

木造船の劣化腐食

—建造後50年経過した投網船の船板と船釘—

松井哲洋

はじめに

古い日本の木造船は現存しておらず、古文書や絵画資料などからその姿を推測せざるをえなかったが、近年、発掘された船関連遺物から、当時の船の工法や形状などが解明される事例が増えてきた。

出土遺物による船の歴史の解明は、今後もっとも期待される分野の一つであるが、木や鉄釘などで造られた木造船は、劣化腐食された姿で発掘され、また、発掘後更なる風化が進むものも少なくない。

そのため、これらの遺物から建造当初の姿を推測するためには、木造船の劣化腐食に関する情報の蓄積が必要となる。

ところが、膨大な木造船関連資料の殆どは、建造当初の船に関するものであり、建造後の劣化腐食に関するものは、きわめて限られたものである。

そこで、建造後約50年を経過した筆者所有の投網船を一部解体し、船板や船釘などの劣化腐食状態を調査した。

尚、本文中では、尺 \doteq 30cm、寸 \doteq 3cm、分 \doteq 3mmとする。

1 船の概要

投網船とは、江戸川河口部などで使用された、長さ5間～6間、巾5～6尺ほどの遊漁船である。お客を乗せる船であり、檣材や銅板などが多用され、装飾性の高い造りとなっている。船首部には、投網のための甲板があり、胴の間には生簀がある。加

敷が起ち、比較的機敏な動きのできる船である。

今回調査した船は、1960年頃に製造され、1991年に大きな修理を施され、千葉県船橋の滞に係留されてきたが、その後、劣化腐食の進行で、度々沈没するようになる。そのため、2008年春、廃棄処分の為に、一部解体することとした。全長10.75m、最大幅1.8m、最浅部の深さ0.79m（呼び：長さ5間5尺、肩幅5尺5寸）、総重量約2トン。

2 船体に使用されている木材と金属

船体には、杉・檜・樺・松・檜の木材と、鉄・銅の金属が使用されている。図1は主要部分名称と使用木材名、図2は主要な釘類の使用箇所である。

2-1 木材

①杉：敷は2寸厚、加敷は1寸1分厚、床の敷板は8分厚、波除差板は7分厚、舵の羽板は7分厚。

②檜：棚は1寸厚、水押は3寸厚、艫の戸立は2寸厚、その他各部の隔壁は2寸厚、地マツラは2寸厚、上小縁は2寸厚、艫と表のコツナギは2寸角、小縁は1寸厚、船首甲板は1寸厚、ハスカイ小縁は1寸厚、機関場屋根板は7分厚。

③樺：機関場エンジンマウントは6寸角、腕マツラは3寸角、波除の束は4寸角。

④松：舵床は6寸角。

⑤樑：舵身木、舵柄、艫と艫臍、水押や小縁スレ材。

2-2 銅船釘、銅ボルト、銅鋸、銅板

①銅船釘：小縁釘は4寸の皆折れ釘を使用し、尾は棚板を突き抜け尾返し。釘頭には、1×2寸の銅板が張られ化粧となっている。釘間は8寸。

②銅ボルト：腕マツラ上部に、直径3分のボルトを1本ずつ使用。

③銅鋸：足の長さ5分くらいの、3種類の銅鋸が使用されている。

A 太鼓鋸：頭の大きさ3分、頭が丸く盛り上がる。水押上部などに使用。

B 船鋸：頭の大きさ35～45と呼ばれ、2～3分の大きさで平らな船鋸。腕マツラの頭などに使用。

C ケシ鋸：頭の大きさ2分くらい。巾の狭いミチガネ固定などに使用。

④銅板：水押頭、小縁の釘頭、棚通り釘の釘頭、ハスカイ小縁釘の釘頭、ハスカイ小縁前部、艫チリの化粧、腕マツラ頭部、各部ミチガネ(水押前後部、上小縁と小縁、隔壁や棚板と加敷などの合わせ目など)に使用されている。

2-3 鉄船釘、鉄ボルト

鉄釘類には、亜鉛メッキのものとメッキ無しのものがあるが、現時点では、メッキの有無を確認できない。

①鉄船釘：一般に、棚通り釘には頭の大きな通り釘が使用されるが、当船には、通り釘の使用は認められない。

A 皆折れ釘：4寸前後の皆折れ釘が、棚通り釘、敷根付釘、登り釘、マツラ釘、上小縁釘、隔壁と棚や加敷との固定釘として。未解体部が多い為詳細は不明。釘間は、棚通り釘と敷根付共、約4寸5分。

B 落とし釘：4寸前後の落とし釘が、棚板や各部の仕切り板の矧ぎ合わせに使用されているものと推測されるが、未解体のため不明。敷板の矧ぎ合わせには5寸位の落とし釘が使用されていると推測されるが不明。

②鉄ボルト：地マツラや隔壁と敷板、樑のエンジンマウントと敷板、スクリーシヤフトカバーと敷板、エンジンとエンジンマウントなどの固定に、径3分～4分の鉄ボルト使用。インチ系のような。

