ウレタン防水の仕様が高湿度環境下に暴露されたコンクリート中の鉄筋腐食速度に及ぼす影響

徳島大学　正会員　○塚越雅幸　東京工業大学　正会員　髙山博樹
徳島大学　正会員　上田隆雄　　徳島大学　正会員　中山一秀

１．目的

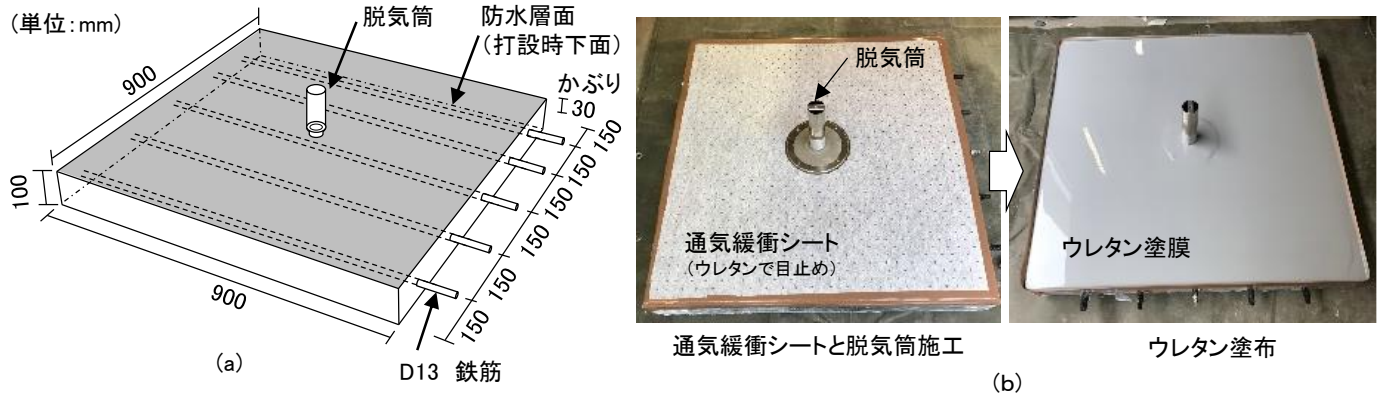
鉄筋コンクリート構造物には，外部からの劣化因子の浸入を抑制し，耐久性を向上させることを目的に，防水層などの表面仕上（保護）材料が施工されることがある。ただし，様々な環境に曝されたコンクリートの含水状態は不明確である。コンクリートが高含水状態なままで，仕上材料が施工されると剥離の原因となる。そこで，コンクリートの界面に通気緩衝シートを介して防水層を塗布する，絶縁仕様での施工が採用される事がある。本研究では，密着・絶縁仕様で防水層が施工されたコンクリートが，高湿度環境下に暴露された時の鉄筋腐食速度について実験的に検討を行なった。

２．試験体および試験概要

コンクリート(W/C=60%, 練り混ぜ水に NaCl を Cl^-濃度換算で 5.0 kg/m^3 混入)は図－1 に示す通り，縦横 900×900×厚さ 100 mm とし，暴露面は打設時の底面部となる 900×900 mm の面とした。エポキシ樹脂にて露出部付近をシールした D13 鉄筋を中心より 150 mm 間隔でかぶり厚さ 30 mm の位置に 5 本配した。

暴露面に不織布タイプの通気緩衝シートを目止め材としてウレタンゴム系塗膜防水材を使用し，張り付け，その上に脱気筒を取り付けた。翌日にその上からさらにウレタンゴム系塗膜防水材が厚さ 2.0 mm となるように施工した。暴露面以外となる側面と裏面はエポキシ樹脂でシールした。この時，脱気筒はコンクリート面の中央に仕様書に準拠して設置しており実験室内で 1 週間養生した。なお，別報にて本試験体を用いた乾燥条件の試験について報告[1)]している。そのため試験体は室温環境下で 300 日程度の乾燥期間を経たものとなっている。本研究では，このような試験体を用いて 95%R.H.環境に試験体を暴露した。

暴露期間中，鉄筋の腐食状況を電気化学的モニタリングした。測定を行う際の照合電極は，飽和銀塩化銀電極（Ag/AgCl），対極にはチタンメッシュを用いて，試験体中の鉄筋全長の平均値として測定を行った。なお，測定は試験体の裏面の鉄筋位置に設けた測定窓で行った。絶縁仕様に関しては中央 1 点と，150 mm，300 mm 位置 2 点の平均点を，密着仕様と防水層なしの試験体は 5 本の測定値の平均値を結果として示す。



図－1　試験体の形状と寸法(a)と絶縁仕様による防水層の施工上状況(b)

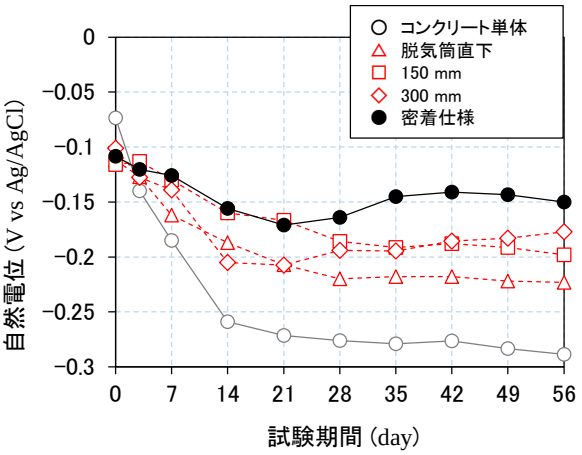
３．実験結果

自然電位の測定結果を図－2 に示す。長期間乾燥させたことにより，全ての試験体で初期値は貴な値を示している。特に，防水層なしの試験体の値が最も貴な値となっており乾燥状態下にあることがうかがえる。湿潤環境への暴露期間中，全ての試験体で自然電位は卑な値に変化しており腐食域に向かっていると言える。また，防水層を施工していない試験体は 14 日程度で-0.25V より卑な値をとり腐食域にまで達した。一方で，防水層を

