透明樹脂系外壁複合改修工法による
透明塗膜とシーリング材の相性についての研究

○末綱龍太[*1]　片山方人[*1]
髙橋洋平[*1]　山本仁[*2]

１．はじめに

当組合が開発した繊維入り透明塗膜によるタイル剥落防止工法は、2003 年に上市し今年 20 年目を迎える。透明塗膜を用いた外壁複合改修工法の中で最も多くの実績があり、累計施工件数は 1,300 件以上、施工面積は 120 万㎡を超え、現在でも施工件数は増え続けている。

本工法は塗膜によって一体化したタイル壁面を、一定間隔に配置したアンカーピンで躯体に緊結し剥落を防止するというもので、基本的にジョイント部のシーリング材上にも透明塗膜を被せて施工する。上市から間もない頃はシーリング材との相性についての知見がなく、早い段階で「縮み」「フクレ」等の不具合が発生する現場もあった。

これら失敗事例を重ね、シーリング材にアクリル樹脂系塗膜を被せた場合の相性を見るため、2007 年から屋外暴露試験を複数回に分け行ってきた。今回、結果をここに報告する。

２．暴露試験の経緯

2.1 第１次暴露試験

上市から 4 年経過した 2007 年 2 月～3 月、九州・関西・関東地区の施工物件の調査を行った。その結果、一部の建物でシーリング材と塗膜にシワや剥離及び黄変が観察された。原因はシーリング材に配合されている油成分（可塑剤）が透明塗膜に浸透し不具合を生じさせていると推測、可塑剤の移行を防ぐため、逆プライマーを用いたこともあったが、エポキシ系のため透明塗膜を黄変させる結果となった。

外観の意匠性を保ちながらタイル剥落防止を特徴とする本工法にとって、塗膜とシーリング材の相性は重要なポイントとなるため、市場で主に用いられているシーリング材との暴露試験を検討、2007 年 5 月より試験を開始した。

①試験版の作製

試験治具は実際の壁面の目地の動きなどを考慮し、線膨張係数が 23.9×10^{-6}/℃と比較的大きく、また入手と加工が容易であることから、アルミ製とした。アルミ板（横 1200 ㎜×縦 1000 ㎜×厚 500 ㎜）とアルミ角材（横 10 ㎜×縦 15 ㎜×長さ 1000 ㎜）を用い、アルミ板に 20 ㎜間隔にアルミ角材をビス固定し、各種シーリング材を 3 本ずつ打設するようにした。

第 1 次暴露試験として、主要 3 社・11 種類を試験体とした（PU・MS・PS・UA）。透明塗膜塗布のタイミングを調べるために、シーリング材打設後、24h・48h・96h の 3 水準の工程間隔で刷毛を用い施工を行った。また、エポキシ樹脂系の逆プライマーの有無でも分けて塗布した。

②試験結果

結果が良好なシーリング材は MS の 1 種類と UA の 1 種類となった。軽微な不具合として若干の汚れや黄変シワが発生したものは MS の 3 種類となった。

他のもの（MS・PU・PS）は、黄変・剥離・シワ・（透明塗膜の）亀裂・（シーリング材の）ひび割れが発生した。特に PU では 8 カ月後に塗膜に細かい亀裂が発生した。その隙間から雨水が浸入し、11 カ月後には全ての塗膜が剥離した。

逆プライマーは早いものでは 3 カ月を経過したころから塗膜の黄変が始まった。

第 1 次暴露試験の結果として、UA と一部の MS 以外では良好な結果は得られなかった。シーリン

Study on refurbishment of transparent complex material repair method

SUETSUNA Ryota[*1]　KATAYAMA Masato[*1]　TAKAHASHI Yohei[*1]　YAMAMOTO Hitoshi[*2]

グ材打設後の塗布工程間隔による比較では、24h・48h・96h でも有意な差は見られなかった。

2.2 第 2 次暴露試験

2007 年 12 月、第 1 次試験の途中結果を考慮して、UA を中心に 3 社 6 種類（UA・PIB・MS）のシーリング材で追加試験を実施した。

この試験では変色を分かりやすくするため、シーリング材を全て白色にした。ここでも UA が良好な結果を示した。

2.3 第 3 次暴露試験

2008 年 11 月に行った第 3 次では、シーリング材打設後の工程間隔を 24 時間に固定し、実際の塗布作業で使用しているローラーで試験版を作製した。4 社 13 種類（PU・MS・PS・PIB・UA）のメーカー推奨品で試験を開始した。

