

# 発泡性耐火塗料への取り組み

The Working on the Intumescent Fire Protective Coating



一般塗料部門 建築塗料事業部  
テクニカルサポートグループ  
General Coating Division  
Architectural Coating Department  
Technical Support Group

足立 和生  
Kazuo ADACHI

## 1. はじめに

建築基準法に規定する火災時の安全確保は、国民の生命と財産を保護する上で、建築物における最重要事項である。高温条件での鉄骨耐力の低下による建物の倒壊を防止して火災発生時の安全性を確保するために、構造鉄骨においては、耐火被覆を施さなければならない。

耐火建築物としなければならない鋼構造建築物の主要構造部に対する耐火被覆として、耐火塗料による施工がある。

本報では、発泡性耐火塗料「ナリファイア・システムS」の塗装施工管理技術面における(社)日本塗装工業会耐火塗料塗装施工技術協会での取り組みと日本建築士工学会「耐火塗料の施工指針(案)」について解説する。

## 2. 耐火塗料

耐火塗装の仕様は、下塗塗料、耐火塗料、中塗塗料、上塗塗料の複層で構成される。耐火塗料は従来の耐火被覆材とは異なり、通常時は一般の塗料と同様の意匠性を持ち、火災時に加熱されることにより数倍から数十

倍に発泡し、炭化断熱層を形成することで火災から鋼材を保護する耐火被覆材である。

耐火塗料に使用される主な原材料を表1に示す。

表1 耐火塗料に使用される主な原材料

構成成分	主な原材料
発泡剤	ポリリン酸アンモニウム、りん酸アンモニウム、りん酸メラミン、メラミン、尿素等
炭化剤	多価アルコール、デキストリン、糖類等
樹脂	アクリル系樹脂、酢酸ビニル系樹脂等
顔料	着色顔料(酸化チタン等)、体質顔料等
溶媒	キシレン、アルコール等の有機溶剤または水

耐火塗料は火災時に雰囲気温度が600~700℃となり、塗膜温度が250~300℃になった時点で、主成分であるポリリン酸アンモニウムが分解し、りん酸によって多価アルコール類が分解し脱水作用によって炭化層を形成する。一方、樹脂の溶融と同時に発泡剤は分解を起こし、二酸化炭素、アンモニア、水蒸気等のガスを発生し、樹脂をフォーム状にして炭化層をふくらませて、元の被覆厚の数十倍にもなる断熱層を形成する。