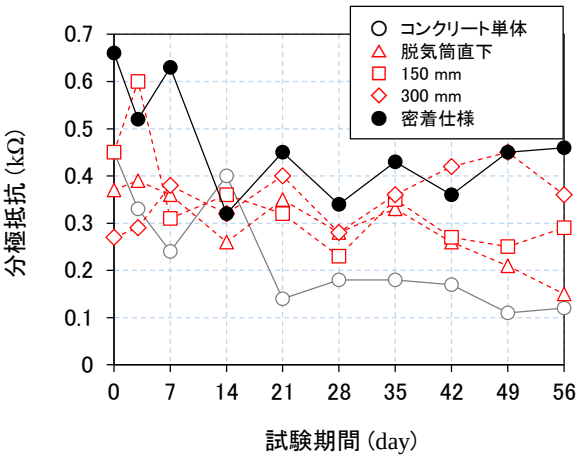
密着仕様で施工した試験体は，暴露期間 56 日の間では-0.15 V 程度と，全ての試験体の中で最も貴な値を示した。これは，防水層により外部からの水分と酸素の浸透を抑制しており，鉄筋の腐食速度を低減しているものと思われる[2)]。

防水層を絶縁仕様で施工した試験体においても，防水層なしの試験体と比べて貴な値を示しているものの，密着仕様で防水層が施工されたものよりは卑な値と，両者の中間的な値をとり，脱気筒直下の鉄筋では-0.22 V と腐食域に近づいており，脱気筒から 150 mm，300 mm 位置の鉄筋は-0.2 V 程度の腐食不確定領域で推移している。これは脱気筒から浸入した水分が通気緩衝シート内を徐々に拡散しコンクリートまで達する時間の遅れが生じたものと思われるが，150 mm から 300 mm 程度の範囲では距離の影響はそれほど大きくなかった。

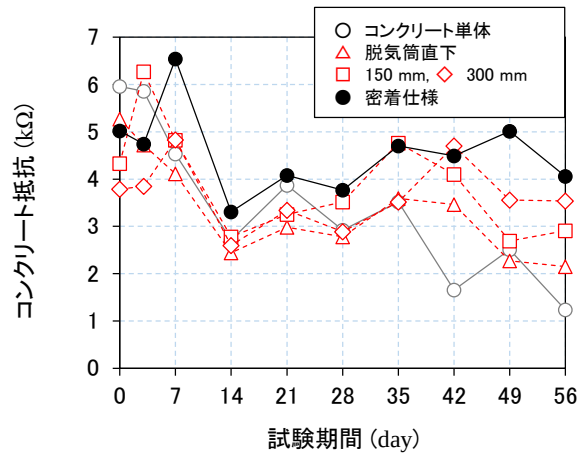
分極抵抗とコンクリート抵抗を，それぞれ**図－3** 及び**図－4** に示す。防水層を施工していない試験体のコンクリート抵抗は大きく低下しており，水分が供給されていることがうかがえる。これに合わせて鉄筋腐食速度の逆数に比例する分極抵抗も同様に低下しているものと思われる。また，絶縁仕様で施工された試験体のコンクリート抵抗に関しては，脱気筒直下の値が最も小さな値とおり，脱気筒を通して水分が供給され高い含水状態になっているものと思われる。



図－2 自然電位の測定結果



図－3 分極抵抗の測定結果



図－4 コンクリート抵抗の測定結果

４．まとめ

絶縁仕様で施工された試験体は，防水層なしのものと比べ卑な値となるまでの期間が遅延された。このことから，RC 構造物への絶縁仕様での防水層の施工は，防水層のふくれ抑制効果だけではなく，鉄筋の腐食抑制効果も期待できると言える。

脱気筒直下のコンクリートは，その他の部位に比べて暴露環境の影響を強く受ける恐れがある。ただし，脱気筒を含めた絶縁工法での防水層の施工は，防水層のふくれ抑制を目的に採用されるのが一般的であり，設計時には躯体コンクリートへの影響はあまり考慮されていない[3)]。今後，防水層と躯体コンクリートの両方の視点に立った設計が望まれる。

【参考文献】

1）阿部 悠香，塚越 雅幸，上田 隆雄 ：通気緩衝工法でのウレタン系塗膜防水層の施工が電気化学的補修後の鉄筋の腐食速度に及ぼす影響，日本建築学会大会学術講演梗概集. A-1，材料施工, 2017.8

2）守分敦郎，長滝重義，大即信明，関博，福手勤 ： 塩害を受けた桟橋に対する表面処理工法の設計法に関する検討， 土木学会論文集， Vol-30， No.534， pp109-123， 1996.3

3）古澤洋祐，石原沙織，田村和夫，田中享二：ウレタンゴム系塗膜防水通気緩衝工法における脱気装置によるふくれ圧力低減効果， 日本建築学会構造系論文集， Vol.80， No.715， pp1367-1374， 2015.9