

東京国立博物館蔵鉄灯籠の保存処置

中里寿克・樋口清治

1. 概 要

この鉄灯籠は、東京国立博物館の裏に広がる庭園の南の隅にあって、すぐ後にはこんもりと茂る樹木を背負い、この木枝に覆われる様にひっそり立っている。この場所に配置されたのは戦後と云われるが、本館とは13mしかはなれておらず、又樹木も当時よりは大きく育っている為に日当り、風通しが悪く鉄製品が置かれる場所としては最悪の場所と云える(図-1)。近年になって火袋に錆腐破損が目立つ様になって笠の重みに耐えられなくなり、応急処置として火袋の中央に木製支持棒を立てて笠を支えていた(付図-2)。しかし最近になって錆腐は急速に進行し、火袋は数片に破損して一部は落脱して上部が非常に不安定となり、又中台や竿には赤錆が部分的に密生してきた。火袋の内部には火袋の破損片が落込み、錆粉が数センチも積って錆腐の進行度は想像以上のものであり一刻の猶余も許さない状態にあった。

この様な状況の下で昭和44年

10月、東博金工室長中野政樹氏より保存対策等についての相談を受けた保存科学部は、現状の精査の結果東博側の要請を受入れて合成樹脂による保存処置を実施することに決めた。東博金工室との協議の結果、保存処置は次の様な条件によって行う事に合意を得た。すなわち、

1. 鉄製品の屋外展示のテストケースとして試験的処置を行い、処置後は元の場所に戻す。
2. 使用する合成樹脂はエポキシ樹脂とし、減圧含浸は実施が困難なので塗布含浸とする。



