

表面仕上材料下のコンクリート中の含水率と鉄筋腐食

徳島大学 学生会員 ○杉本理恵 徳島大学大学院 正会員 塚越雅幸
 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄

1. はじめに

コンクリート表面へ仕上材料を塗布することは、外部からの塩化物イオンの浸透を抑制し塩害抑制に有効である。また、コンクリート内外への水分の移動も抑制されるため、高含水状態で仕上材料が塗布された場合、仕上材料の剥離やふくれ、内部鉄筋の腐食が懸念される。そこで本研究では、仕上材の水蒸気の移動抵抗性が、塩化物イオンを内在するコンクリート中の鉄筋の腐食性状に及ぼす影響について検討を行った。

2. 高・低湿度環境下に暴露した仕上材下のコンクリートの含水率変化

本実験で用いた下地コンクリートの調合を表-1に示す。塩害劣化が進行した既設構造物を想定し、練り混ぜ時にあらかじめ塩化物イオン濃度が 5.0kg/m^3 となるように NaCl を混入した。試験体の形状を図-1に示す。全ての試験体は、28日封緘養生後、コンクリート中の平均含水率が12%、5%となるまで乾燥させ、その後、側面の2面に仕上材を塗布した。仕上材には、表-2に示すような防水材、塗料、含浸材を用いた。仕上材は、 $20^\circ\text{C}60\%\text{R.H.}$ 環境下で7日間の気中養生を行った。

仕上材の養生後、試験体を $60\%\text{R.H.}$ または $95\%\text{R.H.}$ 環境下にそれぞれ暴露し、試験体の重量変化を計測する事で、仕上材を介した吸放湿によるコンクリート内部の含水状態の変化を測定した。測定結果を図-2に示す。

$60\%\text{R.H.}$ 環境下の試験体の含水率は、初期含水率からほとんど変化がみられなかった。 $95\%\text{R.H.}$ 環境下の試験体は初期含水率5%、12%ともに含水率の増加がみられた。仕上材を施工した場合、仕上材なしと比較して緩やかな変化となり、これは仕上材の水分移動抑制効果によるものである。仕上材ごとの違いに注目すると、含浸材、防水材、塗料の順に含水率の変動が大きかった。

98日の暴露期間終了後、試験体を仕上材塗布面からコンクリートの中心に向けて両方面より30mmの位置で割裂し、試験体表面および内部の含水状態を測定した。測定結果を図-3に示す。 $60\%\text{R.H.}$ 環境下に暴露した試験体は、全体的に内部の含水率より表層部分の含水率は低い結果となった。これは、封緘養生終了後に行った乾燥による影響が強いものと思われる。一方で、 $95\%\text{RH}$ 環境下に暴露した試験体は、表層部の方が内部に比べて高含水状態となる、仕上材面からの水分の浸透がみられた。仕上材有無の表層部を比較すると、仕上材による水分の浸透抑制が確認できた。また、全条件の内部の含水率は同程度であったため、本研

表-1 コンクリートの調合

W/C (%)	単位量(kg/m^3)							SL (cm)	Air (%)
	W	C	S	G	AE 減水剤	AE 剤	NaCl		
60	179	298	782	956	1.64	0.02	8.24	18 ± 1	5 ± 1

表-2 仕上材仕様

表面仕上材	塗布量 (kg/m^2)	塗膜厚さ・含浸深さ (mm)	透湿度 ($\text{g/m}^2 \cdot 24\text{h}$)
含浸材 シラン・シロキサン系	0.2	6.92	0.015
塗料 アクリルシリコン系	0.15	0.16	0.026
防水材 アクリルゴム系	2.0	1.19	0.004