3 補修履歴

3-1 1960年～1991年

1991年以前の主な修理痕は、左舷加敷中央部を20cm×200cm削りぬき、新杉板を、船釘で固着し、空隙はポリエステルパテで充填。

棚通り釘、敷根付釘、水押の登り釘などに増し釘は見られない。

3-2 1991年

局部的に劣化腐食の激しい箇所があり、数箇所の補修を行った。

①左舷加敷中央部：以前の補修部に隣接した箇所を20cm×200cm削りぬく。新杉板を木ネジで固定し、エポキシ・フェノールマイクロバルーンパテで、接着充填する。

②左舷棚板の機関場前下部：5cm×100cm削り抜き、新杉板をエポキシ・フェノールマイクロバルーンパテで、接着充填する。

③右舷加敷板の機関場中ほど：5cm×50cm削り抜き、新杉板をエポキシ・フェノールマイクロバルーンパテで接着充填する。

④腐食が進み、柔らかくなっている箇所が、左右の加敷板に数箇所あり、エポキシ・フェノールマイクロバルーンパテで充填する。

⑤戸立下部周辺：エポキシ・フェノールマイクロバルーンパテで、接着充填する。

⑥水押前部・樑スレ材：新材に交換。

⑦水押の登り釘が腐食破断：皆折釘を増し釘する。

⑧殆どの銅板が欠損：棚通り釘の釘頭、水押や艫まわりを新銅板で補修。船鋸を使

用すべき所もあるが、入手が困難の為、全てケシ鋸を使用。

⑨棚板と加敷板接合部の空隙：槓肌の充填及び、シリコンコーキング剤を充填。

⑩木部全面：サンディングして、きれいな木面を出す。その後、棚板外面を一液ウレタンで、加敷板外面を、キシラデコールで塗装する。

この時点では、水押の登り釘以外は増し釘をしなかったが、各部の釘やボルトが相当弱っていたことが、その後の浸水などからは、推測された。

FRPカバリングも考えたが、木造船としての経時変化を観察することにし、FRP加工は見送った。

3-3 1991年～2008年

①空隙からの漏水：槓肌やシリコンコーキング剤による充填、当て板による防水を随時行う。主な漏水箇所は、左右舷棚板と加敷の接合部、左舷加敷と腕マツラの裏側、船首水押と敷の接合部、艫の立板と敷の接合部である。また、機関場からも少量の漏水があり、シリコンコーキング剤で防水する。しかし、腕マツラ裏側からの漏水は処置が難しく、完全な防水はできなかった。

②棚通り釘、水押登り釘の破断：2000年頃より、棚通り釘及び水押の増し釘として、ステンレス木ネジを約30本使用するが、十分な密着ができない。

③軽量化：2000年頃より、度々沈没する。そのため、取り外し可能な部材（床敷板、舵、機関場屋根板、ユニバーサルジョイント以降のスクリュージャフト）を船からはずし、軽重化して、浸水の対策とした。

4 2008年現在の劣化腐食状況

今回は解体廃棄する予定であったが、その後、修復保存することに変更した。全解体しないために、腐食状態を確認できない箇所もある。

図3は建造時から現在までの、主な劣化

腐食箇所をまとめたものである。写真は2008年現在の、各部の劣化腐食状況である。

4-1 敷板

敷板は、胴敷と艫敷の2材で構成される。

敷の船内側に、部分的な腐食は認められるものの、水押と艫立板の接合部以外には漏水は見られず、全体としては良好。但し、解体していないため、敷板裏側や、敷板の落し釘の腐食状態などは確認できない。腐食の原因としては、雨水の滞留により、腐食菌の繁殖が進んだことが推測される。

①隔壁の下部付近：深さ2cm、巾3cm、長さ30cm位の欠損が2、3箇所にある。漏水なし。

②加敷板と敷板接合部の外側：腐食無し。

③加敷板と敷板接合部の内側の両端：深さ1cm、巾3cmの腐食欠損あり。漏水なし。

④水押と敷板の接合部：木栓が腐食欠損。登り釘が破断し、空隙からの漏水あり。

⑤艫立板周辺：敷や加敷の腐食により、艫立板の接合部に漏水あり。

4-2 加敷板

加敷板は、接合部のない、巾のある長い1枚板である。左右舷で劣化腐食状態に大きな差異がある。

1991年以前の比較的早い時期から、左舷側の腐食劣化が生じていることから、左舷加敷板の素材に問題があったことが推測される。船首から船尾に至る広い範囲で、板のほぼ中央部に割裂や劣化腐食が認められることから、左舷加敷板は、芯持ち材であった可能性が推測される。

左右舷共、船首から船尾に渡り、喫水部分が深さ3～5mm、浅く侵食されている。これは、波による侵食のようだ。

外観からは、左右舷共、加敷板を敷板に固着する敷根付釘は良好であることが推測される。良好な理由として、釘頭の埋木が良好で、しかも、加敷と敷の接合部が緩ま

なかったために、海水の浸入がなかったこと。または、干潮時に、ヘドロの海底にもぐっていたため、酸欠環境となり、酸化腐食が進まなかったことなどが推測される。

A 右舷加敷板

比較的良好。

①機関場中央の数箇所：腐食部分があり、漏水がある。また、喫水部全域に、波によると思われる浅い侵食が認められる。全体としては良好である。

B 左舷加敷板

①船首部：巾1cm、長さ3mの大きな割裂空隙あり。

②機関場付近：巾20cm、長さ100cmの腐食あり。これは、1991年以前の腐食部の延長部分である。

③胴の間にある腕マツラの固着釘周辺：腐食。腕マツラの裏側のため、防水が難しい箇所である。

④水押接合上部：腐食欠損。水押上部から雨水浸入し、腐食菌の繁殖が進んだ為と推測される。

4-3 棚板

両舷とも棚板は比較的良好であるが、棚通り釘や水押の登り釘の腐食破断は激しい。棚通り釘と敷根付け釘とで、耐用年数に大きな差異が発生したが、その原因説明は今後の課題。