図-1 鉄 灯 籠

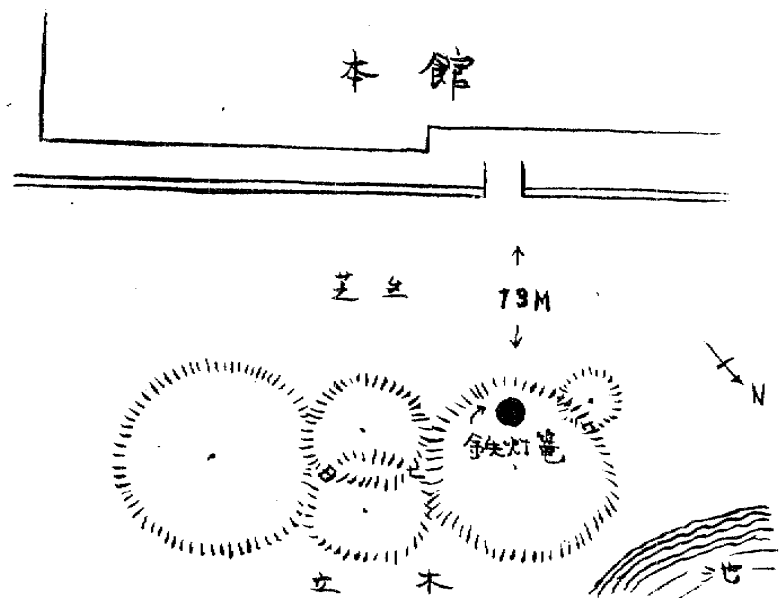


図-2 鉄灯籠の設置場所

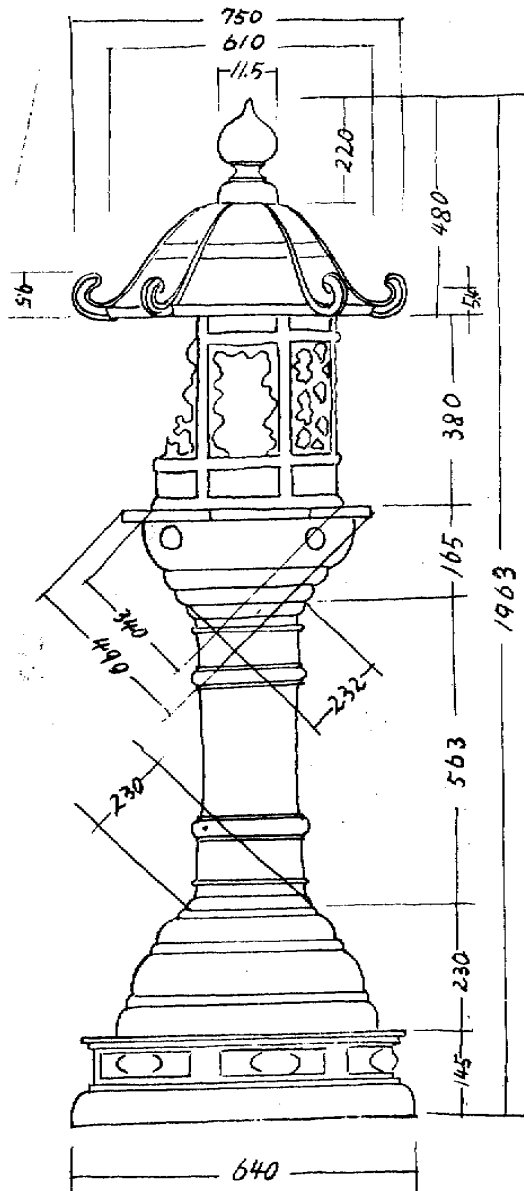


図-3 実測図

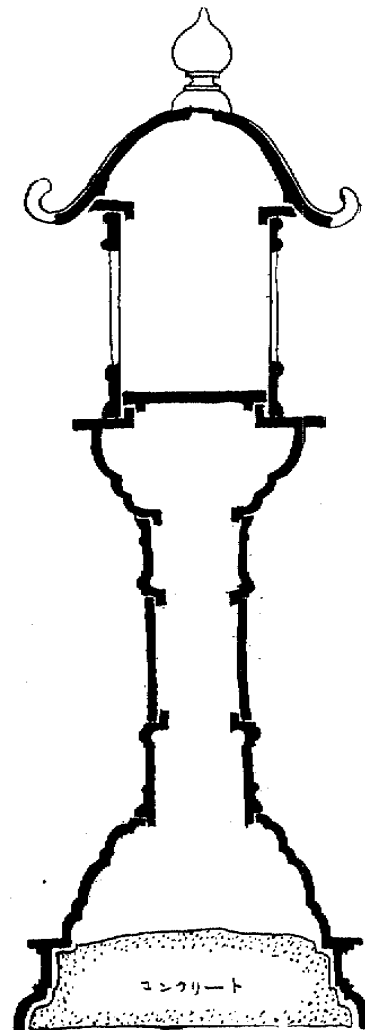


図-4 構造図

3. 破損している火袋は出来るだけ復元し、欠損部は補鋳する。竿などに見られる割れの部分には裏面よりグラスファイバーとエポキシ樹脂の F.R.P 法で補強する。又火袋には笠部の重量をかけない様にする為に内枠を作り、それに荷重を負わせる様にする。

以上が条件の骨子である。ここで最も問題になったのは設置場所であった。先述している如く、今ある場所は設置条件が非常に悪く、処置後は屋内に移すと云う意見があったのも当然であった。しかし条件を変えず処置法によって対処する事とし、テストケースとして処置後のアフターケアを充分行う事で落着いた。屋外展示の条件を満たすには合成樹脂のなかでは比較的耐候性のよいエポキシ樹脂による方法が最良である。しかし鉄製品に対するエポキシ樹脂の使用は、接着剤として適用する以外あまり用いる事はなく、この様な処置にはアクリル樹脂が減圧含浸用として用いられて来た。したがってこの鉄灯笼に対してもアクリル樹脂の減圧含浸法が考えられたが、アクリル樹脂では耐候性に難があり屋外展示はほとんど不可能なのである。そこでエポキシ樹脂が選ばれたのであるがただこの樹脂には二つの弱点がある。一つはやり直しがき

かないという事、もう一つは減圧含浸を行なうことが困難であるという事である。

アクリル樹脂の場合であると可溶性であるのである程度の修正処置を行う事が出来るがエポキシ樹脂の場合は不溶性であるためにこれが出来ない。適用には慎重を要するのである。又エポキシ樹脂は二液性樹脂であるので減圧含浸は難かしく塗布含浸としなければならない。しかし減圧含浸に比し塗布含浸はかなり処置効果が劣ると考えられる。

火袋部に内枠を造る事は、外見上やや見苦しくなるので火袋自体を強化すれば必要ないはずであるが、問題は別の所にある。すなわち鉄はその性質上負荷が大きいほど錆やすくなり、例えば曲げられた部分、加工された部分など力の集中した部分が犯されやすい。火袋も断面積が小さいわりに負荷が大きい為に更に錆腐が増長されたものと考えられたので内枠の補強にふき切った。

鉄灯籠は昭和45年1月28日、中野政樹氏、香取忠彦氏立会いのもとに解体され直に処置室として提供された博物館本館地下の一室に運ばれた。処置は2月4日より開始し、完了して元の地に立てられたのは4月17日である。この処置について本体の樹脂処置は樋口と中里が担当し、鉄錆の分析調査を江本義理技官が行った。火袋の補鑄と内枠の新造については博物館側より東京芸術大学講師市橋敏雄氏に別途依頼されたものである。

尚この鉄灯籠保存処置について御協力戴いた中野政樹氏、香取忠彦氏に紙上より深謝の意を表する次第である。

2. 型体と構造

この鉄灯籠は伝える所によると名越建福の作と云われる。因みにこの作者は「新撰釜師系譜」*によると、慶長頃より釜師として栄えた江戸名越家の六代に当り、文政2年(1819)58才で没したとある。

