

AI を用いたコンクリートの配合予測における重要度に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 ○菅谷那津子 水野 健 坂井吾郎 渡邊賢三 関 健吾 西澤勇祐 松川剛一

1. はじめに

一般にコンクリートは天然材料を用いた複合材料であることから、配合計画書から得られる情報からだけでは、スランプや圧縮強度以外のワーカビリティやポンパビリティなど、詳細な特性を把握することは難しい。また、配合計画書上は同じ産地の骨材であっても、採取場の違いによって粒度分布などが異なり、コンクリートの諸物性も少なからず変化する。以上から、コンクリートの性状は未だ試験練りによって確認しているのが現状である。そこで、筆者らは日本全国のレディーミクストコンクリート工場（以下、プラント）から配合計画書を収集し、配合データベースを構築することで、AI によりコンクリート性状を予測したり、最適配合を予測したりすることを目指している。本検討では、最適配合予測モデルの構築に向けた基礎的検討として、単位量や使用材料の種類などの各指標が、コンクリートの品質に及ぼす影響を「重要度」として AI 予測したので、その結果について報告する。

2. モデルの構築

2.1 配合データの収集

本検討で使用した配合データは、2020 年 6 月～7 月の間に日本全国 108 社のプラントから収集した計 1497 種であり、配合計画書と併せてセメント試験成績表、骨材試験成績表も収集した。各項目の構成を図-1 に示す。対象としたプラントは関東地方が 43 プラント（675 種）と最も多く、中国地方が 2 プラント（11 種）と最も少なかった。また、今回対象とした配合は、呼び強度 18～40N/mm²、スランプ・スランプフロー 8～70cm、粗骨材最大寸法 20～40mm とし、セメントの種類等は問わないものとした。なお、配合計画書等から得られる各指標データの収集に際しては、各プラントから PDF 形式で収集した書類を文字認識ソフト AI-OCR (Optical Character Reader) により数値・文字データに変換して使用した。