①左右両舷棚板の喫水線部分：船食い虫や、波によるよると思われる、侵食、劣化腐食あり。

②ハスカイ小縁周辺：腐食。銅板化粧部の腐食は、銅鋸欠落後の穴に雨水が浸入し、風化侵食が進んだものと推測される。

③棚通り釘周辺の棚板：割裂あり。

④ほぼ全ての棚通り釘：腐食破断。数箇所の隔壁の臍（ほぞ）や、増し釘として使用したステンレス木ネジにのみで、棚板と加敷板とが、かろうじて繋がっていた状態である。釘は全て錆びて膨張し、棚板と加敷板の接合部の板を割裂させている。そのため、これ以上の増し釘はできない。鉄釘は20～50年で破断し、木部に腐食や割

裂などの損傷を与えることが確認された。

⑤1991年に増し釘された船首の登り釘：20年間で厚さが半減し、強度的には限界となる。このことから、鉄釘は、亜鉛メッキされたとしても、耐用年数は20年以下であることが推測される。

⑥2000年に増し釘されたステンレス木ネジ：良好。ただし、船釘より細く、効果は低い。

⑦左右舷棚板の後方、矧ぎ合わせ接合部：接合用鉄船釘が錆び、接合部にわずかな隙間が見られる。

解体しないため、釘劣化状態不明。

⑧空隙：釘が破断し、棚と加敷の接合部は大きく開く。左舷5mm～10mm、右舷1mm～5mmの空隙が生じた。この部分に、シリコンコーキング剤や充填材などを充填しても、漏水を完全に防止することができず、度重なる沈没の主な原因となった。

4-4 水押

①左舷甲板下部：巾5cm、長さ30cm腐食。雨水の浸入による、腐朽菌の繁殖が推測される。

②衝突による欠損。前下部巾1cm、長さ30cm。

4-5 立板

立板下部の敷や加敷との接合部：内外の腐食あり。雨水による腐食菌の繁殖と、固着釘の腐食による、接合部の緩みなどにより、腐食しやすい環境になったものと推測される。解体していないため、固着釘や、漏水部の詳細な確認はできない。

4-6 腕マツラ

①腕マツラ下部：巾9cm、長さ15cm位が腐食し、完全に欠損している箇所もある。雨水滲入による腐食菌の繁殖が原因ではないかと考えられる。1991年時点でも、腐食が認められたが、其の時点では、「最上の素材である樺が、軟弱であるは

ずがない」という先入観があり、見落とししていた。今回、50年という長期にわたる使用により、樺が湿潤環境に弱い材であることが確認された。

②棚板との固着に使用されている銅ボルト：表面に緑青が発生している以外、良好な状態である。

③加敷との固着釘：腐食しているものと推測される。

4-7 甲板

①雨水が溜まりやすい箇所：腐食欠損が進む。

檜といえども、雨水滲入による腐食菌の繁殖で、腐食がかなり進むことが確認された。特に、1991年時点で、甲板上部に、防水の為に厚い塗膜を形成したが、それが裏目に出、滲入した雨水の蒸発を防ぎ、木材を蒸らし、腐朽菌の繁殖を増長させたようである。完全に密着しない塗膜は危険であることが、確認できた。

②棚板との固着釘：厚さ1/3くらいに腐食。

③甲板板同士の接合用落し釘：解体せず腐食は不明。

4-8 艫廻りと船首廻り

①艫廻り各部や船首廻り上部：雨水の滲入と乾燥の繰り返しによる、干割れが入り、欠落部が多い。この部分は、防水シートのカバーから出ていた部分であり、雨水と直射日光による、乾湿劣化の激しさが確認された。

②固着釘：殆どが腐食破断している。

4-9 上小縁、小縁

①上小縁木部に割裂あるが、腐食は少ない。

②固着釘：殆どが腐食破断している。破断していないものも1割ほどあるが、厚さ約1mmになり、当初の1/4ほどである。強度は全く無い。しかし、この1割の釘が

残っていた為に、かろうじて上小縁の欠落をまぬがれた。

③小縁を棚に固着している銅の皆折釘の小縁釘：表面に緑青が発生しているが、腐食は殆ど無く、良好である。この釘は、棚板の船内側で尾返しされている。銅の尾返し釘は、50年間の使用に充分耐えうるということが確認された。

4-10 鉄ボルト

①隔壁などを固定している鉄ボルト：頭部は露出しており腐が激しいが、解体しない為、ボルト全体の腐食状況を確認することはできない。海域での鉄の腐食速度を0.1mm/年とすると、50年で5mmとなり、そろそろ破断するころかもしれない。