型体は全体に丸味があって女性的なほっそりとした姿をとり、笠、中台、基礎にこの徴がよく出ている(付図-1)。笠は押え所がない感じながら、あまり誇張されない蕨手をすなおにつき出し、小柄ながら愛すべき宝珠をのせて品よく(付図-3)、基礎と中台は各三段と二段のくびれを作って重ね餅の様なやわらかさがある。火袋、蕨手、中台蓮辨、基礎香様等は六等分され、このうち火袋は松皮菱文の透しを全面に入れ、欄間の前後には日月を透し他は千鳥文を透し出す。基礎香様は各々唐獅子文を浮彫りで現わし、中台の腹にも桐菊文を四方に鑄出している。宝珠の受鉢には単純な唐草文を浮出させ、又竿には縦に短い平行線を入れ、その上部に雲文らしいものが現われる。おそらく雲と雨を表現したものであろう。

構造は(図-4)の如く各部材がはめ込みになり、笠のみが火袋の上の煙出し板に乗る。宝珠もはめ込みと思われたが確かめ得なかった。このうち竿は三部材の組合せである事がわかった。又基礎の内部には半分ほどコンクリートが詰められていた。これはおそらくこの場所に立てられた時に安定の為に打たれたものであろう。尚礎石は平たい大きな自然石である。

