G170021

反発硬度計を用いた化学装置用プラスチックの特性および劣化評価鈴木 紗和^{*1}, ○ 前山 和弘^{*1}, 酒井 哲也^{*2}, 齋藤 敏雄^{*3}, 村田 光一^{*3}**The characteristic of the plastic for chemistry equipment and degradation evaluation using a rebounding hardness scale**Sawa SUZUKI^{*1}, Kazuhiro MAEYAMA^{*1}, Tetsuya SAKAI^{*2}Toshio SAITOU^{*3}, and Koichi MURATA^{*3}^{*1} Nihon Univ. Dept. of Industrial Engineering and Technology,
1-2-1, Izumi-cho, Narashino-shi, chiba, 275-8575 Japan

In order to efficiently manage chemical equipment made of organic materials, it is necessary to develop simple non-destructive testing method for organic materials.

Evaluation of defect detection was investigated of amine-based epoxy resin. using the same resin and Carbon Fiber Reinforced Plastic. In this study, using a Rebound Type hardness tester. Prepared by the plate thickness 2mm, 4 mm epoxy resin test specimen, 6 mm, was performed by using a hardness measurement rebound. Plate thickness 2 mm CFRP, were measured in the same manner as prepared in 4ply, 5ply, 6ply, also a carbon fiber mat. Difference between the HL hardness could be confirmed by the difference of the plate thickness. This indicates that the defect can be used to detect organic material using a hardness tester rebound is possible.

Key Words : Impact hardness test, epoxy, non destructive testing, degradation

1. 結 言

プラスチック材料は軽量かつ耐食性に優れ、金属の代替材料として様々な工業設備に用いられる。設備において材料の内部、機器内部、構造物の内側などの外部からは確認できない損傷や腐食が生じた場合、これらを放置すると事故や劣化につながる危険性がある。運用などを考えると、これらの設備を止めて大掛かりな探傷試験を行うのではなく、外側から非破壊検査によって欠陥や腐食を検出する必要がある、しかしながら、適切な保全を行う必要があるが簡易かつ信頼性の高い検査技術は少ない。

非破壊検査には様々な種類がありさまざまな材料で効果をあげているが、有機材料を用いた装置については、あまり実施されていない。これは材料の性質に起因する問題のほか、超音波などの非破壊検査装置は高価であり、かつ測定範囲も限られているためである。非破壊検査の中で衝撃試験はフィルム、紙の巻圧測定には用いられるが、有機材料への応用例はほとんどないのが現状である。そこで、本研究では比較的安価で手軽に行える反発硬度計を用い、ハンドレイアップ法によって作製したアミン系エポキシ樹脂 (EP) ,および同じ樹脂を母材とした炭素繊維強化プラスチック (CFRP : Carbon-Fiber Reinforced Plastic) の劣化について特性および劣化評価を目的とした非破壊検査の有効性について検討した。

^{*1} 非会員 大学院生, 日本大学生産工学研究科マネジメント工学専攻 (〒275-8575 習志野市泉町 1-2-1)

^{*2} 正員, 日本大学生産工学部マネジメント工学科

^{*3} 非会員, 日本大学生産工学部マネジメント工学科

E-mail: cika12006@g.nihon-u.ac.jp

2. 実験方法

2・1 試験片

試験片は、アミン系エポキシ樹脂(TRANSLUX D-150 Axon 社製)をマトリックスとして使用し、強化材としては炭素繊維クロス(C06343 東レ株式会社製)を用い、ハンドレイアップによって厚さ約 2mm に注型し、炭素繊維クロスの堆積層 4ply, 5ply, 6ply と変化させた CFRP を作製した。寸法は JIS K 7017 に準じて長さ 60mm, 幅 25mm, に切断し実験に供した。さらに樹脂単体については板厚 2mm, 4mm, 6mm, のものを作製した。

2・2 反発硬度計

反発硬度計はポータブル反発硬度計（形式：HH-44I/株式会社ミツトヨ製）のリーフ硬さを使用した。これは円筒形のハンマーの先端に球状のダイヤモンド圧子を取り付けたハンマーを落下させ、試料表面に衝突した後の反発速度から硬さを求めるものである(図 1 参照)。

