

V-149

HSCCの中性化評価へのニューラルネットワークの適用に関する基礎的研究

和歌山工業高等専門学校 正会員 中本純次

同 上 正会員 戸川一夫

同 上 正会員 三岩敬孝

1. まえがき

近年特に地球環境に配慮した開発が叫ばれる中で、著者らは産業副産物である高炉スラグ微粉末を多量に用いた高炉スラグ高含有コンクリート（HSCC）の有効利用に関して研究を継続してきており、その一連の研究の中で注意を要することとして明らかになってきたのが中性化速度の増加に対する対策である。HSCCの中性化速度の推定についてはこれまでに報告¹⁾してきているように、前養生条件およびスラグ置換率の影響が卓越している。本報告では、複合材料であるHSCCの中性化の進行は各要因の単純な重ね合わせではなくそれぞれの変化や進行が互いに影響をおよぼすものと捉えて、身体性を有する事象の解析に有効とされているニューラルネットワークの適用について基礎的なデータを得ようとするものである。

2. 実験概要

本研究では一連の数多くの実験結果²⁾から、前水中養生期間、スラグ置換率、スラグ粉末度、単位結合材量および水結合材比を変数とした計90個のデータ群を学習用データとして取り上げた。それぞれ、前養生期間は0, 3, 7, 14および28日、スラグ置換率は0, 50, 70, 75, 80, 85, 90および95%、単位結合材量は200, 280および360kg/m³、水結合材比は0.50, 0.57および0.65である。また、高炉スラグ微粉末については表-1に示すとおりである。他の配合要因に関してはこのデータ群については同一であり、セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は硬質砂岩碎石（最大寸法20mm）、混和剤はリグニンスルホン酸化合物ポリオール複合体のAE減水剤である。なお、促進中性化試験は、CO₂:7%, R.H.:60%, 温度:20℃で行ったものである。

表-1 高炉スラグ微粉末の化学成分

記号	粉末度 (cm ² /g)	比重	化 学 成 分 (%)					
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	SO ₃
4B	4040	2.89	32.8	13.6	0.2	42.4	5.8	2.0
6B	6140	2.89	33.2	13.7	0.2	42.1	5.8	2.0
8B	8160	2.89	33.0	13.6	0.2	42.1	6.0	2.0

3. ニューラルネットワークの適用に関する検討

本研究では、ネットワークモデルには階層型ニューラルネットワーク、学習方法にはバックプロパゲーション、入出力関数にはジグモイド関数を用いた。これまでもニューラルネットワークによるコンクリートの中性化速度係数の推定についての研究報告³⁾があるが、本研究ではHSCCの各配合条件の違いによる中性化速度係数の異なりを捕捉できるかどうか、また学習用データの収集に関する必要条件などを知ることを主な目的とした。推定に当たっては中間層の階層数や細胞数の最適な数を決定する方法が明らかにされていないことからここでは任意に選んで用い

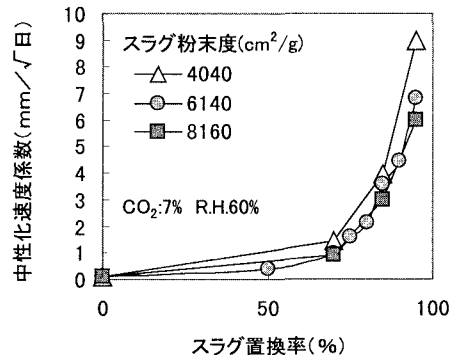


図-1 スラグ置換率と中性化速度係数の関係

キーワード：ニューラルネットワーク、層数、細胞数、中性化速度、スラグ置換率、学習データ数
〒644-0023 御坊市名田町野島 77 Tel. 0738-29-8446, Fax. 0738-29-8469

