

干満帯付近に位置する鉄筋コンクリート構造物の維持管理手法について

東亜建設工業（株） 正会員 ○土屋 武史
 東京ガス（株） 岩崎 淳
 東亜建設工業（株） 正会員 羽瀧 貴士
 東亜建設工業（株） 福田 和雄

1. はじめに

栈橋ドルフィンのように干満帯付近に位置する構造物の場合、栈橋上部工と比較して一般に劣化進行が遅く、補修事例は非常に少ないのが現状である。これは、海水の影響を強く受けるためにコンクリートが常に湿潤状態にあり、コンクリート内部まで酸素が供給されにくいことから鉄筋の腐食速度が小さくなっているためと考えられる¹⁾。本文では、建設後33年が経過した栈橋ドルフィンの劣化調査の結果から、干満帯付近に位置する構造物の劣化の特徴を示し、このような構造物の維持管理手法に関する一つの考え方を述べる。

2. 調査対象とした栈橋ドルフィンの概要

調査対象とした栈橋ドルフィン2基は、東京湾内に築造されて建設後33年が経過しており、護岸から約400m沖合にあり、図-1に示すようにA.P.+2.0～5.0mの高さであることから底面付近は常に湿潤状態にある。

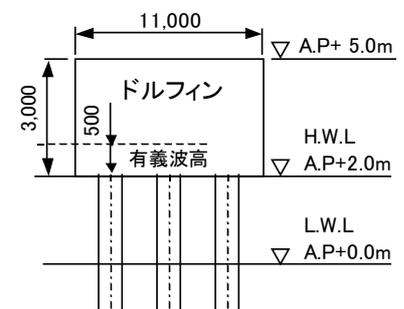


図-1 栈橋ドルフィン断面図

3. 栈橋ドルフィンの維持管理の方針

干満帯付近に位置する構造物の場合、栈橋上部工などと同様に鉄筋位置での塩化物イオン量が腐食発生限界値（一般には $1.2\sim 2.4\text{kg/m}^3$ ）を上回らないように維持管理すると、塩分の供給は非常に多いものの腐食速度が小さいために、過度に安全側の対策をとることになりかねない。そこで、鉄筋の腐食速度が小さいことを考慮して、鉄筋の腐食ひび割れが生じる状態、あるいは鉄筋の発生応力が許容応力に達する状態を限界とし、適切な安全率を設定して維持管理することが考えられる。ここでは、定期的な調査・点検によって腐食ひび割れや浮き・剥落が生じていないことを確認し、予定供用期間内に鉄筋の断面減少率が所定の値を上回らないことを照査しながら維持管理することとした。なお、本構造物の予定供用期間は今回の調査時点から20年後までとし、鉄筋の断面減少率の限界値は5%と設定した。維持管理フローを図-2に示す。

4. 調査方法

詳細調査は図-2のフローの内容に従い、今回は海水の影響を受けやすい底面付近を中心に実施した。調査位置を図-3に示す。鉄筋の腐食状況はコンクリート標準示方書[維持管理編]に示される腐食グレードで判定し、鉄筋の断面減少率は「谷」部の直交する2測点の平均径から求めた断面積について、健全な鉄筋の値からの減少率として求めた。また、二重対極センサーを用いた交流インピーダンス法によって求めた鉄筋の分極抵抗から腐食速度を求め、調査時点の断面減少率と腐食速度（今後は一定と仮定）をもとに

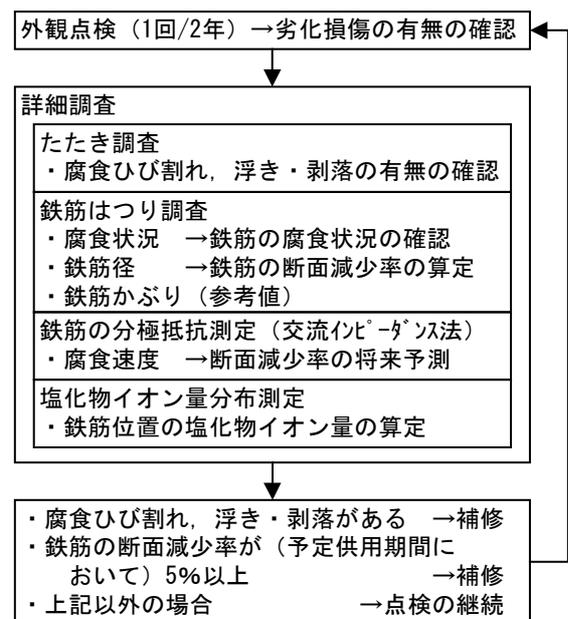


図-2 維持管理フロー

キーワード 干満帯, 湿潤環境, 塩害, 鉄筋腐食, 断面減少率

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1丁目3 東亜建設工業(株)技術研究開発センター TEL045-503-3741

予定供用期間の断面減少率を推定した。

5. 調査結果

(1) 外観目視およびたたき調査の結果

本調査より、主に底面の隅角部において波浪や漂流物などの外力によるものと思われるかぶりコンクリートの剥離・剥落が確認され、補修が必要と判断されたが、隅角部以外では顕著な劣化は見られなかった。

