

絶縁仕様の脱気筒からの距離が鉄筋腐食に与える影響

徳島大学 学生会員 ○阿部悠香

徳島大学 正会員 塚越雅幸

徳島大学 正会員

上田隆雄

AGC ポリマー建材

非会員 古澤洋祐

1. 背景・目的

鉄筋腐食が進行した RC 構造物には、脱塩工法を適用し Cl^- イオンをコンクリートの外部に排出する方法が有効であるとされている。しかし、その後厳しい塩害環境にさらされると再劣化の恐れがあるため、脱塩工法適用後にコンクリート表面に物質浸透抑制効果のある防水層等の施工が効果的である事が認められている。ただし、防水層等をコンクリートに直接塗布する密着仕様で問題となるのが防水層のふくれである。これを未然に防ぐために絶縁仕様で施工されることがある。絶縁仕様は防水層とコンクリート間に通気緩衝シートと呼ばれる、気体の移動を許容するシート材料を挿入し、水蒸気圧等を脱気筒などから排気する仕組みである。

本研究では、塩害劣化を想定したコンクリートに、脱塩工法を施した後、絶縁仕様で施工されたウレタン系塗膜防水層の下のコンクリート中の鉄筋腐食速度に着目し、実験的に検討を行った。

2. 試験方法

2. 1 使用材料

徳島県板野町大坂産の砕石(密度: 2.57 g/cm^3)・砕石(密度: 2.57 g/cm^3)、阿波市市場町産砕砂(密度: 2.57 g/cm^3)、セメントは普通ポルトランドセメント(3.16 g/cm^3)を用いた。下地のコンクリートの調合は表-1 に示す。また Cl^- 濃度が 5.0 kg/m^3 となるように細骨材代替で NaCl を混入した。試験体打設翌日、脱型を行い、 20°C 環境下で 28 日間の封緘養生を行った。防水層には通常の防水工事に用いられる市販のウレタンを用いた。使用した通気緩衝シートは、比較的通気速度の大きいとされている、写真-1 に示すような不織布タイプのものを使用した。

2. 2 RC 試験体の作製

コンクリート下地は図-1 に示す形状で、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 5 本配置した。養生後、防水層施工予定面となる、打設時の型枠底面部にチタンメッシュを一面に設置し、脱塩を行った。なお、定電流 1.0A/m^2 、電解液は 0.1N ホウ酸リチウムを用いており、養生マットに染み込ませチタンメッシュの外から覆った。脱塩工法適用後、全ての試験体を 1 週間程度室内で乾燥し、表面含水率が 8% 程度となった事を確認してから、不織布タイプの通気緩衝シートを介してウレタン系塗膜防水層を厚さ 2.0 mm となるように施工し、側面と裏面はエポキシ樹脂でシールした。この時、脱気筒は図-1 に示すように、コンクリート面の中央に設置しており、実験室内で 1 週間養生した。また、比較として、電気化学的補修を行わず、絶縁仕様もしくは密着仕様で施工した試験体、さらに、防水層を施工していない試験体も準備した。

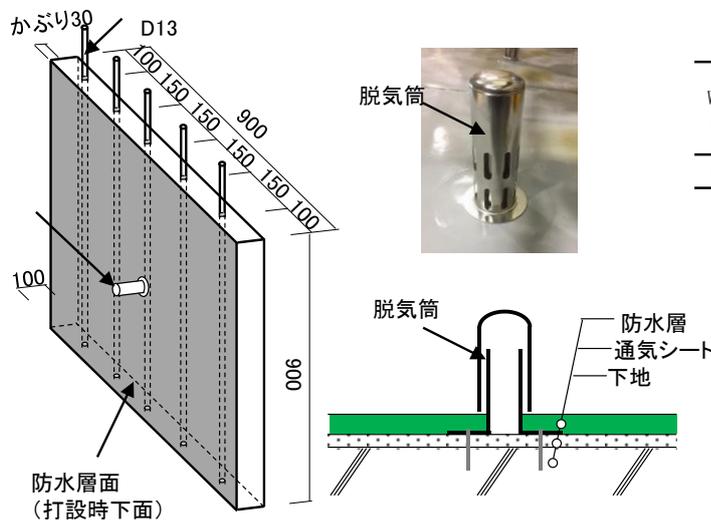


図-1 試験体の形状と寸法および施工状況

表-1 下地コンクリートの調合表

| W/C (%) | 単用量 (kg/m^3) | | | | | | スランプ (cm) | Air (%) | |
|---------|-------------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-----------|---------|------|
| | W | C | S | G | AE減水剤 | AE剤 | | | NaCl |
| 60 | 179 | 298 | 782 | 956 | 1.6 | 0.024 | 8.2 | 18±1 | 5±1 |

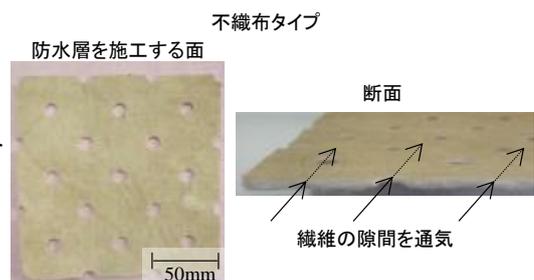


写真-1 通気緩衝シート不織布タイプの概要

2. 3 高温環境下の暴露試験の概要

夏季を再現するために、1 試験体に 4 つのハロゲンランプを用いて表面温度が 60°C で 6 時間、実験室環境での空冷 18 時間の温冷繰り返し試験を 14 日間行い、その後は実験室環境下にそのまま静置した。この間、鉄筋の自然電位と分極抵抗を測定した。これらの電気化学的測定に関して、照合電極には飽和銀塩化銀電極 (Ag/AgCl)、対極にはチタンメッシュを使用した。

