

高耐候低汚染 1 液水性つや消し塗料

「アレスシルクウォール」について

“ALES SILK WALL”, High-Durability and Anti-Stain One-Pack Waterborne Matt Coating



汎用塗料本部
建築技術開発部
(現・建築製品技術部)
井上 剛
Takeshi
Inoue



汎用塗料本部
建築製品技術部
雑賀忠信
Tadanobu
Saiga

1. はじめに

塗料には躯体の保護、特殊機能（低汚染、遮熱、貼紙防止等）の付与に加え、躯体に美観を与えるという働きがある。美観の中には色彩や模様、立体的なテクスチャーのほか、つやも重要な要素として含まれ、建築塗料分野では用途や顧客の嗜好にあわせて様々なつやに調整した製品が各社から上市されている。写真1につや有り、5分つや、つや消しの建築用塗膜の外観とその60度鏡面光沢度を示す。

写真1に示すようにつや有り塗膜は正反射光（入射光と同じ角度で逆方向に反射する光）の割合が多いため、塗膜表面に蛍光灯がはっきりと映り込む。そのため、ツヤツヤ、ピカピカ、主張性が強いなどの印象を与える。逆に、つや消し塗膜は正反射光の割合が少なく、拡散反射光（入射光に対して様々な角度で反射する光）の割合が多いため、塗膜表面に蛍光灯の映り込みがほとんどない。そのため、落ち着いた、ナチュラル、控えめで上品などの印象を与える。

近年、このようなつや消しの質感が見直され、内壁だけでなく、外壁においてもつや消しを採用する建物が増えてきている。また、昔ながらのリシン、スタッコに加え、コテやくしなどで仕上げるつや消し意匠材を塗装した外壁も多く見られるようになった。つや消し意匠材の例を写真2に示す。しかしながら、これらつや消し外壁が改修時期を迎えた際は、従来の

水性つや消し塗料は汚れやすい、耐久性が低いなどの理由から敬遠され、つや有りあるいはつや調整品で塗り替えざるを得なかったのが現状である。そのため、改修時にもとのつや消し感が損なわれるという問題点があり、高性能の水性つや消し塗料の開発が望まれていた。

そこで、このような要望に応えるべく鋭意検討を重ね、優れた仕上り性と塗膜品質を兼ね備えた1液水性つや消し塗料「アレスシルクウォール」を開発した。本稿では、2014年6月から新たに上市した「アレスシルクウォール」の要素技術と特徴・機能について紹介する。

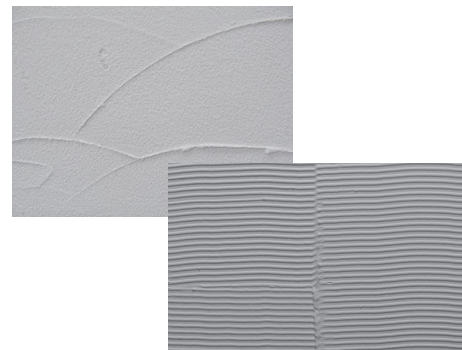
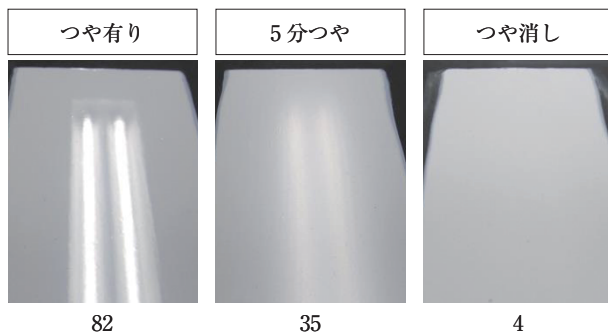


写真2 つや消し意匠材の例



60度鏡面光沢度
塗膜への蛍光灯の映り込みを比較

写真1 塗膜のつや

2. 機能目標と開発コンセプト

環境配慮と安全性及び使い易さから1液水系での設計を行った。また、つや有りに比べて性能が劣るというこれまでのつや消し塗料のイメージを払拭するため、以下に示す機能を全て満足する他に類のない水性つや消し塗料の開発を目標とした。

