

## 局所的風況・降雨量予測を基にしたコンクリート構造物への水分付着に関する研究

東京大学大学院 学生会員 ○竹下 直樹  
 東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝

## 1. はじめに

現在日本には膨大な社会資本ストックが存在している。橋梁を例にとると、15万橋に上るストックが存在している。それらの維持管理・補修のコストは国土交通省の試算では2025年度には10兆円に上る。現状の厳しい国家財政状況を鑑み、コスト面の要請から適切な補修時期の推定が必要なことは明白である。

また、新設構造物についても仕様書規定型設計法から性能照査型設計法への移行が図られており、設計時点で供用期間中の劣化予測が不可欠となっている。

以上二点の社会的要請によりコンクリート構造物の適切な劣化予測モデル構築が期待されているが、現行の劣化予測モデルでは確実性に欠けると考えられる。なぜなら鉄筋腐食・アルカリ骨材反応・中性化・塩害などのコンクリート構造物の劣化現象には水分浸透および移動が大きく関与していることが明らかであるにもかかわらず、降雨量・湿度・気温など構造物周辺の環境因子を適切に考慮していないためである。

そのため、本研究ではコンクリート構造物への水分浸透量を予測することが可能となるモデルの開発を行うことを目的とした。なお、本研究で考慮する環境条件は、降雨量、および風況（風向・風速）である。環境条件、特に外部環境下でのコンクリート構造物に対する主な水分供給源である降雨を対象としている。また、この提案するモデルに過去のアメダスによる気象データを入力し、既に提案されている各劣化現象のモデル<sup>1)</sup>を活用することで補修対象橋梁の劣化状況を把握し、適切な補修時期の推定を行うことができる。さらに今後の気象予測データを入力することによって新設構造物でも設計時点で劣化の予測ができるようになると思われる。

## 2. 劣化モデル概要

本研究で開発した劣化モデルは図1の通りである。まずコンクリート構造物のモデルを作成する。次にアメダスから作成された標準気象データを使用し、Marshall-Palmer分布<sup>2)</sup>を用いて平均粒径を求めた。それを基に、Gunn and Kinzer<sup>3)</sup>の実験値より川野<sup>4)</sup>が求めた式を用いて雨滴の終端速度を求めた。それらのデータを基に有限体積法を用いた流体解析を行うことで構造物壁面の雨滴付着量を求めた。

## 2. 1. 解析対象

図2に見られるように高さ3mのT型橋脚の側面を対象とし、解析領域を4m×5mとして解析を行った。

## 2. 2. 気象データ

本研究では日本建築学会によって作成された標準年EA気象データ<sup>5)</sup>を使用した。東京気象台における標準年平均風速は1.8m/sであり、これを流入する風の速度とした。

## 2. 3. 雨滴粒子平均径および終端速度

Marshall and Palmer(1948)により、降雨の単位体積中の雨滴粒径分布が下記の式の通りに示されている。

$$N_d = 8000 \text{EXP}[-4.1R^{-0.21}]$$

ここで  $N_d(\text{m}^{-3} \cdot \text{mm}^{-1})$ ,  $D(\text{mm})$ ,  $R(\text{mm/h})$  はそれぞれ単位体積

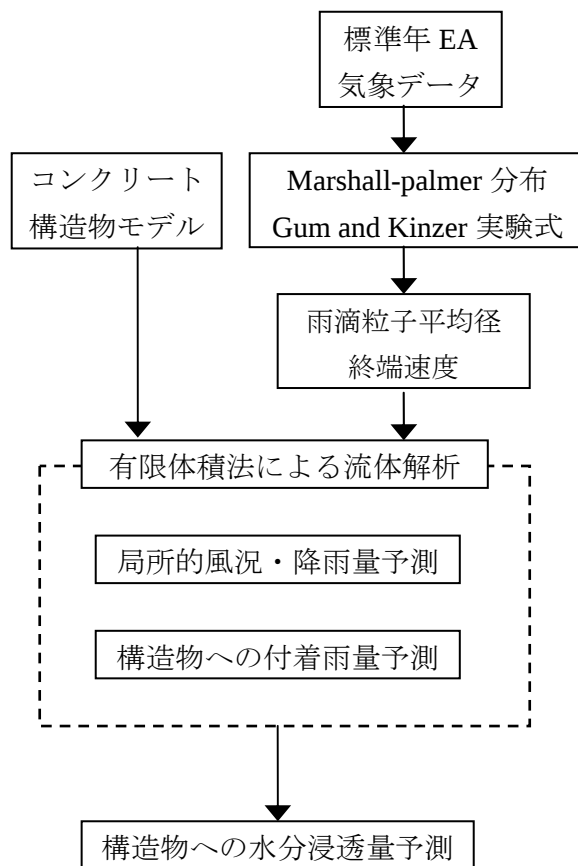


図1：水分浸透量予測モデルの構成

キーワード：水分浸透 降雨量 風向 風速 予測 解析 環境 標準年 EA 気象データ

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 生産技術研究所 Bw604 Tel:03-5452-6048(58335)