* 香取秀真著 昭和5年

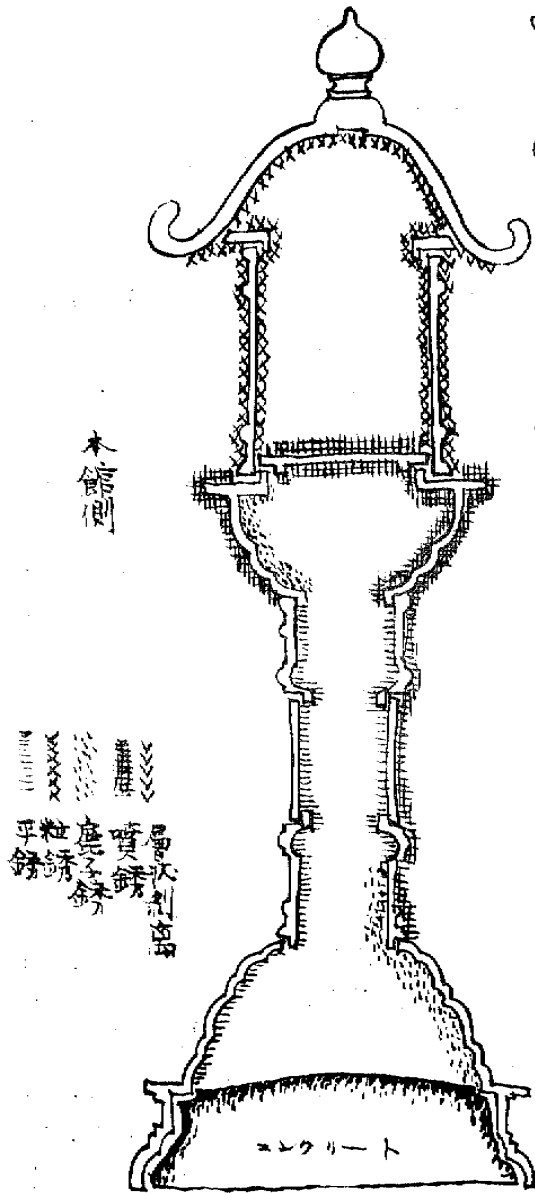


図-5 錆の発生状態図

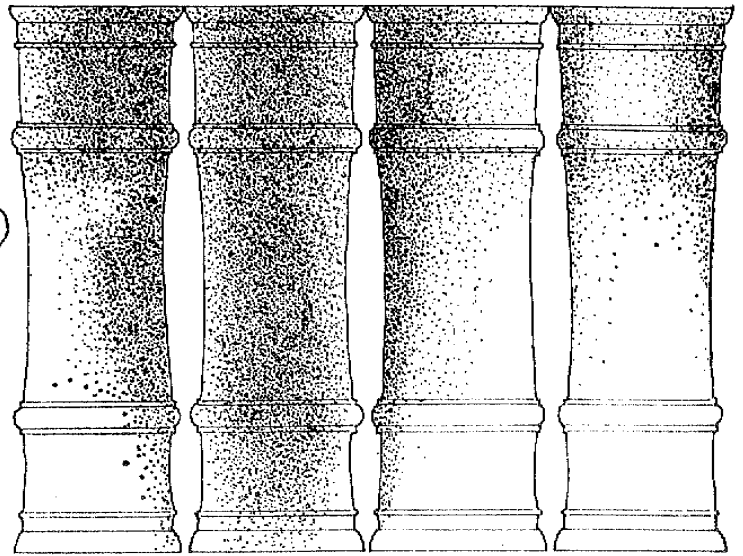


図-6 竿の錆分布図

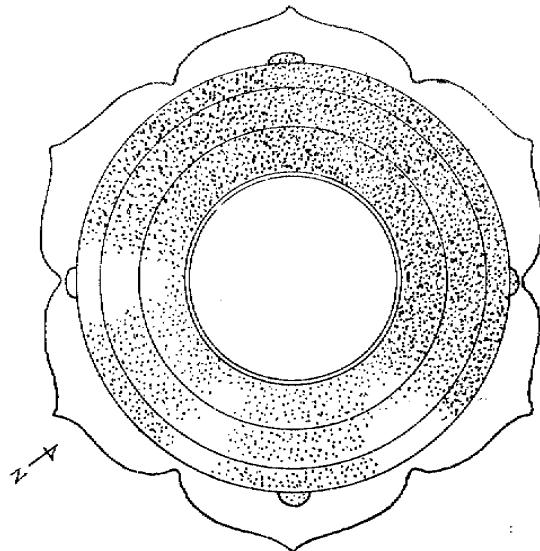
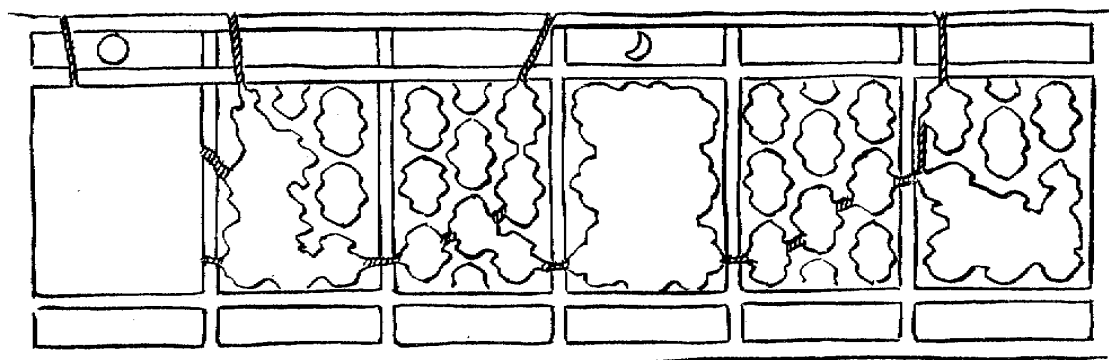


図-7 中台下側の錆分布図



火入れ口

図-8 火袋の破損図(展開図)

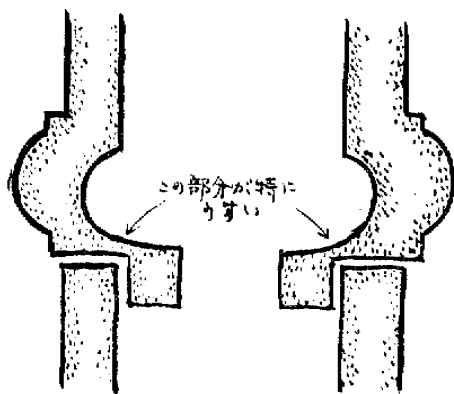
3. 銹腐の状態と破損部分について

この鉄灯籠の銹腐について最も著しい特徴を示したものは銹の場所による差がはげしい事と、場所によってその状態が異なる事実である(図—5)。まず場所の差を見てみると、銹がほとんど生ぜず当初の銹肌を見せる所は笠表面と竿の一部と基礎であるが宝珠が最も保存よい。又最もひどい所は火袋と竿の裏面(本館より)である。このうち竿は表と裏の状態は(図—6)の如くまったく対称的であって裏面では上方にいくほど銹の巾が広がり横からみると対角的に進行しているのがはっきりわかる(図—6)。この竿の内部の銹は表裏の区別なく平面的な銹が一面にみられたが下部の裏面にやや進行した状態がある。中台は竿と同様に裏側は最も進行した銹がみられ表面にも大分広がりつつあるが、面白いのは蓮辨の切込み部の下では一部銹化の行なわれない所がみられる事である(図—7)。この中台の内部は表側と裏側の銹の状態が異なって判然としており、表側はあまり進行せず裏で外面と同程度ひどい銹腐がみられた。基礎は外面は全面それほど目立つ銹化は表われないが、内面で銹びており表側では平面的な銹が、裏側ではやや進展した銹が現われている。笠の裏面は粉っぽい銹が一面にみられるが、これと同様のものが火袋にも現われて更に悪化しており厚味が半分ほどにやせてしまっている。この種の銹は層状に剝離する現象を示し、竿などに見る銹とは異種のものに見える(付図—6)。こうして見てくると鉄の銹の発生が日当たりや風通しに大きく作用される事が歴然としており、とくに竿などに表裏の関係がこれほど明確に現われる事に興味をもたれた。又内面においても外面と相互関係にある事がわかり、今後の保存対作に一つの指標を得た。

以上の銹の状態を分類してみると、四種に分ける事が出来、この状態を次の如く仮称した。

(付図—5)

1. 平銹——竿(内面の大部分)、基礎(内面表側)
2. 粒銹——笠(裏面)、煙出し板、火袋
3. 鹿子銹——中台(内部表側)、基礎(内面裏側)、竿(内部下方)
4. 噴銹——中台、竿(裏面)



