

恒久膜構造材料の耐候性について

高 島 栄 治 *

梗 概

恒久膜構造材料として実用化されているガラス繊維布とフッ素樹脂の複合膜は、米国において16年来の実績があるが、日本においてはまだ歴史が浅く耐久性に関する検討も少ない。特に日本の場合、北から南へと細長い地形になっており、その環境の変化たるや著しいものがある。本報告ではこのような環境変化に対して膜材料がどのように変化するかを確認すべく札幌、横浜、埼玉、沖縄の4ヶ所にて長期の耐候性試験を実施しているので、この内容について報告する。結果としては、日本国内での気象条件の変動では（5年間）ほとんど性能の変化が生じないということがわかった。

1. まえがき

よりフレキシブルに、より機能的に様々な形状や様式を可能にする構造物が膜構造物である。この構造物に使用される膜材は、フッ素樹脂（四フッ化エチレン樹脂）とガラス繊維布より構成されており、極めて優れた耐候性を有している。特にフッ素樹脂は、プラスチックの中でも最も不活性な素材で、これを用いた材料の耐久性は、20年以上と予想される。現在、現存する構造物の中で最長の物は、米国にあるラバーン大学の建物で16年を経過している。

一般にこの種の構造物の耐久性を論ずる場合、構造設計上の問題、材料性能の問題、環境の問題等種々の要因の影響が考えられる。中でも環境の問題に関しては、雨、風、紫外線、その他の気象条件の影響がポイントとなるが、これらは地域により条件が異なりなかなか確認が得づらい状況にある。特に日本の場合、北から南へと細長い地形となっており、その環境の変化たるや著しいものがある。

そこで今回、膜材料がこのような環境の違いに対し、どのような性能を有するかを札幌、横浜、埼玉県深谷、

沖縄の各地域において検討した。現在、札幌、横浜、沖縄は2年、深谷は5年を経過したところであるが、以下に現在までの状況についてまとめる。

2. 試験方法

2.1 試験試料

膜材料としては、四フッ化エチレン樹脂コートガラスクロス（以下膜材と称す）を使用した。その性能は表1の如くである。

表1 膜材の性能

項目	単位	測定値
重量	g/m ²	1.303
厚さ	mm	0.80
引張強度	タテ	480
	ヨコ	445
破断伸度	タテ	6.6
	ヨコ	12.7
引裂強度	タテ	34.8
	ヨコ	41.1
光透過率	%	12.3
光反射率	%	81.9

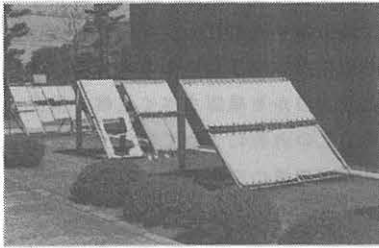
* 日東ケミファブ（株）開発企画室

2.2 試験場所

試験場所としては、表2の如く全国4カ所にて実施した。その状況の一例は下の写真の如くである。

表2 試験場所

試験場所	屋外曝露経過時間
北海道札幌市・北海道大学構内	2年間
埼玉県深谷市・日東電工(株)内	5年間
神奈川県横浜市・東京工業大学構内	2年間
沖縄県西原町・琉球大学構内	2年間



