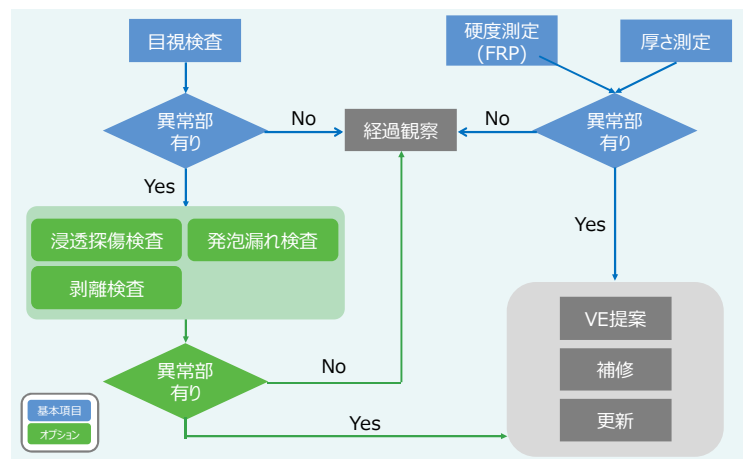


はじめに

近年、国内の製造業は海外へ生産拠点を移行し、国内設備への投資を抑制する傾向がある。そのため、日本国内では設備の老朽化が進み、突発的な事故や不具合のリスクに加えて、震災や環境汚染の問題から補修・更新の需要も高まっている。その一方で、人手不足や設備担当者の若返りなどにより保安全管理技術が伝達されず、補修・更新の不安を抱えている企業も少なくない。そこで弊社では、樹脂配管設備の事故リスクを早期に予測し、適切な保全の計画及び対策を立てるため、非破壊診断技術の確立や新たな更生方法の確立に取り組んでいる。その中でも、環境保全や腐食老朽化が問題となる塔槽製品の診断・更生方法について紹介する。

樹脂製塔槽製品の劣化診断

一般に、繊維強化プラスチック（以下 FRP）や硬質ポリ塩化ビニル（以下 PVC）、ポリエチレン（以下 PE）、ポリプロピレン（以下 PP）など樹脂製タンクの劣化診断は、タンク内外面の目視検査が主である。しかし、その目視検査には明確な基準がなく、検査員の技量に左右されるなど定量的な診断が難しい。そのため、目視検査に加え硬度測定や肉厚検査、剥離検査、浸透探傷検査など様々な検査を組み合わせることで材質や劣化状態に応じた診断を実施している（第1図）。



第1図 FRP タンク、塩ビ FRP 複合タンクの診断フロー

また、屋外で使用している樹脂製タンクは紫外線による劣化が懸念されるが、PVC、PE のタンクは外表面を薄く削ることにより劣化状態を診断することができる。削り取った薄片サンプルを FTIR（フーリエ変換赤外分光光度計）にて分析し、化学変化を捉えることで紫外線による影響を評価する。この診断は、PVC の配管についても同様に実施している。設備の診断を実施する上で、生産ラインを止めずに診断できることが最も望まれる。これを踏まえ、外表面より打撃を加え診断する技術の確立を進めている。特殊なハンマーを用いて樹脂の持つ反発力を解析することで劣化状態を診断するため、液体の影響を受けにくく、診断効率も良いと期待している。

塔槽製品の更生（パネル工法：分割方式）



写真1 パネル型タンク

塔槽製品の更新は、通常、一体型で製作した製品を搬入し据え付けるが、設置箇所によっては搬入が困難なケースがある。このような場合、製品搬入のために建屋の屋根や壁を一部開口する必要があり、コストと工期がかかってしまう。そこで、PP の特性を生かしたパネル工法により、これまで諦めていた設備の更新を実現した（写真1, 2）。

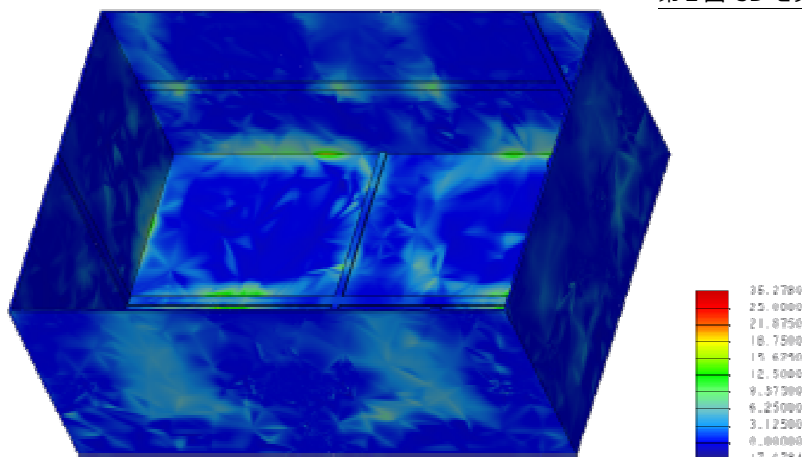
このパネル工法では、分割製作した製品を現地（現場）にて組み立て・接合することで完全一体化する。分割形状にて製作することで、現地搬入の問題を解決する他、陸送できないサイズの製品にも対応でき、現地工事の省力化や輸送の面でもコストダウンが可能である。

さらに、φ600 程度のマンホール開口では小型パネルに細分化製作するなど、据え付け場所、搬入ルート の状況に応じ柔軟な対応が可能である。製品設計において、第 2 図のように 3D モデルを活用した応力解析を実施している。これまでの実績データを解析に盛り込むことで精度の向上をはかり、信頼性を高めている。