中の雨滴粒径分布確率密度関数、雨滴直径、一時間あたりの降雨量である。

このことより、単位体積あたりの雨滴の総個数  $K$  および雨滴の総質量  $M$  は、下式により算出できる。

$$K = \int_0^{\infty} N_d dD = 1951R^{0.21}$$

$$M = \int_0^{\infty} \frac{1}{6} \pi D^3 N_d dD = 89R^{0.84}$$

よって、雨滴一粒あたりの平均質量は

$$\frac{M}{K} = 0.0456R^{0.63}$$

となり、水の密度を 1 とすると雨滴粒子平均径  $D_{ave}$  は

$$D_{ave} = 0.65 \cdot R^{0.21}$$

と表すことができる。

また、終端速度は川野の式より

$$D < 80 \mu\text{m} : V = 3.15 \times 10^5 D^2$$

$$80 < D < 800 \mu\text{m} : V = 4.0 \times 10^3 D$$

$$800 \mu\text{m} < D : V = 1400 D^{0.5}$$

と表すことができる。本研究で解析を行ったのは降雨量 3,5,10,50mm/h の雨についてである。

## 2. 4. 解析方法

今回の解析では有限体積法を用いた解析を行った。本研究では降雨を模擬し、空気の連続相の挙動に影響されて水

粒子の分散相が移動を起こし、コンクリート構造物に衝突・付着すると仮定することで解析を行っている。メッシュにはスタッガードメッシュを使用し、離散化には Simplest 法を用いている。

## 2. 5. 解析結果

解析結果は図3の通りである。3,5mm/h の降雨では橋脚の下部および突出部に雨滴が多く付着していることが分かる。また、降雨量が多くなるにつれて粒子径も大きくなるため、風の力よりも重力に影響されて橋脚に付着しにくくなることが分かる。

## 3. まとめ

本研究では実際のアメダスデータから降雨雨滴の平均粒子径・終端速度を求め、有限体積法を用いた解析を行うことで実際の構造物に付着する降雨雨滴の量を評価することができた。

## 参考文献

- 1)日本コンクリート工学協会： コンクリート構造物の長期性能照査支援モデルに関するシンポジウム委員会
- 2)報告書・論文集 日本コンクリート工学協会 2004.10.8
- 3)日本建築学会： 拡張アメダス気象データ 2000.01
- 4)日本気象学会： 気象研究ノート pp89-90 1999.9
- 5)J. S. Marshall and W. Mck. Palmer : The Distribution of Raindrops with Size. J.Meteor., 5. pp165-166 1948
- 6)Gunn, R., and G. D. Kinzer, : The terminal velocity of a fall for water droplets in stagnant air. J.Meteor., 6, pp243-248 1949

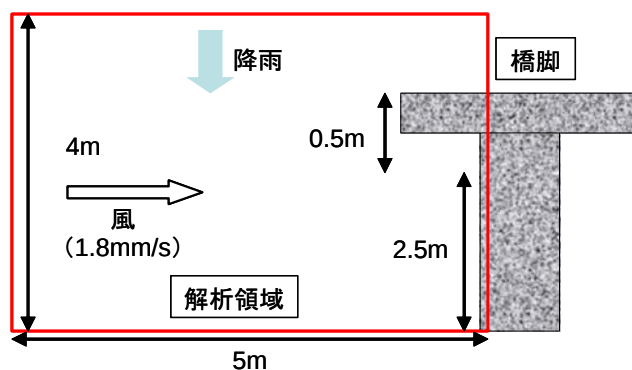


図2：解析対象

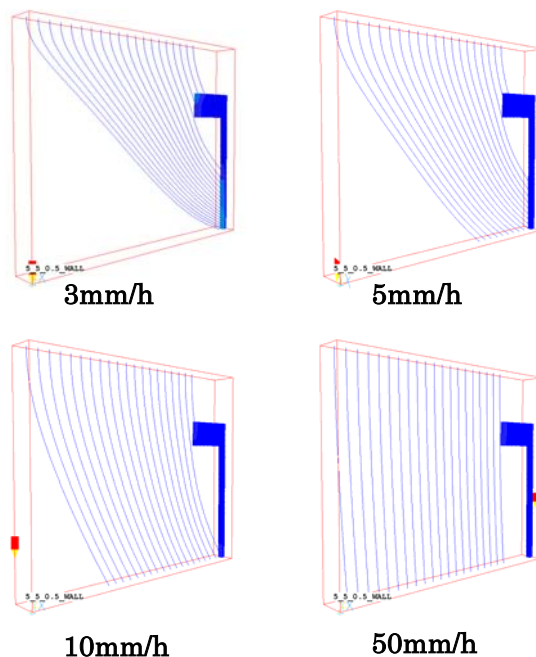


図3：解析結果