



AH15047 澁谷 亜香里
指導教員 伊代田 岳史

1. はじめに

コンクリート構造物が求められる性能は、使用目的や場所、機能によって異なり、設計は各構造物に適した仕様書を用いて行われている。照査項目や要求性能の設定は各仕様書を発行する学会や機関で決定されるが、内容及び改訂時期も異なる。しかしながら、材料の面を考慮するとコンクリートの劣化メカニズムは同じであり、耐久性設計は同一の方法で検討することが望ましいと考えた。本研究では、耐久性照査手法の画一化の検討を目的として、各仕様書の耐久性照査の手法における現状と変遷の把握、比較を行い、照査過程で結果に影響する項目を抽出し、その違いについて考察した。

2. 各仕様書・指針の比較

表-1 に示す各仕様書・指針を調査対象とした。各仕様書・指針では、改訂年にばらつきがあるが、改訂内容は、時期によりコンセプトが類似している。1990年代後半は、兵庫県南部地震を受けての耐震設計の見直しと耐久性照査型への移行がなされ、2000年代前半は、耐久性照査の式や係数の見直し、2010年代には、環境配慮や維持管理を考慮した設計が重要視されるようになった。

3. 照査手法の比較

耐久性照査項目の比較において、式を用いて照査する仕様書・指針を選出し、中性化と塩化物イオンの侵入による鋼材腐食について照査式と係数の比較を試みた。建築分野では、耐久設計指針の性能検証型一般設計法を用いて、仕上材を施す場合は除いている。また、耐久

性照査（中性化と塩化物イオン侵入による鋼材腐食）の手順例を図-1 に示す。

3. 1. 中性化による鋼材腐食

中性化速度係数の設計値（推定値）について、各仕様書・指針で比較した。本来なら材料のみを考慮した特性値で比較をすることが望ましいが、耐久設計指針では中性化速度係数を環境作用と材料特性の両者を同時に考慮しているため、中性化速度係数の設計値（推定値）で比較した。耐久設計指針の環境作用に関する係数 β は東京を対象とし、全て1とした。高炉スラグ微粉末の置換率で整理した中性化速度係数の設計値（推定値）の結果を図-2 に示す。高炉スラグ微粉末置換率0%（普通ポルトランドセメント）の場合、水結合材比が大きくなるほど示方書と耐久設計指針での差が大きくなることが明らかとなった。水結合材比が50%における高炉セメントB種、C種相当では、示方書と耐久性指針でおおよそ等しい値を示したが、水結合材比40%の場合、高炉スラグ微粉末が高置換になるほど、設計値の差が大きくなることが明らかとなった。水結合材比60%の場合では示方書よりも耐久設計指針が大きい値を示した。

3. 2. 塩化物イオンの侵入による鋼材腐食の比較

鉄道の鋼材位置における塩化物イオン濃度を求める際、海水中や干満帯に位置する構造物のコンクリート表面における塩化物イオン濃度を一定としている。一方で、海水中や干満帯以外に位置する構造物は、コンクリート表面における塩化物イオン濃度が経時的に変化することを考慮している。また、鉄道以外の仕様書・指

表-1 調査した仕様書・指針一覧

分野	仕様書・指針名称		対象とした制定年
	略名	正式名称	
土木	示方書	コンクリート標準示方書 [施工編]	2002年
	示方書	コンクリート標準示方書 [設計編]	2007年, 2017年
	道路橋	道路橋示方書・同解説 コンクリート橋編	2002年, 2017年
	鉄道	鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物	1992年, 2004年
	港湾	港湾の施設の技術上の基準・同解説	2018年
建築	JASS5	建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事	2009年, 2018年
	耐久設計指針	鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計施工指針・同解説	2016年

針では、コンクリート表面の塩化物イオン濃度を一定として計算している。港湾は、示方書を参考に照査式や手法を制定しているが、より海水に近い構造物を対象としているため、コンクリート表面の塩化物イオン濃度は、海水面からの距離を考慮している。耐久設計指針におけるコンクリート表面の塩化物イオン量は、実際の対象場所での測定値を用いて計算するため、データの有効性が重要であると考えられる。

塩化物イオンの拡散係数の特性値を図-3に示す。例として、高炉セメントB種(BB)を比較した。示方書2002年版を参考に制定された鉄道は、二次関数の式を使用しており、一次関数で求めている示方書2017年版や鉄道、港湾、耐久設計指針より大きい値を示した。示方書では2012年版で一次関数に改訂されている。また、耐久設計指針の拡散係数の特性値は示方書2017年版と等しいが、港湾は示方書2017年版と耐久設計指針に比べて大きい値を設定している。拡散係数が小さい値へ改められたことが明らかである。

図-4に限界発生塩化物イオン濃度の比較を示す。示方書2017年版は、水結合材比によって限界発生塩化物イオン濃度が異なるが、他の仕様書・指針は、一定の値を設定している。また、港湾と示方書は限界イオン濃度を高く設定していることが明らかである。

