

ソーラー遊漁船における太陽電池モジュールの コーティング剥離に関する研究

三原伊文* 横畠昭典* 藤谷親**

Research on Coating Exfoliation of Solar Cell Modules of a Solar Fishing Boat

Yoshinori MIHARA, Akinori YOKOBATAKE and Chikashi FUJITANI

Abstract

A solar fishing boat "Oozora 2001" had been floated at sea since construction, February, 2001. The solar cell modules of it are marketed as an object for solar cars, and two years after, most protection films as the coating material exfoliated. Then, while investigating the change of the amount of power generation by exfoliation and the cause of it, the effective measures for preventing exfoliation were worked out well.

Key words: Solar fishing boat, Solar cell module, Coating exfoliation

1. まえがき

2001年2月建造¹⁾²⁾³⁾以来、海上に浮かべていたソーラー遊漁船“大空2001”のモジュールは、ソーラーカー用として市販されているもので、2年後にはコーティング材料である保護フィルムの殆どが剥離した。

そこで、剥離による発電量の変化と剥離の原因を調査すると共に、剥離防止の為の有効な対策を検討・施行し、その後の経過を観察した。

2. 剥離の影響調査

保護フィルムの剥離によって、太陽電池の性能はどのように変化するかを知るため実験を行った。図1は剥離の状況を示すもので、分かりやすいように、保護フィルムをめくっている。



図1. 剥離した太陽電池モジュール

<太陽電池主要目>

メーカー:京セラ
型式:PSF100H-361F
最大出力:47.0W
最大出力電流:2.84A
最大出力電圧:16.6V
搭載モジュール数:16枚
(内1枚は予備)

剥離状態を次の3つに分け、それらと新品の太陽電池を内燃実験室の屋上に置き、図2に示す簡単な実験回路で、発電量及び日射量を終日計測した。

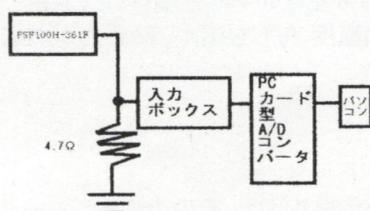


図2. 実験回路

- ①状態1:総面積の1/4ほど保護フィルムが剥離しているもの
 - ②状態2:保護フィルムが完全に剥離しているもの
 - ③状態3:保護フィルムが完全に剥離していて、そのフィルムを完全に取り除いたもの
- 一例として、状態②についての日射量と発生電流の変化、及び終日の積算発生電力量と積算日射量を、それぞれ図3、図4に示す。

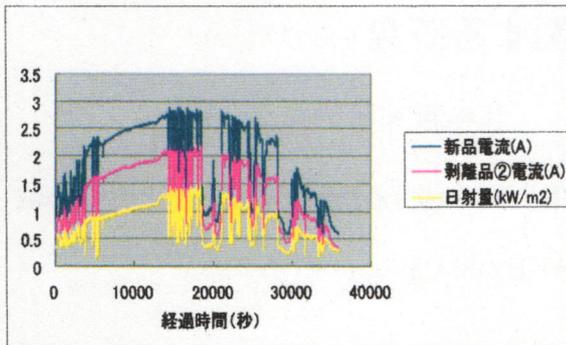


図3. 日射量の変化

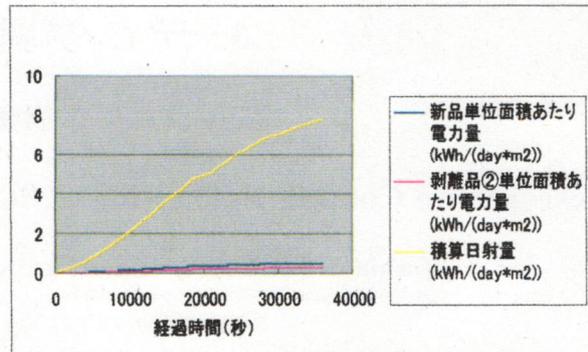


図4. 積算発生電力量と積算日射量

各状態の計測結果は以下の通りで、太陽電池のコーティング材料である保護フィルムが剥離すると、その程度によってかなり異なるが、発電効率は新品の17.5~74.4%に低下している。

① 状態1(2003年7月27日計測。晴れのち曇り)

積算日射量:6.58 kWh/(day·m²)

