

低温環境下における水系塗料の塗膜性能に関する研究*

穴沢 靖**

塗料に含まれる有機溶剤量の低減化を図りながら、冬期間の低温環境下でも塗膜欠陥がなく、下地（コンクリート等）との安定した付着性が得られる水系下塗り塗料（シーラー）の開発を目的に、各種水系塗料用材料を用いて、耐久性試験等を行いながらその施工適正や塗膜性能の検討を行った。その結果、有機・無機複合タイプ（O）のシーラーが、溶剤型シーラの代替材料としての可能性が高いと考えられた。

キーワード：水系塗料、低温、付着強度

Waterborne Coating Film Properties at a Low- Temperature

ANAZAWA Yasushi

For the development of the waterborne undercoating (sealer) with a lowpercentage of organic solvent content that creates no defects with the coating properties at a low temperature during a winter and provides stableadhesion properties against a ground such as concrete. Resistance tests were conducted for various materials of waterborne coating to evaluate application suitability and coating properties. The tests revealed that a water-soluble resin sealer (type W) and a sealer containing both organic and inorganic substances (type O) provided the same level of coating properties such as film formation and adhesive strength as a solvent type sealer even at a low temperature. Although type W, a water-soluble resin sealer, demonstrates a good properties, it contains a high percentage of organic solvent as water coating. Therefore, it is not desirable for an actual use. It is concluded that Type O sealer that is a mixture of organic and inorganic substances has a great potential to be used as a substitute of solvent-type sealer.

key words : waterborne coating, low-temperature, adhesive strength

1 緒 言

地球規模での環境が問題となっている中で、建築塗装業界でも溶剤系塗料から水系塗料への転換が迫られている。建築構造物等に用いられる水系塗料は溶剤系塗料と比べ、①耐久性が低い。②乾燥性の問題から、施工効率が悪い。③低温での作業性や造膜性が悪い。等の短所があり、溶剤系塗料が使用されるケースは依然として多い。特に、岩手県は冬期間の寒さが厳しく、水系塗料による施工が基本的に難しい気象条件であることから、公共工事等が集中する年度末（1、2、3月）は、溶剤系塗料による施工で対応しているのが現状である。しかし、有機溶剤の低減化は急務であることから、冬期間の低温環境下でも安定した施工や乾燥のできる水系塗料の開発が望まれている。昨年度、県内で最も多く使用されている汎用水系塗料の付着性や耐久性等の塗膜性能に及ぼす温度の影響について、溶剤系塗料と比較を行いながら検討し

た。その結果、汎用水系塗料では、特に0℃以下で、塗膜の割れや剥がれ、付着強度が著しく低下する等の塗膜欠陥が発生し、0℃以下の低温環境下における施工工事では、溶剤系塗料に頼らざるを得ない状況であることが把握できた。¹⁾ そこで今年度は、塗料に含まれる有機溶剤量の低減化を図りながら、冬期間の低温環境下でも塗膜欠陥がなく、下地（コンクリート等）との安定した付着性が得られる水系下塗り塗料（シーラー）の開発を目的に、各種水系塗料用材料を用いて、耐久性試験等²⁾を行いながらその施工適正や塗膜性能の検討を行ったので以下に報告する。

2 実験方法

2-1 供試材料

試験片はJIS-A-6909に規定されている 150×50×4mm の石綿スレート板を用いた。下塗り塗料（シーラー）と

* 低温環境下における水系塗料の塗膜性能に関する研究（第二報）

** 化学部

しては、0℃以下の低温環境における造膜性や付着性において、安定した施工や乾燥が期待できる水系材料^{3~4)}の中から性状の異なった5種類の材料を用いた。また、比較のため、汎用溶剤型下塗り塗料（アクリル樹脂シーラー）を用いた。表1にシーラーの種類および記号を示す。さらに、上塗り塗料としては、水系アクリル樹脂単層弾性塗り材を用いた。（以下、下塗り塗料については記号で記す。）

