

ニューラルネットワークを用いたコンクリート締固め判定システムに関する研究

(株)奥村組 正会員 栗本雅裕 正会員 ○三澤孝史

1. はじめに

ダムコンクリートの打設におけるコンクリートの締固め判定は、熟練者の経験に頼る部分が多い。締固め状態を定量的に把握し、合理的な判定を適用することは、コンクリートの品質向上に寄与すると考える。今回、締固め時のバイブレータによる音圧の変化に着目し、ニューラルネットワークを適用した締固め判定システムの適用検討を行った。

本報では、システム概要および実現場で行った実証実験結果について報告する。

2. システムの概要

本システムは、締固め時のバイブレータによる音圧波形が、一定のパターンを呈していることに着目したものである。

締固め時の音圧を計測し、その波形が締固め終了時のパターンに合致しているかどうかをニューラルネットワークにより判定させている。

ニューラルネットワーク¹⁾は、人間や高等動物の脳神経細胞網を計算機上で模倣したもので、パターン認識、予測、最適化問題などに応用されている。

本研究で適用したニューラルネットワークは、一つの間層を有する3層の階層型ネットワークを用いており、学習方法としては逆誤差伝播法(Back Propagation 法)を用いた。ニューラルネットワークの構造を図-1に示す。入力層は11ユニット、中間層は10ユニット、出力層は1ユニットである。入力、音圧データとし、出力値としては、締固め終了を{1}、締固め未終了を{0}としている。

また、結合係数および閾値の初期値は、0から1までの乱

数で与えた。入力層、中間層、出力層の各ユニットの出力関数には、シグモイド関数($f(x) = 1 / (1 + \exp(-x))$)を用いた。

音の計測状況を写真-1に示す。振動締固め機に設置したマイクロフォンにより、バイブレータ音を計測した。

教師データは、熟練者による判定時の音圧波形を用いた。音圧の時刻歴波形例を図-2に示す。教師データは、フィルター処理によりバイ

ブレータの音圧成分を抽出した波形より包絡線を求め、プラス側とマイナス側の差を取った後、これを3次曲線で近

キーワード：ニューラルネットワーク、コンクリート締固め、音圧

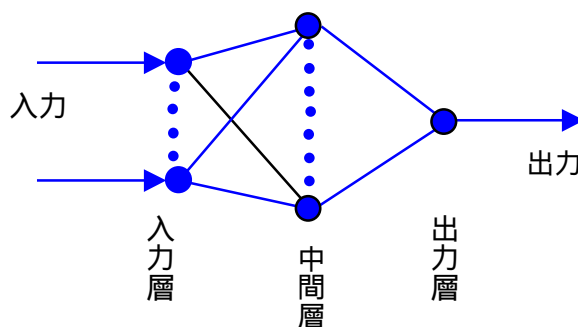


図-1 ニューラルネットワークの構造



写真-1 音の計測状況

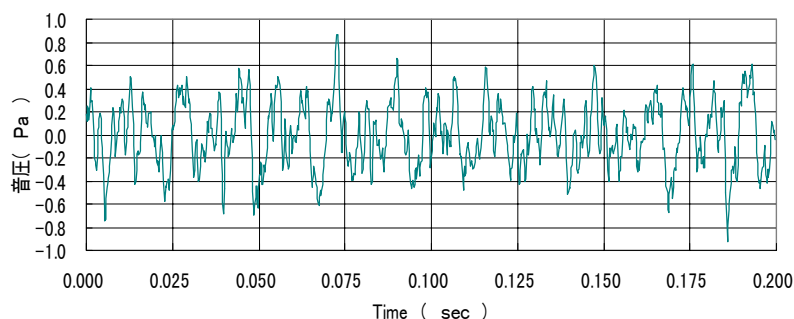


図-2 音圧の時刻歴波形例

連絡先：〒300-2612 茨城県つくば市大字大砂 387 (株)奥村組技術研究所 0298-65-1521 Fax0298-65-1522

似したものを与えた。教師データの一例を図-3 に示す。教師データは、締固め終了パターンのみでは、十分な学習結果が得られなかったため、未終了パターンについても学習させている。熟練者による締固め終了判定時の音圧波形は、図-3 の終了パターンのように音圧が下がった後、再び増加に転じて数秒後である。従って、締固め終了信号の出力は、図-4 に示すように、ニューラルネットワークによる締固め終了判定後、数秒の遅延時間を設定している。

システム構成を図-5 に示す。マイクロフォンにより、連続的に音を計測し、騒音計を通して電圧信号として締固め判定用パソコンへデータを取り込んでいる。締固め判定用パソコンにより判定し、ブザーによる終了信号により、オペレーターに締固め終了を知らせる。

