

# 造膜型塗膜の応力割れと熱による塗膜の柔軟性の喪失について

中島 俊 名取 潤

Study on Strees Crack of Making Film Type Paint film and Lost of Paint Film's Flexbilty by Heat

Toshi NAKAJIMA and Jun NATORI

**Summary :** I did dry-wet repeat test that how the paint film of paint's woods to be occured strees cracks with dry-wet. Using woods are Larix, Chamaecypairs, Cryptomeria, Zelkova, Fagus. Using paint is a glass paint. The result, I know that include Larix of needle leaves tree's stress cracks are along year rings and include Zelkova of broad leaves tree's stress cracks are on vessel. The other hand, I know that the stress cracks are different from kinds of woods. Getting the direct sun light paint films are accelerated hard wihth the UV and the heat. Accelerating hard paint film is a cause of the strees crack. I did the accelerate hard test of paint film with hot water that how much accelerated hard of paint film by heat to know. The result, I know that paint film are accelerated hard by heat at the short time and accelerated hard of paint film are different from kinds of paints.

**要旨：**塗装木材の塗膜が吸水、乾燥によって、どのように応力割れを起こすか、乾湿繰り返し試験を行った。木材はカラマツ、ヒノキ、スギ、ケヤキ、ブナを、塗料はガラス塗料を使用した。その結果、カラマツ等の針葉樹は年輪界に沿って、ケヤキ等の広葉樹は道官部分に応力割れを起こすことが、また応力割れは樹種によって、それぞれ異なることが判明した。屋外で直射日光を受ける塗膜は、紫外線や熱によって硬化が促進される。塗膜の硬化は応力割の発生原因となる。熱によって塗膜が、どの程度硬化するか調べるために、温水による硬化促進試験を行った。その結果、塗膜は熱によって比較的短時間で硬化することが、また塗料によって硬化度が異なることが判明した。

## I はじめに

直射日光や雨水に当たる所で使用されている木部の塗装は、一般に耐候性に乏しい。表面に塗膜を形成する造膜タイプの塗料では、その原因として、紫外線による損傷<sup>1)</sup>と木材の膨潤・収縮による応力歪み<sup>2)</sup>が主な原因と云われている。現在、塗膜の耐候性の評価は、促進暴露および屋外暴露試験<sup>3)</sup>を行って、塗膜の光沢度や色差の変化率および割れや剥離等の損傷割合を求めて評価している。色差や損傷に関するデータは、塗装計画上重要な評価データ<sup>4)</sup>である。しかし、双方の試験結果は、必ずしも一致しない。先に、木部塗装が耐候性に乏しい原因の一つに応力歪み<sup>2)</sup>をあげたが、応力歪みに関する評価データを促進暴露および屋外暴露試験から求めることは難しい。

本研究では、塗装計画の新しい評価データを得ることを目的に、ガラス塗料を使って樹種の違いによる塗膜の

応力割れと熱による塗膜の柔軟性の喪失について調べた。

## II 材料と方法

1 塗膜の応力割れ試験：試験片は、カラマツ、ヒノキ、スギ、ケヤキ、ブナを厚さ10mm、幅50mm、長さ100mmに柾目取した板をそれぞれ6枚用意し、この内の3枚には塗装を施した。塗装はガラス塗料を板の全面(6面)に刷毛で2回塗りした。ガラス塗料は(株)日興製の常温硬化型ガラスコート剤(GS-600、2液タイプ)を使用した。試験方法は、試験片を温水槽(タイテック(株)、60±1℃)に浸漬して30分間吸水を行い、次に温風乾燥機(三洋電機(株)MOV-212S、70±1℃)で30分間乾燥して、塗膜にストレスを与えた。この一連の吸湿乾燥操作を1サイクルとして、これを5回繰り返した。塗膜の応力割れの観察は、染色浸透探傷剤(栄進化学(株)赤色浸透液R-1A、現像液R-1S、洗浄液R-1M)および走査形

電子顕微鏡（日本電子データム(株) JSM-5800LV）で行った。

2 皮膜の柔軟性喪失促進試験：塗料は、外板用の長油性フタル酸樹脂塗料（R社製、造膜タイプ）および水性ウレタン樹脂塗料（O社製、造膜タイプ）を使用した。これらをシリコン樹脂の板に2回刷毛塗りして皮膜を作製した。皮膜が乾いたところで、長油性フタル酸樹脂塗料の皮膜は幅5mm、長さ50mmに、水性ウレタン樹脂塗料の皮膜は、幅2mm、長さ50mmに裁断して試験片をそれぞれ6枚作製した。このうちそれぞれ3枚の試験片をコントロール用に残して、残りの試験片を温水槽（タイテック(株)、 $60 \pm 1^\circ\text{C}$ ）に100時間浸漬した。引っ張り強度試験は、室温 $20^\circ\text{C}$ 、テンシロン（東洋精機(株)）のクロスヘッドの送り速度を $1\text{mm/sec}$ に設定して行った。