図—9 竿接合部の構造図

平銹とは比較的進行度の初期的なもので銹粉の生じてないもの、粒銹は平銹が進展した状態のもので小さい銹の粒が一面に浮出したもの、鹿子銹は噴銹の初期的な状態で、鉄の内部から銹が噴き出た様な状態となり、剝離すると円形の銹穴を作る。密生せず散発したもの。これが一面に生じると噴銹となり表面は赤茶色に粗々しく盛り最も破損がひどい。この四種の銹は進行状態より平銹が粒銹に、鹿子銹が噴銹になると考えてもよいが、実際はこれらの銹が各部分に無差別に表われており粒銹と噴銹は異なる材質の鉄に発生するとは考

えにくい。ただ粒銹あるいは噴銹は鋳鉄品に特有のものと考えられ鍛鉄の銹とは異なる。したがってこの様な銹発生の原因は露結等の気象条件にのみ左右される事がわかる。

破損は火袋、竿、基礎に見られるが、火袋は折損が多く大小十片ほどに壊れ(図—8)、6本ある中柱は1本のみを残しすべて折損していた。それでも下部の円形は辛じて折損をまぬがれ

完全であったので旧状をとどめていた。竿は印籠づくりにして三段に継いでいるが、立上りの部分が非常に薄く造られている為にここで一部折損し不安定であった(図-9)。基礎では下縁の一個所に割れが生じてかるく食い違いが見られた。おそらく鑄込み当時のものと思われる。(中里記)。

4. 鉄錆の態様と腐蝕¹⁾²⁾

錆は鉄の表面が水、酸素その他のものと化合した水に溶けない化合物であると云えるが、この鉄錆の化合物には種々のものがあり、その成因を化学的、電気化学的に究明することは容易でない。しかし黒色の緻密な錆は安定であり、きめの荒い赤錆は表面から落脱し順次錆が進行して保存状態は悪化することは経験的に知られている。大気中でも日当たりがよく表面が乾くと、錆は酸化されて安定な固体となって鉄の表面にしっかり附着して表面を完全に被覆するようになり、その結果水や酸素の進入を防ぎ保存状態は良好になる。

この例は神社、寺等の境内の手すりに使っている鉄棒が、人の手でこすられて錆のきめが細く緻密になって安定化しているのはよく見かけるところである。

赤鉄が生ずるのは水と酸素が一緒になって鉄に働く結果であり、湿度そのものが原因ではない。ただ湿度が高いと結露し易くなり、結露した水が作用して赤錆になる。水に濡れると云っても、水にどっぷりつかっているより、薄い水の層で濡れている方が酸素が十分に働き錆の進行が早い。じとじとといつも湿っているようなところは、日当たりがよく乾きやすいところに比べ赤錆が著しい。この鉄灯籠も日当たりがよく乾きやすい宝珠、笠の表側が保存状態がよく、また全体的にみると樹木の繁った北側が、南側に比べ赤錆がひどく、また雨に直接濡れない笠の裏面、棹の内側が赤錆が多いのは前記理由による結露の結果と思はれる。

前項でこの灯籠の錆の状態を詳述した通り、錆が場所により大きく異っている(図-5)。即ち腐蝕が均一な状態と厚さでなく、腐蝕が集中して孔又は溝のようになる所謂局部的腐蝕が多い。局部的に生じた孔蝕の数が多くなり、全面に分布すると鉄の表面は凹凸になる。この局部的腐蝕は材質の不均一とか環境の作用が異なるところにおこりやすいと云はれている。この鉄灯籠は鑄鉄であり、鑄鉄は鉄と炭化鉄の中に大きい炭素の結晶である黒鉛片がちらばっている。この材質的には不均一系であり本質的には錆びやすいものである。しかし鑄鉄の鑄造後の表面は鑄物砂が熔けついて珫瑯引きのようになっており、この鑄肌が腐蝕を防いでいると考えられる。この鑄肌が一度脱落すると材質が不均一なため局部的腐蝕は急速に進行する。このことは鑄造品は次第に腐蝕して保存状態が悪くなるのではなく、或る一定時期まで安定した状態が続き、その後急速に局部的腐蝕が進行して保存状態が悪化することを意味する。鉄と黒鉛片が混在する鑄鉄は、塩類や酸などの電解質が溶存した水が働くところで局所電池を構成し、陽極となる鉄は溶けるが、陰極として作用する黒鉛はそのまま残っている。そして鉄だけが溶け去って炭化鉄と黒鉛片がいりまじった軟らかい層ができ、これを鑄鉄の黒鉛化と云うが、この現象は灯籠の火袋の内面に特に著しかった。また火袋は模様の透しが全面にあるので、重い笠を断面積の小さい部分で支えるため火袋にかかる応力分布が不同になり、局部電池の作用を更に助長する結果最も腐蝕が進行し一部崩壊するまでに至ったものと考えられる。なおこの錆の分析結果についての詳細は江本主任研究官の論文(p. 83)を参照されたい。