- 1) 仕上り性
完全つや消し（60度鏡面光沢度5以下）でつやむらがないこと

- 2) 耐汚染性
屋外曝露により雨筋汚染が付かないこと
- 3) 耐候性
アクリルシリコン樹脂系水性つや有り塗料と同等であること
- 4) 下地調整材（フィラー）上への塗装適性
微弾性下地調整材（JIS A 6909 可とう形改修塗材 E）
及び弾性下地調整材（JIS A 6909 防水形複層塗材 E）との塗装システムが組めること

特に下地調整材上への塗装適性は「アレスシルクウォール」の汎用性を高める重要な機能目標の一つであると考えられる。下地調整材は、改修時の下地補修や微細なひび割れに追従することで防水性を付与するなど、躯体を保護する目的で使用される材料である。図1に今回対象とした下地調整材の日本建築仕上材工業会（NSK）の統計データを示す¹⁾。生産数量は年々増加傾向にあり、改修時に上述の目的で使用されるケースが増えていることが推察される。弊社でも目的に応じた下地調整材を種々ラインアップし市場展開している²⁾。今回、微弾性下地調整材だけでなく弾性下地調整材上への塗装適性も付与し、顧客の要望にあわせたより高グレードな塗装システムにも対応できる品質を狙いとした。

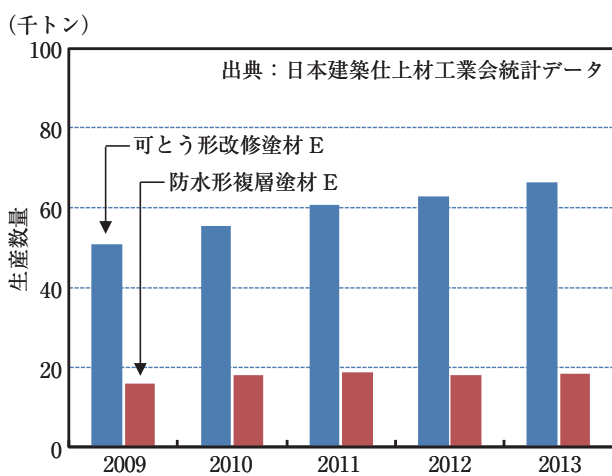


図1 下地調整材の生産推移

3. 設計の要素技術

今回の開発の中で新たに見出した要素技術と厳選した原材料を組み合わせることによって各機能目標を達成することに成功した。代表的な要素技術の内容について紹介する。

3.1 塗膜表面の凹凸制御によるつや消し技術

塗膜のつやを消す方法として、塗膜表面に凹凸を形成させる方法や樹脂やワックスなどを用いて屈折率の差や相溶性の違いを利用する方法が知られている。樹脂やワックスなどを用いる方法では完全つや消しの目標達成が困難であった

め、今回は塗膜表面に凹凸を形成させる方法を選択した。まず、種々のつや消し剤を用いて塗膜表面の凹凸（表面粗さ）を変化させ、60度鏡面光沢度への影響を調査した。図2に表面粗さ測定機を用いて測定した塗膜表面の算術平均粗さRaと60度鏡面光沢度との関係を示す。算術平均粗さRaが大きくなるにしたがって60度鏡面光沢度が低下している。これは塗膜表面の凹凸が大きくなることによって拡散反射光の割合が増えたためである。図2より完全つや消しの目標を達成するにはRaが1μm以上必要であることがわかった。しかしながら、粗い凹凸でつやを消した場合（算術平均粗さRaが大きい場合）、塗膜につやむらが発生することがわかった。このつやむらは、図3に示すように斜めから塗膜を観察した場合に目立つ現象である。そこで、今回、弊社独自のつや消し剤の配合・分散技術を開発し、つやむら現象が生じないように塗膜表面の凹凸を制御した。図4につやむらが認められる塗膜と認められない塗膜の表面粗さ曲線の比較を示す。新しいつや消し技術を採用した「アレスシルクウォール」の塗膜表面は、振幅の増減が小さく、つやむらが認められる塗膜に比べて緻密な凹凸を形成していることがわかる。そのため、観察する角度によって光の反射成分の割合が変化する難くなり、つやむらが抑制できたと考える。