4-11 銅板と銅鋳

①各部に使用されている銅板：1991年時点で殆ど欠落していた。1991年に、再度張り直したが、現在、そのほとんどが欠落。銅鋳の保持力が、不足していた可能性がある。

②ハスカイ小縁前縁部の棚板の腐食は、銅鋳の軸部による穿孔箇所から雨水と直射日光による劣化が進んだものと思われる。銅板は化粧と防食を兼ねたものであるが、維持管理が不十分であると、木部腐食を加速させる場合もあることが確認された。

4-12 その他

エンジンマウント：樺であるが、胴の間の腕マツラとは異なり、腐食が見られない。また、機関場の腕マツラにもほとんど腐食が認められない。良好な樺が使用されたのか、それとも、機関場であるため、油が浸み込み防腐効果が生じたのか、その原因解明は、今後の課題。

5 まとめ及び考察

5-1 木材

1) 劣化腐食の種類

①化学的劣化：紫外線劣化（船の全体的な変色）、

②物理的劣化：対物接触による破損（水押下部破損、舳杭との接触による小縁や棚板の破損）、波浪による侵食（喫水部の深さ3mm、巾15cm位の痩せ、アフリ喫水部の痩せ）、雨水滲入による乾湿による割裂（艙まわり破損、はすかい小縁周辺破損、水押周辺上部構造の破損ほか多数）、錆びた釘による割裂（上小縁、棚板などの、板厚さ方向の割裂）

③菌による腐食（敷中央部や敷両端部の腐食、樺腕マツラ下部の腐食）、

④船食い虫による虫害（棚板機関場下部など多様なものが認められる。

2) 木材劣化腐食のまとめ

①劣化腐食の原因には、腐食菌、雨水滲入と直射日光による乾湿、船食い虫などがある。

②喫水線部の波による侵食は、50年で3mm～6mm。

③木材材種や使用部分により、劣化腐食状況が大きく異なる。

④木材は、全面的に劣化腐食するのではなく、局部的に劣化腐食しやすい箇所がある。しかも、50年経過しても健全な箇所が多い。

⑤エポキシによる補修箇所は、20年後も良好である。エポキシと木部のマッチングは良好である。

5-2 金属

1) 銅釘、ボルト、鋳のまとめ

①銅釘や銅ボルトの耐用年数は50年以上。

②銅鋳は50年もつが、抜けて欠落するものが多い。

③銅板の耐用年数は50年以上だが、欠落部が多い。

2) 鉄釘、鉄ボルト

鉄の腐食状況は、海底、海中、干潮帯、飛沫帯、大気中で異なることが知られている。特に干潮帯と飛沫部、海面付近などの、

酸素と水、塩分の共存している箇所での腐食が顕著であり、約0.1mm/年の腐食速度が知られている。この船の調査結果からも、この程度の腐食速度であることが推測される。

①鉄釘は、基本的には、耐用年数20年以下。

②使用方法や使用箇所により、鉄釘でも50年以上の耐用年数を得ることが可能。

③鉄釘は錆化した場合、膨張して木材を割裂劣化させる。

④鉄ボルトの露出部の腐食激しい。

6 今後の夢

木造船は、FRPやアルミ船と比較し、各種性能が劣り淘汰されてきた。船大工も高齢化し、あと数年で、木造船の技術が絶えることが推測されている。

しかし、最近、木造船を見直そうという人たちもわずかであるが、現われてきた。木材は再生可能な資源であり、いくつかの面で、環境にやさしい素材ではないかと考える人たちである。

仮にそうだとしても、劣化腐食という、木造船にとりもつとも大きな課題を解決しないままでは、実用的な木造船の再現は難しい。

今回の調査結果から、腐食は船全体ではなく、局部的であり、大部分の箇所は50年後でも使用に耐え得る状態であることが確認された。

今回の調査結果を参考にし、伝統的な船大工の知恵と現代の技術を併用して、50年を経過したこの船を修復し、木造船の耐用年数の限界に挑戦してみたい。

7 謝辞

今回の調査は、盛田明氏、坪田氏、浅海輝雄氏の温かいご支援の下、実施することができた。

深く謝意を表します。

(まつい・てつひろ 当館展示協力員)

