内　　容

1. 有機材料の腐食挙動とその劣化機構
　―熱硬化性樹脂の劣化形態に基づいた有機材料の劣化の考え方―
2. 耐久性委員会報告―下水施設改修
　解説 下水施設改修工法選定の問題点と対策
3. ACMAより栄誉殿堂名誉賞 受賞
4. 事務局だより

PLASTICS LINING ASSOCIATION

樹脂ライニング工業会会報

平成16年（2004年）9月25日（土曜日）　第36号

URL:http://pla.cside2.com/

発行所　樹脂ライニング工業会事務局　〒532-0011 大阪市淀川区西中島6-2-3地産第七新大阪901号
TEL:06-6885-0333　FAX:06-6885-0777

有機材料の腐食挙動とその劣化機構

―― 熱硬化性樹脂の劣化形態に基づいた有機材料の劣化の考え方 ――

東京工業大学大学院 助教授
樹脂ライニング工業会 顧問　**久保内 昌敏**

東京工大 久保内 昌敏 助教授

筆者らは、化学装置で使われる熱硬化性樹脂あるいはFRPを中心に、高分子材料一般の腐食に関する研究を行ってきており、その中から腐食形態に基づいて有機材料の腐食機構や特徴を整理してきた。ここではこの知見に基づいた有機材料の劣化の考え方を概説する。

防食樹脂ライニングやFRPで使われる熱硬化性樹脂の酸・アルカリ水溶液環境下における腐食では、金属材料では均一腐食と呼ばれるような全面で均一の減肉あるいは均一厚さの変色した劣化層の形成を伴ったものとなるのが一般的である。そこでこういった均一腐食について、その形態から我々は図1に示す3つに大別してきた。

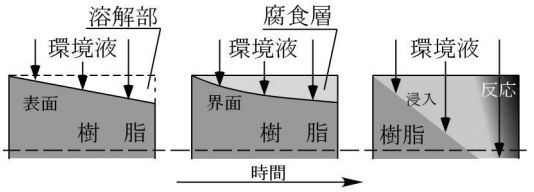


図1　樹脂の均一腐食3形態の模式図

すなわち、表面から分解反応生成物が溶出し、一様な減肉を示すような腐食形態を「表面反応型」、また、腐食生成物が不溶のまま樹脂表面に残り、通常は色や質感の異なる変色層として認められるような腐食形態を「腐食層形成型」と呼ぶ。一方、はじめのうちは環境液が浸入するものの、いわゆる物理的劣化のみで、ある程度時間が経過した後に一度に強度の低下を示すことがある。これを「全面浸入型」と呼んでいる。これを均一腐食のひとつとして分類してよいか不明な点もあるが、局所的に劣化が進むのではなく全面で同時に劣化が起きることから、これも一種の均一腐食に位置付けることができよう。

主鎖が短く、かつエステルのように加水分解を受けやすい結合の多い樹脂では、環境液に接したところで樹脂が低分子まで一挙に分解するため、分解物は表面から溶出し、結果として均一に減肉して「表面反応型」を示す。この樹脂は分解が表面で常に同じ条件で起きていることから、一定速度で減肉する。

多くの樹脂と環境液の組み合わせにおいて「腐食層形成型」が観察される。表面反応型よりも安定な樹脂構造や、穏やかな環境条件になるとこの腐食形態になる傾向がある。深さ方向に分析すると、変色部分にのみ環境液が侵入しており、さらにこの変色層部分のみが加水分解等の化学反応を起こしている。つまり、変色層が環境液の浸入層であり、かつ化学変化を起こした腐食層なのである。変色層より内側への浸入は見られないので、反応は起きるが、これに対して拡散は遅い系と考えることができる。

この場合の腐食深さの経時変化は条件によって異なる場合がある。劣化が激しく起こり、このため形成された腐食劣化層が疎なものとなると新たな環境液の浸入に対して抵抗とならず、表面反応型と同様に1次で進む。これに対して劣化が穏やかに進行する場合には、それだけ腐食層は緻密な構造となって抵抗となるため、厚くなればなるほど遅くなるために時間の平方根に比例する。すなわち，金属における酸化皮膜と同じ考え方で理解することができる。

「全面浸入型」を示すものは、重量増加が飽和に達するまでの時間帯ではほとんど強度低下は見られず、それ以降になると、突如強度が急激に低下するという特徴を有する。つまり、重量増加が示すように環境液は初期に充分内部まで浸入しており、それが終了した後に分解反応の影響が出