4. 設計事例

上記をふまえてケーススタディーとして、同一条件の構造物で各仕様書を用いた耐久性照査を行い、要求性能を満たすかぶりを比較する。

5. まとめ

- (1) 耐久性照査の設計値に用いる各種係数の設定が各仕様書・指針で異なる。
- (2) 係数の値や設計値の決定が異なる手法で行われ、限界値の設定も異なるが、両者が異なることで同じ照査結果になる可能性があり、照査結果が異なると一概にはいえない。
- (3) 材料の特性を考慮した係数と環境作用を考慮した係数を同一段階で設計値に組み込む手法は、変更や比較が難しく、問題であると考えられる。
- (4) 現時点でのコンクリート構造物における耐久性照査手法の画一化は難しいが、耐久性照査の過程での相違点や傾向が明らかとなり、手法画一化の可能性が広がったと考える。

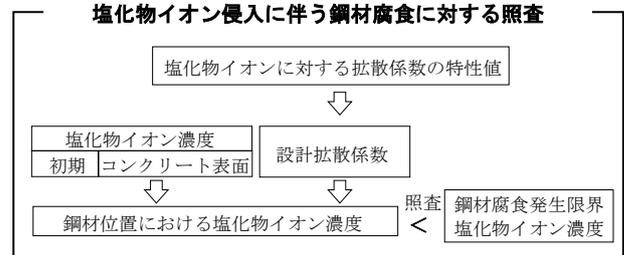
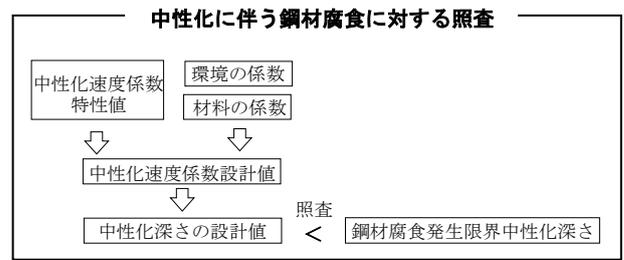


図-1 耐久性照査の例(示方書の場合)

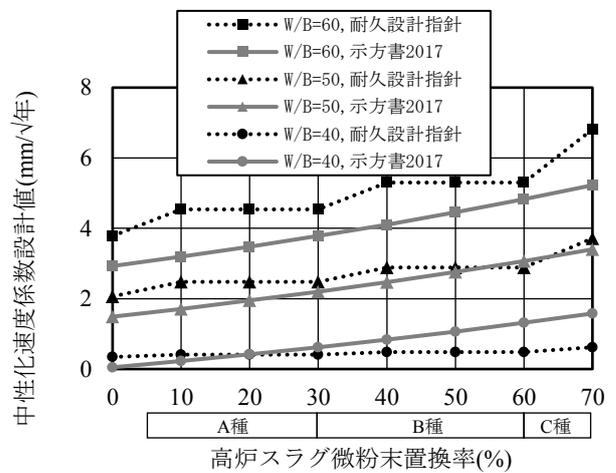


図-2 中性化速度係数設計値の比較

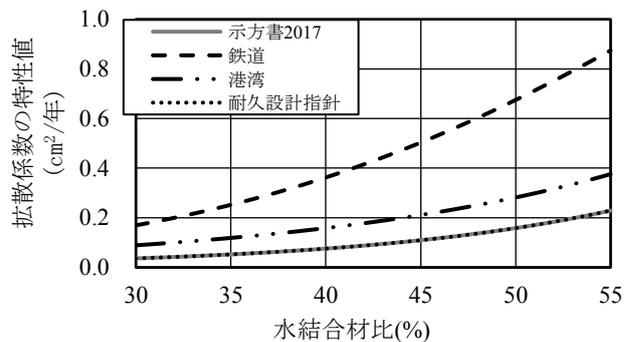


図-3 拡散係数の特性値(BB)

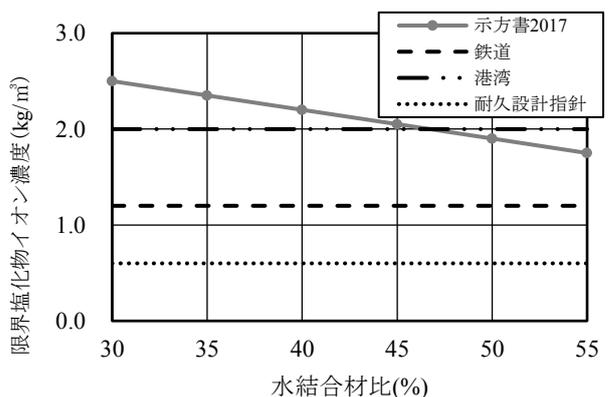


図-4 鋼材腐食発生限界塩化物イオン濃度