2-2 試験片の作成

環境試験室の温度設定は、20℃、5℃、0℃、-5℃の4条件、湿度設定はすべて65%で行った。図1に実験のフローチャートを示す。なお、試験片、塗料等は環境試験室の設定雰囲気中に24時間保管した後、それぞれ下塗りを行い24時間放置した。またその後仕上げ塗りを行い、同じ雰囲気中で48時間乾燥し試験片とした。

2-3 表面観察

常温時（20℃）、低温時（-5℃）における5種類のシーラーの造膜性を比較するため、電子顕微鏡による表面観察を行った。

2-4 塗膜性能試験

環境試験室において各温度条件下で作成した試験片に一次試験として、促進耐候性試験、耐湿試験、寒熱サイクル試験の3種類の環境試験を行った。また、二次試験としてアドヒロプルゲージ（最大荷重：200kgf）による付着強度の測定⁵⁾を行い、それぞれのシーラーによる効果について検討を行った。なお、付着強度の比較に用いた値は、同一条件における3枚の試験片から得られた付着強度の平均値である。表2に環境試験に用いた試験機及び試験条件を示す。

3 実験結果及び考察

3-1 表面の観察結果

図2に20℃及び-5℃の温度条件で、5種類のシーラーを

スレート板に塗布し、その表面状態を観察した結果を示す。なお、比較のために、汎用溶剤型アクリル樹脂シーラー（S）の観察も行った。まず、Sにおいては、20℃、-5℃のどちらの温度条件でも正常に造膜しており、低温でも問題なく使用できることがわかる。Cにおいては、20℃で正常に造膜しているが、-5℃ではわずかにアワ又はハジキによるピンホールが発生しており、低温の影響が若干出ているものと考えられる。Tにおいては、20℃、-5℃のどちらでも全面にミクロクラックが発生しており、上塗り塗料との付着性には効果的であるが、長期耐久性の点からは各種障害の原因になると考えられる。

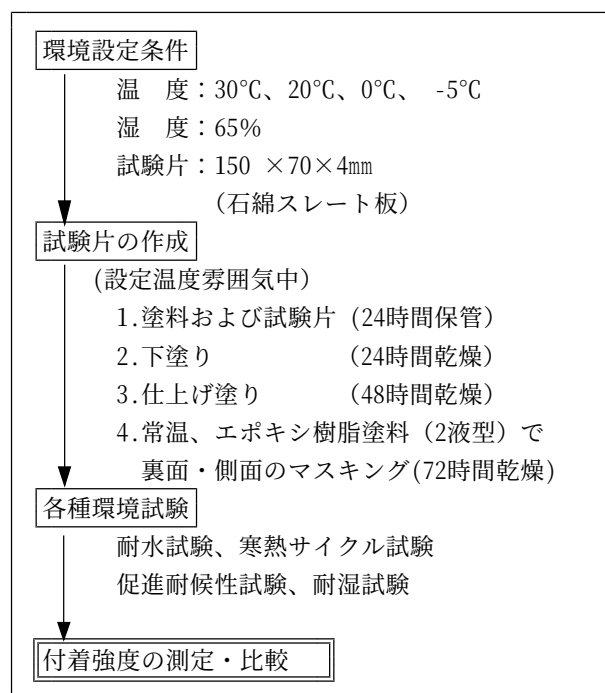


図1 環境試験室における実験のフローチャート

表1 シーラーの種類と記号

記号	シーラーの種類	主成分樹脂
C	カチオン型マイクロエマルジョンタイプ	アクリル樹脂
T	エマルジョンタイプ	アクリル樹脂
W	水溶性樹脂タイプ	アクリル樹脂
I	無機質タイプ	コロイダルシリカ
O	有機・無機複合タイプ	コロイダルシリカ、アクリル樹脂
S	溶剤タイプ	アクリル樹脂

表2 環境試験における使用機器名と使用条件

試験名	使用機器名	使用条件等
寒熱サイクル試験	温度差劣化試験機	1サイクル：-20℃×3H～50℃・95%RH×3H
耐湿試験	恒温恒湿試験機	温度：50℃、湿度：95%RH
促進耐候性試験	促進耐候性試験機	温度：60℃、湿度：60%RH、7 kwキセノンランプ