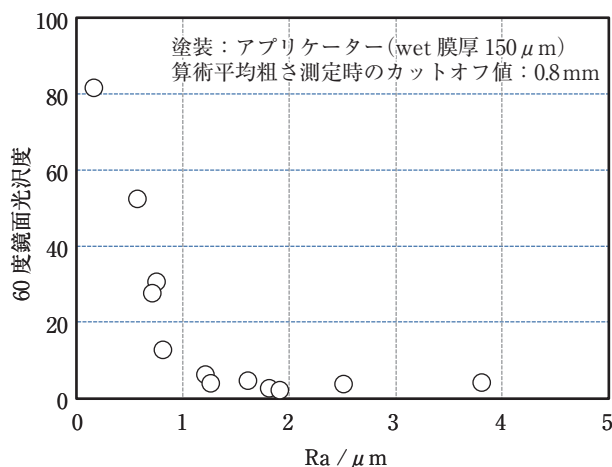


図2 塗膜表面の算術平均粗さと60度鏡面光沢度との関係

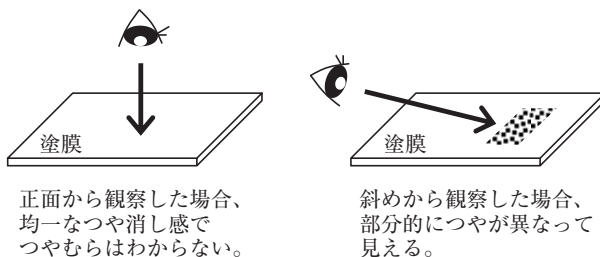


図3 表面粗さが大きい場合のつやむら現象

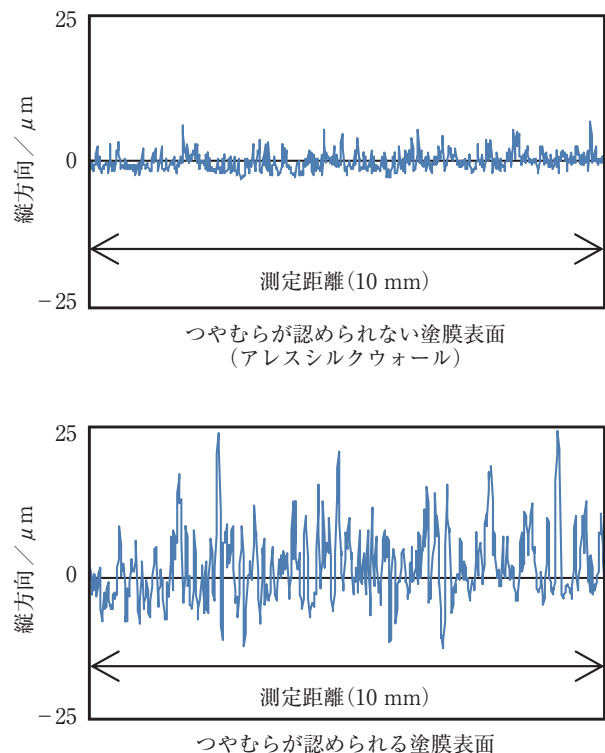


図4 表面粗さ曲線の比較

3.2 塗膜構造の最適化技術

従来の水性つや消し塗料は顔料濃度を高くすることによって塗膜表面に凹凸を形成させ、つやを消すものであった。そのため、図5に示すように塗膜に巣穴ができてしまう傾向にあった。このような塗膜構造では耐候性が劣る、塗膜がもろくなり下地調整材上でひび割れが発生するなどの不具合が生じる。そこで、今回、上述のつや消し剤の配合・分散技術に加えて、樹脂量の調整を行い、塗膜構造の最適化を図った。

	一般的な水性つや有り塗料	従来の水性つや消し塗料	アレスシルクウォール
塗膜断面イメージ			
塗膜表面SEM像			

図5 塗膜断面イメージと塗膜表面のSEM像

SEM (走査型電子顕微鏡) により塗膜表面を観察した結果、「アレスシルクウォール」は従来の水性つや消し塗料にみられるような巣穴がなく、つや有りに近い緻密な塗膜を形成していることが確認できた (図5)。

3.3 後退接触角の低下による低汚染化技術

屋外の降雨を想定して垂直面の塗膜上を流れる水滴の流下挙動を解析し、汚染物質の塗膜への付着を考察した研究例が宇留嶋、森ら^{3), 4)} によって報告されている。これらの報告の中で耐汚染性が良好な塗膜表面は、いずれも収縮法で測定した水の後退接触角が低いという実験結果が示されている。なお、本号の報文「塗膜の雨筋汚染機構に関する研究」も関連報告の一つである。