5. 保存の一般原理

以上この鉄灯籠の腐蝕について考察したが、根本的には鉄は酸素と水の接触を防げば化学的な錆も生じないし電池作用による腐蝕もない。鉄製品の保存処置はすべて水と酸素から如何に鉄を保護するかにかかるといえる。一般におこなわれている鉄の保存には、雨に濡らさないようにしたり、屋内で結露をおこさないように乾燥状態に保つようになるとか、密閉容器中に気化性防錆剤を入れた中に保存するなど環境を改善する方法があり、空気汚染がひどくなった最近では特にこの環境の注意は必要である。また電池作用による腐蝕を防ぐため電流を通じて、保存する鉄製品を陰極に保って電気的に防錆する特殊な方法もあるが、最も広くおこなわれているのは鉄の表面を被覆する方法である。この被覆法は鍍金法と塗装法に分類できるが何れも鉄の表面を被覆して水と酸素を絶縁することにより防錆するものである。鉄板を錫で被覆したものをブリキ、亜鉛で被覆したものをトタンというが、錫や亜鉛は鉄と電池を構成した場合陽極となって水に溶けて消耗するが、鉄は陰極となって消耗しない。防錆塗料もこの原理を応用して顔料に亜鉛やアルミニウムを用いたものがある。塗装する場合はがさついた錆を完全に落して塗料を鉄面にしっかり附着させ、また塗膜に傷がついて鉄面が露出しないように充分厚く塗る必要がある。もし塗装面に傷があったり、すきまがあったりすると、そこに水がしみ込み、その水に酸や塩などが溶けていて電気を通じ易くなっていると、酸素の濃淡電池ができて傷の奥の鉄が早く溶けてさびる(図-10)。そして錆は容積を増すのでふくらみ、塗膜層を下からもちあげ、層の剥れを著しくして腐蝕は次第に拡大してゆくので、鉄に接着性のよい塗料を厚く塗るわけである。

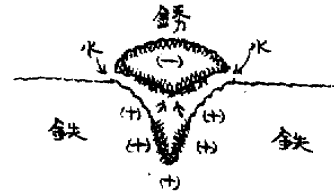


図-10 電池作用説明図

6. 鉄灯籠の保存科学処置

一般の工業製品と異なり、このような文化財は表面の錆をすっかりこすり取って地肌を露出させて厚く防錆塗料を塗ることはできない。外観を損なわないように合成樹脂を薄く塗布するとしても、そのような塗膜ではピンホールが多数あって水の透過を防ぐことは不可能であり、どうしても塗膜を厚くする必要がある。

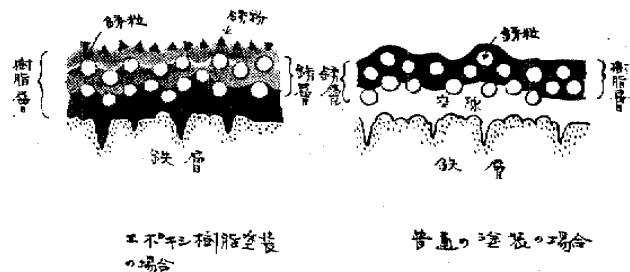
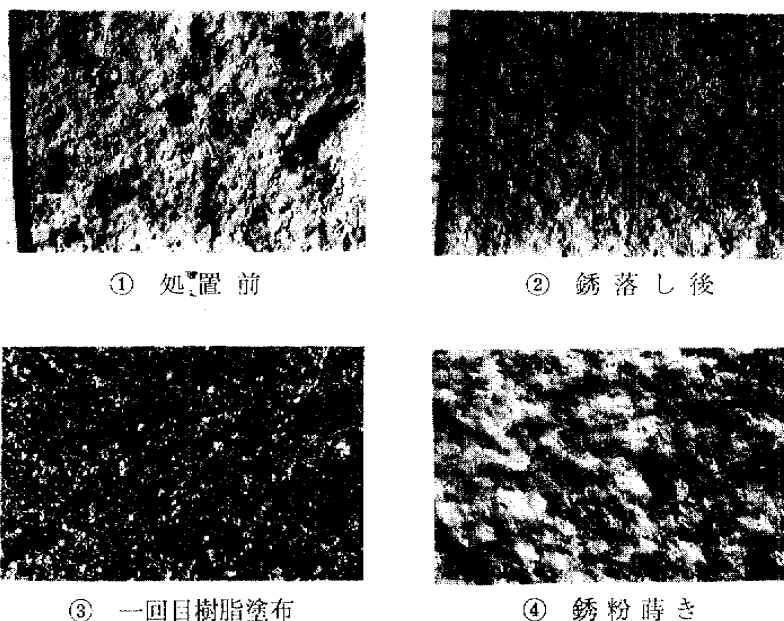


図-11 錆面の塗装説明図

塗膜を厚くすれば、樹脂が無色透明なものでも必ず樹脂光沢を生じ外観は変化することは避けられない。

そこで今回の鉄灯籠には塗装法の変形ともいえるような処置を試みた。それは錆自身は鉄が鉱物質化した安定なもので、これが鉄肌に緻密にしっかりついていれば保存上問題はないが、