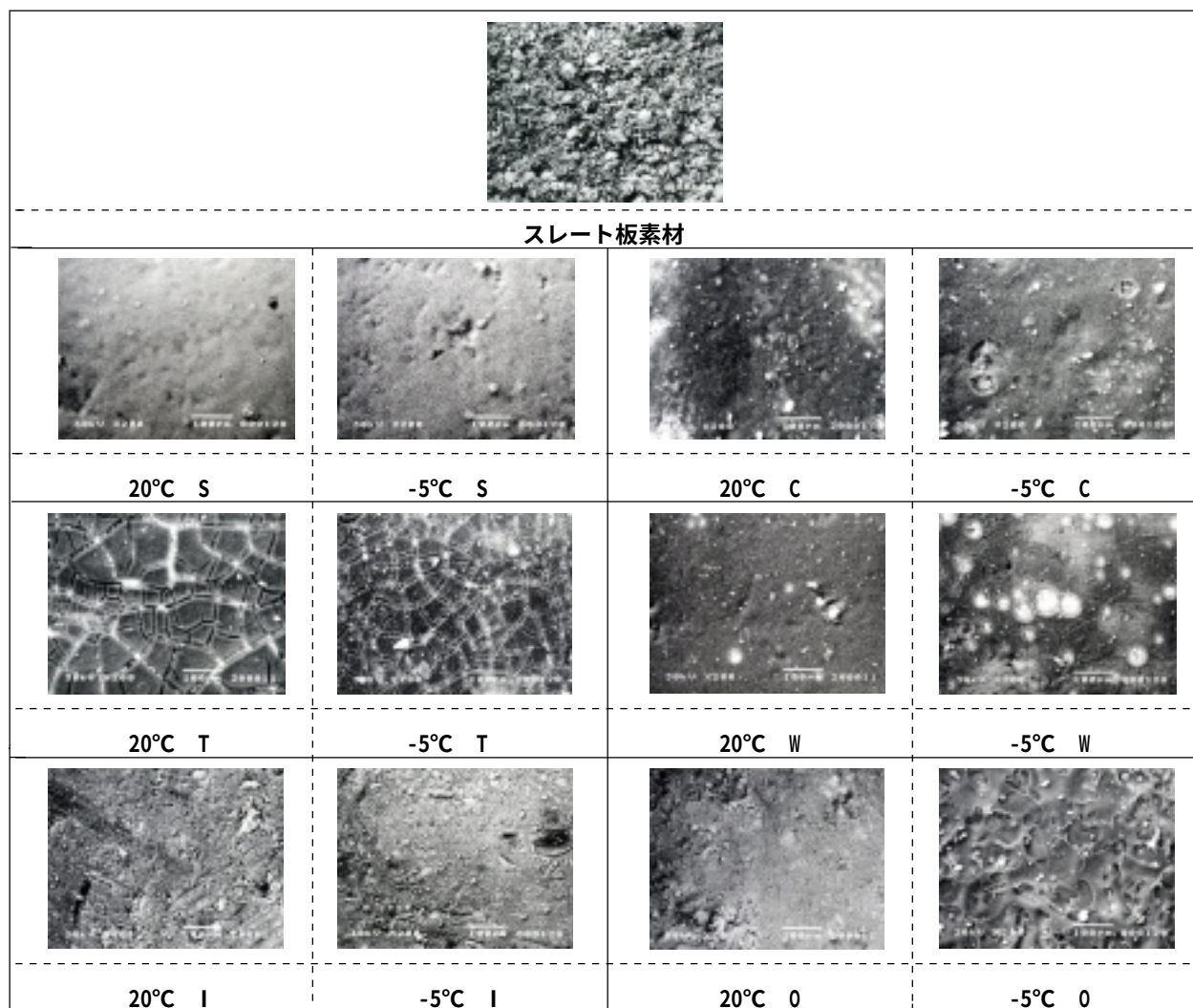


図2 20℃、-5℃における各種シーラーの表面観察結果

Wにおいては、20℃で正常に造膜しているが、-5℃ではアワ又はハジキによるピンホールが発生しており、低温の影響がでているものと考えられる。Iにおいては、20℃、-5℃でもあまり造膜せず、緻密で強固な膜となっており、浸透性が良いシーラーであることが確認できる。Oにおいては、20℃で正常に造膜しているが、-5℃では塗装用具であるローラーの模様が残っており、低温の影響でシーラーの粘性が増加したことによるものと考えられる。

