

臨海部に位置するP C道路橋の桁形状と耐久性の相関に関する解析的検討

建設技術研究所 正会員○松永 昭吾 オリエンタル建設 正会員 吉田 須直
 構造技術センター 非会員 木野 哲生 ドービー建設工業 正会員 津田 敏行
 中央コンサルタンツ 非会員 新村 弘道 川 田 建 設 正会員 冨山下龍哉

1. はじめに

臨海部に位置する橋梁は、特に飛来塩分量が多いことから、塩化物イオンの浸透に伴う鋼材の腐食が懸念される橋梁であり、道路橋示方書 1) では、塩害対策区分 S として、十分なかぶりを確保するとともに、塗装鉄筋の使用又はコンクリート塗装を併用する必要があるとされている。一般的には 70mm 以上の鉄筋かぶりに加え、エポキシ樹脂により防錆処理を施された鉄筋を用いている。本研究においては、臨海部に位置する橋梁について塩害に対する経年劣化に着目し、鉄筋位置における塩化物イオン濃度が発錆限界を超過する年数を推定するとともに、桁形状との相関を評価するため、ポストテンションT桁とポストテンションホロー桁について塩分浸透解析 2) を実施する。

2. 解析手法

塩分浸透量の解析には、コンクリート中の塩化物イオンは濃度拡散により移動すると考える拡散モデルを適用した。基礎方程式として移流拡散方程式と、境界条件として飛来塩化物イオン量とコンクリート表面細孔の比表面積によって決まる流束を与えるとした式を用い、有限要素法で解いた。

3. モデルと解析条件

解析は、ポストテンションT桁とポストテンションホロー桁について行った。その断面構造を図-1、に示す。また、解析条件を表-1に示す。

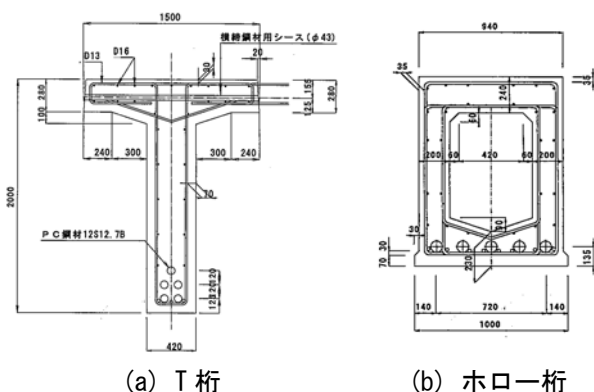


図-1 モデル橋断面

表-1 解析条件

項 目	設定値
セメント種類	早強セメント
単位セメント量(kg)	400
水セメント比(%)	42
空気量(%)	4.5
初期含有塩化物イオン量(kg/m ³)	0
温湿度条件	那覇
拡散係数(m ² /s)	3.50E-12
中性化速度係数	0.22
飛来塩化物イオン量(mg/cm ² /y)	1.4

ここで、拡散係数、中性化速度係数および飛来塩化物イオン量については、今回解析を行う構造物と同環境下にある、既存のコンクリート構造物の解析を行った際に用いた値を使用した。表-2に既存コンクリート構造物の解析条件を示す。既存コンクリート構造物の解析は、仮定条件での解析を数回行ってコンクリートコア供試体の全塩化物測定値(実測値)とよく一致する値を選定した。

表-2 既存コンクリート構造物の解析条件

項 目	設定値
竣工後経過年数(年)	21
セメント種類	普通セメント
単位セメント量(kg)	350
水セメント比(%)	42
空気量(%)	3.0
初期含有塩化物イオン量(kg/m ³)	0.344
温湿度条件	那覇

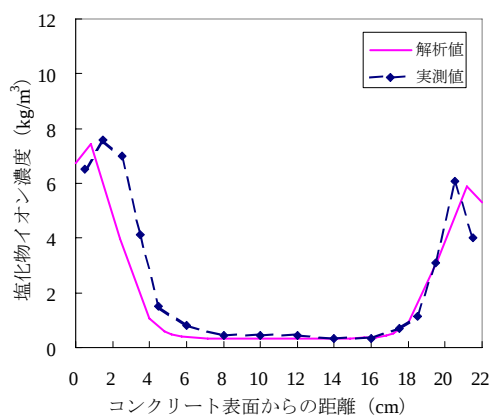


図-2 実測値と解析値との比較

コンクリート中の塩化物イオン濃度の実測値と、解析値との比較結果を図-2に示す。既存コンクリート構造物と今回解析する構造物の解析条件において、セメントの種類や単位セメント量、空気量など異なる条件もあるが、拡散係数、飛来塩化物イオン量に最も大きく影響する水セメント比と温湿度条件地が同じであることから、既存コンクリート構造物で用いた値と同値を使用した。また、解析ではコンクリートの過度な乾燥および湿潤はなく、桁への雨掛かりはないと考えられることから、移流項および雨掛かりによるコンクリート表面からの塩化物イオンの離脱量は無視できると仮定し、また環境温湿度は気象庁が提供する月別観測平年値を用いた。