2頁へ続く ≫

研究会のお知らせ

「下水施設コンクリート樹脂防食の展望」

日　時：平成16年12月8日（水）13:20～17:00
場　所：ぱ・る・るプラザ京都（JR京都駅前）
参加料：会員 3,000円　会員外 5,000円

1. 「コンクリート構造物の表面保護工」
　京都大学大学院工学部研究科 **宮川 豊章 教授**
2. 「下水道環境剤の樹脂への侵入研究」
　東京工業大学大学院理工学研究科 **久保内 昌敏 助教授**
3. 「樹脂防食工法の展望」
　樹脂ライニング工業会会長 **野間口 兼政**
　同　耐久性委員長 **下田　康二**

1頁より続き ≫

て強度低下が起こるものと考えられる。これは、拡散浸透は早いが反応は遅い系であり、このため拡散で全体に環境剤が行き渡った後に、表面も奥も同時に高分子鎖の切断が起こって、一挙に劣化が進行することを意味する。突然強度が低下することから、保全の難しい系であるが、アミン硬化エポキシと硫酸の組み合わせで見られることから、昨今問題となっている下水道ライニングにおいて考慮する必要があろう。

以上のように、拡散と反応速度の相対的な関係と、形成される腐食生成物の性状によって腐食形態が変わることを考察することができる。このような観点から、防食設計あるいは保全を行っていくことが出来るものと期待している。

耐久性委員会報告

耐久性委員会 委員長　**下田　康二**

1．はじめに

「下水施設の樹脂ライニングを10年保証するための施工法等の規準を提案する」ことを目的に本年3月に発足致しました耐久性委員会の活動内容及び今後の進め方について引続きご報告致します。

2．委員会の経過

2−1　第五回委員会

開催日　平成16年7月16日（場所 工業会大阪事務所）

● 議題

① **環境条件の調査**
国内外の資料を各位の協力を得て収集。

② **10年経過後の評価方法**
10年後の再補修の工法も含め、保持性能を検討。

2−2　第六回委員会

開催日　平成16年8月11日（場所 工業会大阪事務所）

● 議題

① **環境条件の設定**
収集した各データを確認し標準化につき討議。

② **規準書の概要**
規準書のアウトラインを想定。

2−3　第七回委員会

開催日　平成16年8月25日（場所 工業会大阪事務所）

● 議題

① **コンクリート及びライニング材劣化の許容範囲**
10年経過後の検査項目と方法について討議。

② **施工仕様及び検査項目**
10年経過後に機能しうるライニング仕様を検討。

2−4　第八回委員会

開催日　平成16年9月14日（場所 工業会大阪事務所）

● 議題

① **施工仕様**
ライニング仕様の絞り込み。

② **施工環境条件**
現場の施工条件の検討に入る。

3．新たなテーマ

ライニングは施工時の気温、湿度等の条件により、品質は大きく左右される。施工現場の環境条件が、工業会としては大きな問題と考える。海外事例も調査し、検討を進める。

4．今後の進め方

下水施設に改修したライニングが、10年後に①遮断性②耐薬品性③接着性など健全性を保持している検査項目、評価方法などを基準案とし実証試験を提案する方向で進める。

【解説】 下水施設改修工法選定の問題点と対策

樹脂ライニング工業会 会長
事業企画委員長　**野間口 兼政**

［1］現　状

環境保護目的に端を発し、現在、世界各国で、「下水施設改修工法」について検討されている。

米国では、既に1970年頃からかなり大規模に検討しており、この情報の一部は弊誌前号（第35号）第3頁にご報告した通りである。

欧州でも、米国と大体同じ考え方で、「改修工法」を検討し、実際施工されている。

日本でも当然、既に種々の工法が提案され、施工されている。今年の下水道展（7月27日（火）～30日（金）於横浜）でも、多種多様の工法が紹介されている。

［2］問題点

問題の第一は、下水が昔の汚染された水というより、周

3頁下へ続く ≫

受 賞　米国 複合材料工業会（ACMA）より 栄誉殿堂名誉賞

授与された大理石の盾

今回、弊工業会の会長野間口は米国フロリダ州タンパ市での記念技術講演会で「38年の歴史を経た日本樹脂ライニング工業の技術と下水施設改修」と題し、10月6日（水）午後3時30分講演をした。翌7日（木）午前10時00分からの表彰式で首記の表彰を受けた。