なお、今回から透明塗膜を先に塗布してからシーリング材を打設する組み合わせも追加した。実施工同様、ローラーで塗布することにより、シワや若干の汚れなどは発生しているが、実用範囲内であると判断できるシーリング材の幅は UA 以外にも広がった（MSNB・PIB）。

ただし MSNB においては、同じメーカーにおいても製品により結果に大きな差があることが確認された。

2.4 第 4 次暴露試験

2015 年度の組合事業として「各種シーリング材との相性と後打ち工法の研究」を実施した。

①実施工物件での経過観察

組合員 149 社に書面にて、繊維入り透明塗膜とシーリング材との相性についてのアンケートを実施した。

UA での不具合は軽微なものを含め 5%程度、MS では 25%程度となった。2009 年に UA シーリング先打ちの推奨品としてからは、不具合の発生は少なくなっていると判断できた。また、不具合の種類はシワ・フクレと今までと同様だが、発生頻度は減少したとも判断できた。

②透明塗膜下塗り工法（シーリング材の後打ち）における各社シーリング材の試験

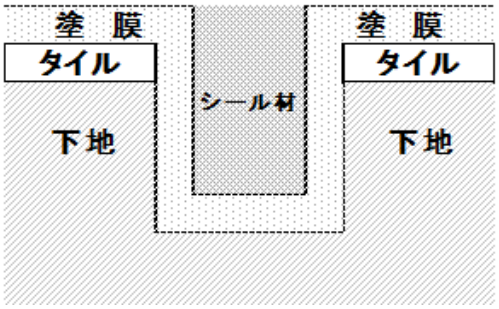

図１．下塗り工法イメージ図

メーカーが推奨した 4 社 13 種類（MS・PS・UA・SA）で試験実施した。

図１.のように透明塗膜をあらかじめ塗り込み、硬化後シーリング材を打設する工法を下塗り工法と呼ぶこととした。

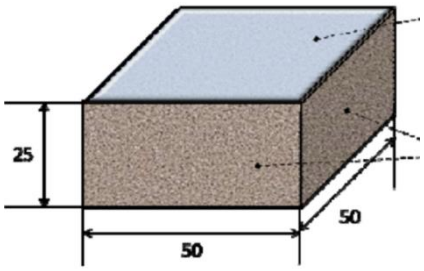

図２．試験体下地イメージ図

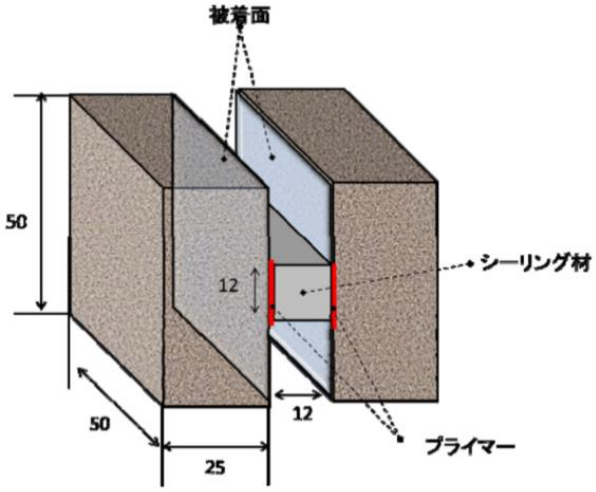

図３．Ｈ型試験体イメージ図

図２.の下地版被着面に透明塗膜の下塗り・中塗り・上塗りを塗り付け、その他の面はエポキシ系塗材で養生した。

この試験体を、JIS A 1439「建築用シーリング材の試験方法」の「5.17 耐久性試験」及び「5.20 引張接着性試験」に準じ、図３.の H 型試験体を作製し、引張接着性耐久性試験を実施した。

