



各種促進試験における表面保護材を塗布したモルタルの水分特性と美観変化に関する研究

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2022-06-30 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: チェン, フェン メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15118/00010863

氏 名 CHEN FENG (チェン フェン)

学位論文題目 Study on moisture characteristic and aesthetic change
of surface protective materials on mortar under
various accelerated aging tests
(各種促進試験における表面保護材を塗布したモルタルの水分特性と美観変化に関する研究)

論文審査委員 主査 教授 濱 幸雄
教授 溝口 光男
准教授 高瀬 裕也

論文内容の要旨

コンクリートの建築物の外側は経年して雨水に含まれたほこり・排気ガスなどの微粒子がコンクリートに付着することが汚れや劣化が発生し、美観や耐久性が問題となる。表面保護材で防汚性を高めるメカニズムには2つあり、親水性と撥水性が挙げられる。親水性は、汚れよりも水との親和性を高めることで水が汚れと塗膜の間に入り込んで、降雨によって汚れを洗い流すという考えである。撥水性は、汚れ自体を付着させにくくさせるという考えである。また、親水性と撥水性については接触角を図ることで評価することができる。しかし、これまでは表面保護材の効果については耐久性を主眼として評価されており、美観性を評価する上での汚れを防止する要因についての研究は限定されている。そのため、本研究ではシラン系、フッ素樹脂系、ケイ酸塩系の3種類の表面保護材を塗布したコンクリートを対象として、実環境の劣化要因を想定した温水浸漬試験、温冷繰返し試験及び耐候性試験の3つの促進劣化試験を行った後に、表面外観の変化（色差、光沢度、接触角、表面粗さ）、透湿試験、吸水性、防汚性試験を測定し、表面保護材を塗布したコンクリートの水分特性と美観変化を評価した。

その結果、3つの促進劣化試験後、水に対する浸透抵抗性ではシラン系、フッ素樹脂系およびケイ酸塩系表面保護材に水分浸透抑効果があることが確認された。特に、撥水性を有するシラン系表面保護材でその効果が顕著であった。また美観性については、温水浸漬と耐候性試験後にはシラン系とケイ酸塩系の表面保護材が外観変化しやすく、温水浸漬と温冷繰返し試験後にはフッ素樹脂系表面保護材で外観変化しやすいことが確認された。フッ素樹脂系表面保護材は、フッ素原子の特性により表面エネルギーが低減し、表面汚染を低減することができることから、温水浸漬後の汚れ抵抗性効果が高いと考えられた。さらに、温冷繰返し後は撥水性を有するシラン系表面保護材の汚れ抵抗性効果が高く、促進耐候性試験後では紫外線の影響で表面粗さが増加し親水性が高くなるため、シラン系、ケイ酸塩系およびフッ素樹脂系表面保護材の防汚抵抗性に大きな差は認められなかった。

以上のように、本研究では各種促進劣化試験前後で、表面保護材の表面粗さと接触角が変化して防汚性能に影響を及ぼすことを明らかにするとともに、汚れ面積率を指標とした防汚性の定量評価を行った。

ABSTRACT

Concrete buildings become stained and deteriorate when dust particles, gases and other particles in rainwater adhere to the concrete, causing aesthetic and durability problems. There are two mechanisms by which surface protective materials can improve stain resistance: hydrophilicity and hydrophobic. It based hydrophilicity on increasing the affinity of the coating to water rather than to dirt, water will enter the space between the dirt and the coating, and rainfall will wash the dirt away. Hydrophobic makes it more difficult for the dirt itself to adhere. Hydrophilicity and hydrophobicity can be evaluated by measuring the contact angle. However, until now, the durability of many surfaces protective materials has been estimated, but there has been little research on the factors that prevent staining in the evaluation of aesthetics. Therefore, the aim of this study was therefore to evaluate the moisture properties and aesthetic changes of concrete coated with silane-based, fluor-resin-based, and silicate-based surface protective materials by changes of surface appearance (color difference, gloss, contact angle, roughness), moisture permeability, water absorption and anti-soiling test after warm water immersion aging, humidity, and cool-heat cycling aging and xenon-arc light radiation weathering.