4. 試験結果

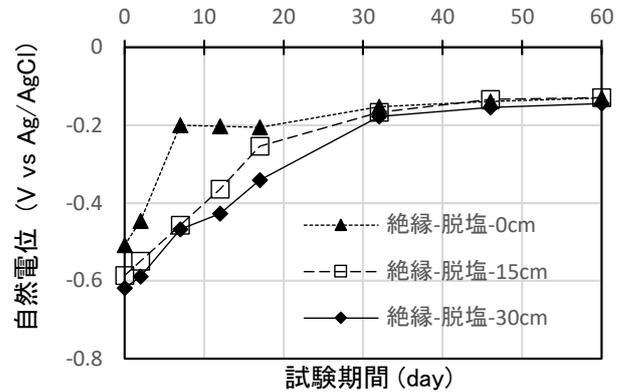
自然電位の結果を図-2 に示す。ASTM C 876-91 の腐食判定基準より、-0.09V より貴な電位で 90% 以上の確率で腐食なし、-0.24V より卑な電位で、90% 以上の確率で腐食あり、その間の電位で不確定となる。脱塩を施した試験体については、脱塩の影響により電気防食の範囲に近い値となっているため初期の自然電位は著しく卑な値となっている。この値が、脱気筒に近いものほど早く貴な方向に電位がシフトしており、非腐食環境に向かっている。脱気筒からの酸素の供給量やコンクリート中からの水分の蒸発が、鉄筋の再不働態化に影響を及ぼしているものと推測される。脱塩をしていない場合、密着工法の自然電位が徐々に貴な方向へとシフトしている。また、通気緩衝工法の試験体と防水層なしの試験体は、密着工法と比べ若干ではあるが、自然電位は卑な値となっている。これは、防水層による外部からの酸素等の浸透抑制効果が鉄筋の腐食抑制効果として有効に働いたものと推測される。

図-3 に 60 日時点の分極抵抗の値を示す。自然電位とほぼ同様の傾向にあり、脱気筒からの通気の影響、密着仕様の酸素の遮断効果が見られる。このように、絶縁仕様による防水層の施工は、脱気筒を設けることで局所的にコンクリートが外気面に解放しているため、コンクリート中の水分を外部に放出し、コンクリート内部の膨れ圧力を低下させ、かつコンクリートを乾燥状態に保つ効果も期待される。一般的には、コンクリートの含水率はある程度低い方が中性化の進行や、劣化因子の移動速度、鉄筋腐食速度等、耐久性の観点から良いと言われている。

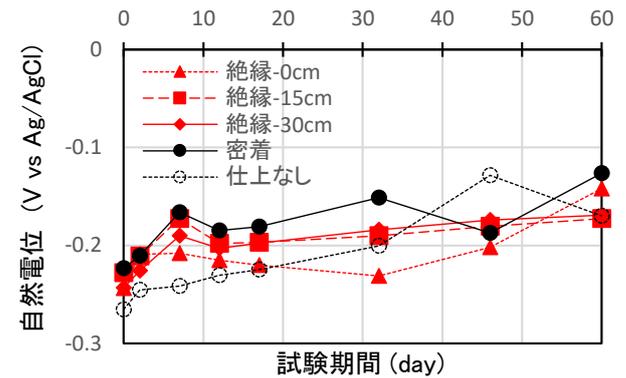
5. 結論

脱塩直後のコンクリート中の鉄筋腐食環境に及ぼす絶縁仕様で施工された防水層の影響について検討を行った。脱気筒に近いものほど早期に自然電位が卑な値へと変化した。あわせて、分極抵抗も脱気筒付近での値が大きく、非腐食環境に改善されていったものと推測される。脱塩をしていない場合、若干ではあるが密着工法で防水層が施工された試験体の自然電位が防水層なしと比べて貴な方向に向いており、表面を防水層で覆った事で、酸素等の供給を抑制し鉄筋の腐食速度低減効果が表れたものと思われる。

【参考文献】 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), 1367-1374, 2015.9



(a) 脱塩 - 絶縁仕様



(b) 脱塩なし - 絶縁・密着・防水層なし

図-2 自然電位の経時変化

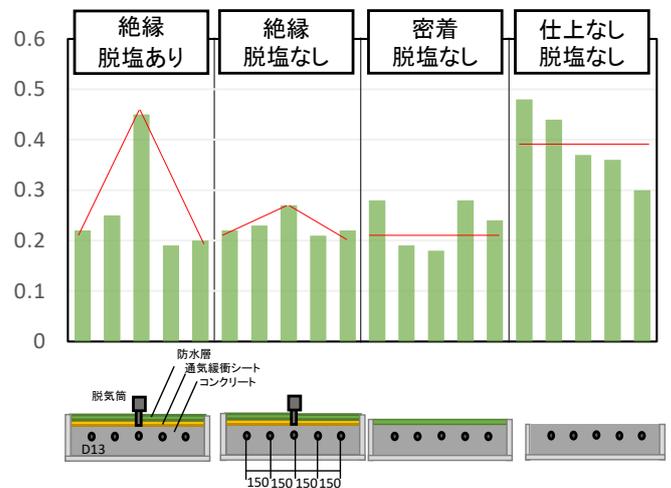


図-3 鉄筋毎の分極抵抗(60日時点)