

アルカリ骨材反応により変状を起こした構造物の劣化進行予測

大成建設土木技術研究所 正会員 武田 均
 大成建設土木技術研究所 正会員 丸屋 剛
 シビルリニューアル フェロー 飯田 一彦
 日本道路公団九州支社 正会員 水田 富久

1. はじめに

本報告は、アルカリ骨材により変状をきたしたコンクリート構造物について、アルカリ骨材反応による劣化と、それに伴うコンクリート内部の鉄筋の腐食進行を予測する方法を提案したものである。アルカリ骨材反応による劣化予測では、ひび割れの幅やその間隔を予測の対象とし、さらに、ひび割れから凍結防止剤などの塩化物イオンがコンクリート中に浸入して鋼材の腐食に影響を及ぼすことも考慮した。

2. 劣化予測の考え方

図1にアルカリ骨材反応と塩害が複合した場合の劣化予測手法の概要を示す。劣化の進行をアルカリ骨材反応によるひび割れの発生および進展と、塩害による鉄筋腐食とに大きく分けて考えた。

3. アルカリ骨材反応の進行予測

アルカリ骨材反応による劣化の進行の指標として、ひび割れに着目し、幅と本数の経時変化を仮定した。現状ではどちらも確立された予測手法がないため、最大ひび割れ幅と最小ひび割れ間隔を仮定し、それぞれの経時変化をS字形の曲線で表現した。ひび割れ幅を w 、ひび割れ間隔を l とし、 w と w/l の経時変化曲線を設定した。計算例を、図2から図4に示す。図にはそれぞれアルカリ骨材反応による劣化が速い場合(H)、中間の場合(M)、遅い場合(L)を仮定した曲線を示した。

4. 塩害による劣化進行予測

塩害による劣化の進行は、かぶり、塩化物イオン濃度、中性化深さ、気象条件などをパラメータとする予測手法によった¹⁾。この手法では、劣化要因の中で、時間に依存するパラメータは塩化物イオン濃度分布と中性化深さに限定される。したがって、中性化深さと

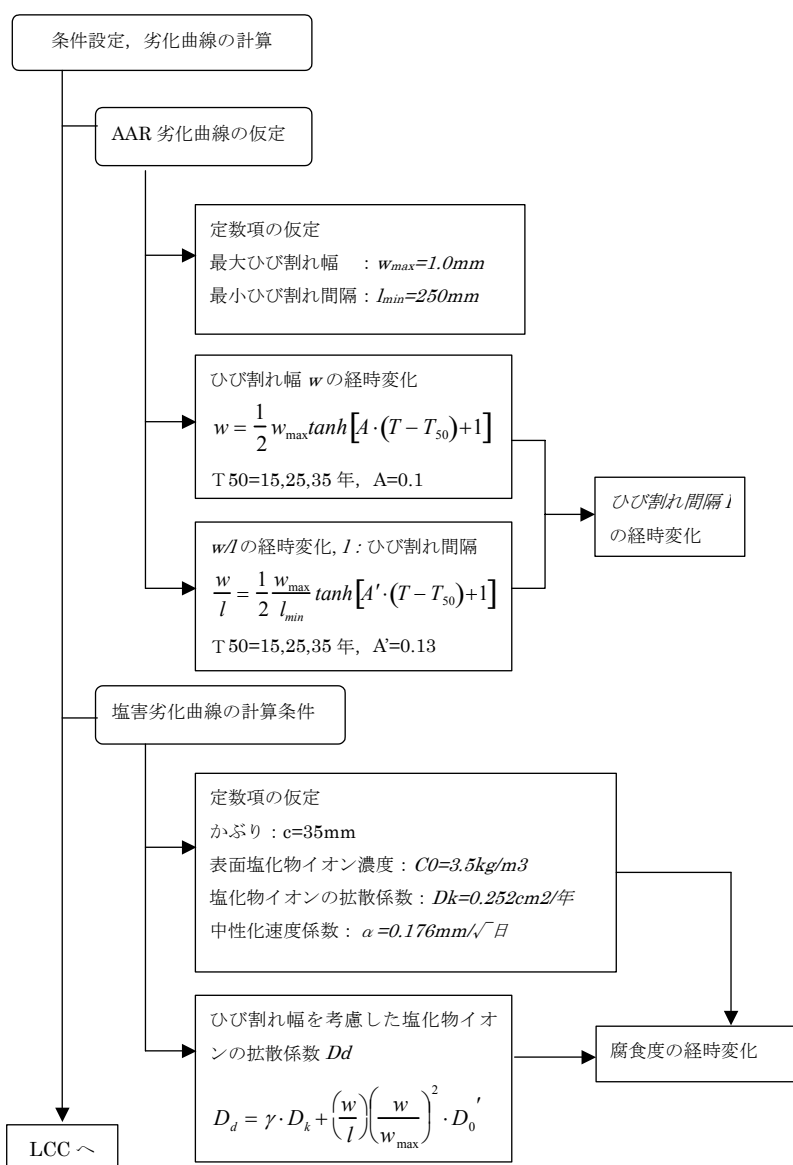


図1 劣化予測の流れ

キーワード コンクリート, 劣化進行予測, アルカリ骨材反応, 塩害, 複合劣化, ひび割れ, 鋼材腐食
 連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 土木技術研究所 TEL 045-814-7228