3-2 付着強度の測定結果

3-2-1 付着初期値

図3に、20℃、0℃、-5℃の温度条件で作成した試験片の付着強度（初期値）測定結果を示す。上塗り塗料（水系アクリル樹脂単層弾性塗料）だけの付着強度は、温度の低下に伴い著しく低下する結果となり、0℃以下の低温では安定した付着強度が得られない。C以外のシーラでも温度の低下に伴い付着強度が低下する結果となっているが、それほど大きな低下は見られない。Cは通常のエマルジョン粒子に比べ粒子径が小さく、下地面に対する浸透力が大きく、低温でも安定した付着強度を示した

めと考えられる。また、0℃以下の温度では、すべてのシーラーで上塗り塗料単独の付着強度よりも大きい値を示していることから、明らかにシーラーの塗布効果によるものであることがわかる。特に、W、Oのシーラーにおいては、すべての温度で安定した大きな付着強度を示し、-5℃では上塗り塗料単独の付着強度の2倍以上の値を示した。Wは、樹脂をアルコールやグリコールエーテル類のような親水性溶剤に溶解した形で、水系とは言い

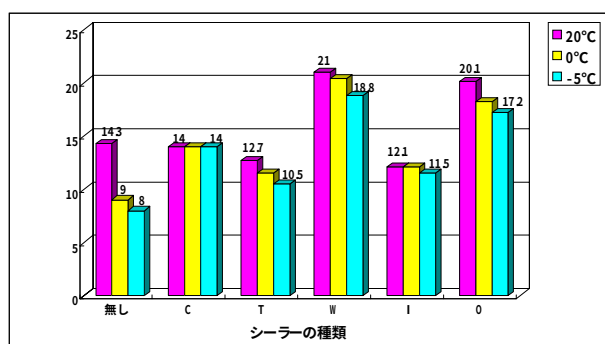


図3 各温度条件における付着強度の測定結果

ながらも、有機溶剤を多量に含むため、下地への浸透力が優れていることから、また、0は、コロイダルシリカの特性である下地への浸透性とアクリル樹脂の特性である柔軟性や造膜性を備えており、TやIのシーラーのようにそれぞれ単独に使用するよりも、相乗効果により付着性能が増すものと考えられる。

3-2-2 促進耐候性試験における付着強度

図4に、20℃、0℃、-5℃の温度条件で作成した試験片の促進耐候性試験における500時間、1000時間後の付着強度測定結果を示す。いずれのシーラーにおいても試験時間の増加に伴い付着強度は低下した。-5℃における1000時間後の付着強度が高い値を示したのは、Wと0のシーラーであったが、低下率はいずれのシーラーでもほぼ同じであることから、初期値が大きいほど有利であることがわかる。しかし、Iでは500時間後の付着強度の低下率が、また、Wでは1000時間の低下率が大きく、それぞれ異なった劣化形態を示した。下地への浸透力の差によるものと考えられる。

3-2-3 耐湿試験における付着強度

図5に、20℃、0℃、-5℃の温度条件で作成した試験片の耐湿試験における200時間、500時間後の付着強度測定結果を示す。試験時間の増加とともに付着強度も低下する傾向を示しているが、その低下率は他の試験に比べ少ない。-5℃における500時間後の付着強度が高い値を示したのは、Wと0のシーラーで、初期の付着強度の値が大きいほど有利であることがわかる。C以外の他のシーラーにおいては、200時間以降の付着強度の低下はほとんどなく、上塗り塗料の耐水性がかなり影響することによるものと考えられる。

