

V-356

高流動コンクリートにおける中性化深さの評価に関する一考察

三井建設(株) 正会員 井波良太

東京都立大学 正会員 大賀宏行

東京大学生産技術研究所 正会員 魚本健人

東京大学生産技術研究所 正会員 加藤佳孝

1. はじめに

高流動コンクリートは、自己充填性に優れ、高耐久なコンクリートである。しかしながら、構成材料の物性・配合条件等の微妙な変化により練上がり性状が大きく変化するため、耐久性に問題が生じる場合があると考えられる。著者らは、高流動コンクリートにおける耐久性を評価するため、構成材料の物性・配合条件等を変化させた複数の配合について促進中性化試験を行い、その結果については既に報告している^[1]。耐久性をより詳細に評価するためには、更なる実験が必要であると考えられるが、耐久性を評価する試験は多大な時間を要するため、より多数の配合についての試験を短期間かつ容易に行うのは非常に困難である。そこで本研究は、既にフレッシュ時の性能評価試験においてその適用性が確認されている^[2]ニューラルネットワークを用いて、高流動コンクリートにおける各要因が促進中性化試験における中性化深さに及ぼす影響度を定量的に把握し、その結果と実験結果とを比較することにより、促進中性化試験におけるニューラルネットワークの適用性について検討し、更に、各要因の微妙な変化が中性化深さの変動に及ぼす影響を定量的に把握することを目的として実施したものである。

2. 実験概要

表-1に示すような配合を基準配合とし、表-2に示すような各要因一つのみを変化させた配合について促進中性化試験を行った。促進中性化試験は、温度 40℃・湿度 50% RH・二酸化炭素濃度 7%に保った促進中性化試験装置を用いて行い、φ 10cm×20cm の円柱供試体を用いて、打込み方向の上下断面から 5cm の断面における中性化深さを測定した。中性化深さはフェノールフタレイン法により求め、各断面において 6ヶ所測定し、その平均値を中性化深さとした。一配合につき、初期水中養生期間 (20℃) を 1 週および 4 週、暴露期間を 3 週および 6 週の合計 4 種類の暴露条件における中性化深さを測定した。

表-1 基準配合表

W/P (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					添加率 (%)	
		W	C	BS	S	G	S p	A E
34.0	52.4	170	150	350	842	786	0.8	0.8

表-2 実験項目

変 化 項 目	水 準
単位粉体量 (kg/m ³)	450・500・550・600
スラグ置換率 (%/wt)	0・50・70
スラグ比表面積 (cm ² /g)	4000・6000・8000・10000
S p 添加率 (%/P)	0.6・0.8・1.0・1.2
A E 剤添加率 (%/P)	0.4・0.6・0.8・1.0・1.2

表-3 入出力因子

入力因子 (8ユニット)	出力因子 (1ユニット)
水量	初期水中養生期間 1 週 暴露期間 3 週における 中性化深さ
セメント量	
スラグ量	
スラグ比表面積	
細骨材量	
粗骨材量	
高性能減水剤量	
A E 剤量	

3. 解析方法および解析結果

学習には、既往の研究^[3]を参考に 3 層階層型ニューラルネットワークを用いた。入出力因子については、表-3に示す通りであるが、本研究では初期水中養生期間 1 週・暴露期間 3 週における中性化深さのみを出力因子として使用した。各層のユニット数は、入力層 8、中間層 18、出力層 1 である。学習開始後、平均二乗誤差が 0.1 以下になったとき、また

は、学習回数が100万回に到達したときに学習を終了した。学習後の収束状況は非常に良好であり、推定精度も相関係数0.99と高精度の推定結果が得られた。次に、学習から得られた重みを用いて、各入力因子が中性化深さに及ぼす影響度を求めるために、感度解析を行った。また、実験結果から得られた影響度と感度解析から得られた影響度が、どの程度一致するかについて比較検討した。ここでは特に、高炉スラグ微粉末の置換率および比表面積・A E剤の添加量のみが変化した場合の中性化深さに及ぼす影響度を図-1に示す。また、感度解析結果が妥当なものであるかどうかを確認するため、実験結果も同図に示す。

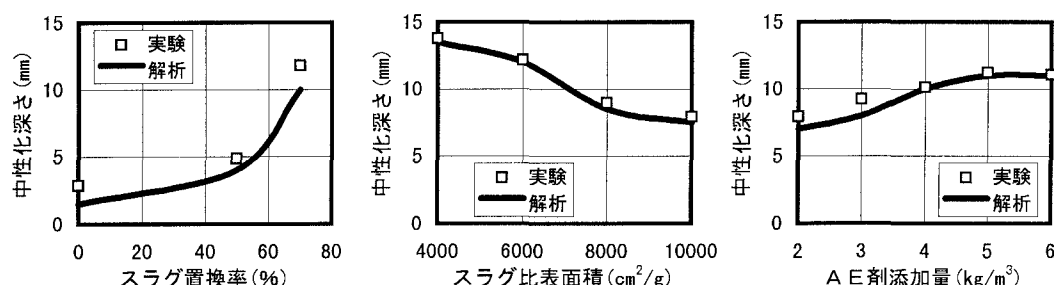


図-1 実験結果および感度解析結果

図-1から明らかなように、実験結果と感度解析結果は、かなりの精度で一致している。この結果より、各入力因子が中性化深さに及ぼす影響度についてもフレッシュ時の性能評価試験と同様、ニューラルネットワークを用いて定量的に把握することが可能であると考えられる。

次に、各入力因子の微妙な変化が中性化深さに及ぼす影響度を把握するため、各入力因子が、基準配合より $\pm 1\%$ 変動した状態を想定し、その状態における初期水中養生期間1週、促進中性化期間3週の中性化深さを学習から得られた重みを用いて推定した。更に、推定した結果を分散分析を用いて解析を行った。各入力因子の寄与率を表-4に示す。この表から、高炉スラグ微粉末の使用量の寄与率が他の因子と比較して非常に大きいことが分かる。また、有意差検定により、有意な因子を抽出したところ、有意な因子は高炉スラグ微粉末の使用量のみであることが分かった。

表-4 各入力因子の寄与率

入力因子	寄与率(%)
水量	21.6
セメント量	2.0
高炉スラグ量	61.8
高炉スラグ比表面積	4.8
細骨材量	3.2
粗骨材量	1.6
高性能減水剤量	4.0
A E剤添加量	1.0

4. まとめ

1. 学習から得られた重みを用いて、各入力因子が中性化深さに及ぼす影響度を感度解析から求め、実験結果と比較したところ、実験結果と解析結果は、かなりの精度で一致した。このことから、中性化深さのような耐久性の評価についてもフレッシュ時の性能評価と同様、ニューラルネットワークが適用可能である。
2. 各入力因子が微妙に変化した場合の中性化深さに及ぼす影響度を把握するため、中性化深さの変動に対する各因子の寄与率を算出したところ、高炉スラグ微粉末の使用量の寄与率が非常に大きいことが分かった。

参考文献

- [1]大賀宏行, 増田和機, 井波良太, 魚本健人: 粉体系高流動コンクリートの耐久性評価、土木学会高流動コンクリートシンポジウム論文報告集, pp. 107-112, 1996. 3
- [2]井波良太, 足立一郎, 魚本健人: 高流動コンクリートの性能評価試験に関する一考察、土木学会高流動コンクリートシンポジウム論文報告集, pp. 145-150, 1996. 3
- [3]大矢 孝, 魚本健人, 堤 知明: ニューラルネットワークを用いたコンクリート製造管理システムに関する研究、土木学会論文集, No. 514/V-27, pp. 9-18, 1995. 5