

## リュウキュウマツ木栈道の劣化調査

図師朋弘\*・森田慎一\*\*・穂山浩平\*\*\*

**要旨**：高温多湿な奄美群島における，木材のエクステリア材等への利用に関する技術的な指針を確立するため，施工後7年程度の経過にも関わらず劣化が急速に進行していたリュウキュウマツの木栈道について，木材の劣化状況等を調査しその原因を検討した。目視等による損傷調査の結果，褐色腐朽菌による腐朽やシロアリによる食害が木栈道のいたるところで見られ，その被害は甚大であった。また，載荷試験の結果，全折していた木栈道の床板は全体の半数を占めており，本来の木材強度の1割程度しか担保しなくなっていることがわかった。木栈道部材の含水率と損傷との関係を調べたところ，木材の含水率が30%を越えていたものは損傷が大きい傾向が見られた。このように劣化が著しく進行した主な原因として，施工当時，木材の含水率が高い状態で防腐・防虫薬剤が注入され，その結果，薬剤浸透が十分なまま屋外に設置されたことが，防腐剤の材への浸潤度試験の結果から推察された。これに加えて，高耐久設計が考慮されていなかったことで，部材の含水率が高い状態が長く続く状況にあったことも被害の進行を助長したものと考えられた。

**キーワード**：奄美群島，木栈道，耐朽性，リュウキュウマツ，シロアリ

Research on deterioration of a board-walk made with *Pinus luchuensis* settled in Amami-oshima Island. Tomohiro ZUSHI, Shinichi MORITA and Kouhei HOYAMA. *Bulletin of the Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center* 12 :1-10 (2009)

**Abstract** : To establish technical guidelines on the use of logs and lumbers of local trees as exterior or housing materials in the Amami Islands, deteriorating situation of ruined board-walk bridges made with *Pinus luchuensis* lumbers after constructed only seven years were investigated. Damages by termite and brown rotting fungi were both found to be severe. Visual check of deterioration and a loading test for the deck boards showed a half number of the boards had broken, and average strength of them was thought to be only 10% of their original strength. When moisture content of a lumber exceeded 30%, damage caused on the material tended to be increased. Causes of the rapid deterioration of the board-walk were thought to be as follows. Though the material lumbers processed with a wood preservative, the preservative liquid did not penetrated enough into the lumbers as the moisture content of them were rather high. Consequently, materials with insufficient decay-resistant performance were set up in severe outdoor environment. In addition, lack of appropriate high durability design for the construction caused high moisture content state of the lumbers for a long time, and then accelerated the progress of the deterioration.

**Key Words** : Amami-oshima Islands, board-walk, decay-resistance, *Pinus luchuensis*, termite

### はじめに

奄美群島の森林資源を活用するためには，建築用材，エクステリア材など，より幅広い用途への利用を図っていく必要がある。ただし，高温多湿な亜熱

帯地域である奄美群島で木材を使用する場合，とりわけ屋外での利用にあたっては高い耐朽性能および耐蟻性能が求められる。屋外では，木材表面を劣化させる紫外線を含む強い日差しを直接浴びる時間が長いこと，風雨による水分の吸湿や乾燥等により日

\* 鹿児島県森林技術総合センター 龍郷町駐在

\* Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center Tatsugo Office, Tatsugo 894-0105 Japan.

\*\* 鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部

\*\* Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center. Forestry and Environment div., Kagoshima 899-5302 Japan.

\*\*\* 現 鹿児島県森林整備課

\*\*\* Present address : Kagoshima Pref. Forestry Development Division, Kagoshima 890-8577 Japan

常に膨潤・収縮が繰り返されること、腐朽菌やシロアリなどによる生物劣化をより受けやすいと考えられることなどから、材の劣化が早く進行することが懸念されるからである。

本県では奄美産木材の有効利用を図るため、リュウキュウマツを中心として、奄美産木材を公共事業等において積極的に活用しているが、適正な防腐・防蟻処理が施されなかったり、適切な利用が行われなかったりすると、設計当初の耐用年数を十分に満たすことが出来ず、かえって木材を使用することで悪い印象を生んでしまうことになりかねない。一方で、奄美産木材や地域の気候に適した適切な処理方法や使用方法についての指針は、確立されていると

はいえない。

本調査は、平成 12 年度から 13 年度にかけて施工されたリュウキュウマツの木栈道（写真 1）が、施工後数年足らずで腐朽やシロアリによる食害を受け使用不能となり（写真 2）、その結果、撤去されることになった事例について、当該木栈道の被害状況を確認するとともに、劣化を早めた原因を追求し、今後の奄美産材利用にあたっての留意点を考察するとともに、最終的には屋外使用についての技術的な指針を確立することを目的として実施した。