3-2-4 寒熱サイクル試験における付着強度

図6に、20℃、0℃、-5℃の温度条件で作成した試験片の寒熱サイクル試験における50サイクル、100サイクル後の付着強度測定結果を示す。いずれのシーラーにおいてもサイクル数の増加に伴い付着強度は低下する傾向を示すが、特に、Cでは、-5℃で作成した試験片の100サイクル後の付着強度が大きく低下し、低温における造膜性に問題があると考えられる。また、Wではその低下率が最も少なく、安定した付着強度を示した。安定した造膜性と大きな浸透性によるものと考えられる。

4 結 言

塗料に含まれる有機溶剤量の低減化を図りながら、冬期間の低温環境下でも塗膜欠陥がなく、下地（コンクリート等）との安定した付着性が得られる水系下塗り塗料（シーラー）の開発を目的に、各種水系塗料用材料を用いて、耐久性試験等を行いながらその施工適正や塗膜性能の検討を行った。その結果、水溶性樹脂タイプ（W）及び有機・無機複合タイプ（0）のシーラーが、低温環境下においても、汎用溶剤型シーラーと同様の塗膜性能（造膜性や付着強度）が得られた。しかし、水溶性樹脂タイ

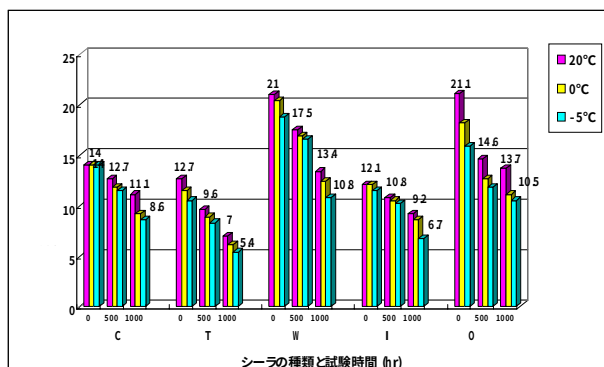


図4 促進耐候性試験における付着強度の測定結果

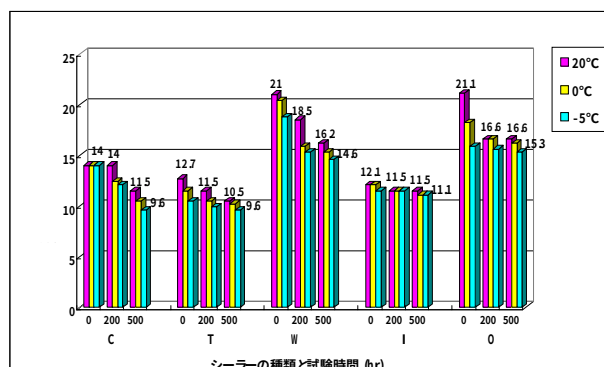


図5 耐水試験における付着強度の測定結果

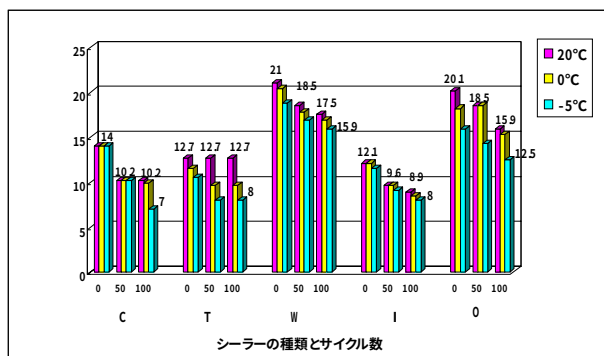


図6 寒熱サイクル試験における付着強度の測定結果

プ(W)のシーラーは、水系塗料の中でも有機溶剤を多く含むことから性能面で満足できたとしても利用するには問題があり、有機・無機複合タイプ（0）のシーラーが、溶剤型シーラーの代替え材料としての可能性が高いと考えられる。

文 献

- 1) 穴沢 靖：岩手県工業技術センター研究報告, 8, 53 (2001)
- 2) 野村ただ慈：塗装技術, Vol.23, p.142 (1984)
- 3) 大西 清：塗装工学, Vol.28, No.9, p.355 (1993)
- 4) 曾我元昭：塗装工学, Vol.35, No.6, p.211 (2000)
- 5) 田中丈之：塗装工学, Vol.16, No.5, p.262 (1981)