

V-337 ニューラルネットワークを用いた PC グラウトの性状評価

芝浦工業大学大学院 学生員 大西 竜太

芝浦工業大学 正会員 勝木 太

芝浦工業大学 正会員 矢島 哲司

首都高速道路技術センター 正会員 吉沢 勝

1.はじめに

英国において、1992年にグラウト不良により腐食した鋼材の破断が原因で発生したPC橋の落橋事故が数例報告され、ポストテンション方式のPC構造物の建造が全面禁止されるということがあった。PC構造物の耐久性は、PC鋼材を保護するために充填されるPCグラウトの充填度に左右されるが、グラウトの充填度を施工後に知るための簡便かつ決定的な非破壊検査方法は、性能照査型の設計法に移行しつつある現在においても確立されていないと考えられる。そこで本研究ではPCグラウトの性能面から充填度を改善することを目的として、まず、PCグラウトの性能に影響を及ぼすと考えられる主に混和剤の種類等を変化させた幅広い範囲の配合において基礎的実験をおこない、さらにニューラルネットワークによってその性状の評価と推定をおこなった。

2.実験の概要と結果

実験は表-1に示すような要因、水準を変化させた約100ケースの配合について、PCグラウトに求められるセメントペーストの流動性(Jロート及びJ₁₄ロート)、材料分離抵抗性および膨張性(20時間まで)、圧縮強度(材齢28日)などの各種試験を土木学会基準に準拠しておこなった。

図-1に流下時間(Jロート)とブリージング率の実験結果を示す。この結果に膨張率を加味すると適正な配合は点線部に囲まれた数種類の配合のみとなり、PCグラウトに要求される性状を満たす配合の範囲は狭いことがわかる¹⁾。そこで多くのデータを収集して学習することで、幅広い問題に対応可能なニューラルネットワークを用いて、グラウト性状の分析および適正配合の推定をおこなった。

3.ニューラルネットワークによる性状推定

ニューラルネットワークによる解析をおこなうために、まず先の実験データの中から、性状を改善する効果の小さかった高炉スラグ置換の配合を

省いた58ケースの配合データを対象とし、52ケースを学習データ、6ケースを検討用データとして階層型ニューラルネットワークに入力した。入力因子はW/C(%), 2種類の混和剤の添加率(%), AI粉末の添加率で

表-1 要因と水準

混和剤	GS	G
混和剤添加率 (%)	0.5~1.0	1.0~3.0
W/C (%)	30~60	
A/粉末添加率 (%)	×	0.004~0.024
高炉スラグ置換率 (%) (比表面積6090cm ² /g)	20,40,60の3水準	
GS: ノンブリージングタイプ混和剤 変性マリン水溶性ポリマーと水溶性シリロ-エチル化合物		
G: 高性能減水剤 ナフタリンスルホン酸と変性リガニンの化合物		

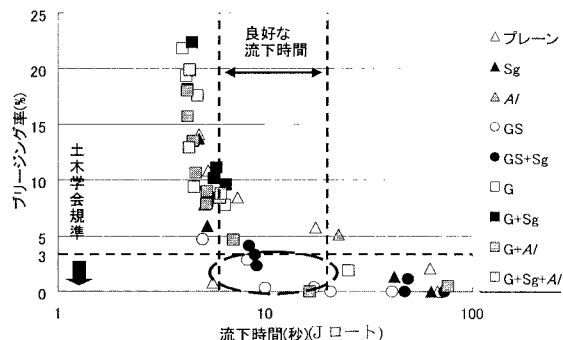


図-1 流下時間とブリージング率の関係(実験結果)

キーワード: PC グラウト、流動性、材料分離抵抗性、ニューラルネットワーク

〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 TEL 03-5476-3044 FAX 03-5476-3166

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-1-21 新虎ノ門実業会館 6F TEL 03-3591-2261 FAX 03-3504-1277

表-2 学習結果

項目	平均2乗誤差		相関係数	
	学習データ	検討用データ	学習データ	検討用データ
流下時間(s)	1.55	0.39	0.973	0.951
ブリージング率(%)	0.41	0.66	0.994	0.993
膨張率(%)	0.54	0.83	0.976	0.938