新品発電量:0.39 kWh/(day·m²)。日射量に対して5.93%

剥離品発電量:0.07 kWh/(day·m²)。日射量に対して1.06%、新品に対して17.5%

② 状態2(2003年7月30日計測。晴れ時々曇り)

積算日射量:7.80 kWh/(day·m²)

新品発電量:0.49 kWh/(day·m²)。日射量に対して6.28%

剥離品発電量:0.26 kWh/(day·m²)。日射量に対して3.33%、新品に対して53.0%

③ 状態3(2003年7月26日計測。晴れ時々曇り)

積算日射量:8.15 kWh/(day·m²)

新品発電量:0.51 kWh/(day·m²)。日射量に対して6.26%

剥離品発電量:0.38 kWh/(day·m²)。日射量に対して4.66%、新品に対して74.4%

3. 剥離の原因調査

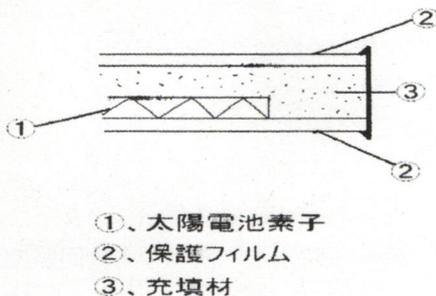


図5. 剥離した太陽電池の構造

強化ガラスと充填材の利用で水密の完全な一般家庭用太陽電池の寿命は20年以上と言われている。今回使用した太陽電池の構造を図5に示す。太陽電池素子をEVA樹脂(エチレン酢酸ビニール)で覆っている。これは、ポリ酢酸ビニールの接着性とポリエチレンの耐水性、耐侯性、柔軟性を併せ持ち、多くの太陽電池に使われている。一方、保護フィルムは軽量化の為、FEP(テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体)が使われている。

専用の接着剤と厚さ1mmの亚克力板からなるフレームに、モジュールを挿入した今回の構造は、密閉が不十分で、建造当初より、雨の後、フレーム内に水が溜まっている事がよくあった。入り込んだ水分も抜けきらず、湿度が高くなっている上、熱可塑性がある充填材(EVA樹脂)は日中の暑い陽射しで、その耐熱温度70℃を超え、接着力が弱まったと考えられる。

4. 剥離対策

(1) 「大空2001」の場合

図6のように、放熱板兼用のアルミ合金板の上に帯状のゴムパッキンを数カ所貼り付け、その上にモジュールを載せる。これを覆う透明亚克力板との間には、約10mmの隙間を持たせている。内部の水分は上方の隙間と下方の水抜き穴より抜ける。

