

## コンクリート構造物の養生計画立案手法に関する研究

石川工業高等専門学校 学生会員 ○大島 美穂  
 石川工業高等専門学校 正会員 福留 和人  
 安藤ハザマ 正会員 齋藤 淳

### 1. はじめに

コンクリート構造物が所要の強度・耐久性等の性能を有するために養生は極めて重要な作業である。セメントがその性能を十分に発揮するように、すなわち、セメントの水和が所要のレベルに達するように水分と温度条件を所定期間維持するような養生計画を立案する必要がある。著者らは、養生で達成されるセメントの水和率を解析的に予測し、目標の水和率が得られるように養生計画を立案する手法を提案した。さらに、養生方法、水セメント比および環境条件を変化させた条件で必要養生期間の算定を行い、各種条件から必要養生期間を容易に推定できるノモグラムの作成を試みた。

本研究では、提案する養生計画立案手法の適用拡大を図ることを目的に、セメントの種類および湿度条件を変化させて必要養生期間の算定を行い、ノモグラムの作成を行った。

### 2. 解析概要

解析にはコンクリート材料性能プログラム DuCOM for Structural Design を用いた。セメントは普通ポルトランドセメント（以下 N）と、長期間養生が必要とされるフライアッシュセメント（以下 FA）や高炉セメント（以下 BB）で解析をした。W/C は 50%，部材寸法は 50cm とした。養生方法は給水養生、型枠存置（水分逸散抑制）とし、養生終了後の相対湿度は 30%，60%，80% とした。環境温度は 10℃，20℃，30℃ とした。境界条件は給水養生では相対湿度 100%，型枠存置では境界において水の出入りがなく、気中暴露では境界の相対湿度は養生条件の相対湿度に合わせた。

### 3. 目標水和率・達成材齢の設定

養生計画立案手法では、性能照査における目標水和率の設定が重要である。さらに、いつまでに目標水和率を達成するか（以下達成材齢）を決定する必要がある。コンクリート構造物が十分な性能を有するためには、表層部における耐久性が重要であると考え、表層から深さ 5cm の水和率の平均で性能照査をした。本研究では目標水和率を環境温度 20℃ の水中 28 日養生と水中 14 日養生の水和率とした。その設定根拠は、水中 28 日養生の場合は、コンクリート標準示方書に示されているコンクリート強度の特性値を評価する材齢から設定した。また、水中 14 日養生の場合は、経済性や工期を考慮し、現場で実施可能な湿潤養生日数が 14 日と考えたからである。水和率の解析から目標水和率をまとめた結果を表-1 に示す。達成材齢は 91 日とした。

### 4. 必要養生期間の簡易推定ノモグラム

効率的に養生計画を行うために必要養生期間の簡易推定ノモグラムを作成した。ノモグラムは横軸が環境温度、縦軸が必要養生期間であり、環境温度と相対湿度から必要養生期間を判断することができる。

目標水和率が水中 28 日養生で給水養生の場合を図-1～図-3 に、型枠存置の場合を図-4～図-6 に示す。図-1～図-3 より給水養生でのセメントの種類による比較をする。FA と BB は N と比べて必要養生期間が長くなり、混合セメントは長期間の養生を必要とすることが簡易推定ノモグラムでも表現できている。図-4～図-6 より型枠存置の場合も同様の結果となった。図-1、図-4 より環境温度 20℃ の場合、給水養生は型枠存置に比べて相対湿度の変化による必要養生日数の差が大きい。80% R.H. の場合も給水養生と型枠存置で必要養生日数に 7 日の差が生じるた