Fig.1 Rebound Type Hardness Tester

2・3 試験方法

反発硬度計を用いて板厚の異なる EP 樹脂を測定し板厚とリーフ硬さの関係性について検討した。また CFRP は同じ板厚で ply 数の異なるものを測定することにより強化材とリーフ硬さについて測定を行った。

2・4 浸漬試験

さらにエポキシ樹脂を 30℃の恒温水槽中に、99mass%のエタノールを入れたビーカー内にこの試験片を単純浸漬させ試験片の質量変化とリーフ硬さの関係性について検討をおこなった。

3. 結果及び考察

3・1 エポキシ樹脂単体の厚さの評価

図 2 に注型厚さが異なるエポキシ樹脂単体の 2mm, 4mm および 6mm の試験片について、反発硬度計により測定を行った結果を示す。すべての試験片について、厚さはハンドレイアップにより作製したため、既定の厚さと異なりばらついた傾向となっているが、そのばらつきに対して、厚さが上昇するにつれてリーフ硬さ値も上昇することがわかり、これらには強い相関がみられる。したがって、エポキシ樹脂の厚さを評価できる可能性が示されたことから、材料表面から溶出を伴う腐食（減肉）を生じる劣化形態の場合、反発硬度計によって測定できることが明らかになった。

Fig.2 Leeb Hardness vs sheet thickness epoxy resin

3・2 CFRP における積層構成の評価

マトリックスがエポキシ樹脂で注型厚さ 2mm 一定とし、炭素繊維クロスの積層枚数が 4ply, 6ply と異なる試験片について、反発硬度計の試験を行った結果を図 3 (4ply), 図 4 (6ply) に示す。前述したとおり、この試験片はハンドレイアップで作製したために、見積もった厚さそのものにばらつきが存在する。このリーフ硬さ値は 2mm4ply が約 750 であるのに対し、2mm 6ply は、約 790 となり違いが確認された。これは炭素繊維含有率を反映した結果と考えられることから、反発硬度計によって CFRP の炭素繊維含有率を測定できるものと推察できる。

Fig.3 Leeb Hardness vs 4ply thick cast CFRP

Fig.4 Leeb Hardness vs 6ply thick cast CFRP

3・3 エタノール環境におけるエポキシ樹脂単体の劣化とリーフ硬さ

図 5 に 30℃99mass%のエタノール中に 2mm の試験片について浸漬試験を行い、所定の時間経過後質量を測定した結果を示したものである。エポキシ樹脂はエタノールの浸入により質量は増加し、約 25 時間で飽和となったのち、減少に転ずる傾向を示す。

図 6 はエタノール中に浸漬した試験片に対し反発硬度計により測定した結果を示す。浸漬時間の増大とともにリーフ硬さ値が上昇する傾向を示す。また図 8 より、リーフ硬さ値と質量変化率との相関が確認できることから、エタノールの浸入量を計測できる可能性が見いだされた。

Fig.5 Weight change vs immersion time of
EP immersed in ethanol

Fig.6 Leeb hardness vs immersion time

7. 結 語

反発硬度計によって、簡易的な非破壊検査として利用できるかを検討した結果、次の傾向が確認された。

- (1) 厚さの異なる試験片を反発硬度計によって測定した結果、厚さが大きくなるにつれてリーフ硬さ値が上昇することが確認された。
- (2) 同一の厚さにおいて、炭素繊維含有率が異なる試験片について反発硬度計によって測定した結果、繊維含有率に依存し、リーフ硬さ値が変化することが確認された。
- (3) エタノール環境におけるエポキシ樹脂はエタノールの浸入により質量は増加し、この傾向は反発硬度計の数値にも反映される結果となった。

以上の結果から、反発硬度計によりエポキシ樹脂単体および CFRP の特性および劣化を測定できる可能性が見いだされたが、詳細な機構は今後検討する必要がある。

6. 引用文献

- (1) 佐藤亮太, 酒井哲也, 矢野耕也 “ シュミットハンマーを用いたポリアセタールの探傷検査と有効範囲”
- (2) 酒井哲也, “エタノール環境におけるポリアミド 6 の劣化と超音波による評価”, Journal of Materials Science Society of Japan, Vol. 47, No.3 (2010), pp. 136-140.