58GPa に関するデータ以外のひずみを入力データとし、弾性係数を出力データとして学習させた。学習終了後、弾性係数が 20.58GPa の場合のひずみデータを入力として、弾性係数を出力させた。図－3 は、中間層におけるユニット数を変化させた場合の出力値としての弾性係数の値である。図－3 より、出力値が 20.58GPa に近い場合の中間層でのユニット数は、9 あるいは 11 である。中間ユニット数が入力ユニット数より小さい 9 の場合、ユニット数を 1 個増加すると急激に精度が落ちていることが分かる。また、中間層でのユニット数が 11 の場合には、得られた弾性係数値は目的とする 20.58GPa に最も近い。また、11 よりユニット数を増やすことによる弾性係数値も急激に低下していない。以上より、この問題の場合、ニューラルネットワークの構造としては、中間層を一層とした場合、中間層でのユニット数を 11 とすれば、誤差は 1 パーセント以下となり、良好な結果が得られることが分かる。ちなみに、中間層でのユニット数を 18 とした場合、誤差は 7 パーセント以下となり、ユニット数を増加させれば良い結果が得られるとは限らないことがわかる。問題に合わせ、ニューラルネットワークの層数および各層におけるユニット数を適切に配置することが、大切であることがわかる。

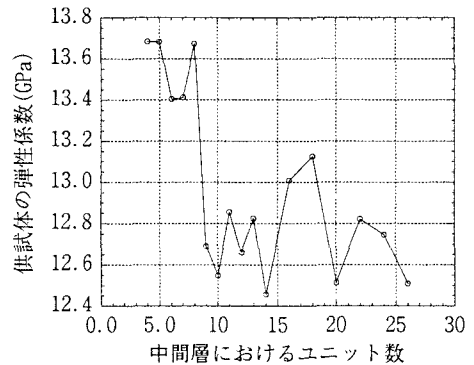
コンクリートの弾性係数を簡易的に求める場合には、図－1 に示されるモデルは供試体を正確に作るのは容易ではない。このため、図－4 のようなコンクリート用簡易実験モデルを考え、弾性係数を 13.72*(0.5～



0.9) Gpa、13.72*(1.1～1.5)Gpa に 0.1 刻みで変化させた場合のひずみを解析的に求め、ニューラルネットワークに学習させる。また、弾性係数 13.72Gpa の場合のひずみを求め、上と同様な方法により、弾性係数を逆解析すると、中間層でのユニット数が 8 の場合、正解値 13.72Gpa に最も近づくことが分かった。今後は、実験的に弾性係数が精度よくとまるかについて、確認していきたい。



図－3 出力弾性係数と中間層における
ユニット数との関係



図－5 出力弾性係数と中間層のユニット
数との関係