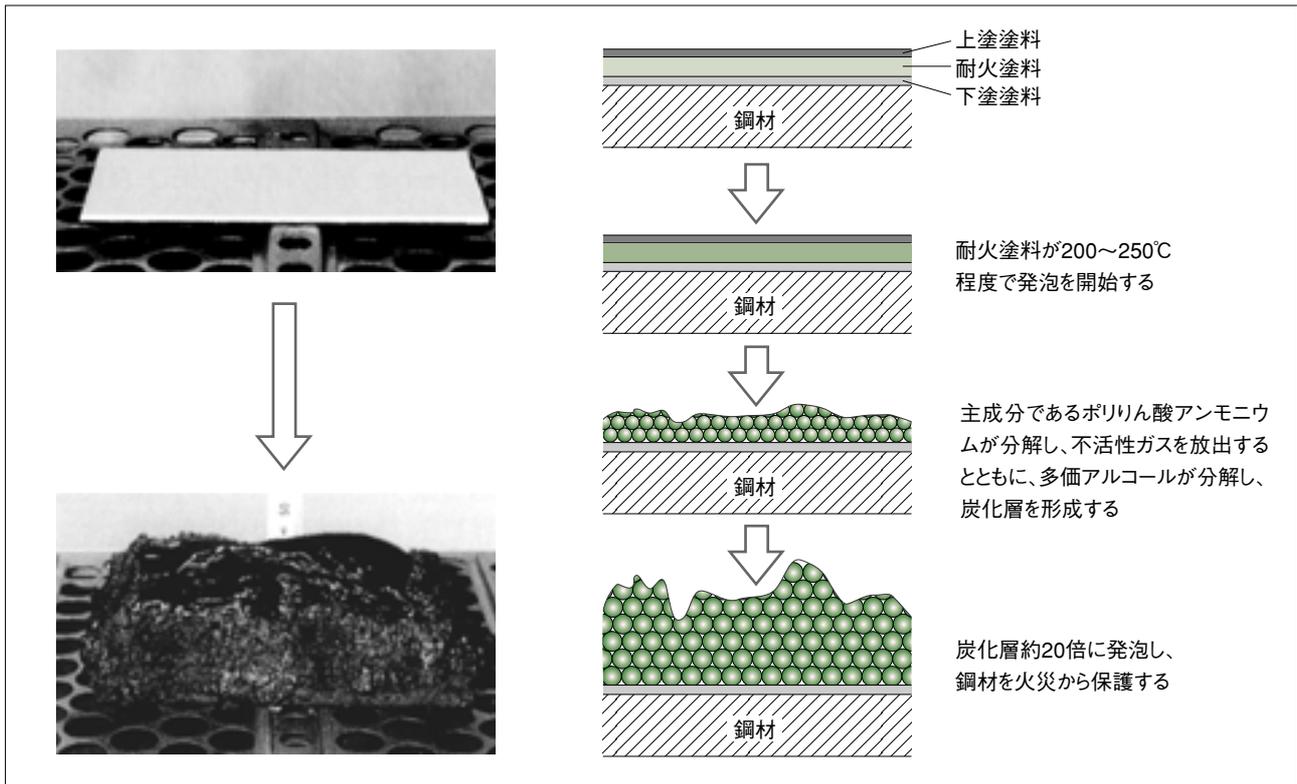


図1 耐火塗料の発泡過程

### 3. 大臣認定

旧建築基準法（2000年6月1日改正）以前では、耐火被覆材を含む耐火構造の構成材料は不燃材料もしくは準不燃材料という規定があり、耐火塗料のような有機系材料は適用できないという状況にあった。このため、耐火塗料を使用する場合は、現場毎に旧建築基準法第38条の特別認定を取得する必要があった。その後、汎用的に使用できるよう、2000年5月末に旧建築基準法第38条の下で一般認定を取得可能となったものの、その際には、「屋内限定・見え掛り・メンテナンス可能な場所・維持管理必要」という付帯条件があった。

しかし、2000年6月の建築基準法の改正に伴う移行認定により、一般認定を改めて取得した際には、付帯条件は申請者の自己責任に委ねるとの観点から削除され、注意事項として「発泡性耐火塗料被覆の耐久年数は建築物全体の耐久年数より短く、適切な維持保全が行われない場合には、通常の建築物の期間中に所定の防

火上の性能が失われる可能性があるため、その場合は、塗り増し、塗り替え等の必要な措置を行うこと。」が記述されることとなった。この移行に際しては、通常の屋外使用を対象として散水を含む促進劣化試験等と耐火試験による性能確認を経て屋内限定を削除したものである。当社は「ナリファイア・システムS（英国Nullifire社）」の輸入・販売・施工元である化工機商事株式会社と業務提携を取り交わしており、1時間耐火・2時間耐火の大臣認定を取得している。

### 4. 耐火塗料塗装施工技術協会での取り組み

これまで、耐火塗料の塗装はメーカーの責任施工において行われていた。しかし、耐火塗装工事の需要増に伴い、メーカーの責任施工だけでは限界があることから、(社)日本塗装工業会・耐火塗料塗装施工技術協会

が設立された。責任の明確化と技術指導の徹底を担保に、(社)日本塗装工業会の申し入れで日本建築仕上学会 耐火塗料施工指針(案)作成委員会の了承を経て、当社を含む塗料メーカー3社が賛助会員として、2010年8月より協会会員に対し技術研修会を全国各地で開催した。受講・認定試験合格者は「積算管理技術者」または「施工管理技術者」として協会へ登録することで資格認定証が発行され、各技術者1名以上の資格認定登録により施工会員の責任施工において耐火塗装工事を受注し施工が行えるようになった。

旧建築基準法で取得した「1時間耐火」は、改正建築基準法に伴い、新法への読み替えが行われた。認定条件は、仕様、塗装条件等、厳密に守る必要があるが、上塗塗料種等は一般名となっているため、自由度が高い。また、鋼材種(特に厚み)によって、耐火塗料の要求膜厚が大きく変動する。

一方、「2時間耐火」は、新法になってからの認定となり、塗装仕様も厳密に規定されている。要求膜厚はほぼ一定であるものが多い。

このため、耐火塗料の塗装工事においては、鋼材に応じた膜厚算出と施工管理が必要かつ重要である。

## 5. 積算管理

積算管理技術者は、耐火塗装工事に関わる積算業務および積算管理業務全般を担当し、職務を誠実に実行する。塗装工事全般の積算管理および施工主等から求められる工事技術業務および積算管理全般(規定膜厚の算出、材工見積り等)を行う。

- ① 1時間耐火の要求膜厚算出の考え方について、鋼材は形状、寸法によってそれぞれの持つ熱容量が異なるため、それぞれの「Hp/A(断面形状係数)」を求めることにより共通の尺度で熱容量を表すことが出来る。

鋼材の熱容量の尺度を示す係数 = 「Hp/A(断面形状係数)」
------------------------------------

「Hp」= 鋼材の受熱面の周辺長(Heated perimeter)

「A」= 鋼材の断面積(Area)

旧法認定時には鋼材の「Hp/A」と耐火塗料膜厚の関係表から要求膜厚を算出していた。

なお、改正建築基準法に伴い、鋼材寸法と被覆厚表が認定書の別添に記載されるよう義務化されている。

- ② 2時間耐火については、熱容量を取り入れていない。よって、「Hp/A」から膜厚を算出するのではなく、試験を受けた鉄骨形状時の耐火厚みが基準となり、耐火膜厚は一定となる。