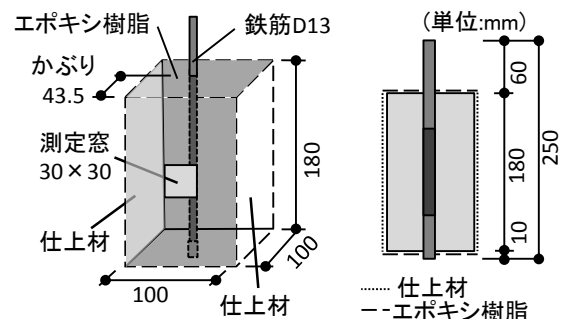


図-1 試験体の形状

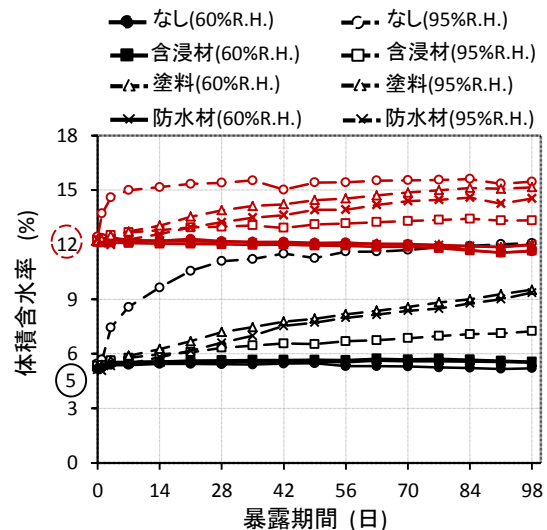
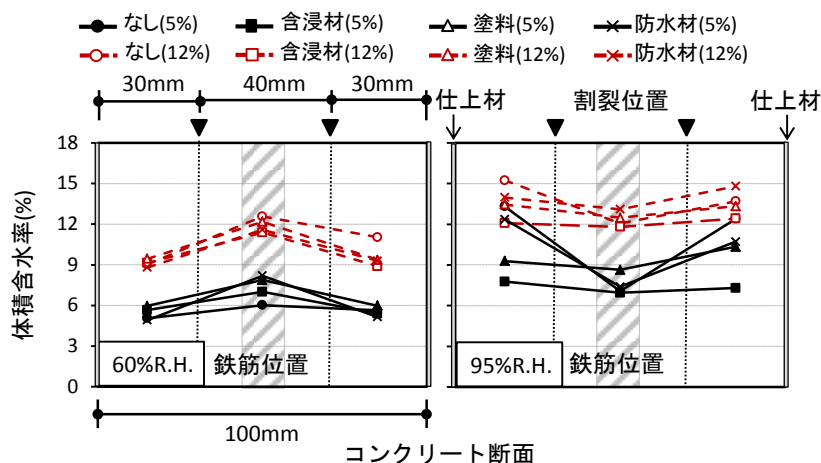


図-2 コンクリート含水率の変化



図－3 暴露試験98日後の含水率分布の結果

究の試験期間では、水分の移動は表層部分で留まっており、鉄筋付近での水分の移動量は小さかったと思われる。

3. 表面仕上材下のコンクリート中の鉄筋腐食性状

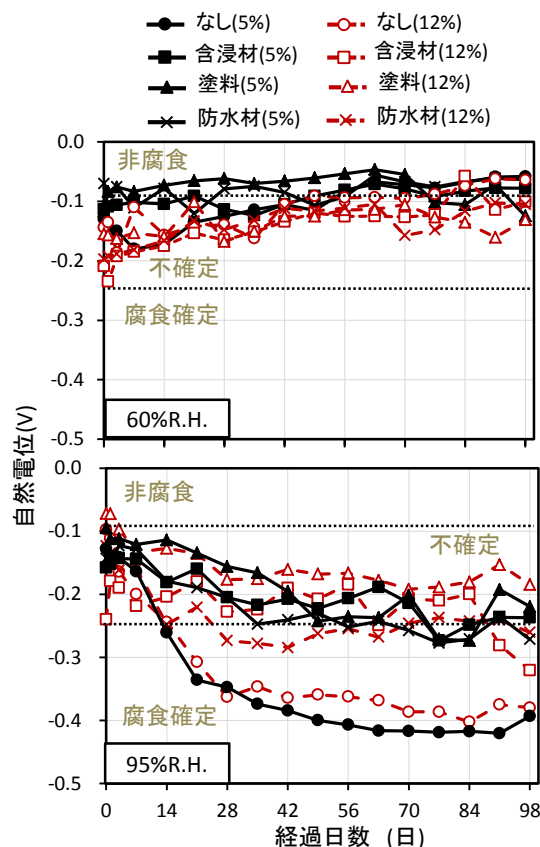
暴露期間中、一定間隔で測定した、自然電位の経時変化を図－4に示す。初期含水率 12%の試験体は 5%の試験体と比較して、暴露開始前の自然電位は全体的に卑な電位となった。この後、60%R.H.環境下に暴露された試験体は、5%、12%ともに水分の吸放湿が少なく、自然電位は非腐食状態へ収束していった。仕上材間での違いは、あまり見られなかった。95%R.H.環境下へ暴露された試験体は水分の吸湿量は多く、60%R.H.環境に比べて腐食が進行した。ここで、仕上材を塗布したものは、仕上材なしのものと比較して、腐食の進行が抑えられており、仕上材料による腐食抑制効果が確認された。また、自然電位結果では仕上材間の大きな違いはみられなかった。