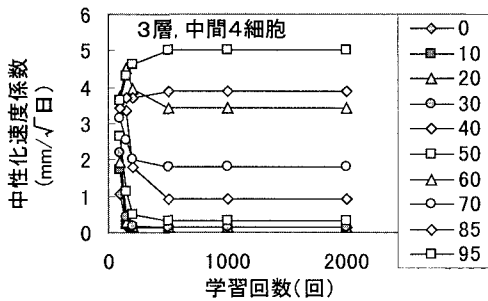


図-2 学習回数の影響

た。なお、ここでの学習用データは、同一条件に関する時間と中性化深さの関係から、 $\sqrt{t}$ 則に従うものとして求めた中性化速度係数3個を平均したものである。図-1は、それら中性化速度係数とスラグ置換率との関係を示したものである。図-2は、中間層1層の場合の学習回数と推定値との関係を示している。ここでは、1000回を越えると推定値が収束している。図-3には、中間層細胞数と推定値との関係を示している。中間層細胞数については、ある程度以上の数が必要⁴⁾と考えられるが、ここではバラツキが大きい結果となった。図-4は、スラグ置換率と推定値との関係を示している。図-1に示す実験値の場合について傾向的にはよく捉えていると考えられるが、細胞数の違いによってかなり傾向が異なることから、その値を適切に用いることが必要になる。図-5には、推定値と実験値との関係を示している。ニューラルネットワーク適用の可能性は十分にあると思われるが、今後より推定精度を高めていく必要があるものと考えている。

4. まとめ

ニューラルネットワークは認識対象の本質を追究す

る必要がなく、学習することによって認識対象に存在する規則性を見出し、未知のパターンに対して応用することが出来ることから、複雑な現象の解明に有効に利用できるものと考えられ、高炉スラグ高含有コンクリートの中性化速度係数の推定に関してニューラルネットワークは有効な手段の1つとなり得るといえる。しかし、その際適切な中間層数や細胞数の設定が必要になるが、適切な学習データ数やその分布とともに信頼性や推定精度の向上について今後検討を続ける予定である。

参考文献

- 1) 中本純次, 戸川一夫, 藤井學: 高炉スラグ高含有コンクリートの中性化深さの推定, セメントコンクリート論文集, No.51, pp.96-101, 1997
- 2) 中本純次, 戸川一夫, 藤井學: 高炉スラグ高含有コンクリートの中性化に関する研究, コンクリートの炭酸化に関するシンポジウム論文集, JCI-C31, pp.23-30, 1993
- 3) 関口司, 魚本健人, 高田良章, 渡辺正: ニューラルネットワークを用いたコンクリート実験のデータ解析に関する研究, 土木学会論文集, No.460/V-18, pp.65-74, 1993
- 4) 安田登, 白木渡, 松島学, 堤知明: ニューラルネットワークに基づいたコンクリート構造物点検技術者の思考過程の評価, 土木学会論文集, No.496/V-24, pp.41-49, 1994

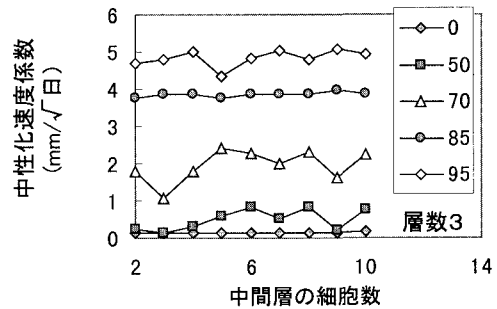


図-3 中間層の細胞数の影響

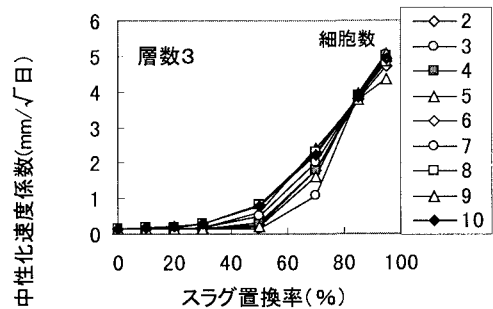


図-4 推定値に与える細胞数の影響

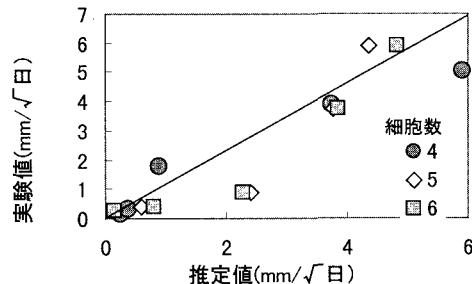


図-5 推定値と実験値の関係