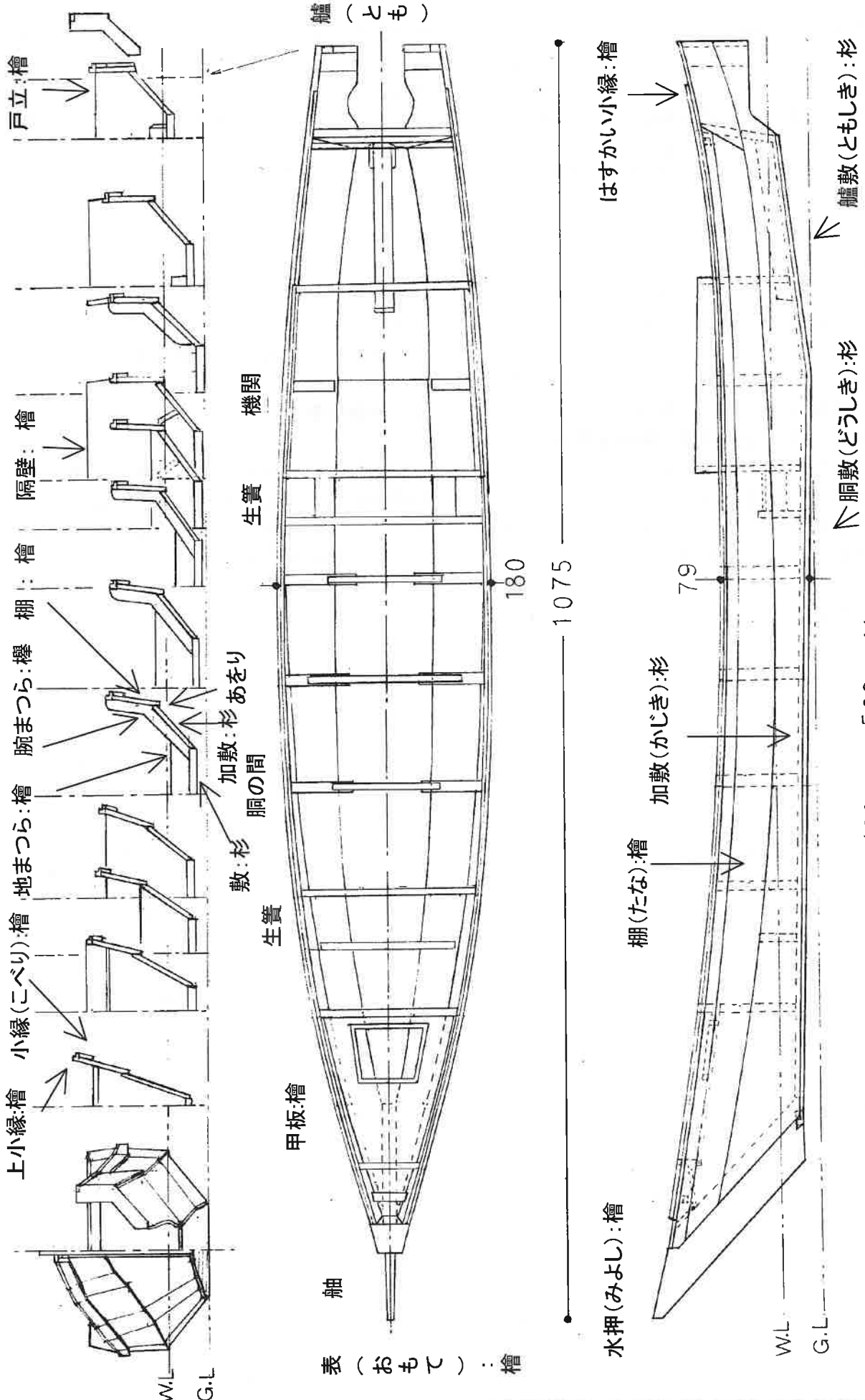


図1 部分名称

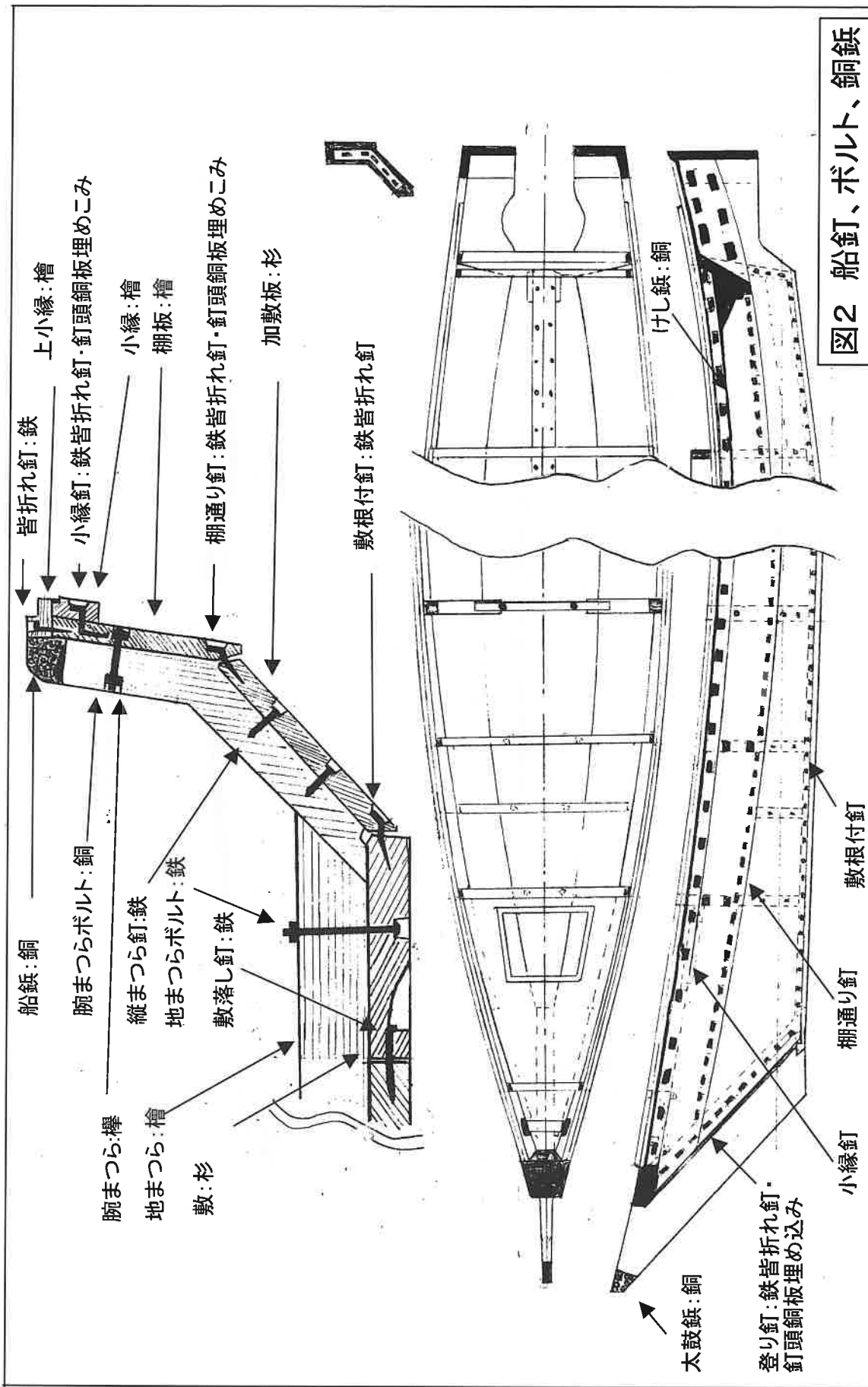