(2) 鉄筋位置の塩化物イオン量と腐食グレード

鉄筋位置の塩化物イオン量と腐食グレードの関係を図-4に示す。常に湿潤状態にある底面付近においても、鉄筋位置で1.2kg/m³程度を上回る場合には腐食グレードⅢ（全周または全長にわたる浮き錆）に達しており、腐食が進行していた。なお、今回の測定範囲では、鉄筋かぶりは72~237mm（平均118mm）であった。

(3) 鉄筋の断面減少率および腐食速度

現時点での鉄筋の断面減少率は0.0~3.5%（平均0.43%）であり、全て5%以下であった。また、分極抵抗から求めた鉄筋の腐食速度は $1.33 \times 10^{-4} \sim 1.02 \times 10^{-2}$ mm/年（平均 3.30×10^{-3} mm/年）であり、CEBによる腐食速度の判定基準によると、底面の2箇所を除いて不動態状態または低~中程度の腐食速度に相当し、比較的小さい腐食速度であることが確認された。さらに、予定供用期間後の鉄筋の断面減少率について、現在の断面減少率に分極抵抗から求めた今後の断面減少分を加味した値と、鉄筋位置における腐食発生限界塩化物イオン量を1.2kg/m³とした場合の腐食発生からの断面減少速度が今後も一定として推定した値を合わせて、図-5に示す。20年後の断面減少率は、ほとんどの場合4%以下と推定された。若干、値が大きくなる箇所も見られたが、構造物全体として5%を越す断面減少率には達しないと判断し、点検を継続しながら維持管理することとした。なお、参考としてコンクリートの飽水率（（自然状態-絶乾状態）/（飽水状態-絶乾状態）の重量%）を測定したが、いずれも80%前後の高い値を示し、本構造物においても酸素が供給されにくい状態であることが推測される。

6. まとめ

干満帯付近に位置する鉄筋コンクリート構造物の維持管理では、目視による劣化損傷状況と鉄筋の腐食状況（鉄筋の腐食グレード、腐食速度および断面減少率）を把握することによって、塩分浸透による腐食発生を限界状態として評価するよりも、より適切な評価・対策を行うことができる可能性がある。

参考文献

- 1) 守分敦郎, 井坂健二, 福手勤, 羽瀨貴士: 70年以上経過した鉄筋コンクリート構造物の干満帯および海中部における耐久性, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No.1, pp.829-834, 1997.6

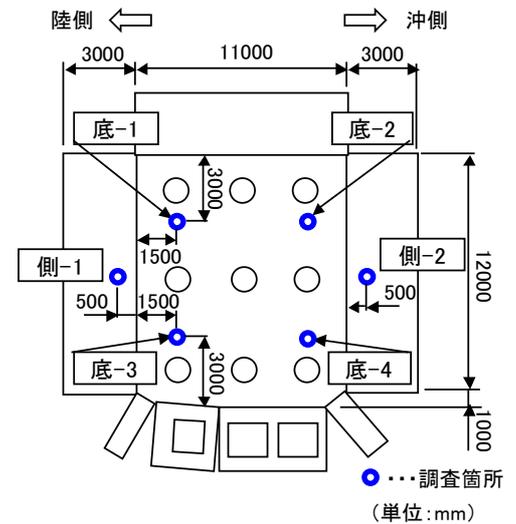


図-3 詳細調査位置図

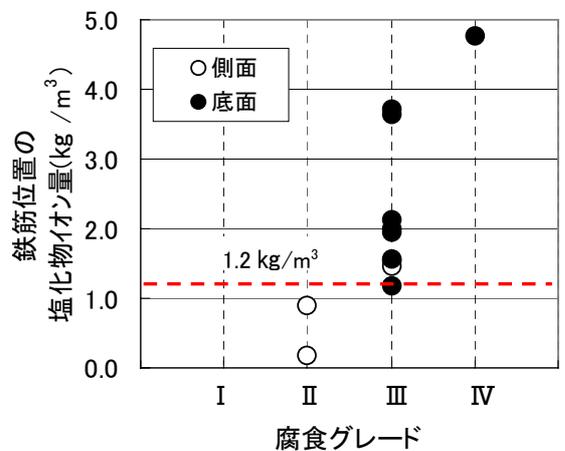


図-4 鉄筋位置の塩化物イオン量と腐食グレード

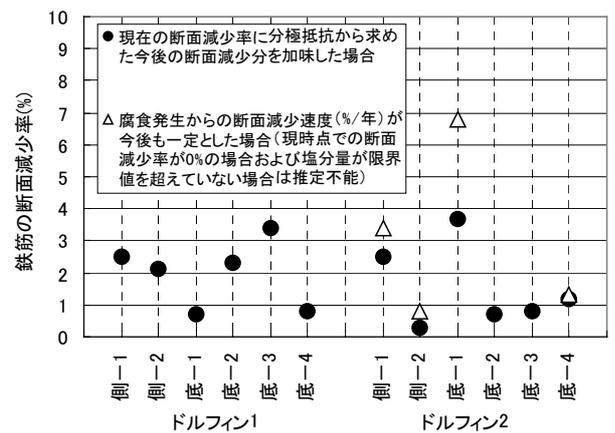


図-5 20年後における鉄筋の断面減少率の予測