この錆がきめの荒いがさがさの状態であると、その間隙から水や酸素が侵入し腐蝕の進行や剥落を生ずるのであるから、このがさがさな錆の間隙を合成樹脂で充填するように接着してしまえばよいと考えた。つまり表面をすっかり塗りつぶす普通の塗装と異なり、がさがさな錆の間隙を樹脂で填めた後、表面に附着した樹脂をできるだけ除去しようとする発想である(図一11)。



図一12 樹脂強化の工程写真

このような目的のためには普通の防錆塗料では粘度が高くて間隙に充分ゆきわたらず、表面だけに厚くつくので適さない。そこでわれわれはエポキシ樹脂塗料(ボスチックジャパン3003 C₁)を使用した。この樹脂は比較的分子量の高い固体状のエポキシ生樹脂をメチルエチルケトンに溶解したものに硬化剤を加えるもので、樹脂濃度は約50%であるが粘度が低いのでしみ込み易い。溶剤が蒸発して指触乾燥の状態では、まだ完全に硬化していないので溶剤に可溶であり、このとき表面に附着した過剰の樹脂を溶剤で除去できる。常温で約24時間以上経過すれば、三次元重合体になり不溶不融性のものとなる。接着性に優れ、耐候性も比較的良好である。

次にこの鉄灯籠の処置操作について述べる。

まず解体された各部分について、外見上見苦しい剝離しかかっている表面の荒錆の層を軟らかいワイヤーブラシ又はたわしを用いて軽くこすって落とし、また外から見えない内面の錆はワイヤーブラシでできるだけ除去して清掃後、表面には硬化剤を同量混合した3003 C₁を刷毛でたっぷり塗布した。液は吸いこまれるように滲透するから飽和状態まで塗布含浸した。表面に液が溜っているような箇所は、メチルエチルケトンを湿ませた布でふきとり、しばらく放置すると液は溶剤が蒸発するに従い次第に粘度が増加し粘着力がでてくる。このような状態になったとき、清掃の際集めた錆を乳針でよく磨って微粉末にした錆粉を、表面に蒔くようにふりかけて、溶剤で湿したタンポで錆粉の上を押える。

これは表面の間隙に溜った樹脂の光沢を消すためである。保存状態の特に悪い火袋に対してはこの処置を三回繰り返す、棹に対しては二回処置、中台と笠と台座には一回処置をおこなった。受台と棹と台座の内面には、接着用エポキシ樹脂(ボスチックジャパン3003 J₂)を厚く塗り、結露による防錆処置をおこなった。

火袋は前述のごとく欠失部が多いので上記の強化防錆処置を済ませた後、補鑄のため芸大の市橋講師の所に送った。はじめ鑄鉄で補鑄する筈であったが先方の都合によりプラスチック成形で欠失部が造られて戻ってきた。火袋の中柱6本のうち5本が折損していたが、折損部の間隙が大きいところは、エポキシ樹脂接着剤に錆粉を混入したものを詰め接着した。また折損し

ていても間隙が狭まらず、樹脂を埋められない箇所には、裏から積層用ガラスクロス2～3枚を錆粉を混入したエポキシ樹脂で補強した（付図一7）。

竿は印籠づくりに三段に継いであるが、接合部が比較的弱い状態にあったので、竿の裏側から接合部を中心に約15cm巾のガラスクロス11～12枚をエポキシ樹脂で補強した（付図一8）。

また台座の側面に一ヶ所3mm巾程度の亀裂があったので、そこには錆粉を混入したエポキシ樹脂で充填した。

以上で処置を終了し、灯籠は旧位置にもどし組み上げたが、この際火袋に笠の荷重がかからないように、火袋の内側に直径7mmのステンレス棒で六角の枠をつくり、これに笠をのせるようにした。このステンレスの枠は火袋の透しから光って見えるので、錆粉をエポキシ樹脂で塗りつけておいた（付図一9）。

かくして組み上げられたこの灯籠は表面が滑らかな状態になって少し黒光りするようになり、処置前のがさがさな赤錆におおはれ今にも崩れそうな危険な姿に比較して、落ちついた安定感をとりもどすことができた。

7. む す び

現在屋外におかれて雨ざらしになっている鉄製の文化財で、腐蝕のため保存状態の悪化しているものは少なくないので、その対策は緊急を要する問題である。しかし文化財としての価値を損わず完全に防錆処置を施すことは極めて困難なことである。この鉄灯籠の処置も文化財としての価値をできるだけ損わず、また比較的容易に施工できる方法として試みたものであり、錆を完全に防ぐことだけに重点をおいたものではない。問題はこの処置が何年有効であるかにかかっている。勿論この鉄灯籠も有効寿命を延ばすためなら、屋外に置かずに格納し、結露にさえ注意すれば屋外に置くより数倍の保存寿命を有するであろう。しかし博物館関係者の御理解ある考えで、敢えて旧位置の屋外にもどし、この処置法の可否を検討する機会を得たことは、今後屋外に置かれている鉄製の文化財の保存について何等かの指針を得られるものと思われる。