2.2 データセットの作成

本検討では、収集した配合のうち、スランプフローの配合（26 種）、配合計画書と骨材試験成績表から AI-OCR

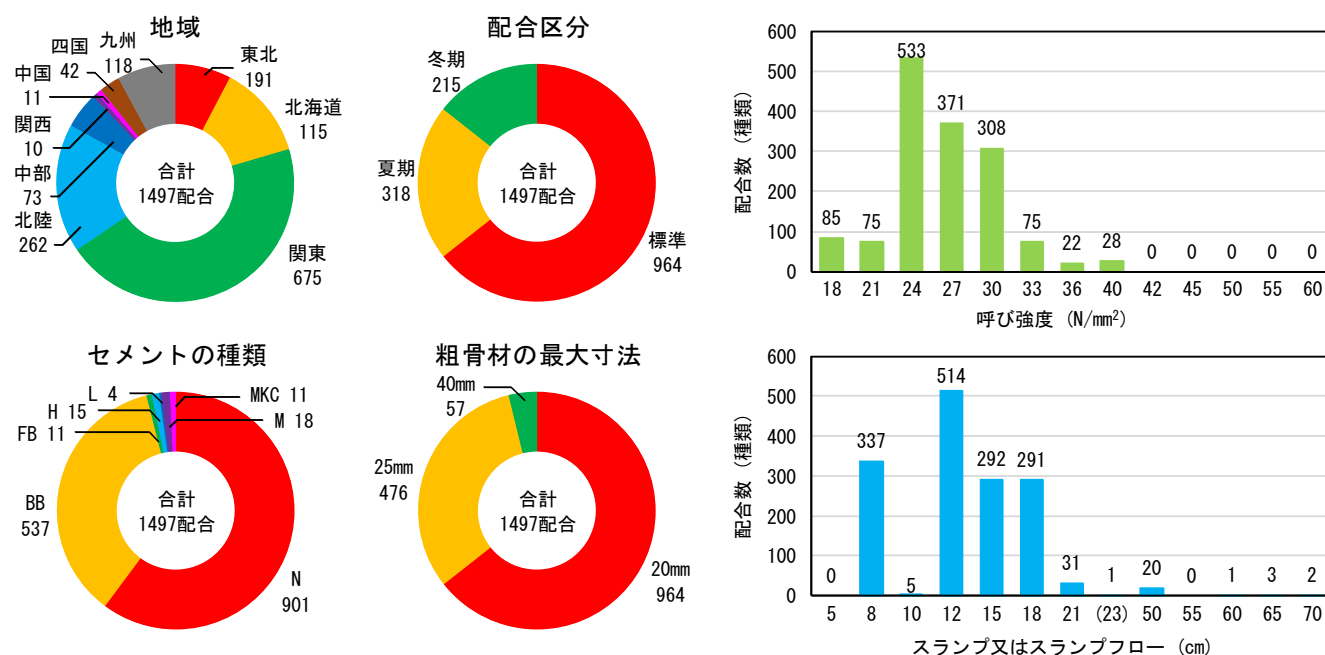


図-1 収集したコンクリート配合の構成

キーワード：配合データベース, AI, OCR, 重要度

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-489-8218

表－1 説明変数

データ引用元	種 類	説 明 変 数
配合計画書	単位量	セメント、水、細骨材①、細骨材②、細骨材③、粗骨材①、粗骨材②、粗骨材③、AE 減水剤（標準形）、AE 減水剤（遅延形）、高性能 AE 減水剤（標準形）、高性能 AE 減水剤（遅延形）、高機能 AE 減水剤（標準形）、高機能 AE 減水剤（遅延形）、AE 剤、増粘剤
	コンクリートの種類による記号	普通、高流動、高強度、モルタル ※ 本検討では「普通」以外は該当データなし
	セメントの種類による記号	N, BB, FB, H, L, M, MKC
	セメント生産者名	13 社
	本配合の適用期間	標準, 夏期, 冬期
セメント試験成績表	品質	密度, 比表面積, 凝結水量, 始発, 終結, セメント安定性, 圧縮強さ 1d, 圧縮強さ 3d, 圧縮強さ 7d, 圧縮強さ 28d, 圧縮強さ 91d, 水和熱 7d, 水和熱 28d, 酸化マグネシウム, 三酸化硫黄, 強熱減量, 全アルカリ, 塩化物イオン, けい酸カルシウム, アルミン酸カルシウム
骨材試験成績表	試験項目	最大寸法, 表乾密度, 絶乾密度, 吸水率, 微粒分量, 粒形判定実積率, 粘土塊量, 有機不純物, 塩化物量, すりへり減量, 安定性, 密度 1.95 に浮くもの, 軟石量, 表面水率, 隣接ふるいに留まる質量, 粗粒率 ※ 各項目に対して細骨材①～③, 粗骨材①～③の 6 変数を設定

を用いて抽出した骨材産地・種類が、表記の違い等で完全に一致せず、読みエラーとなった配合（531 種）を AI により除外し、合計 940 種類を検証対象とした。また、目的変数と呼び強度、スランプとし、説明変数を表－1 に示す合計 171 項目とした。

2.3 学習方法

本モデルの構築では NGboost（Natural Gradient Boosting）¹⁾ という機械学習アルゴリズムを使用した。このモデルは、ある説明変数が目的変数に対してどれくらいの寄与率を持つかを求めることが可能であり、影響度の低い特徴量が増えても精度に影響しにくい特徴がある。なお、本検討ではデータセットを Train データと Test データに分割する際、その割合を 1：1 とした。

3. 予測結果

図－2 に呼び強度に対する重要度の予測結果を示す。呼び強度については単位セメント量や単位水量の重要度が高くなっており、W/C と強度の関係からこれらの重要度が高いことは明らかであることから、コンクリート工学の通念と一致しているといえる。また、塩化物イオン量は単位セメント量に比例していると考えられ、上記 3 項目で重要度の 56%以上を占める結果は妥当であると考えられる。

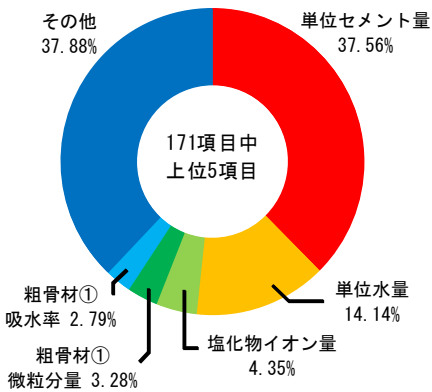
図－3 にスランプに対する重要度の予測結果を示す。スランプにおける単位水量の重要度は 27%にとどまり、次に粗骨材単位量, 単位セメント量, 高性能 AE 減水剤（標準）単位量と続いた。これらはスランプ変更のための配合修正の観点から、間接的もしくは直接的に影響すると考えられるものの、今後は配合データの拡充に合わせて説明変数の影響度合いを再検討する必要がある。

4. まとめ

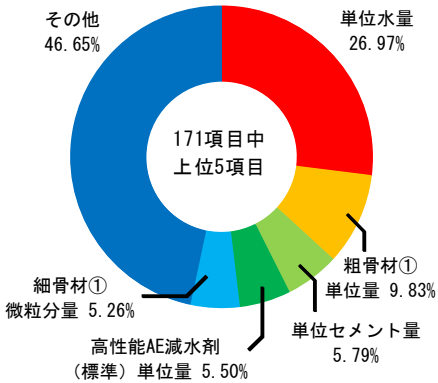
全国のプラントから収集した配合データを用いて構築した AI モデルにより、上述の説明変数のコンクリート品質に対する影響度合いを予測できる可能性が示唆された。コンクリート性状および最適配合の予測に向けて、更なるデータ拡充に努める。

参考文献

1) Tony Duan ら:NGBoost : Natural Gradient Boosting for Probabilistic Prediction, Proceeding of the 37th International Conference on Machine Learning, PMLR119, pp.2690-2700, 2020.



図－2 呼び強度に対する重要度の予測結果



図－3 スランプに対する重要度の予測結果