

各種補修を施して海洋環境下に暴露した供試体内部の鉄筋の腐食傾向に関する研究

若築建設（株） 正会員 ○衣笠 泰広

若築建設（株） 正会員 高橋 真

1. はじめに

近年、塩害により劣化した港湾構造物の補修として、劣化因子の除去を目的とした断面修復に加え、再劣化の防止を目的とした鉄筋防錆処理、含浸材塗布、表面被覆などを組み合わせた対策が施されている場合が多い。しかし、このように各種補修材料を組み合わせた場合の複合材料としての補修効果は殆ど解明されていない。そこで、コンクリート供試体に各種補修を施して海洋環境下に暴露し各種実験を10年計画で行っている。なお、塩害で劣化した港湾構造物を想定し、供試体には予め塩分を混入した。本報は、暴露5年目までの外観目視観察、自然電位測定結果について取り纏めたものである。

2. 実験概要

実験は、断面修復、鉄筋防錆処理、含浸材塗布、表面被覆を対象とし、各種補修を組み合わせて作製したコンクリート供試体（100×100×400mm、鉄筋被り30mm）を海洋環境下に暴露し、1,2,3,4,5,10年後に外観目視観察、自然電位測定を行い鉄筋の腐食傾向の推移を確認するとともに、1,3,5,10年後に供試体を回収・解体し、鉄筋発錆面積、中性化深さ、塩化物イオン含有量の測定を実施して各種補修を組み合わせた場合の複合材料としての補修効果の検討を行うものである。

3. 実験方法

3.1 供試体

暴露用のコンクリート供試体は、補修の組み合わせにより図-1に示す5ケース（計25体）を作製した。母材となるコンクリートの配合は、普通ポルトランドセメントを用い、水セメント比60%、目標スランプ8cm、空気量4.5%に設定した。混和剤は、AE減水剤、AE剤を用いた。28日の圧縮強度は、29.9N/mm²であった。練混ぜ水は上水道水を使用し、塩化ナトリウムを予め練混ぜ水に溶解して添加した（塩化物イオン量2.4kg/m³）。断面修復材にはSBR系ポリマーセメントモルタルを、鉄筋防錆材にはSBR系ポリマーセメントペーストを、含浸材には珪酸塩系アルカリ付与材および亜硝酸塩系防錆材を、表面被覆材には無機系高分子珪酸質塗料を使用した。なお、暴露面以外からの劣化因子の侵入を防止するため、暴露面以外の面には表面被覆処理を施した。

3.2 暴露環境

供試体の暴露は、千葉県銚子市外川漁港沖の離岸堤において実施した。この離岸堤は外洋に面しており、海水飛沫を受ける厳しい腐食環境下にある。なお、暴露期間中の月平均温度の変動は6～26℃で平均気温は15℃であった（銚子測候所データ）。

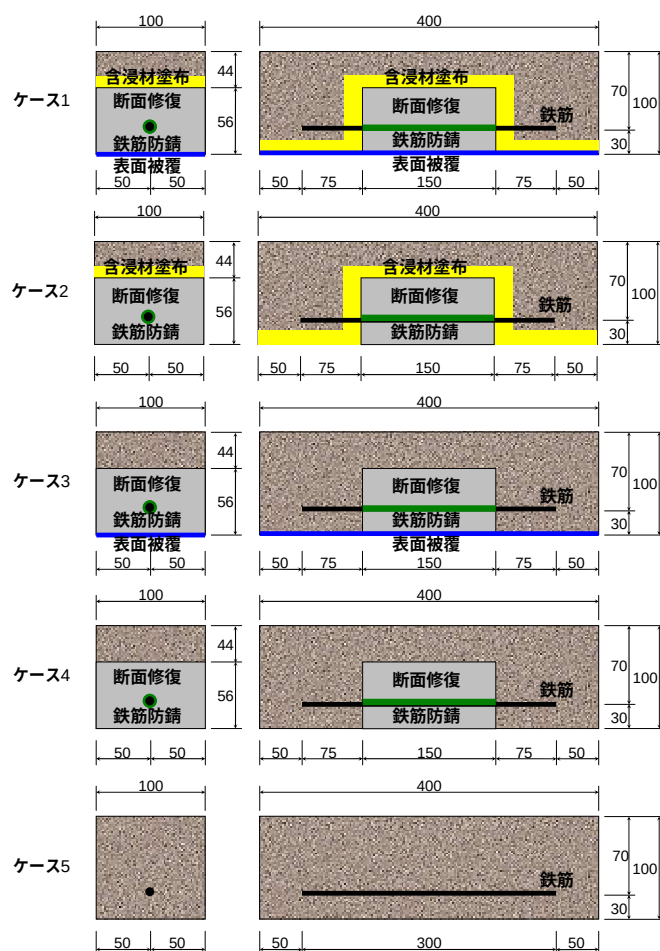


図-1 供試体概要図

キーワード：港湾構造物、塩害、鉄筋腐食、補修、断面修復、暴露実験、海洋環境、自然電位

〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18 TEL：03-3492-0422 FAX：03-5487-3867