### Ⅲ 結果と考察

1 塗膜の応力割れ：図-1にカラマツ材の吸湿乾燥のサイクル試験結果（3試験片の平均値）を示した。ガラス塗料を全面塗布した試験片は、未塗布の試験片に比べて重量の変化率は遙かに少ない。しかし、ガラス塗料を塗布した試験片は、吸湿乾燥の2サイクル目の吸水時に、早くも塗膜の応力割れが発生した。だが、塗膜が割れても急激に吸水は起こらなかった。

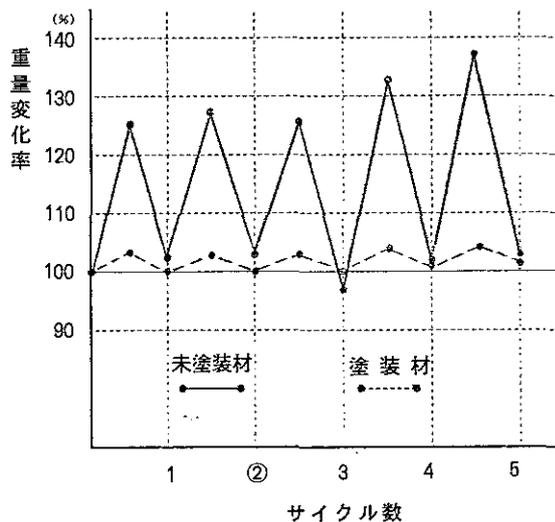


図-1 試験片の重量変化

図-2-1は、カラマツ材の塗膜が応力割れを起こした写真である。応力割れは年輪界に面した晩材部側に発生している。図-2-2は、応力割れが起きている場所の電子顕微鏡写真ある。晩材部の塗膜が応力割れを起こして、剥離を起こし始めている模様が観察される。

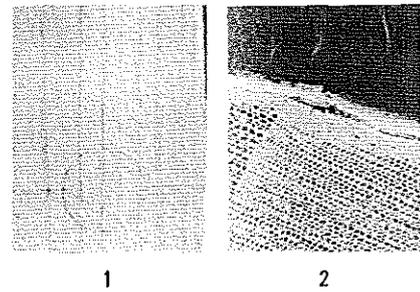


図-2 カラマツ材

以下、ヒノキ、スギ、ケヤキ、ブナの順に観察結果を図示する。図-3は、ヒノキ材の塗膜の応力割れと組織の写真である。写真左は試験前の塗膜をチェックした写真で、塗膜の欠陥は認められなかった。応力割れは晩材部と、早材部に発生している。

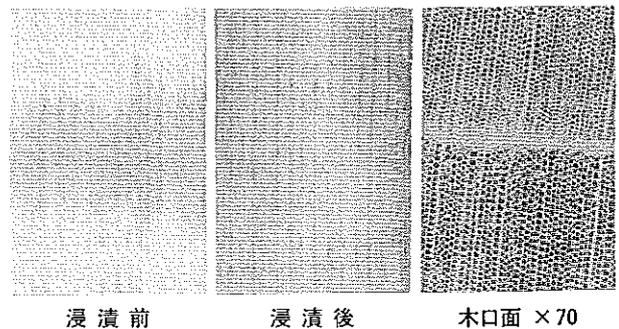


図-3 ヒノキ材

図-4は、スギ材の塗膜の応力割れと組織の写真である。写真左は試験前の塗膜をチェックした写真で、塗膜に欠陥は認められない。応力割れは年輪界に面した晩材部側に発生している。

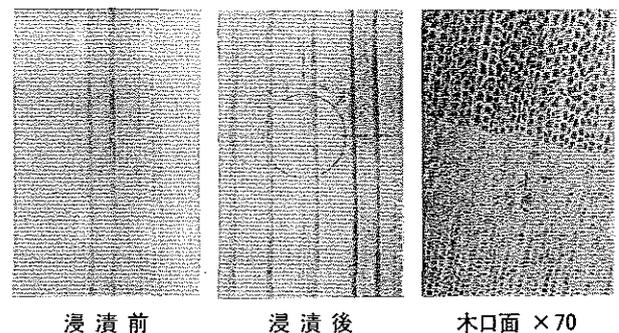


図-4 スギ材

図-5はケヤキ材の塗膜の応力割れと組織の写真である。導管部の塗料の吸い込みが多く、試験前のチェックで写真左のように導管部の塗膜に無数の欠陥が生じていた。応力割れは導管部の塗膜に集中して発生している。