図－5に、暴露期間終了後、コンクリートから取り出した鉄筋の腐食面積率を示す。自然電位の測定結果が示す通り、95%R.H.環境下に暴露された試験体は、初期含水率 5%、12%ともに仕上材による腐食抑制効果が確認できた。特に初期含水率 5%のものは、12%のものと比較して、大きく腐食を抑制できた。これは、仕上材塗布時の気体の保有量と暴露中の気体の浸透量の違いによるものだと考えられる。また、60%R.H.環境下に暴露された試験体は初期含水率が高くて、全体的に鉄筋は健全な状態に保たれており、腐食面積率が全体的に小さい値となった。これは、試験体が乾燥状態に向かっていたためであると考えられる。しかし、初期含水率が高い12%の試験体は、仕上材を施工することによって高含水状態が保持されており、仕上材なしの試験体より僅かに腐食が進行してしまうケースも確認できた。

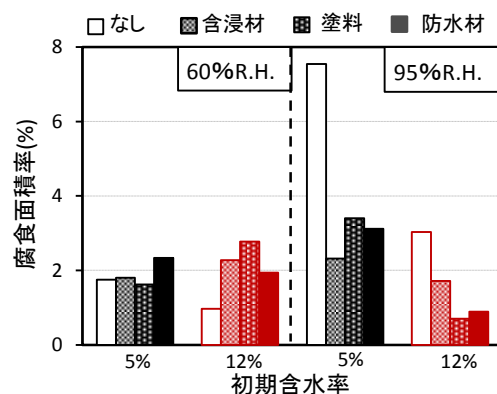
図－5に、暴露期間終了後、コンクリートから取り出した鉄筋の腐食面積率を示す。自然電位の測定結果が示す通り、95%R.H.環境下に暴露された試験体は、初期含水率 5%、12%ともに仕上材による腐食抑制効果が確認できた。特に初期含水率 5%のものは、12%のものと比較して、大きく腐食を抑制できた。これは、仕上材塗布時の気体の保有量と暴露中の気体の浸透量の違いによるものだと考えられる。また、60%R.H.環境下に暴露された試験体は初期含水率が高くて、全体的に鉄筋は健全な状態に保たれており、腐食面積率が全体的に小さい値となった。これは、試験体が乾燥状態に向かっていたためであると考えられる。しかし、初期含水率が高い12%の試験体は、仕上材を施工することによって高含水状態が保持されており、仕上材なしの試験体より僅かに腐食が進行してしまうケースも確認できた。

4. 結論

高湿環境下では、仕上材が施工されていない場合、急速に腐食環境に向かったが、仕上材を施工した場合、コンクリートの初期含水率に関わらず、腐食の抑制効果が見られた。一方、標準的な湿度の環境下では、初期含水率や仕上材の有無に関わらず腐食の進行はあまり見られなかった。しかし、コンクリートが高含水状態で仕上材を施工した場合、内部の水分が保持され腐食が仕上材無しのものよりも僅かに進行した。このように条件によっては、仕上材の腐食の抑制効果がみられない場合もあった。仕上材による腐食抑制効果を期待するには、下地コンクリートが低含水状態で仕上材を塗布することが重要である。



図－4 自然電位の測定結果



図－5 腐食面積率の結果