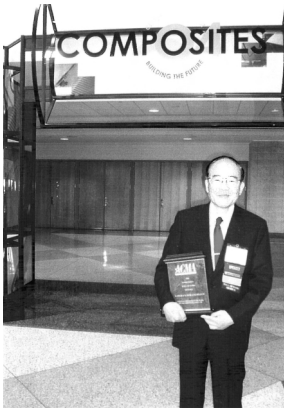
この賞は今回から始まった制度によるもので、野間口に初の授賞で会場約1000人余りの大きな拍手を浴びた。

授賞理由として、当工業会会長モリソン氏のご説明は次の通り。

「野間口氏は1933年東京に生まれ、大学で化学を学び日立に入社し、合成樹脂の開発・実用化で若くして広範囲に活躍した。それは同氏の論文や特許の数で伺い知ることができる。

日立化成工業（株）発足の時、米国の多くの会社と技術交流をはかり、米国在住経験もあり、米国のため、米国～日本の協力関係を半導体エレクトロニクスなどで力強いものとした。

コンクリート劣化対策日米協力のリーダー、原発防食技術の成功、米欧日のFRPリサイクルの世話人もかって出て実行し纏めた。そして、コンポジット新用途展開と環境リサイクルについて独自の理論と実際について、本ACMA協会はじめ、米国ほか欧州、アジアで講演を積極的に行い親交を結び、米国と日本との関係はじめ、世界のこの工業界に大きな永遠に残る足跡を残したと皆が認める。彼は現在「樹脂ライニング工業会」の会長として、今回講演のように「下水道施設改修工法」について世界中で困っている問題にチャレンジしている。よって、この大きな業績と非凡な強い意志・努力に報い当工業会は世界一レベルの誇るべき会員として日本、樹脂ライニング工業会、野間口氏を讃える。」



会長　野間口 兼政

2頁より続き ≫

知のように「硫酸」等を含んだコンクリート等を腐食する可能性のある、一種の「腐食性の水」であり、もはや「防水」ではなく「防食」という、厳しい環境剤に変わったことである。

第二は、腐食ならば、「防水」と異なり、厳密に基材と環境剤との間を完全に十分に遮断しなければならないという責務がある。つまり「防食のライニング層の厚さ」が大きな問題となる。

第三には、従って、使用材料と工法種類によって、機能と経済性のバランスが注意深く検討されねばならない。特に、メンテナンスフリーの期間との関係が大きな問題となる。

[3] 対　策

これらの問題は、一発注者と一施工者との間の個別の、ローカルな問題ではない。

下水施設が大規模化しており、いわば「地球上のどこでも同じように」検討しなければならないレベルの問題であり、共通した対策をたてる必要がある。

今、（社）日本下水道協会は、これ等に鑑み、「ISOの検討」や「仏国提案の検討」について民間を取り込んだ話し合いの説明会を全国的にされようとしているのは時期を得ており、弊工業会も積極的に協力する姿勢である。

さらに、同協会は来年の世界大会（於米国サンフランシスコ市）に積極的活動の計画をされておられ、これにも弊工業会は計3件応募中である。また、今年10月米国フロリダで行うFRPの会議でも1件講演を行い、欧米と討論し、対策を話し合う予定である。

このように、問題点に対する対策は広く世界的レベルに立って規格・基準を定める方向になってきたと見られる。

[4] 将来展望

過去には、少ない予算と短納期で、思ったように良い品質を作り込めず、不良を突きつけられ苦境に追いやられた施工業者の例があった。世界のどこでも、似たことがあったようである。

しかし、航空機を世界各国が分担して作る21世紀に、ライフラインの一つ、「下水施設」も世界規模で、誰もが納得する施工をして、「地球環境をしっかり守り」「明るい幸せな社会」となるよう、弊工業会は全員で努力してまいりましょう。

事務局だより

1. 総会・理事会

● 平成16年定期総会報告

平成16年7月8日大阪市メルパルクホールにおいて開催、現会員数75社特別会員16名計91票、出席71名（内委任43名）総会成立を確認し、議長に特別会員の横山明往氏を選出議事に入った。
始めに会長 野間口より、15年度の総括報告を行い、国家検定委員会、以下追跡、耐久性、広報、コンクリート、規格基準（JIS・ISO含む）、情報化、事業企画、財務監査の各報告が行われ、いずれも異議なく承認された。
引き続き16年度活動方針を会長 野間口が報告、承認され、午後5時終了散会した。