4. 解析結果

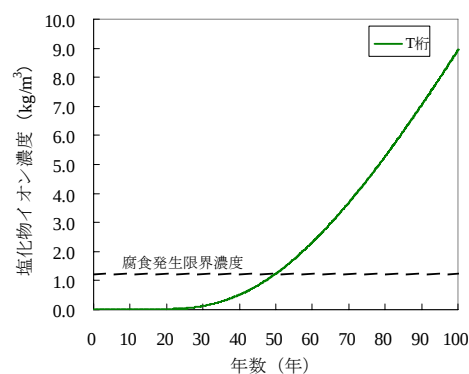
設定した解析条件下での塩化物イオン濃度分布予測を以下に示す。

図-3は評価点での塩化物イオンの経時変化を示しており、評価点はポストテンション T 桁についてはウェブ隅角部、ポストテンションホロー桁については桁底面の鉄筋表面位置（かぶり 70mm）とした。横軸に経過年数を、縦軸に塩化物イオン濃度を示す。また、グラフ中の点線は腐食発生限界濃度 3)である 1.2kg/m^3 を示す。ポストテンション T 桁については、竣工後約 50 年で腐食発生限界濃度に達すると予測される。一方、ポストテンションホロー桁については、竣工後約 60 年で腐食発生限界濃度に達すると予測される。ポストテンション T 桁の方が 10 年早く腐食発生限界濃度に達するのは、隅角部では側面と底面の 2 面から塩化物イオンが侵入するため、底面からの侵入しか考慮していないポストテンションホロー桁に比べ、塩化物イオンの侵入量が多くなっているからである。また解析では、隅角部への飛来塩化物イオンの供給はコンクリート側面、および底面から同じ量の塩化物イオンが供給されると仮定している。

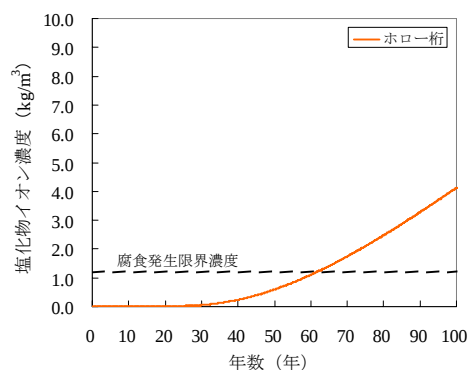
5. 考察

概ね精度良く実環境下のコンクリートの塩化物イオン侵入量を評価している塩化物イオン侵入モデルを用い、塩害環境下に置かれたコンクリートの塩化物イオンの移動を解析した。

その結果、現在のまま飛来する塩化物イオンによってコンクリート中に塩化物イオンが侵入した場合、ポストテンション T 桁の隅角部鉄筋位置では竣工からお



(a) T 桁



(b) ホロー桁

図-3 評価点での塩化物イオンの経時変化

およそ 50 年後に、ポストテンションホロー桁の底面部鉄筋位置では竣工からおおよそ 60 年後に腐食発生限界濃度である 1.2 kg/m^3 に達し、鉄筋の腐食が開始すると思われる。また、100 年後にはそれぞれの桁で約 10cm まで 1.2 kg/m^3 に達する塩化物イオンが侵入すると予想され、100 年経過する前にシーすも腐食する可能性があることがわかった。よって、100 年間健全な状態で維持するには、建設時に塗装鋼材を用いる、表面被覆を施すなどの予防、および、定期的なメンテナンスを行うことが望ましいと考えられる。

本研究は、社団法人建設コンサルタンツ協会九州支部と社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会九州支部合同で設置した合同研究会ライフサイクルコストワーキンググループにおける活動（活動期間平成 15 年 10 月～平成 16 年 10 月）の一環として行ったものである。

<参考文献>

- 1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，丸善，2002.3
- 2)オリエンタル建設技術研究所：塩分浸透解析ソフト LCCS 解析手法<解説>，2000.10
- 3)土木学会：コンクリート標準示方書「施工編」，丸善，2002.3