## 6. 施工管理

施工管理技術者は、耐火塗装工事の技術的業務および施工管理業務全般を担当し、職務を誠実に実行する。塗装工事全般の施工管理および行政機関、施工主等から求められる工事技術業務および施工管理全般(膜厚の確認等)を行う。

### 6.1 施工

耐火塗料の施工指針(案)では、施工計画、使用材料、塗装工程等を規定している。

- ① 施工担当者は耐火塗装の施工に先立ち、施工計画書を作成し、施工管理者および工事監理者の承認を受ける。
- ② 耐火塗料は施工方法(エアレススプレー塗り、ローラー塗り、刷毛塗り)により、仕上がり外観が異なるため、見本板による確認もしくは試験施工を実施して、施工管理者および工事監理者の承認を受ける。
- ③ 耐火塗装の仕様は、下塗塗料、耐火塗料、中塗塗料、上塗塗料の複層で構成される。
- ④ 鉄骨加工工場にて、ブラスト工法による素地調整1種Bを行い、ジंकクリッチプライマー+変性エポキシプライマーを塗装する。
- ⑤ 工事現場にて、発錆部や塗膜損傷部および鉄骨接合部等はディスクサンダー等の動力工具およびスクレーパーやワイヤーブラシ等の手工具による素地調整2種を行う。また、下塗りの工程間隔時間を超えている場合は、研磨紙P280を用いて軽く研磨する。

- ⑥下地調整面や下塗塗膜の損傷部は変性エポキシプライマーを塗装する。
- ⑦耐火塗料の塗装前に、下塗りの塗膜厚を測定記録しておく。
- ⑧耐火塗料の塗膜厚は耐火時間や鋼材寸法により0.75～5mm程度であるため、塗り重ねが必要である。1回で厚く塗付すると、垂れ、乾燥不良、塗膜割れの不具合が生じるため、標準塗付け量と放置時間を遵守する。鋼材端部は薄くなりやすいので先行塗りをして、塗膜厚を確保する。
- ⑨耐火塗料の塗装後は塗膜の乾燥を促進するように換気をして、上塗塗料を塗付するまで雨水がかからないようにする。
- ⑩耐火塗料は耐火性能を有する塗膜であるため、電磁式膜厚計を用いて測定・記録し、規定塗膜厚が確保されていることを検査・確認後、中塗りあるいは上塗りの塗装工程に移る。下塗り・耐火塗料の塗膜損傷部等は、次の塗装工程を施す前に補修する。なお、耐火塗料の塗膜厚は、下塗り+耐火塗料の合計塗膜厚と耐火塗料の塗装前に測定しておいた下塗りの塗膜厚との差で算出する。

## 6.2 検査

耐火塗料の施工指針(案)では、外観検査、塗膜厚検査、検査報告書の提出を規定している。

- ①各工程の施工後に、塗膜の表面状態を目視検査する。
- ②耐火塗料の硬化塗膜厚検査に対して、測定ロットは塗装仕様ごとに200㎡とする。200㎡未満の場合は、8㎡について最低1箇所とする。1ロット当たりの測定箇所は25箇所とし、1箇所を5点測定した平均値を各箇所の測定値とする。
- ③耐火塗料の塗膜厚検査の判定基準は、全測定値の平均値は認定された塗膜厚の100%以上、各測定値は認定された塗膜厚の80%以上とする。
- ④なお、認定された塗膜厚の80%未満の測定値がある場合には、その測定値の中で規定塗膜厚の80%未満の点から半径300mmの範囲でさらに3点を測定する。塗膜厚が不足している場合は、さらに測定を繰り返して認定された塗膜厚未満の範囲を確認し、全て

の範囲が規定塗膜厚以上になるよう増し塗りをする。

- ⑤施工担当者は外観検査および塗膜厚測定の結果を文書にして、施工管理者へ提出する(施工報告書)。

## 6.3 維持管理

耐火塗料の施工指針(案)では、維持管理計画の作成、点検(日常点検・精密点検・臨時点検)、補修を規定している。

- ①耐火塗膜は建築物が共用される期間において、耐火性能を維持している必要があり、計画的な維持管理を実施することが重要である。
- ②耐火塗膜の耐火性能を長期的に維持するため、計画的な点検を実施する。点検により異常が認められた場合は、専門技術者による詳細な点検を実施して、その結果に基づいて補修の要否を検討する。
- ③耐火塗膜に対する補修が必要であると判断された場合には、専門知識を有する技術者の提案に準じて、速やかに補修を実施する。

## 7. おわりに

耐火塗装の施工には、その性質上、日本建築仕上学会「耐火塗料の施工指針(案)」に基づいた、(社)日本塗装工業会 耐火塗料塗装施工技術協会による積算管理技術者、施工管理技術者の養成が重要な取り組みであると考えられる。

当社においても、発泡性耐火塗料「ナリファイア・システムS」のさらなる普及に向け取り組んでいく所存である。

### 参考文献

- 1) 日本建築仕上学会：「耐火塗料の施工指針(案)・同解説」(株)テツアドー出版(2010)
- 2) (社)日本塗装工業会：「耐火塗料塗装施工技術協会 技術研修会資料」(2010)