そこで、収縮法による水の後退接触角と屋外曝露での耐汚染性との関係について各種建築用水性塗料を用いて調査した。接触角の測定は宇留嶋、森ら⁵⁾ の研究例に準拠して行い、耐汚染性は白色の水性塗料を用いて作製した塗板を

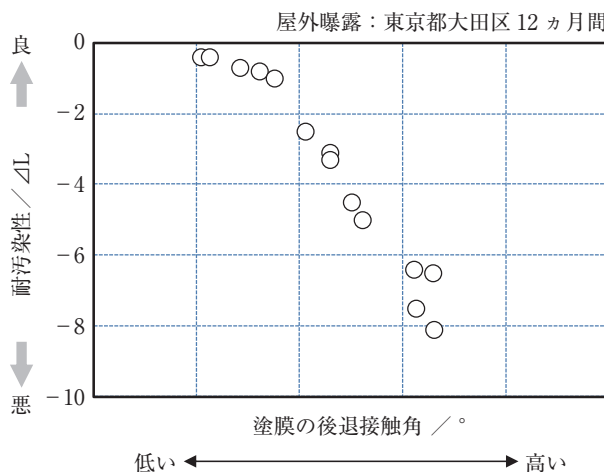


図6 塗膜の後退接触角と耐汚染性との関係

東京都大田区に12ヵ月曝露し、曝露前後の明度差ΔLを用いて評価した。その結果を図6に示す。図6からわかるように後退接触角と耐汚染性には高い相関が認められ、後退接触角が低くなるほど耐汚染性が向上することがわかった。今回の開発では、特殊な防汚成分を新規に見出すことで塗膜の後退接触角を低下させ、耐汚染性を付与させることに成功した。

新技術

図7に「アレスシルクウォール」と一般的な水性つや有り塗料及び従来の水性つや消し塗料との接触角の違いを示す。「アレスシルクウォール」は静的接触角に対して、後退接触角が極端に低いという、これまでにない塗膜表面特性を有していることがわかる。

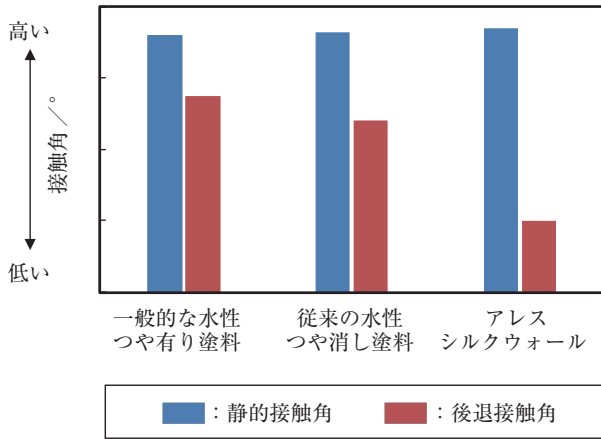


図7 塗膜表面特性の比較

4. 特徴・機能

4.1 完全つや消しの落ち着いた仕上り性

「アレスシルクウォール」は、緻密な凹凸を塗膜表面に形成させることにより完全つや消しを実現させている。図8に乾燥膜厚に対する60度鏡面光沢度の変化を示す。「アレスシルクウォール」は、60度鏡面光沢度の変化が少なく、安定した仕上り性を有する。そのため、立体的なテクスチャーや凹凸に富む外壁塗装においても、つやむらの少ない落ち着いた仕上り外観が得られる。