埼玉県深谷市・日東電工(株)内

2.3 試験条件

試験条件としては、図1の如く、膜材を南面45度にセットし、4.5 kg / 30 mmの静荷重を加え材料性能の経時変化を確認する。

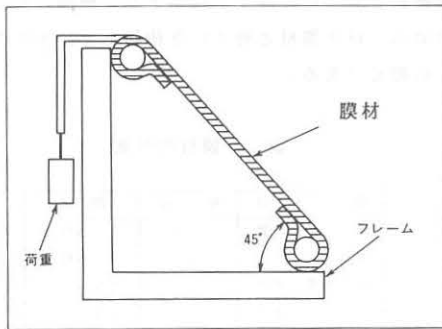


図1 屋外曝露試験条件

2.4 試験環境

屋外曝露試験の場合、その気象条件が最大の要因である。ここでは各試験場所の気温、湿度、降水量、日照時間、全天日射量の一部を気象データとして示す。

(1) 気温変化

1988年度の各地の気温は、図2の如くである。

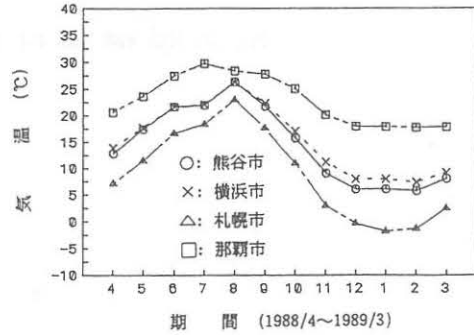


図2 1988年度の各地域における気温変化

(2) 湿度変化

1988年度の各地の湿度は、図3の如くである。

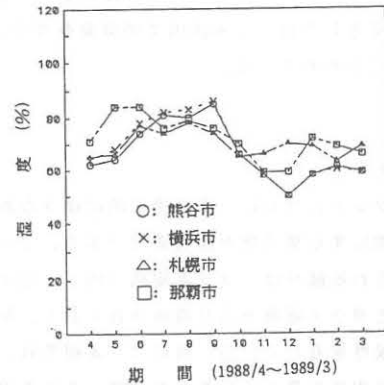


図3 1988年度の各地域における湿度変化

(3) 降水量変化

1988年度の各地の降水量は、図4の如くである。

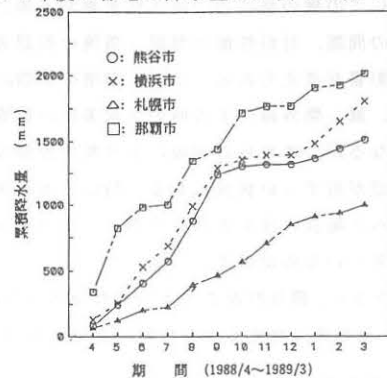


図4 1988年度の各地における降水量変化(累積)

(4) 日照時間変化

1988年度の各地の日照時間は、図5の如くである。

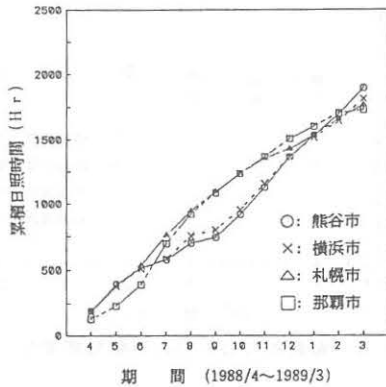


図5 1988年度の各地域における日照時間変化(累積)

(5) 全日射量

1987年4月～1989年3月における札幌市における全日射量は、図6の如くである。

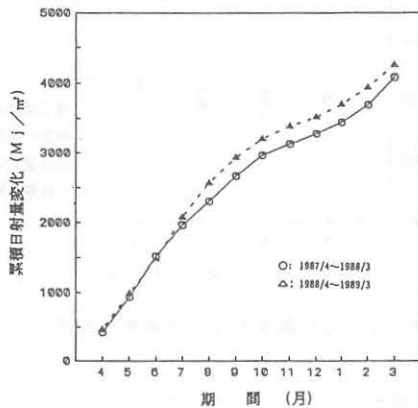


図6 札幌市における全日射量

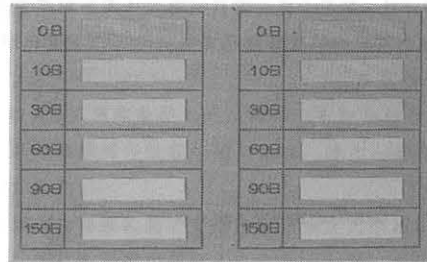
3. 結果及び考察

3.1 膜材の色相変化

膜材の場合、材料加工直後においてはフッ素樹脂中の界面活性剤やガラス布中のサイジング剤の関係で、ページ色を呈しているが、これが屋外曝露により紫外線や熱線の影響で、写真の如く脱色反応を呈し白色になる。また、光線透過の度合は、図7の如く通常2～3ヵ月程度で飽和状態に至る。

屋外曝露見本(表)

屋外曝露見本(裏)



膜材の色相変化

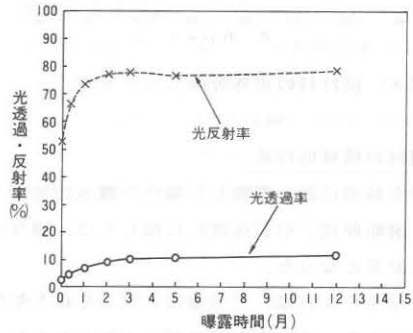


図7 屋外曝露による光線透過量変化

3.2 膜材の表面汚染

本膜材の場合、フッ素樹脂そのものの性能より、非常に防汚性に優れた材料あるといわれている。しかしながら、実際には油煙等の付着が若干なりとも生じる。これは拭えば容易に除去できるのであるが、風雨程度では除去が困難であり、長期曝露においては表3の如く光透過、反射性能が低下する。

