

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	The Effect of Dynamic Solution Condition on the Failure of FRP Exposed to HCl
著者(和文)	Pradyawong Pradchar
Author(English)	Pradchar Pradyawong
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10310号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:久保内 昌敏,伊東 章,淵野 哲郎,森 伸介,青木 才子
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10310号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Pradchar Pradyawong		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	久保内 昌敏	教 授	審査員	青木 才子	准教授
	審査員	伊東 章	教 授			
		淵野 哲郎	准教授			
		森 伸介	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、“The Effect of Dynamic Solution Condition on the Failure of FRP Exposed to HCl”と題し、英文で書かれており、以下の5章より構成されている。

「Chapter 1. General Introduction」では、本研究の背景として FRP 製塩酸貯槽の屋根の崩落事故が多発していることを受けて、実験室における静的浸漬試験では液相に接触する試料のほうが気相に比べて劣化が早く再現性が取れないことを指摘し、FRP 材料の塩酸環境下における耐久性において、気相劣化が加速する動的な条件を実験的に検証し、その劣化機構を提案するとともに、寿命予測を行うことを本研究の目的としている。

「Chapter 2. Investigation of GFRP Chemical Tank」では、実際の FRP 製塩酸貯槽の分析と劣化形態について述べている。約 20 年間工場で使われていた FRP 製貯槽の屋根部、側板の上部と下部、および底板から試料を切り出し、曲げ試験により機械的性質の変化を評価したところ、実際に屋根材料の強度は他に比べて低く、また JIS 規格値の約 50%となっていることを明らかにした。この劣化状態は、断面の元素マッピングにより、Cl の浸入深さに相当するところまで Ca の溶出が認められ、また多くの小さなポイド（空孔）が形成されていることを指摘している。

「Chapter 3. Study of Material Property under Isothermal Condition and Cyclic Solution Temperature」では、実機で屋根材の劣化が激しい理由として、昼夜の温度サイクルおよびそれに伴う結露を含めた濃度変化が関係する可能性を指摘し、等温と温度サイクル試験を実験的に行ってその影響を明らかにしている。水、硫酸水溶液、塩酸水溶液における等温および温度サイクル試験を行ったところ、全ての系でサイクルにより気相に暴露した試料の機械的物性低下が認められ、特に 35%塩酸のサイクル試験では気相における強度低下が液相に比べて大きいことを示している。さらに、この温度サイクル試験の気相で劣化させた試料は、曲げ破断時に引張側の表面近傍において白色の層を形成し、ここには微小ポイド、微小クラックが形成されていることを明らかにしている。

「Chapter 4. Study of Material Property under Cyclic Solution Temperature」では、前章で指摘した温度サイクル試験下の劣化機構を検討するために、温度勾配の影響を検討するとともに、濃度サイクル試験を行って、包括的な劣化機構を提案している。板状試料の両側に温度の異なる 35%塩酸を接液させた温度勾配試験においても大きな機械的性質の低下が認められ、表面近傍に白色に変化した層が形成されていることを指摘して、微小ポイドおよびクラックが原因となっていると述べている。さらに、温度の勾配だけで無く、濃度の変化が加速の要因であることを確認するために濃度サイクル試験を行い、特に高濃度塩酸浸漬後の低濃度塩酸の浸入が大きく加速され、このとき機械的性質も低下することを実験的に示すとともに、サイクル毎に浸入深さに相当する位置にクラックが形成されることを明らかにしている。これらの検証結果を受けて、日中の外部からの加熱時に、熱容量の小さい気相の部材温度は動的に変化し、液相からの蒸発に伴った気相濃度変化を起こし、さらに夜間外部からの冷却時に屋根内面に塩酸の結露も起きるような温度と濃度のサイクルが主な劣化機構であることを指摘している。

「Chapter 5. General Conclusion」では、各章で得られた結論を総括することに加えて、日々の温度サイクルを基に材料の寿命評価を行っている。1 サイクル/4 時間で行った樹脂単体のサイクル試験における強度低下の傾向から、1 サイクルを 1 日として推定した FRP 製タンクの寿命評価結果は、複数の実機における強度試験結果と良好な一致を示している。

これを要するに、本論文は、FRP 製塩酸貯槽において、屋根部、気相部の劣化を、実機試料により実験的に明らかにするとともに、実験的検証と考察によりその加速劣化メカニズムの要因が、温度および濃度サイクルにあることを明らかにし、塩酸貯槽の寿命を示唆したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。