表-1 目標水和率

セメントの種類	目標水和率 (%)	
	水中 28 日養生	水中 14 日養生
N	91.7	87.3
FA	82.9	78.4
BB	84.3	78.9

キーワード：水和率，給水養生，水分逸散抑制，混合セメント，相対湿度

連絡先：石川工業高等専門学校，〒929-0392 石川県津幡町北中条 tel:076-288-8162, fax:076-288-8171

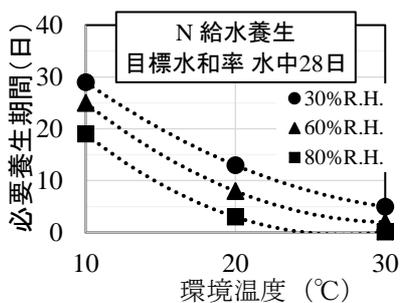


図-1 簡易推定ノモグラム 1

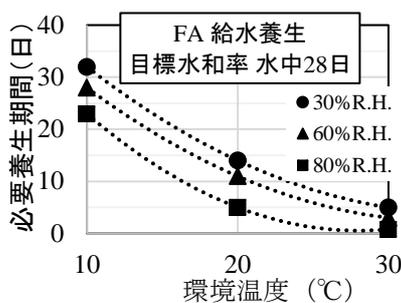


図-2 簡易推定ノモグラム 2

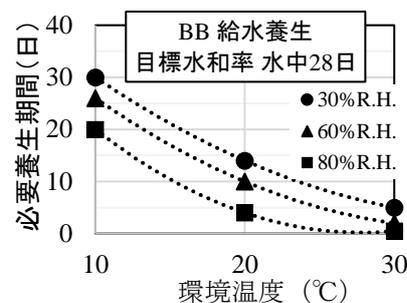


図-3 簡易推定ノモグラム 3

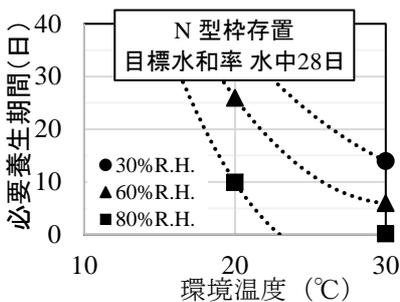


図-4 簡易推定ノモグラム 4

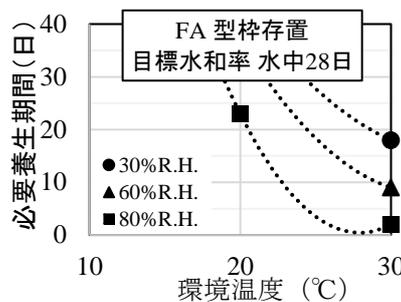


図-5 簡易推定ノモグラム 5

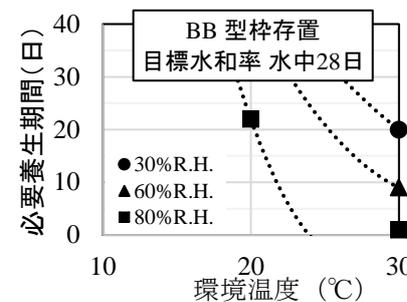


図-6 簡易推定ノモグラム 6

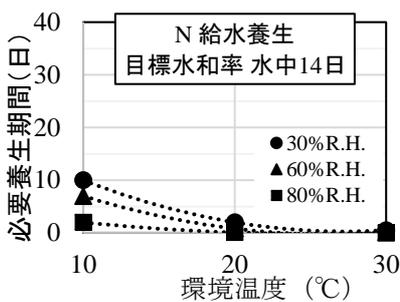


図-7 簡易推定ノモグラム 7

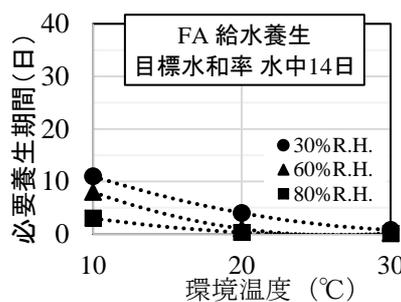


図-8 簡易推定ノモグラム 8

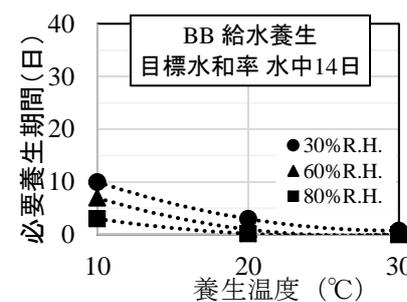


図-9 簡易推定ノモグラム 9

め、積極的に給水養生を行う必要があるといえる。土木学会コンクリート標準示方書（以下、標準示方書）でも十分な給水養生を行った場合を対象に湿潤養生期間の標準を示しており、今回の水と解析でも給水養生が重要であることが確認できた。型枠存置では環境温度 20°C、80%R.H.でも 10 日の養生日数が必要となり、標準示方書で示されている養生期間では不十分であることが解析で明らかになった。次に、目標水和率が水中 14 日養生の場合を図-7～図-9 に示す。図-1～図-6 より目標水和率が低いため、必要養生期間は短くなった。また、セメントの種類や相対湿度による影響は小さく、環境温度 10°C、20°Cでは必要養生期間に差が見られなかった。しかし、図-1～図-6 ではセメントの種類や相対湿度によって必要養生期間に差があるため、目標水和率を高く設定することで、セメントの種類や相対湿度の影響が考慮された必要養生期間になると考えられる。また、相対湿度が低くなると必要養生期間が長くなるという結果になり、温度条件だけでなく、湿度条件も考慮する必要があることが確認できた。

提案する水と解析による養生計画立案手法により、給水と水分逸散抑制の養生効果の差異、配合条件、養生温度、湿度条件等の影響を考慮した養生計画の立案に繋がることが期待される。ただし、同一水和率でも養生温度等によっては空隙構造、すなわち物質移動抵抗性等の性能が異なることも予想されるため、今後検討することが必要である。

**謝辞**：本研究は科学研究費補助金（基盤研究（C）、26420445）によって実施致しました。

**参考文献** 1) 大島美穂ほか：コンクリート構造物の養生計画立案手法に関する研究，土木学会第 72 回年次学術講演会，V-122，pp.243-244，2017