表3 屋外曝露による表面汚染度(2年間)

場所	汚染度		光線透過率(%)		光線反射率(%)	
	洗浄前	洗浄後	洗浄前	洗浄後	洗浄前	洗浄後
埼玉県深谷市	10.3	12.3	71.1	79.8		
神奈川県横浜市	9.1	12.0	64.5	76.4		
北海道札幌市	11.6	12.1	78.4	80.6		
沖縄県西原町	12.2	12.8	77.5	79.9		

* 洗浄は、アルコールをしみこませた布により膜面を拭って試料とする。

3.3 膜材の表面性能

膜材を長期に屋外曝露した場合の表面性能変化を、フーリエ変換分光光度計 (FTIR) にて測定すると、図8の如く年間曝露しても何らの化学変化が生じていない。

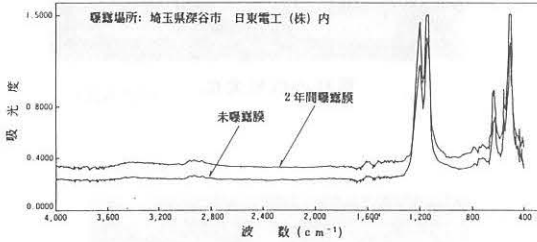


図8 膜材料の赤外吸収スペクトル

3.4 膜材の機械的性能

膜材を長期に屋外曝露した場合の機械的強度 (引張強度、破断伸度、引裂強度) に関しては、図9~14の如き結果となった。

この結果によれば、引張強度に関しては5年間曝露後においても、ほとんど強度低下がみられない。また破断伸度に関しても同様である。一方、引裂強度に関しては、5年間曝露により約10%程度の強度低下が生じている。また、試験地による影響は、2年間では全く差異が生じていない。