③引張接着性耐久性試験結果

養生条件による試験では、標準状態・水浸漬後・加熱後の条件でも、破断状況は CF（シーリング材の凝集破断）と TCF（シーリング材の薄層凝集破断）が主で、最大引張応力や最大伸び率でも良好な数値を得られた。

耐久性試験では、試験区分「8020」では全てのシーリング材について「明確な異常は認められない」の良好な結果だった。しかし、試験区分「9030」では透明塗膜の破断が多くなり、試験区分「10030」では良好な結果は得られなかった。

④屋外暴露試験

透明塗膜を先に塗り付ける「下塗り工法」、シーリング材を透明塗膜にかぶせる「上塗り工法」と分け、それぞれ屋外暴露試験を行っている。

写真１．アルミ板治具での下塗り工法暴露状況

写真２．アルミ板治具での上塗り工法暴露状況

下塗り工法では 4 社 12 種類（PS・MS・SA）、上塗り工法では 4 社 8 種類（UA・MS・PS・PIB）を試験体とし、2016 年 4 月からアルミ板治具での暴露試験を開始した。また、同時期に EPC 版を加工した試験治具も作製し、同様の暴露試験を継続している。

下塗り工法の評価項目は、汚れ・割れ・界面剥離の 3 項目、上塗り工法では、浮き（剥がれ）・割れ・汚れ・縮みの 4 項目を毎年観察している。

評価段階は「5（良）」～「1（悪）」までの 5 段階評価とした。汚れ評価として汚染用グレースケールを試みたが、塗膜表面がフラットではなく、うまく評価できなかったため、写真データでの比較とした。