平均2乗誤差：出力値と実験値の差の2乗の平均

ある。出力因子は流下時間(s)、ブリージング率(%), 膨張率(%)である。なお、強度に関して本研究の範囲内では要求される性能を満たしていることが実験によって確認されたため、本解析では検討していない。表-2 にネットワークの学習結果として、学習データと未学習データの教示値との平均2乗誤差と、その相関係数を示す。なお、学習回数は24000回である。未学習データの相関係数は0.938~0.993と比較的高い精度を示した。

このネットワークを用いておこなった流下時間の推定結果を図-2 に示す。プレーンのグラウトに比べて、GS(ノンブリージングタイプ混和剤)を添加した配合では、流動性の低下が実験結果と同様に確認された。一方、G(高性能減水剤)を添加した配合では、流動性が著しく改善されている。図-3 はブリージング率の推定結果である。流下時間の結果と同様に混和剤の種類や添加率の違いが、グラウト性状へ与える影響の違いが明確に示されている。

また、図-4 は膨張率の感度解析結果の一例である。これは W/C=40%のプレーングラウトを基準として、それぞれ W/C は41%に、混和剤の添加率はG(高性能減水剤)添加率を2%、GS(ノンブリージングタイプ混和剤)添加率を1%、AI粉末添加率を0.012%と、規準量添加したときの、基準配合からの増減をあらわしている。当然ながら膨張性については AI 粉末の影響が最も大きく、実験と同様な結果を示した。

図-5 は流下時間・ブリージング率・膨張率のニューラルネットワークの推定結果である。図中の黒印は筆者らが推定した適正配合であり、本研究の範囲内で解析により PCグラウトの適正配合を推定出来る可能性が示された。

4. まとめ

本実験の範囲内において以下のことが明らかとなった。ニューラルネットワークによって、実験室レベルでのPCグラウト性状の評価および推定は、ほぼ可能であることがわかった。今後は、実際のグラウト注入時の施工条件(ミキサの種類、温度等)をネットワークの入出力項目に加えることにより、施工レベルでも適用可能なニューラルネットワークの構築が必要と考えられる。

参考文献 1)大西・勝木・矢島:PCグラウトの性能評価・土木学会関東支部技術研究発表会・1999,3・V-25

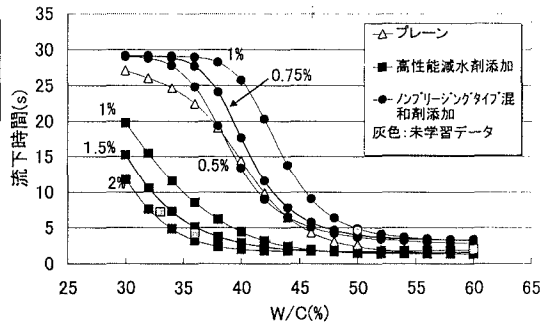


図-2 推定結果(流下時間)

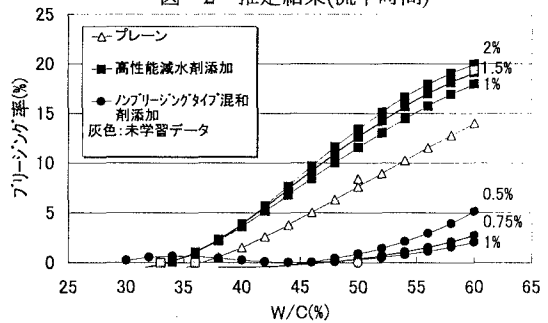


図-3 推定結果(ブリージング率)

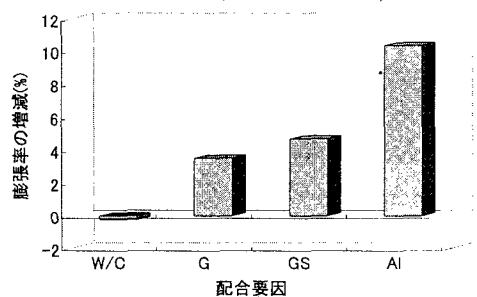


図-4 感度解析結果(膨張率)

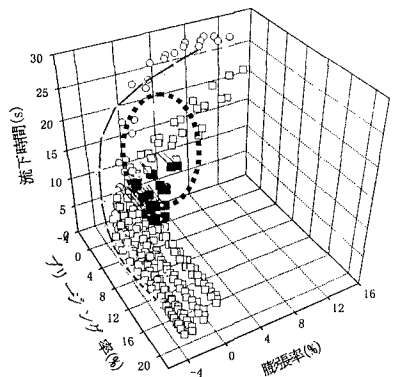


図-5 適正配合推定図