塩化物イオン濃度の経時変化を解析的に求めることで、将来の腐食の進行を予測した。

(1) 中性化深さの予測

中性化深さは、式(1)に示す $\sqrt{t}$ 則で計算した。

$$y = \alpha \cdot \sqrt{t} \quad (1)$$

ここに、 y ：時刻 t における中性化深さ（mm）

α ：中性化速度係数（mm/ $\sqrt{\text{年}}$ ）。

(2) 塩化物イオンの浸透予測

塩化物イオンの移動に及ぼすひび割れの影響を考慮するため、示方書施工編²⁾に示されている拡散係数の算定式を最大ひび割れ幅1mmまでに拡張した式(2)を用いた。

$$D_d = \gamma \cdot D_k + \left(\frac{w}{l}\right) \left(\frac{w}{w_{\max}}\right)^2 \cdot D_0' \quad (2)$$

ここに、 D_d ：塩化物イオンに対する設計拡散係数（ $\text{cm}^2/\text{年}$ ）， γ ：コンクリートの材料係数（ $=1.0$ ）， D_k ：コンクリートの塩化物イオンに対する拡散係数の特性値（ $\text{cm}^2/\text{年}$ ）， D_0' ：コンクリート中の塩化物イオンの移動に及ぼすひび割れの影響を表す定数（ $\text{cm}^2/\text{年}$ ）。

5. 予測結果

アルカリ骨材反応と塩害による複合劣化を考慮した劣化進行予測結果を図5および図6にそれぞれ示す。

図5に示したように、鉄筋位置における塩化物イオン濃度は、本検討で仮定したアルカリ骨材反応の進行速度の違いにより、 $2\text{kg}/\text{m}^3$ 程度の差が生じている。3ケースともにひび割れの影響が大きく、40～50年以降は塩化物イオン濃度の増加は見られない。図6に示したように鉄筋の腐食度は、塩化物イオン程の差は生じていないが、腐食度3の線を横切る時間を比較してみると、各ケース間で10年程の差が生じている。

参考文献 1) 武田，丸屋：ニューラルネットワークを用いたコンクリート構造物中の鉄筋の腐食進行予測，コンクリート工学論文集，Vol19，No.1，pp.133-142，1998.1. 2) 土木学会：2002年制定コンクリート標準示方書，施工編。

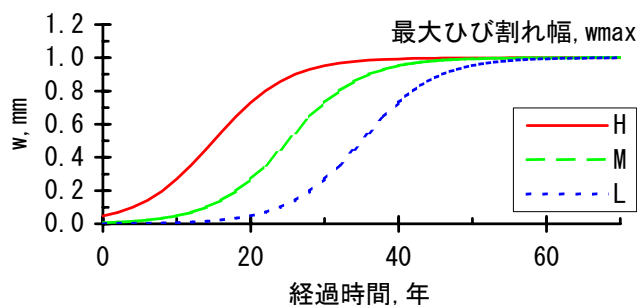


図2 ひび割れ幅の進展曲線

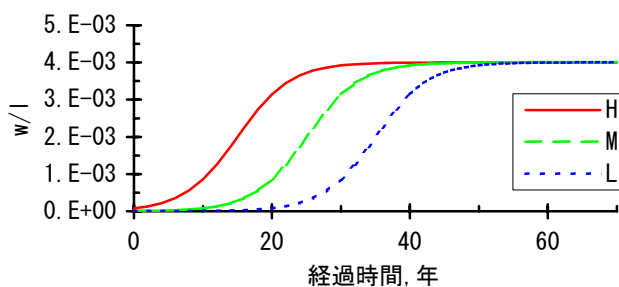


図3 ひび割れ幅/ひび割れ間隔比の進展曲線

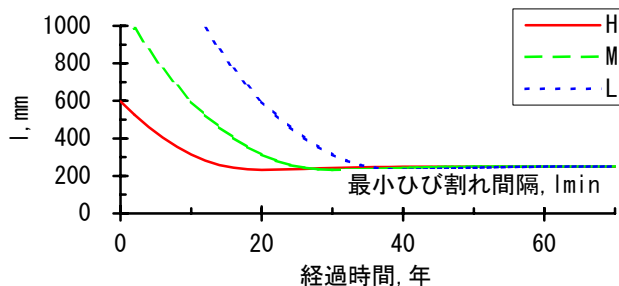


図4 ひび割れ間隔の進展曲線

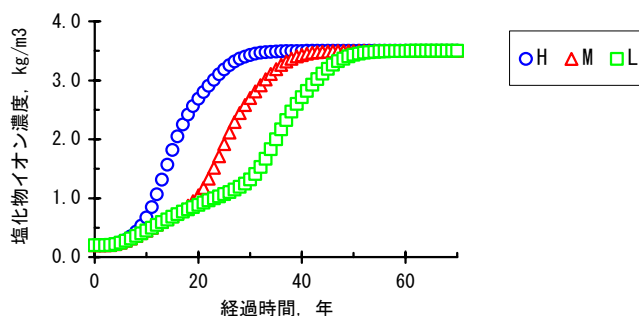


図5 鉄筋位置塩化物イオン濃度の予測結果

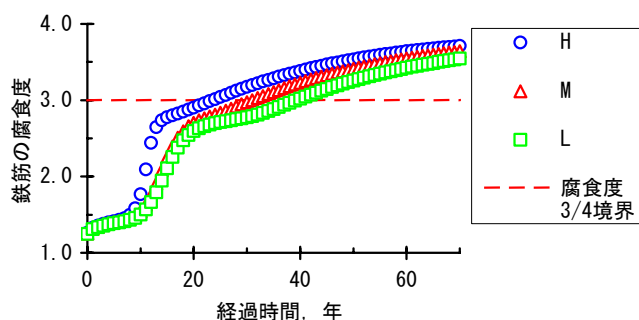


図6 鉄筋の腐食の予測結果