この鉄灯籠の処置後の経過について目下観察を続けているが、処置後半年で火袋の扉の下や、火袋の透し、中台の蓮瓣の先端等に極く小部分であるが、塗膜が破れた微候が見られ決して楽観は許されない。しかしこのままの状況が続く安定化する状態になるか、または錆が再び進行するかはもう少し今後の経過を見ないと何とも云えない。何れにしろ処置後一ヶ年経過した後、そのときの状況に応じた適当な手直しはするつもりであり、この方法で屋外での保存が可能か否かの解答を得たいと思っている。（樋口）

文 献

- 1) 山本洋一 「錆」 昭和18年
- 2) 山本洋一 「鉄のさび」上、下 昭和26年

Résumé

Toshikatsu NAKAZATO and Seiji HIGUCHI:

Preservative Treatment on a Cast Iron Lantern in the Garden of the Tokyo National Museum

This iron standing lantern was cast in about the middle of the 18th century. Standing in the back garden of the Tokyo National Museum, it recently has rapidly dilapidated due to rust. As one method of preservative treatment on such outdoor iron objects, we experimented treatment with epoxy resin. In our method, we applied solventtype epoxy resin on the surface with a brush, allowing the resin to infiltrate into the interstices in the minute structure of the rust, and removed the resin remaining on the surface as far as possible by means of solvent before the resin hardened. Fine rust powder was subsequently scattered on the surface and fixed, in order to remove the gloss of the resin. This treatment was repeated several times to cover the entire surface with a coat of rust and resin, so that the preservative purpose might be attained while avoiding change of the exterior appearance. The question still remaining is how long the treatment will last effective. We shall keep eyes on the specimen to see whether this method is plausible or not.



付図-1 全姿 (処置前)



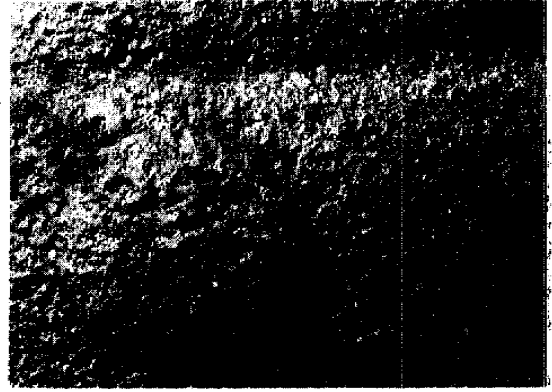
付図-2 火袋部分の支持棒と錆の集積



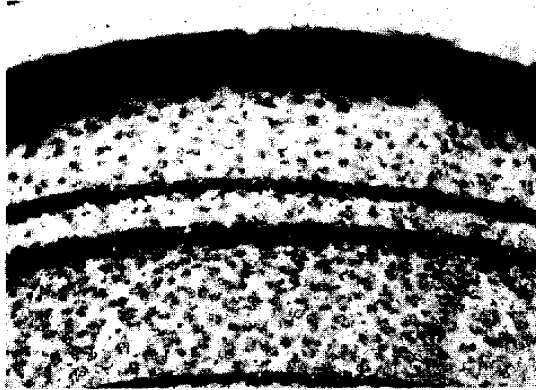
付図-3 宝珠



平錆 (基礎内面南側)



粒錆 (中台北側)



鹿子錆 (基礎内面北側)



噴錆 (竿東側)

付図-5 錆の種類



付図-6 笠裏面の層状剝離



付図-7 火袋内面のF.R.P.処置



付図-8 笠接合部の F.R.P. 処置



付図-9 火袋内のステンレス棒



12-a 修補前

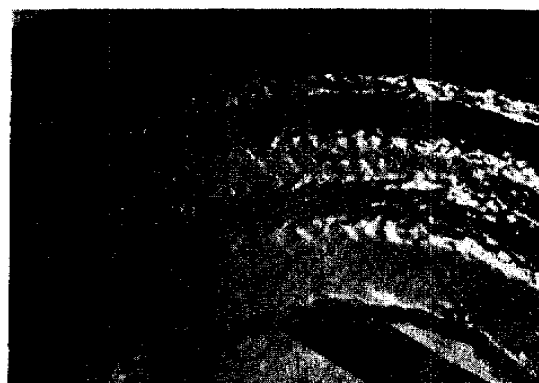


12-b 修補後

付図10 火袋の透し文修補



13-a 処置前

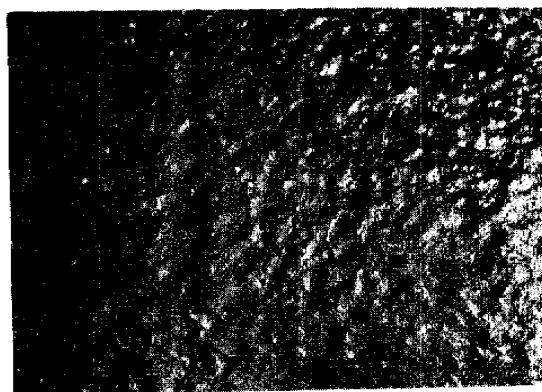


13-b 処置後

付図11 中台(内面)



14-a 処置前



14-b 処置後

付図12 中台(表面)