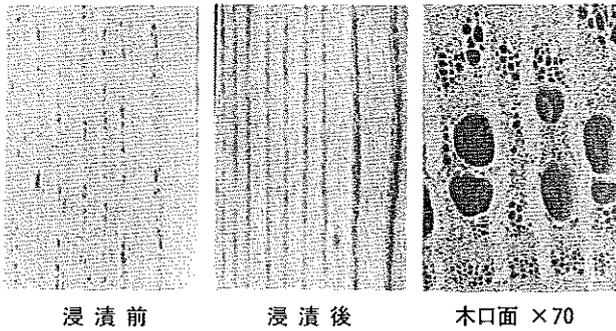


図-5 ケヤキ材

図-6 はブナ材の塗膜の応力割れとその組織の写真である。ケヤキ材と同じように導管部の塗料の吸い込みが多く、試験前のチェックで写真左のように、ほぼ全面に欠陥が生じていた。応力割れはケヤキ材と同じように導管部の塗膜で発生しているが、散孔材のため全面に及んでいる。

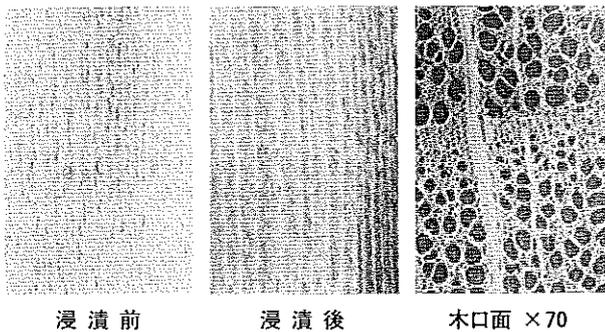


図-6 ブナ材

針葉樹の場合は年輪界に沿って晩材部側に応力割れと剥離が発生する。おそらく早材部と晩材部の収縮率の違いに起因していると考えられる。割れは晩材の幅と関係があり、晩材幅が狭いヒノキ材は網目状に、晩材幅が広いスギ材とカラマツ材は年輪界に沿って強い筋状の割れが生じることが分かった。広葉樹の場合は、導管部分に応力割れが発生する。導管部分は、すでに試験前に欠陥があり、それが試験を通じて割れの拡大に通じたかは不明で今後の研究にゆだねる。同じ塗料でも、樹種によって塗膜の形成や応力割れの発生状況が違ふ。それぞれの樹種に適した塗料の選定並びに塗装法がなされるように塗装計画を立てる必要がある。

2 塗膜の柔軟性喪失促進試験：表-1 に塗膜の引っ張り試験結果を示した。長油性アルキド樹脂塗料の伸び率は16~19%で、水性ウレタン樹脂塗料の伸び率は660~827%であった。塗料によって伸び率に大きな開きがある。これらを60℃の温水に100時間浸漬すると、長油

性アルキド樹脂塗料の伸び率は2~6%に、水性ウレタン樹脂塗料の伸び率は470~490%となった。100時間程度の温水浸漬でも、双方の塗料とも柔軟性が大きく損なわれることが分かった。また、合成樹脂は環境温度が低くなると硬化して柔軟性が喪失する。長油性アルキド樹脂塗料に低温下で応力が作用すると、直ちに応力割れが起きてもおかしくない状態にある。塗料の柔軟性の喪失は紫外線照射でも起こる。塗装計画を立てる時には、熱や紫外線による塗料の柔軟性の喪失を十分に考慮する必要がある。

表-1 塗膜の強度と伸び率 (室温 20℃)

塗料	伸び率 (%)		
	最小値	平均値	最大値
アルキド樹脂(コントロール)	16	17.5	19
〃 (含漬後)	2	4	6
水性ウレタン(コントロール)	660	743.5	827
〃 (含漬後)	470	480	490

## 参 考 文 献

- 1) 木口 実：木材保存 20(2)：2~9, 1994
- 2) 今村浩人：林試研報 No.296：157~191, 1977
- 3) 日本工業規格 K5400：
- 4) 木口 実・鈴木雅洋・木下稔夫・川村二郎：木材工業 Vol.52 No.12：612~617, 1997
- 5) 今村浩人：木材工業 Vol.53 No.7：314~318, 1998