● 平成16年度第一回理事会開催

日時　平成16年10月29日（金）
場所　大阪市東淀川勤労センター 第6会議室

議題は、各委員会の詳細報告及び総会で検討項目になった平成16年度予算内容の件。

2. 各委員会報告

● 国家検定委員会

強化プラスチック成形積層防食作業の平成16年度後期の受検者数は、東京26名、大阪29名で昨年同様に行われる。目下行政当局への手続きを始め、諸般の準備を委員長以下精力的に進行中である。

● （社）日本水道協会の件 ――耐久性委員会

（社）日本水道協会は、今年8月5日に関係諸団体を招集し、K138,139,143及びK149の諸規格が平成12年度以降のものも含めて改訂する必要があるため、全体を抜本的に見直す旨発表した。規格改正について各団体に諸々の要請があり、弊工業会としても鋭意対応している状況であります。改正作業はおおむね1、2年間の目標であります。会員各位には何卒ご協力をお願いします。

● 工法委員会

1996年に当工業会当時の耐久性委員会にて編集発行された、樹脂ライニング皮膜の劣化診断指針の写真集について、今回化学工学会でも同じような企画があり、金属関係の腐食実態の写真若干枚借用の申し入れに承諾していたところ、今回編集会議があり（担当東工大久保内先生）要請に応じ当工業会より河野委員（特別会員）が出席した。

● 規格基準委員会

基準書改定作業のうち、コンクリート委員会に依頼している、新設コンクリート構造物の下地標準仕様は、改訂作業が近々完了し印刷に入る予定。

また、樹脂ライニングへの環境剤の浸透性試験法も改訂作業中だが、まだ実験段階が終了していない部分があり、年内の完成は難しい見通しだが、努力中である。

3. 外部講演

● （社）日本材料学会（平成16年10月29日（金）：京大会館）

セッション3【耐久性、調査、診断】の内、当工業会関係

㉖ コンクリートライニング用エポキシ樹脂への硫酸の浸入と腐食挙動

東京工業大学	久保内 昌敏
日本下水道事業団	三品 文雄
〃	須賀 雄一
樹脂ライニング工業会	宇野 祐一
〃	田中 靖文
東京工業大学	矢代 顕慎
〃	津田 健

● （社）強化プラスチック協会

「49th FRP CON-EX2004講演会」（大阪）

会期：平成16年11月16日（火）、17日（水）

会場：グランキューブ大阪（大阪国際会議場）
大阪市北区中之島5-3-51　TEL.06（4803）5555

講演番号	題目、発表者（所属）
A11	**樹脂ライニング工業―現状と将来―** 野間口兼政、宇野祐一、夏目　修（樹脂ライニング工業会）
B11	**上下水道関連施設用FRP** 下田康二、野間口兼政、河野通隆、岩井　智、隠岐　拓（樹脂ライニング工業会）
A14	**耐オゾンFRPライニングの開発と現状** 鹿谷雅彦（東洋コンポジット（株））
B24	**下水道防食に関する基礎研究（防食性能の定量化への試み）** 宇野祐一、田中靖文、野間口兼政（樹脂ライニング工業会）、久保内昌敏（東京工業大学）
A32	**EU、北米、環太平洋地域のFRPリサイクル（5）** 野間口兼政（樹脂ライニング工業会）、ウベブュルヤエル（独 強化プラスチック協会）、ジャックP.シモンズ（ザR.J.マーシャル社）
A22	**世界のコンポジット工業―現状と将来―** 野間口兼政（樹脂ライニング工業会）
B25	**コンクリート面樹脂ライニング皮膜への非破壊的ピンホール試験方法** 青木　茂（樹脂ライニング工業会）、浅野保司（（株）サンコウ電子研究所）
A15	**パネルディスカッション（120分）** **（仮）新GFRP市場の創造への提言** パネラー　広瀬　洋（大日本インキ化学工業（株）） 天満太一（日東紡績（株）） 西本　敬（旭硝子マテックス（株）） 酒井麓郎（サカイ産業（株）） 小柳卓治（元（株）INAX、小柳技術士事務所） 野間口兼政（元 日立化成工業（株）、樹脂ライニング工業会） 司会/コーディネーター 松井醇一