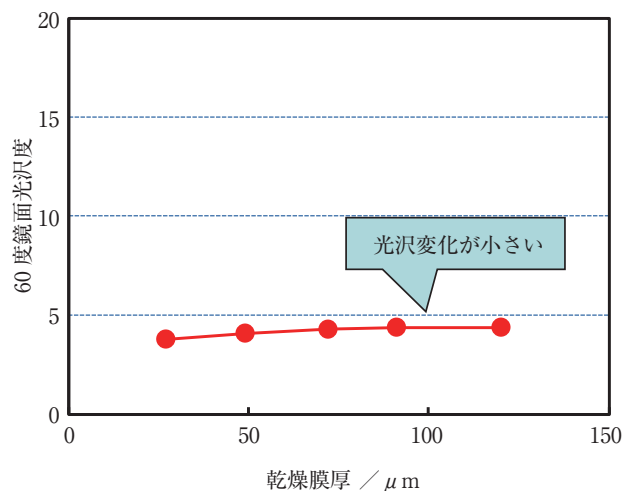


図8 「アレスシルクウォール」の仕上りの安定性

4.2 優れた耐汚染性

「アレスシルクウォール」はつや消しでありながら優れた耐汚染性を有する。屋外曝露12ヵ月後の塗膜外観を写真3に示す。一般的な水性つや有り塗料や従来の水性つや消し塗料には雨筋汚染が認められるが、「アレスシルクウォール」には雨筋汚染の付着が認められず、良好な耐汚染性を有している。これは他に比べて「アレスシルクウォール」の塗膜の後退接触角が低いことが寄与している。

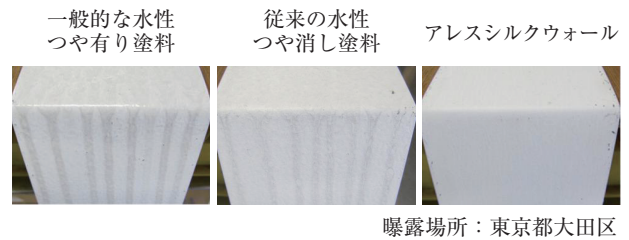


写真3 屋外曝露12ヵ月後の塗膜外観

4.3 高耐候性

「アレスシルクウォール」はアクリルシリコン樹脂系水性つや有り塗料に近い耐候性を有する。図9にキセノンランプ式促進耐候性試験の結果を示す。つや消し塗膜のため、光沢保持性ではなく、初期からの色差(変色)で評価した結果、アクリルシリコン樹脂系水性つや有り塗料と同等レベルであることが確認できた。これは、塗膜構造が緻密である点に加えて、弊社が独自開発した高耐候性樹脂を使用し、かつその性能を最大限に発揮できるように塗膜中の樹脂量を制御したことによる。

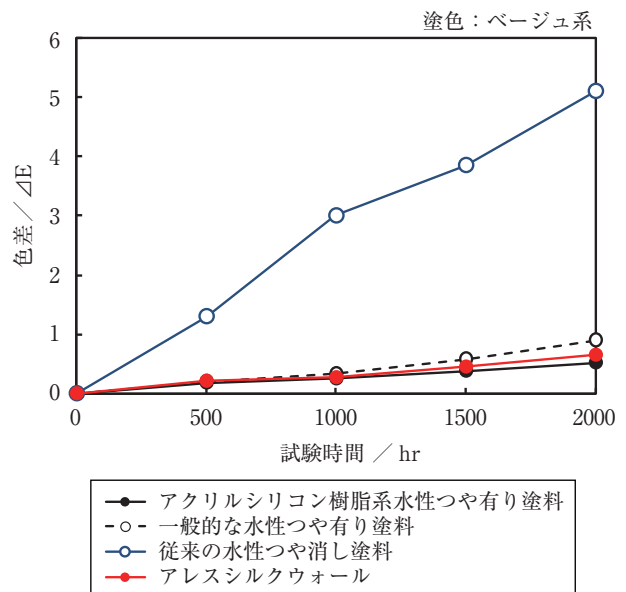


図9 JIS K 5600-7-7 キセノンランプ式促進耐候性試験

表1 下地調整材との適性試験結果

〈試験内容〉

温冷繰り返し試験 10 サイクル (JIS A 6909 準拠) 後の塗膜外観を目視評価
 1 サイクル: 23℃水浸漬 18 時間 → -20℃気中凍結 3 時間 → 50℃気中加熱 3 時間

上塗の種類	下地調整材の種類	
	アレスホルダー G II *1	アレス弾性ホルダー防水形*2
一般的な水性つや有り塗料	異常なし	異常なし
従来の水性つや消し塗料	ひび割れ発生	ひび割れ発生
アレスシルクウォール	異常なし	異常なし