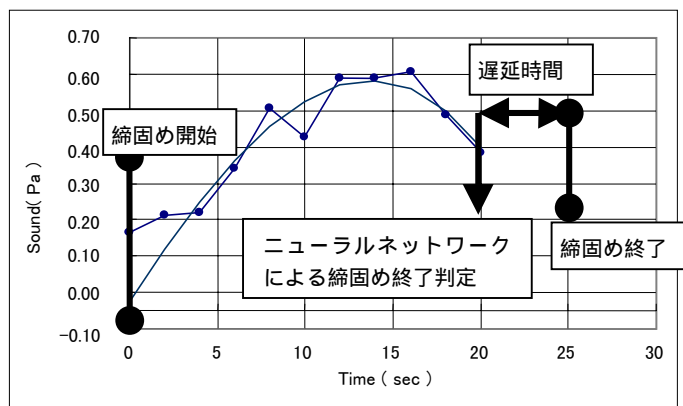


図-4 締固め終了信号の出力方法

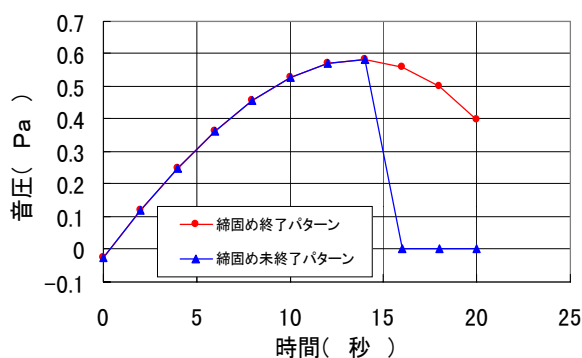


図-3 教師データの一例

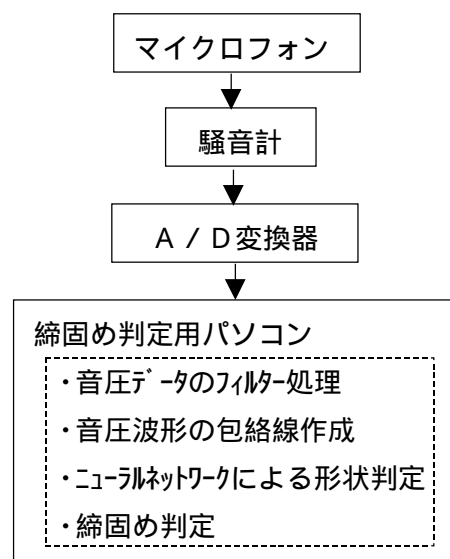


図-5 システム構成図

3. 実証実験結果

実現場において本システムの有効性を検証した。判定結果の一例を図-6 に示す。図のデータは、ニューラルネットワークが締固め終了判定をした最終時刻までを示している。図中に示しているように、締固め初期段階において、音圧が減少する場合は、ニューラルネットワークによる判定回路に入らないようにしている。

図より、教師データで想定したパターンにおいて、ニューラルネットワークが判定していることがわかる。

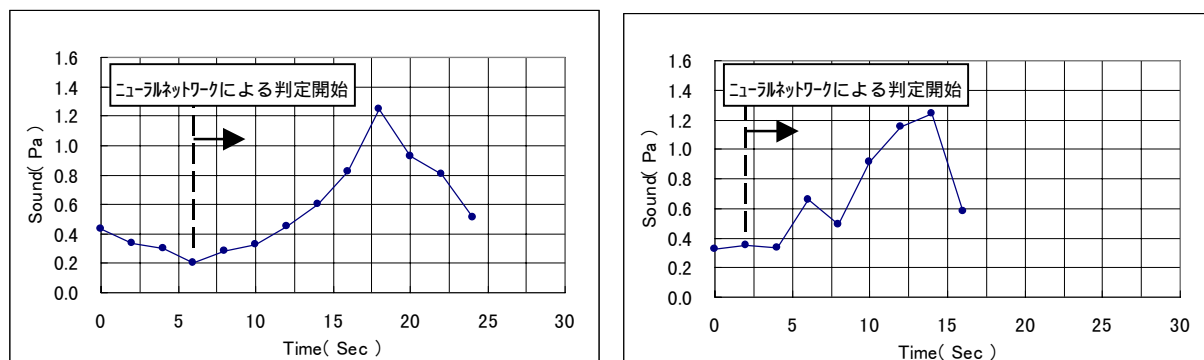


図-6 ニューラルネットワークによる締固め判定例

4. おわりに

コンクリート締固め時の音圧波形を用い、ニューラルネットワークを適用した判定システムにより、締固めの終了判定が可能であることを検証できた。

【参考文献】1)例えば、ニューロコンピュータ，中野馨他，技術評論社