(1) 引張強度

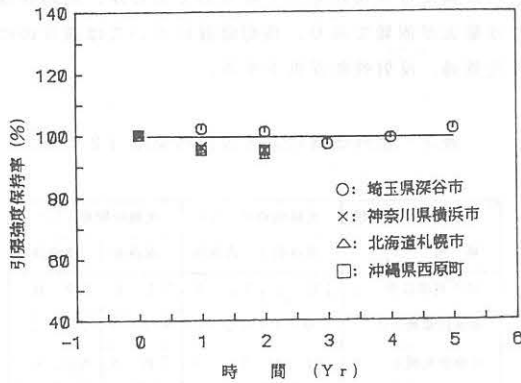


図9 母材部タテ方向の引張強度変化

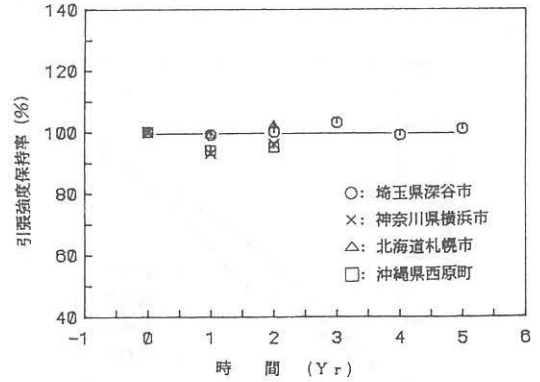


図10 母材部ヨコ方向の引張強度変化

(2) 破断伸度

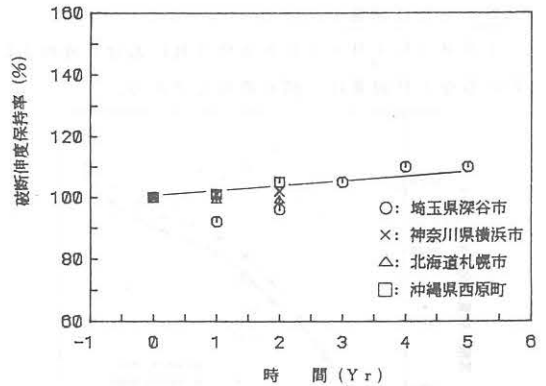


図11 母材部タテ方向の破断伸度変化

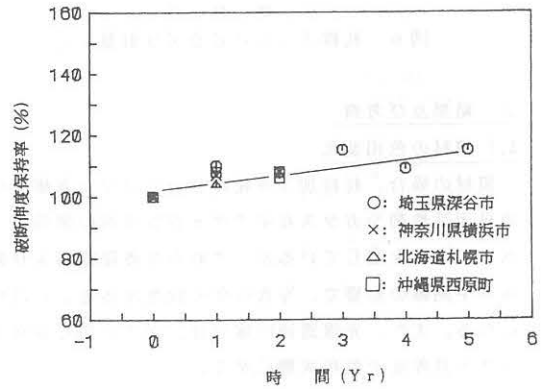


図12 母材部ヨコ方向の破断伸度変化

(3) 引裂強度

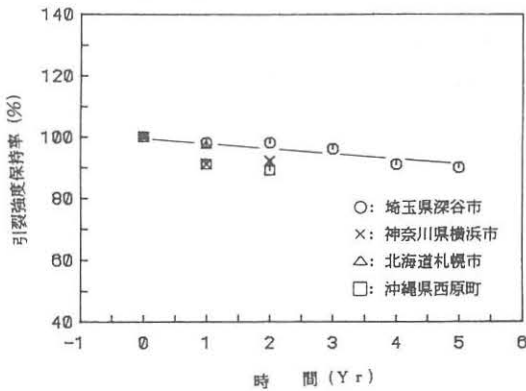


図13 母材部タテ方向の引裂強度変化

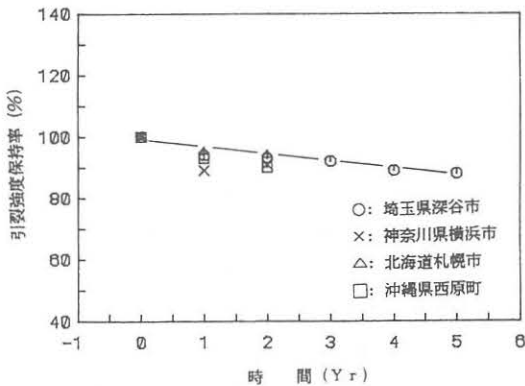


図14 母材部ヨコ方向の引裂強度変化

4. まとめ

以上今回の実験は、日本における気象条件を考慮して、北から南にかけて4ヵ所にて実施した。現在札幌、

横浜、沖縄は2年、埼玉県深谷は5年を経過しているが、現時点までの結果は、

(1) 試験地域により、環境に関してはかなりの差異がある。特に降水量と日照時間に関しては、著しい差があった。

(2) このように気象条件に差があるにもかかわらず、各地域における膜材の性能に関しては、ほとんど差異が生じなかった。

(3) 機械的な強度に関しては、引張強度と破断伸度についてはほとんど変化がみられなかったが、引裂強度に関しては、5年後で10%程度の低下がみられた。この傾向は促進曝露についても同様で、今後この種の膜材の耐久性評価として、変動要因を何でみるかという点は検討を要する。

(4) 表面汚染に関しては、フッ素樹脂そのものはプラスチックの中でも、極めて防汚性に優れた材料であるといわれているが、今回の試験においては簡単に除去できる汚れではあるものの、風雨だけでは表面洗浄は行われず、若干ではあるが光透過性の低下をきたしている。そのため今後更に防汚対策が必要と考えられる。

以上が現時点までの状況であるが、この種の実験はより長期にしかもより多くの試験を行っていく必要があり、今後とも継続をはかって実際の構造物との相関把握へと結びつけていく予定である。

最後に、本実験に関して、北海道大学鎌田教授、東京工業大学小池教授、琉球大学天野助教授各位には多大なるご指導を頂きました。ここに厚く感謝致します。

【参考文献】1) 日本気象協会：気象月報1988年

WEATHERABILITY OF PERMANENT ARCHITECTURAL MEMBRANES

Eiji Takabatake *

SYNOPSIS

While the composite of glass fiber fabric and teflon resin has been in use as the permanent architectural membrane for approximately sixteen years in the United States, it seems to be not much experience and study on durability of that in Japan. In particular the configuration of Japan's land is long and narrow extended north and south. That is why the variation of its natural environment is remarkable. We are pleased to write the outcome of long-term experiment on weathering durability performed at four places (Sapporo, Yokohama, Saitama and Okinawa) so as to show how the effect of the fabrics will be turned out against the variable natural environment. As things turned out, we found the characteristics of the fabrics have not almost been affected by the change in weather condition for five years in Japan.

* Manager, Nitto Chemfab Co., Ltd.