写真 2 分離型タンク
(パネルの細分化で陸送が可能)

第 2 図 3D モデルによる応力解析



パネル工法の特徴

- 据え付け箇所に合わせた最適な形状にて製作
- 現地組立後、押出溶接にて一体化することで十分な強度を確保
- ガasketレス構造のため、薬液用として長期使用が可能
- 施工時に溶剤を使用しないため、臭気対策が不要
- FRP と異なり養生（乾燥）期間が不要

ルーズライニング工法によるピット更生

2012年に水質汚濁防止法が改正され、有害物質を使用・貯蔵等する施設の設置者に対し、地下浸透防止のための構造、設備及び使用の方法に関する基準の遵守、定期点検及びその結果の記録・保存を義務付ける規定等が新たに設けられた。

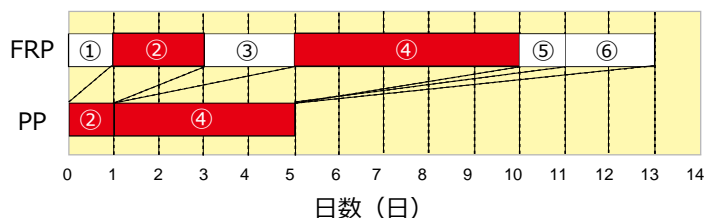


これにより、各企業では工場内廃酸ピットの漏洩防止対策の強化が急がれている。漏洩防止対策は、FRPや塗布式工法、シート接着工法など防食ライニングを施すのが主である。しかし、下地の補修・乾燥、施工後の養生（乾燥）が必要となり、設備停止の期間が長期に及ぶ場合が多い。これらの問題を解決するため、樹脂製硬質シートを活用したルーズライニング工法を開発した（写真3）。

写真3 PPシートライニング

ルーズライニング工法は、樹脂製硬質シートをアンカーにて躯体に固定する方法であり、接着材を必要としない。そのため下地の（完全）乾燥工程が不要で、液抜き後早期に工事着手が可能となる。また、ライニング用のシートは溶接接合するため、接着工法やFRPライニングの湿式工法とは異なり、硬化・乾燥の養生期間を省くことができる。そのため、工程の圧縮でき、施工後すぐ設備立上げが可能である。第3図に工法別の工期比較例を示す。

工程	日数	
	FRP	PP
①既設除去後の乾燥	1日	不要
②下地処理（ケレン・パテ処理）	2日	1日
③プライマー塗布・乾燥	2日	不要
④ライニング（本体・ノズル）	5日	4日
⑤仕上げ（トップコート）	1日	不要
⑥乾燥養生	2日	不要
合計	13日	5日



第3図 FRPとPPの工法別工期比較



写真4 スパークテスト

施工後の検証は一般的に水張り試験であるが、試験時間が長く、微量な漏水の検知が困難であることが懸念されている。樹脂の絶縁性を利用したスパークテスト（写真4）を実施することで、施工段階でシート接合部のシール性を確認している。

また、ピットに限らず、樹脂製硬質シートを用いた既設槽の内面更生にも取り組んでいる。通常は3~5mm程度のシートにてライニングを施すが、メッキ設備のように鋼材が直接ライニング面に接触する場合は、ライニング表面に傷が入ることが想定される。

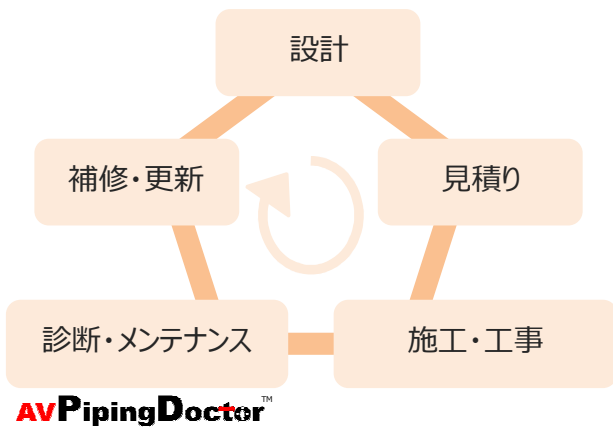
このようなケースでは、板厚を 30~40mm と厚くすることで表面に傷が付いた状態でも耐食性を十分に保つ構造を提案している。

加えて、現地工事の工期短縮のため、事前に既設槽の形状に合わせて製作したパーツを搬入する手法を取り入れている（写真 5）。

パネル工法の塔槽製品と同様に、現地組み立て・接合のみで、大幅な工期短縮が図れる。



写真 5 既設槽の内面更生作業
(L:15200mm×W:2200mm×H:2200mm)



第 4 図 サポートサイクル

■ おわりに

今まで蝕食性・耐熱性に優れた材質として、ゴムライニング・FRP タンクが主流であったが、近年は作業員の不足・ライニングコスト削減の面から代替製品が求められている。

欧米では、PP 製品が耐薬性・耐熱性に優れた材料として扱われており、日本でも 5 年ほど前から製鉄・化学分野にて多く取り扱われるようになってきた。

弊社は、配管材料・バルブの他、PP を用いた塔槽類・2 次加工品のラインナップを揃え、樹脂が使用可能な市場において、耐薬性能でのニッチトップを目指している。また、劣化診断などカスタマーサービスを通し、お客様の配管ラインにおける気掛かりや困りごとなどの情報を共有することで提案・材料・工事と複合的なサポートを行う所存である（第 4 図）。