3ヶ月海上に浮かべて観察したが、経過は良好であった。
改修前後の屋根の写真を図7、8に示す。

図6. 「大空 2001」の保護フィルム剥離対策

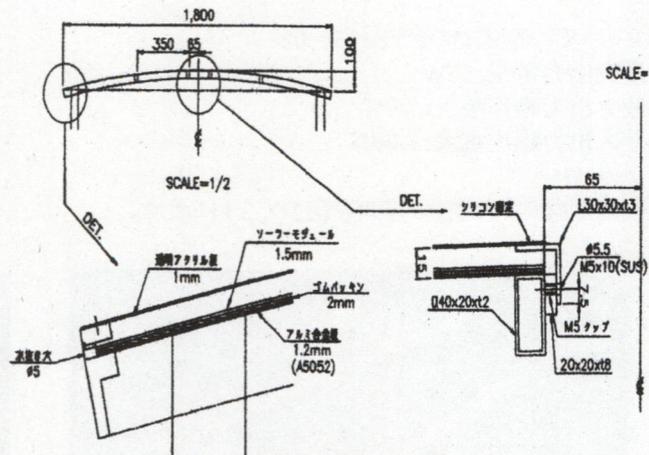


図7. 改修前の「大空 2001」

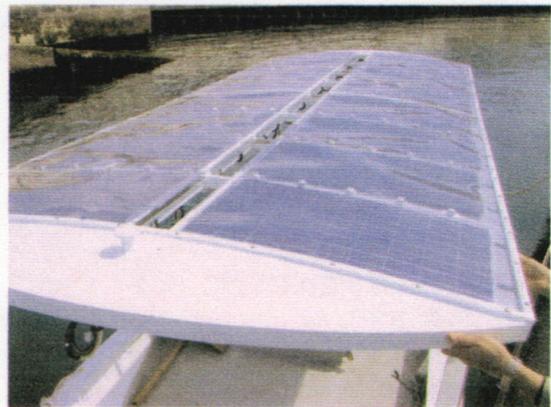


図8. 改修後の「大空 2001」

「大空 2001」の主要目は次の通りである。

船質:アルミニウム軽合金	船の長さ:5.80m	総トン数:0.3T
船型:単胴型ハードチャイン	登録長さ:4.95m	満載排水量:0.78t
構造様式:軽構造縦肋骨式溶接構造	幅:1.70m	軽貨重量:0.5t
航行区域:平水区域	深さ:0.60m	最大搭載人員:4名
	満載喫水:0.16m	最高速力:5kt (9km/h)

(2) 「大空」の場合

建造当初は、ウォーニングとして使われているキャンパスの上に太陽電池をビニールバンドで固定し、通常は艇庫に格納、使う時のみ海上に浮かべていた。しかし、これもソーラー遊漁船の製品化の為の実験船として、風対策とモジュール剥離対策を施し、常時海上に浮かべることにした。

これまで家庭の太陽光発電に使われていたモジュールは容積・重量共にソーラーボートには不向きであったが、図9に示す小型軽量薄型設計のフレームレスエッジカバーモジュール(京セラ“SU55-02”)は従来型(R158-02)に比べて、厚さ約1/5、面積約1/3、重量約1/3になった事を受けて、これを搭載。2003年7月より海上に浮かべ観察中である。また、建造費用230万円の内、約半分の114万円を占めた太陽電池費用は約1/3の38万円で済むようになった。

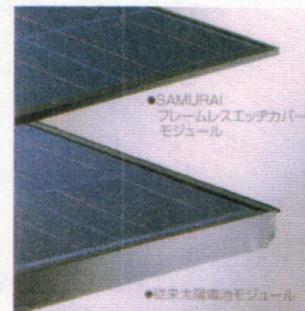


図9.新旧の太陽電池モジュール
(上:新式 下:旧式)

この新型モジュールの要目を下記に記す。

メーカー及び型式:京セラSU55-02
 最大出力電圧:55W
 最大出力動作電圧:7.7V
 最大出力動作電流:7.30A

開放電圧:9.60V
 短絡電流:8.00A
 外形寸法(mm):W1296*L345*H8
 質量:4.8kg

改修前後の「大空」の写真を図10、11に示す。



図10. 改修前の「大空」



図11. 改修後の「大空」

「大空」の主要目を次に記す。

材質:FRP
 全長:5m53cm
 全幅:1m75cm

船体高さ:0m60cm
 全高:(船底～屋根頂上)1m
 83cm

重量:約 400kg

5. あとがき

太陽電池のコーティング材料である保護フィルムが剥離すると、その程度によってかなり異なるが、発電効率は新品の17.5～74.4%に低下する事が明らかになった。

また、軽量化が主目的で短期間使用が前提になっているソーラーカーレースやソーラーボートレースに使われるモジュールの保護フィルム剥離の原因を明らかにした。更に、その装備に関しては水密を完全にして重量増加を招くより、むしろ、水分を抜ける構造にした方がよいと思われる。

家庭用太陽光発電で使われるモジュールも軽量化が進み、遊漁船への応用を試みた。約10ヶ月、海上に浮かべて観察しているが、これまでのところ経過は良好である。これに関しては、常に塩気のある雰囲気でも更なる長期の使用に耐えられるか、今後も継続した観察が必要である。

参考文献

- 1) 三原伊文他、「環境への影響を考慮したソーラー遊漁船の製作」、マリンエンジニアリング学術講演会講演論文集、2001年10月
- 2) 三原伊文他、「ソーラー遊漁船の運転性能」、マリンエンジニアリング学術講演会講演論文集、2002年5月
- 3) 三原伊文他、「ソーラー遊漁船における発生電力・消費電力の計測」、マリンエンジニアリング学術講演会講演論文集、2002年11月

謝辞

本研究を創造演習及び卒業研究のテーマとして熱心に取り組み、コーティング剥離の原因を明らかにしてくれた現実習生の神田貴之君、及び「大空」の屋根を殆ど自分達の力だけで改装してくれた現商船学科4年生の嶋津裕樹君、藤澤邦臣君、西村臣正君に厚くお礼申し上げます。