3.3 外観目視観察

外観目視観察では、主に表面の変色の有無、ひび割れや錆汁などの劣化状況を観察した。

3.4 自然電位測定

埋設した鉄筋に予めリード線を取り付けておき、コンクリート表面の電位差を飽和硫酸銅電極にて測定した。なお、測定は供試体を十分湿らせコンクリート表面を湿潤状態にしてから行った。

4. 実験結果

4.1 外観観察

暴露期間 5 年の結果、ケース 5 のすべての供試体で変状が確認された。ケース 5 のうち最も変状が激しい供試体では暴露期間 2 年で幅 0.04mm、長さ 40mm の鉄筋軸方向のひび割れが確認され、その後、このひび割れは徐々に進行し、暴露期間 5 年で幅 3.0mm、長さ 320mm となった。また、ひび割れの進行に伴い、暴露期間 4 年でひび割れからの錆汁の浸出、暴露期間 5 年でひび割れ周辺部のかぶりコンクリートの浮きが確認された。ケース 5 については他の供試体でも同様の傾向が表れ、ひび割れ発生後、比較的早期（1 年後程度）にひび割れが幅・長さともに進行した。

4.2 自然電位測定

図-2 に補修部、図-3 に無補修部の自然電位の推移を示す。これより、自然電位の経時変化は補修部、無補修部ともに卑の傾向を示しており、この傾向は補修部と比べ無補修部で強いことが分かる。

暴露期間 5 年目における測定結果を ASTM C876 に示される判定基準に従って評価すると、補修部ではケース 1,2 が不確定領域（-350mV～-200mV）に、ケース 3,4 が 90%以上の確率で腐食が生じている領域（-350mV 以下）にあった。また、各ケースの自然電位が卑に向かう傾向を比較すると、ケース 1,2<ケース 3,4 であった。無補修部では、ケース 1 が不確定領域に、ケース 2,3,4,5 が 90%以上の確率で腐食が生じている領域にあった。また、各ケースの自然電位が卑に向かう傾向を比較すると、補修部と比べその差は顕著に表れ、ケース 1<ケース 2<ケース 3<ケース 4<ケース 5 であった。

4. まとめ

暴露期間 5 年目における外観目視観察、自然電位測定の結果から、以下のことが分かった。

- ・ 補修の有無に着目すると、補修を施していない供試体の腐食傾向が強い。
- ・ 海洋環境下でコンクリート表面にひび割れが生じた場合、比較的早期（1 年程度）にひび割れが進行し、幅が大きく長さも伸びた。
- ・ 内部鉄筋は腐食傾向にあり、特に無補修部でこの傾向が強い。
- ・ 含浸材塗布、表面被覆の有無による腐食傾向の違いは、無補修部において顕著に表れる。
- ・ 含浸材塗布の有無に着目すると、含浸材を塗布していない供試体の腐食傾向が強い。
- ・ 表面被覆の有無に着目すると、表面被覆を施していない供試体の腐食傾向が強い。
- ・ 無補修部では、含浸材塗布による防錆効果が表れていると考えられる。

5. おわりに

本報では、海洋暴露 5 年の結果のうち、外観目視観察、自然電位測定結果について示した。その他の評価項目についても結果が出ており、引き続き報告する予定である。

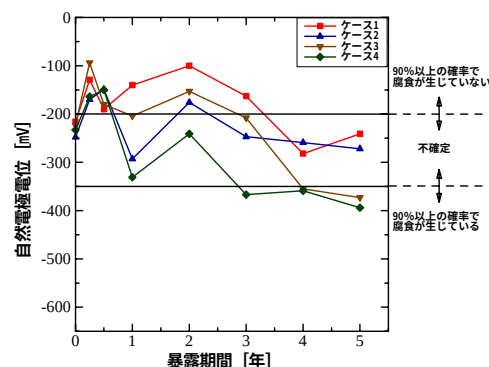


図-2 補修部の自然電位の経時変化

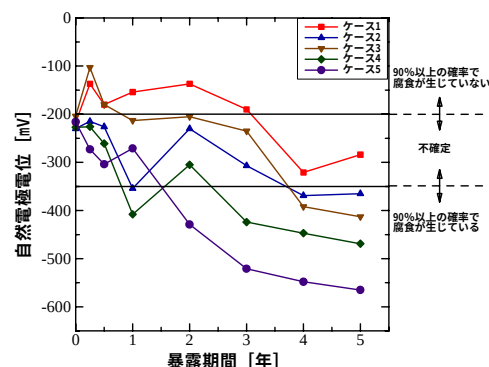


図-3 無補修部の自然電位の経時変化