図2 船釘、ボルト、銅鉸

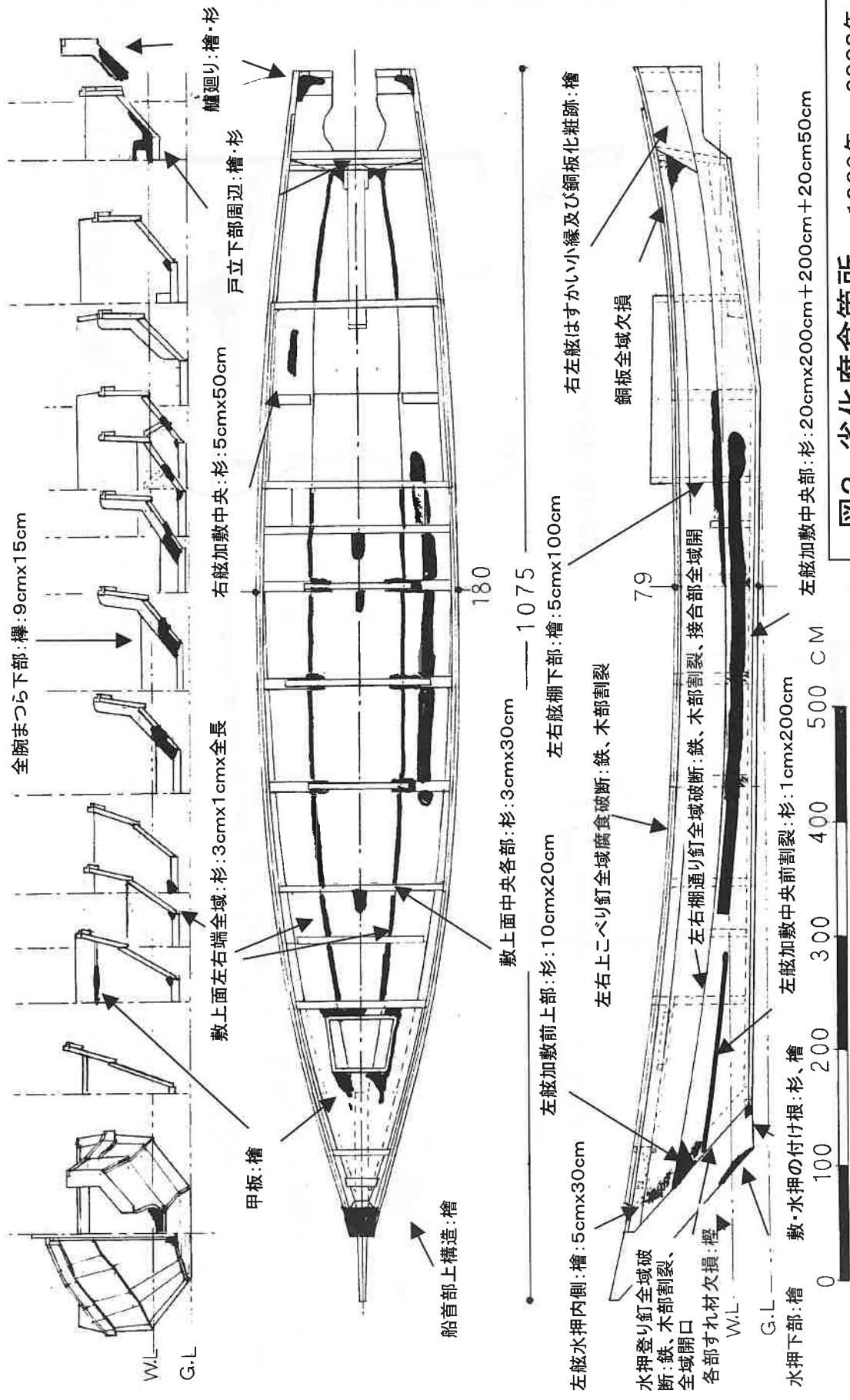


図3 劣化腐食箇所 1960年～ 2008年

写真1 腐食状況(2008年)