⑤屋外暴露試験結果

透明塗膜の下塗り工法では、表 1 のように汚れは顕著に増加していく傾向があるが、塗膜とシーリング材の界面破断は軽微な組み合わせがあることが確認できた。

シーリング材の樹脂種類による差異よりも、同一メーカーでも製品により経過が異なることも確認できている。

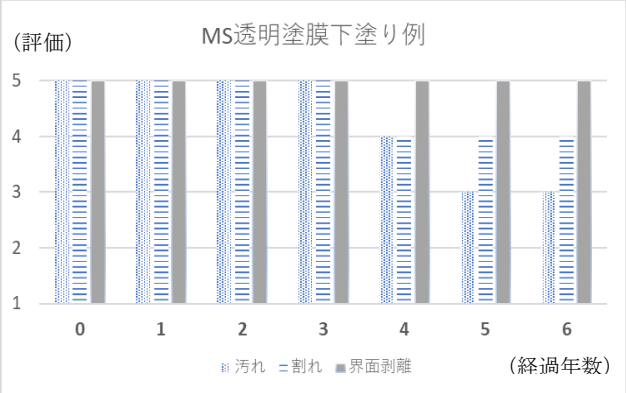

表１．MS の経時観察例

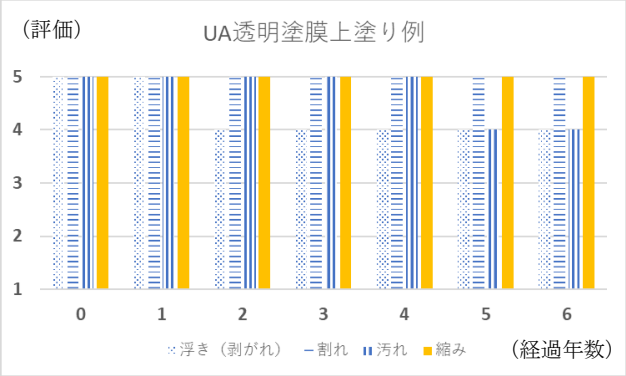

表２．UA の経時観察例

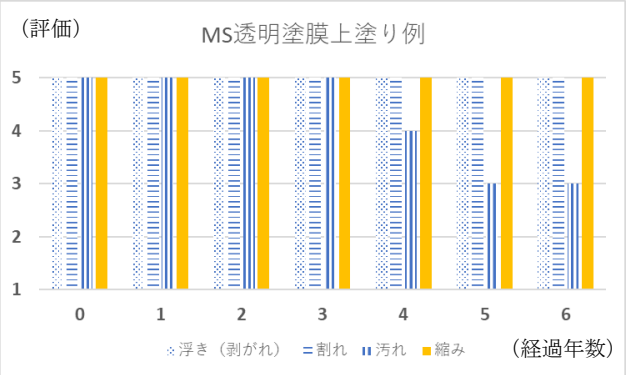

表３．MS の経時観察例

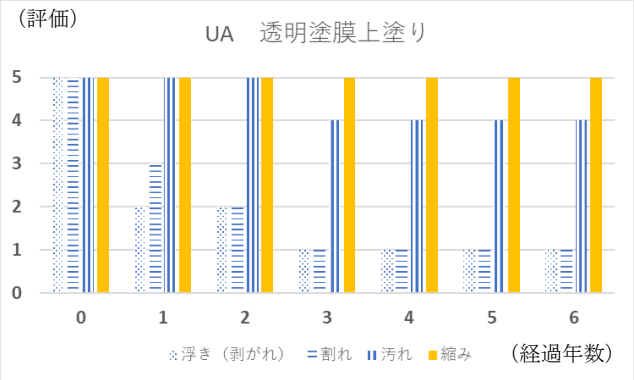

表４．UA の EPC 版での経時観察例

写真３．　EPC 版治具の暴露状況

透明塗膜の上塗り工法では、表２の UA で良好な結果が確認できた。表３の MS でも一部剥がれやふくれ等は発生するが、大きさが比較的軽微なため実用上問題が無いことも確認できた。

ただ、これもメーカー間・同一メーカーで同じ分類でも、製品により不具合の経過が異なることも確認できた。

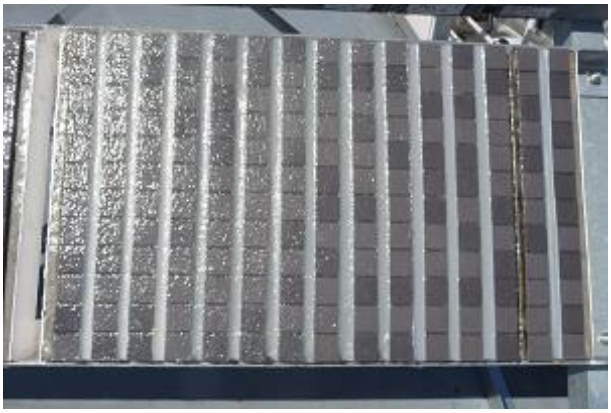

写真４．　EPC 版治具塗膜上塗りでの暴露状況

EPC 版治具においては、前述のアルミ板治具よりも塗膜材料が多く付く傾向にあり、同材料でも異なる結果が観察された。

UA においても標準より塗布量が多いと、塗膜の収縮力が大きく破断することが確認できた。

３．まとめ

2007 年の第１次暴露試験から第４次を経て 16 年が過ぎ、実現場の状況も含め、以下のような結論を得た。

①UA と本工法の相性は、促進及び暴露試験、実現場の観察結果は良好である。理由としてアクリル樹脂系透明塗膜には影響の少ない油成分（可塑剤）が UA には処方されていると推測できる。

②MS も NB が主流となり、上塗り適合性が改良されていく過程の中で、同一製品でも試験開始時期が異なると、シーリング材の構成成分の違いから結果に差異が発生していると推測できる。

今回はアクリル樹脂系透明塗膜の試験結果報告となるが、すでに開始したウレタン樹脂系透明塗膜と合わせ、今後も引き続き観察を続けていく予定である。

［ 謝 辞 ］

本研究は全国中小企業団体中央会の活路開拓調査・実現化事業で委員長を務められた元工学院大学・大塚毅准教授、矢内建築研究所・矢内泰弘氏及び当組合歴代理事長・末綱威夫氏、野村透一氏及び渡部秀晴氏のご指導・ご助言を戴きました。ここに謝意を表します。

*1 日本樹脂施工協同組合　　Japan resin injection cooperative association
*2 株式会社セブンケミカル　　Seven Chemical Co,Ltd