*1 可とう形改修塗材 E 適合品
 *2 防水形複層塗材 E 適合品

4.4 下地調整材 (フィラー) 上への塗装適性

「アレスシルクウォール」は微弾性下地調整材 (JIS A 6909 可とう形改修塗材 E) 及び弾性下地調整材 (防水形複層塗材 E) の上塗として使用可能である。表 1 に弊社下地調整材と各上塗を組み合わせた塗装システムで温冷繰り返し試験を行ったときの結果を示す。従来の水性つや消し塗料は下地調整材の伸縮に追従できず塗膜にひび割れが生じるのに対して、「アレスシルクウォール」はひび割れが生じず、良好な塗膜状態を維持している。これは、「アレスシルクウォール」の塗膜が、粘り強く強靱な塗膜物性を有するとともに、水への抵抗性が高く、吸水による塗膜状態の変化が少ないからである。

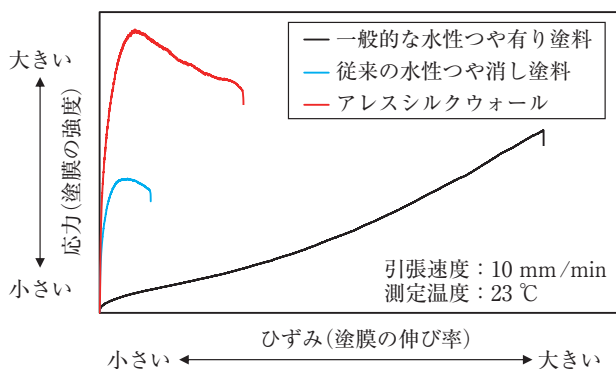


図 10 引張試験での応力-ひずみ曲線の比較

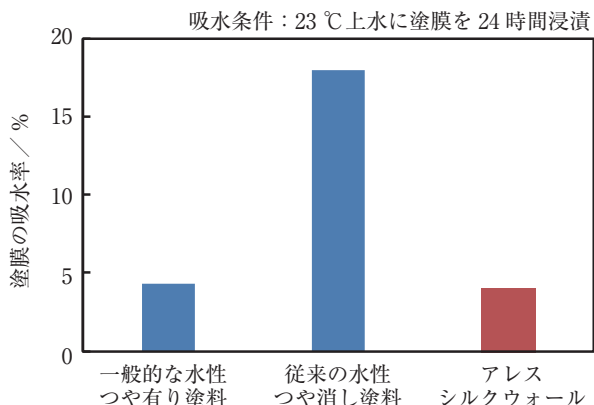


図 11 塗膜の吸水率の比較

図 10 に引張試験で得られた応力-ひずみ曲線を示す。これは一軸方向に引張荷重を加えて、塗膜が破断するまでの応力とひずみの関係を表したものである。「アレスシルクウォール」の塗膜は従来の水性つや消し塗料に比べて、応力とひずみのバランスがとれた粘り強く強靱な塗膜になっている。柔軟性を高める設計では耐汚染性に悪影響を及ぼすため、ひずみ (塗膜の伸び率) ではなく、応力 (塗膜の強度) を大きくする方向で設計を行った点

がポイントである。

また、図 11 に塗膜の吸水率を示す。「アレスシルクウォール」は、一般的な水性つや有り塗料と同等レベルの吸水率を有し、従来の水性つや消し塗料に比べて水に対する抵抗性が高い。