写1



釘腐食破断で、上小縁が浮いている。

水線下には、ふじつぼなど付着。船体木部全面変色劣化。

加敷の腐食、割裂部をシリコンコーキング剤で塞いでいる



艫廻りの破損が激しい

舵、舵床、床敷板、機関場屋根などは欠損。



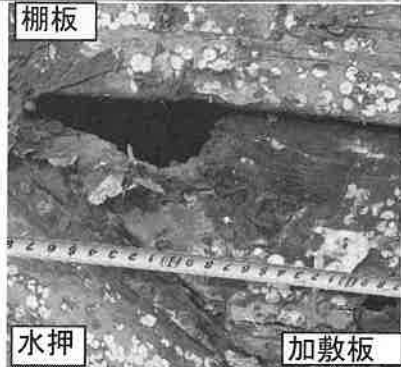
棚板

空隙

水押

加敷板

水押、棚板、加敷板付け根の空隙



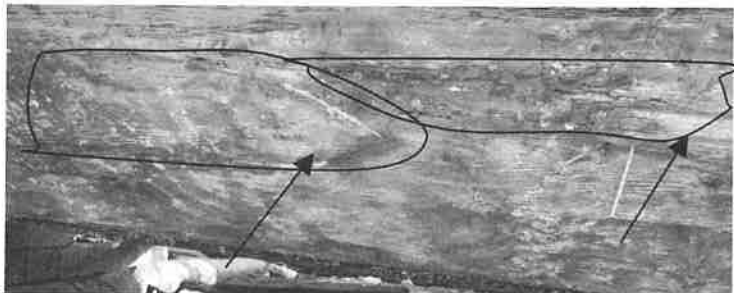
棚板

水押

加敷板

水押付根部の加敷板腐食欠損

三菱12馬力エンジン・錆つき動かない

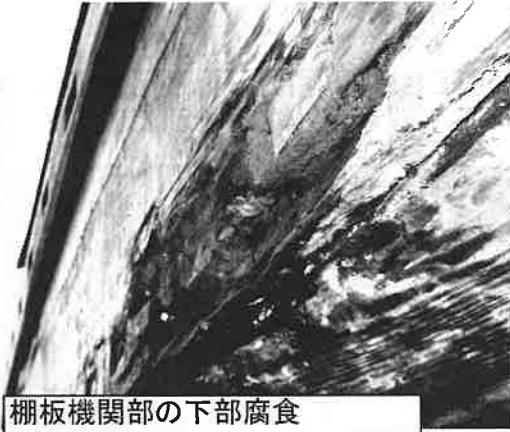


左舷加敷1991年以前修理部

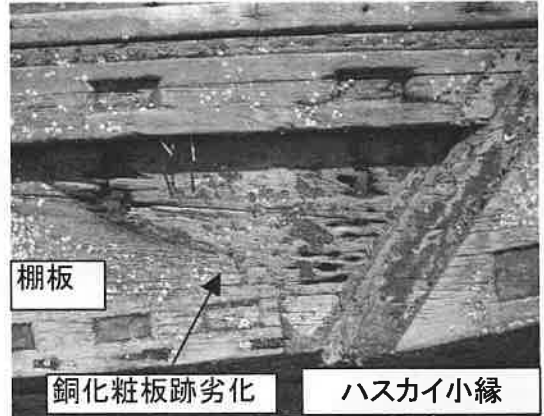
左舷加敷1991年修理部



敷根付釘・埋木共良好



棚板機関部の下部腐食



棚板

銅化粧板跡劣化

ハスカイ小縁



空隙

棚通り釘腐食破断

増し釘
ステン木ネジ



銅小縁釘
尾返し

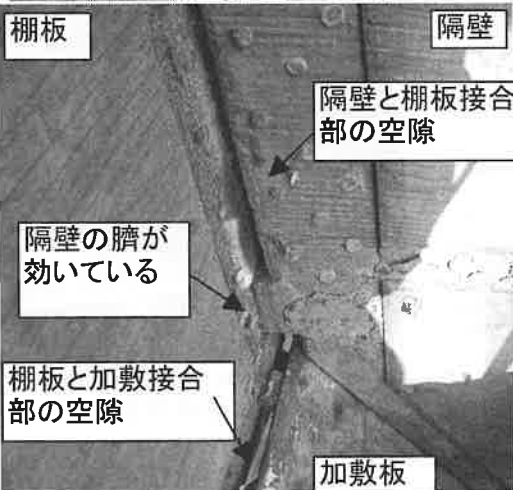
銅環

棚板/加敷接合部
空隙

棚板

