

(455) エポキシ塗膜の耐熱寿命予測

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○向原文典、磯部 誠、栗栖孝雄、中井揚一

1. 緒言

エポキシ塗装鋼材は、鋼管内外面や各種鋼板に塗装され使用されているが、その耐熱寿命について不明確なことが多く、塗膜のガラス転移温度が目安にされているにすぎない。著者らは、TBA (Torsional Braid Analysis)を用いたエポキシ塗膜の耐熱寿命予測を、すでに報告している¹⁾。本報告は、ラインパイプ用外面エポキシ塗膜について、従来のTBAの他に、種々の塗膜物性(衝撃強度、電気抵抗、吸水率など)を調査し、劣化の指標になりうるかどうか検討した。

2. 実験方法

- (1)試験材：3.2mm厚のプラスト処理した鋼板に、エポキシ塗料(フェノール硬化型)を静電粉体塗装した。塗膜厚は、 $380 \pm 20 \mu m$ であった。
- (2)熱劣化試験：190~250°に設定した電気炉中で所定時間、塗装鋼板を熱劣化させた。
- (3)TBA：0.7mm^φのガラス繊維の組ひもに、エポキシ塗料を溶剤に溶かして塗布し、焼付け試料とした。190~250°CでTBA測定を行ない、対数減衰率が極大となる時間を熱脆化時間(t_e)とした。
- (4)塗膜物性試験：劣化させたエポキシ塗装鋼板の機械的特性(衝撃、曲げ、硬度など)、電気的特性(直流抵抗、交流インピーダンス、自然電位など)、その他(吸水率、赤外線吸収スペクトル、ガラス転移温度など)特性を室温で評価した。

3. 実験結果

- (1)衝撃強度は、塗膜の熱劣化の進行とともに著しく低下し、ガラス転移温度は逆に上昇していることから、架橋反応が進み脆弱な塗膜となっている(図1)。
- (2)電気的特性のうち $\tan \delta (= 1/2\pi fCR)$ 値は、塗膜の熱劣化の進行とともに急激に変化する点があり、劣化のよい指標となる(図2)。また吸水率でも同様の傾向がみられた。
- (3)衝撃強度、 $\tan \delta$ 値の急変する時間およびTBAの t_e をアレニウスプロットした結果、いずれも直線関係が成立した(図3)。活性化エネルギーは、TBA、 $\tan \delta$ 、衝撃の順に大きくなる。各々の指標からエポキシ塗膜の耐熱寿命を求めた結果、100°Cで最低約40年の寿命があるものと考えられる。

4. 結論

エポキシ塗膜の耐熱寿命予測法としてTBA以外にも、衝撃、 $\tan \delta$ 、吸水率が指標となりうるが、TBAが最も感度が高い。

参考文献

1) 小菅、向原：色材協会誌、55(1982)10、709-714

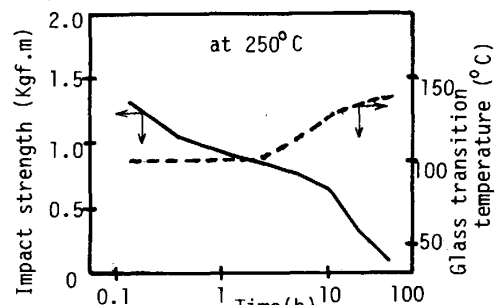


Fig.1 Change of impact strength and glass transition temperature of epoxy powder coating

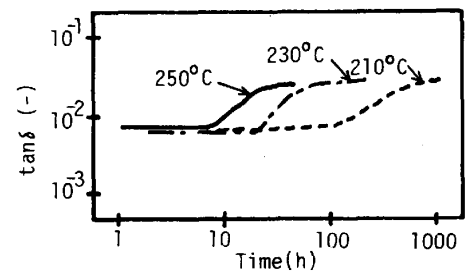


Fig.2 Change of $\tan \delta$ of cured epoxy coating

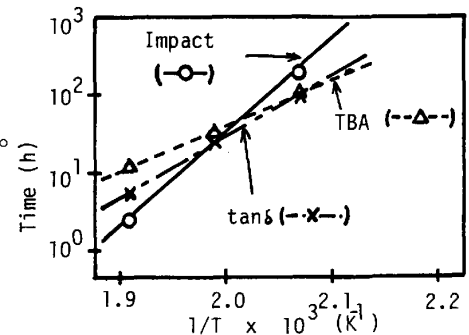


Fig.3 Arrhenius plots of embrittlement time for cured epoxy coating in air

Table 1 Estimated values for the life time and apparent activation energy of cured epoxy coating

	Impact	$\tan \delta$	TBA
Life time at 100°C (years)	850,000	1,005	38
Activation energy ΔH (Kcal/mol)	54.9	35.9	27.4