After three accelerated degradation tests, we found that silane-based, fluor-resin-based, and silicate-based surface protective materials have been effective in reducing water penetration. In particular, it is silane-based which keeps it hydrophobic. In terms of aesthetics, silane-based and silicate-based are more likely to change in appearance after warm water immersion aging and xenon-arc light radiation weathering. After warm water immersion aging, humidity, and cool-heat cycling aging, the fluor-resin-based were found to be more susceptible to changes in appearance. Fluor-resin-based have a significant anti-soiling effect after warm water immersion aging, which can be attributed to the property of fluorine atoms to reduce the surface energy and reduce surface contamination. After humidity and cool-heat cycling aging, the anti-soiling effect of the silane-based is higher because of its hydrophobic. After xenon-arc light radiation weathering, the anti-soiling resistance of silane-based, fluor-resin-based, and silicate-based have high effect and are almost the same, which because of the increased surface roughness and high hydrophilicity caused by xenon-arc light radiation.

In this study, we found that before and after the accelerated weathering, the hydrophobic and hydrophilicity of the surface protective material influenced the anti-soiling performance of the surface protective material as the surface roughness and contact angle changed. In order to quantify the anti-soiling results, the pollution area fraction was subjected to a multiple regression analysis after

considering all the test conditions, and it was found that the predicted and experimental results were somewhat correlated.

論文審査結果の要旨

我が国の鉄筋コンクリート建築物の外装仕上げとして、従来は意匠性や躯体保護の観点からタイル張り仕上げが多用されてきた。しかしながら、タイルの剥落事故の増加を受けて、2008 年の建築基準法の改正で、それまでの竣工時と外装改修時に行う手の届く範囲の打診検査に加えて、10 年毎の全面打診検査が義務化された。それ以降、高層建築物のような全面打診検査が困難な建築物ではタイルや石張りの外装仕上げが減少し、アーキコンとよばれる意匠性に優れた塗装仕上げの採用が増加している。建築物の外装では雨水に含まれる埃や排気ガス等の微粒子の付着が原因となり雨筋汚れなどが問題となることが多く、コンクリートの素地を活かした塗装外装として用いられる表面保護材には美装性保持のために高い防汚性が求められる。

本研究では、鉄筋コンクリート建築物の外装仕上げに用いられるシラン系、フッ素樹脂系、ケイ酸塩系の 3 種類の表面保護材の吸水・透湿特性および防汚性の長期保持性能について各種促進試験により評価している。これらの表面保護材については、土木分野を中心に塩害や中性化抵抗性等の物理的耐久性に関する評価が数多く行われているものの防汚性に関する検討はほとんどなされていない。そこで、実環境の劣化要因を想定した温水浸漬試験、温冷繰返し試験及び耐候性試験の 3 つの促進劣化試験後に、表面外観の変化（色差、光沢度、接触角、表面粗さ）、透湿試験、吸水性、防汚性試験を行い、水分特性と美観変化を評価した。

その結果、防汚性に関連する物性として親水性と撥水性の 2 つが挙げられ、汚れを洗い流す親水性と汚れを付着しにくくする撥水性のバランスが重要であることを確認している。また、撥水性を有するシラン系表面保護材の水分浸透抑制効果が高く、フッ素樹脂系表面保護材の防汚性が高いことを実験的に明らかにした。さらに、表面保護材の表面粗さと水の接触角が防汚性に大きく影響していることを示し、促進劣化試験の前後の表面粗さと接触角の変化に伴い、表面保護材の撥水性と親水性が変化し防汚性に影響を及ぼすことを示した。

以上の成果は、コンクリート構造物の外装仕上技術の向上に貢献するものであり、よって、著者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認められる。