隔壁

加敷板



棚板

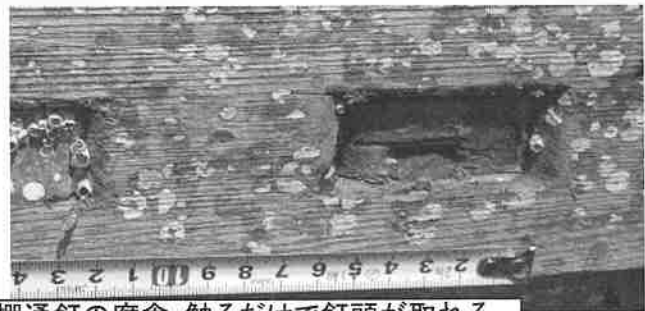
隔壁

隔壁と棚板接合部
の空隙

隔壁の臍が
効いている

棚板と加敷接合
部の空隙

加敷板



棚通釘の腐食・触るだけで釘頭が取れる

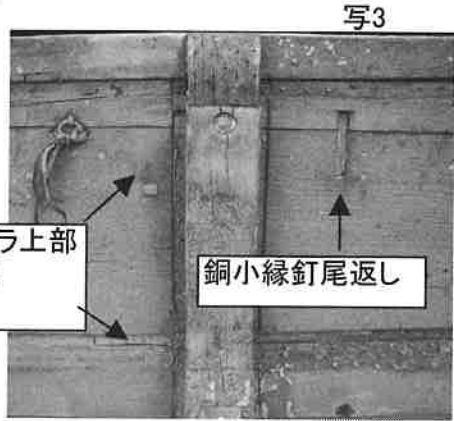
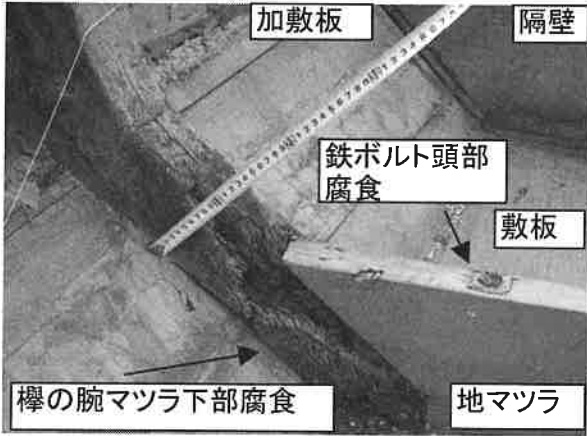
アヲリ



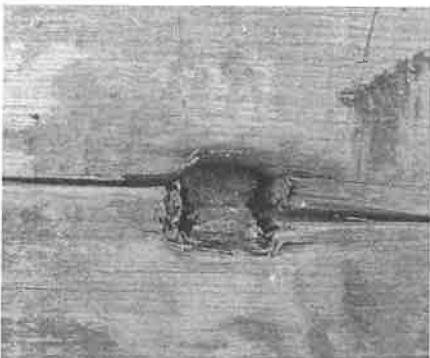
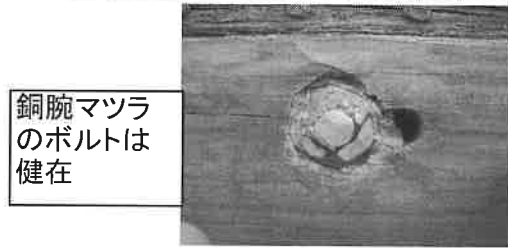
檣の棚板は2枚の板をはすかい継ぎ。
接合部の落し釘は錆びている。



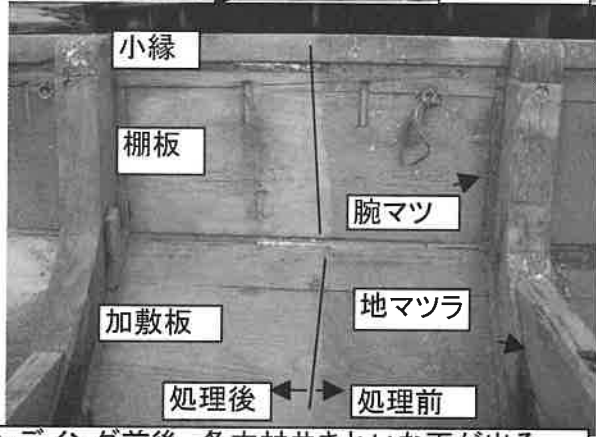
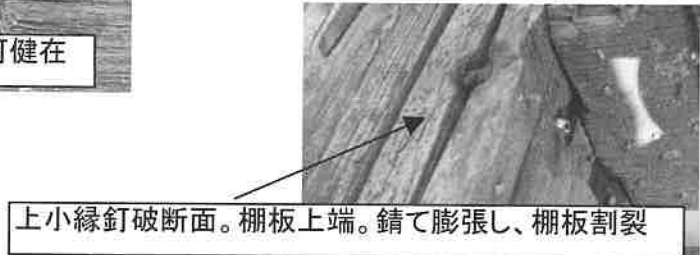
戸立下部周辺の腐食。シリコンコーキングで水止。



写3



上小縁裏側。上小縁釘破断面。断面扁平な釘が、錆びて膨張し、断面正方形になる。このことから、出土遺物解析時、釘孔の形状判定に注意しなければならないことがわかる。



サンディング前後。各木材共きれいな面が出る。