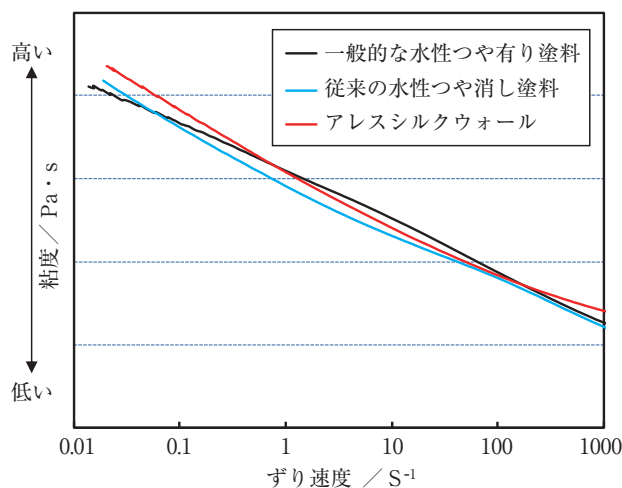


図 12 塗料の粘性比較

4.5 優れた塗装作業性

「アレスシルクウォール」は様々な下地に対して優れた塗装作業性を有する。これは、弊社が培った粘性制御技術を駆使することにより実現したものである。図 12 にレオメーターを用いて、ずり速度を変化させた時の粘度を測定した結果を示す。「アレスシルクウォール」は高ずり速度領域 (ハケやローラー塗装時のずり速度に相当) では塗装作業時の抵抗感を減らすため低粘度に、低ずり速度領域 (塗装直後のずり速度に相当) では塗料の流れやたれを抑制するため高粘度に設計し、塗装作業性と仕上り性の両立を図っている。また、高ずり速度領域において、一般的な水性つや有り塗料や従来の水性つや消し塗料に比べて粘度を高くすることで、厚塗り性を兼ね備え、特に凹凸面での高い隠蔽性 (とまり) を付与させている。

新技術

表2 塗装仕様例（コンクリート、モルタル）

工 程		塗料名・処置	希釈剤 (希釈率)	塗装方法	標準所要量 (kg/m ² /回)	塗装間隔 (23℃)	
1	素地調整	モルタルの浮き・クラックなどは適切な処置を行う。 劣化塗膜やチョーキング・汚れなどを高圧水洗にて除去し、乾燥した清浄な面とする。					
2	下地調整材	微弾性仕様	アレスホルダー G II	上水 (1～5%)	多孔質ローラー	0.8～1.5	8時間以上7日以内
		弾性仕様	アレス弾性ホルダー防水形	上水 (1～4%)	多孔質ローラー	0.8～1.5	8時間以上7日以内
3	上塗（1回目）	アレスシルクウォール	上水 (0～10%)	ハケ、ローラー	0.17～0.20	2時間以上7日以内	
4	上塗（2回目）	アレスシルクウォール	上水 (0～10%)	ハケ、ローラー	0.17～0.20	-	

表3 塗装仕様例（つや消し意匠材）

工 程		塗料名・処置	希釈剤 (希釈率)	塗装方法	標準所要量 (kg/m ² /回)	塗装間隔 (23℃)
1	素地調整	劣化塗膜やチョーキング・汚れなどを高圧水洗にて除去し、乾燥した清浄な面とする。				
2	下塗	アレス水性エポレジ (ベース/硬化剤=5/1)	上水 (0～15%)	ハケ、ローラー	0.13～0.20	4時間以上7日以内
3	上塗（1回目）	アレスシルクウォール	上水 (0～10%)	ハケ、ローラー	0.20～0.23	2時間以上7日以内
4	上塗（2回目）	アレスシルクウォール	上水 (0～10%)	ハケ、ローラー	0.20～0.23	-

4.6 塗装仕様例

「アレスシルクウォール」の塗装仕様例を表2、表3に示す。「アレスシルクウォール」は、下地調整材や下塗（シーラー）の自由度が高いため、下地や旧塗膜の状態にあわせた適切な塗装仕様を組むことが可能である。

5. おわりに

「アレスシルクウォール」は、本稿で紹介した機能以外にも、耐水性や耐アルカリ性など既存の水性つや有り塗料と遜色のない結果を示し、塗替だけでなく新設にも幅広く利用できるマルチな性能を有する水性つや消し塗料である。また、色相は淡彩色から濃彩色まで対応可能であり、ホルムアルデヒド放散量の等級区分もF☆☆☆☆を確保していることから、内外装問わず使用できる。今後、「アレスシルクウォール」が市場に幅広く認知されることを期待するとともに、多様化するニーズを捉えた製品開発を通して社会貢献していきたいと考える。

参考文献

- 1) “建築用仕上塗材生産数量”、日本建築仕上材工業会 HP、http://www.nsk-web.org/siagenurizai_3.html (参照 2014/5/26)
- 2) 高宮浩次、東勤：塗料の研究、**155**、74-77 (2013)
- 3) 宇留嶋秀人、森健二、木村友哉、松田英樹：塗料塗装技術協会、講演予稿集、26-30 (2013)
- 4) 森健二、宇留嶋秀人、木村友哉、松田英樹：85th JSCM anniversary conference、講演予稿集、32-33 (2013)
- 5) 宇留嶋秀人、森健二、木村友哉、松田英樹：塗装工学、**49** [6]、192-201 (2014)