写真 1 平成 12 年度完成当時



写真 2 平成 19 年度調査時

## 調査地

### 調査地の概況

奄美群島は、近海を流れる黒潮の影響を受け、一年を通じて温暖・多湿であり、温帯的気候と熱帯的気候を併せ持った亜熱帯気候である。気温は 10℃を下回ることが殆どなく、降水量は年間を通じて全般的に多く、5月から6月にかけての梅雨とたびたび襲来する台風の影響もあって多雨地帯である。奄美市の年平均気温は 21.5℃、年平均降水量は 2,913mm であり、平均湿度は 74% と高い。

本調査地は、奄美大島北部の奄美大島空港近隣の海岸防災林内に設置されたリュウキュウマツの木栈道である（図 1）。本海岸防災林はモクマオウを上層植生とし、下層植生にはアカテツ、トベラ、アダン、モンパノキ等が生育している。

調査を行った木栈道の施工及び補修の状況は表 1 に示すとおりである。平成 12 年度および 13 年度に施工された木栈道の一部は、腐朽、蟻害等による劣化



図 1 調査地位置図

表1 木栈道の施工および補修について

区分	施工年度	延長(m)	備考
1号橋	12	126.1	(H15年度補修)
2号橋	12	150.2	1-2号橋のうち164.3m
3号橋	12, 13	266.3	3-5号橋のうち4.4m
4号橋	13	183.3	
5号橋	13	203.4	
計	—	929.3	



写真3 当初施工箇所と補修箇所

が激しく、施工2, 3年後の平成15年度に補修工事が行われている(写真3)。

### 使用木材及び薬剤処理の概況

設計仕様書により、当時使用されたリュウキュウマツ材の詳細を確認すると、床板は乾燥時間を144から168時間かけ、仕上がり含水率を14%から18%としている。床板の加工は4面モルダー仕上げで、上面には滑り止めの溝を入れたリーディング加工を施してある。床板寸法は、120(幅)×50(厚)×1,500(長さ)mmで、大引は120mm、根太は、100mm正角材である(図2)。

また、施工当時に使用された木材防腐・防蟻薬剤は、アルキルアンモニウム化合物(AAC, 商品名: レザック)であり、これを用いた理由は、現地の環境等に配慮し無色の薬剤を使用するという方針からであった。平成15年度の補修時に用いられた薬剤は、銅・アルキルアンモニウム化合物(ACQ, 商品名: マイトレック)である。なお、マイトレックは、通常より激しい腐朽、蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性を期待できるものであり、レザックと比較すると材中により定着しやすいとされているため採用されたようである(日本木材防腐工業会2004)。

### 調査方法

平成19年10月に、12年度に施工された1号橋(延

長126.1m)の床板について、目視による物理的損傷(割れ、欠け等により最終的には部材が折れるなど使用不可の状態に至る損傷の程度)、腐朽菌等による損傷、シロアリによる食害、木材表面の含水率、呈色反応による注入薬剤の浸潤度を調査した。各調査項目ごとの評価指標は、表2のとおりとした。また、根太、大引等の部材については、一部のみ目視による損傷状況の調査と、損傷の激しい材について含水率調査を実施した。

### 目視および載荷による損傷状況

木栈道の床板および根太・大引について、目視により損傷状況(日本住宅・木材技術センター1997, 日本住宅・木材技術センター<sup>\*)</sup>2002)を調査した。損傷状況は折損無(1)から全折(5)までの5段階で評価した。また、見た目では折損状況が確認できないものもあるため、測定者の体重(概ね80kgf; 0.8kN)を床板一枚ずつにかけ破壊状況を確認した。写真4は、床板の損傷状況を確認するために載荷している状況であり、写真5は、載荷確認後の木栈道の状況である。

### 腐朽菌等による損傷状況

目視および金属製ハンマーを用いた材面や木口面に対する打撃によって腐朽状況を調査した。損傷状況は腐朽無(1)から全腐朽(4)までの4段階で評価した。欠陥の生じている材は、鈍い音もしくは低い音が発生し健全な材の高い音と比べると明らかに打撃音の変化が見られる。他の部分よりも鈍い音がする箇所は腐朽している可能性があるため、ハンマーなどで連続的に打診し(写真6)、空洞音など低い音のする箇所があれば、さらに穿孔し内部の状況も調べた。測定した床板枚数は990枚である。

### シロアリによる食害状況

目視および金属製ハンマーを用いた材面や木口面に対する打撃により、シロアリによる食害状況を調査した。食害状況は腐朽無(1)から全食害(5)までの5段階で評価した。シロアリによる被害(日本住宅・木材技術センター1998)が生じている材は、腐朽による損傷と同様、鈍い音もしくは低い音が発生し、健全な材の高い音と比べると明らかに打撃音の変化が見られた。空洞音など低い音のする箇所があれば、さらに穿孔し内部の状況も調べた。測定した床板枚数は990枚である。

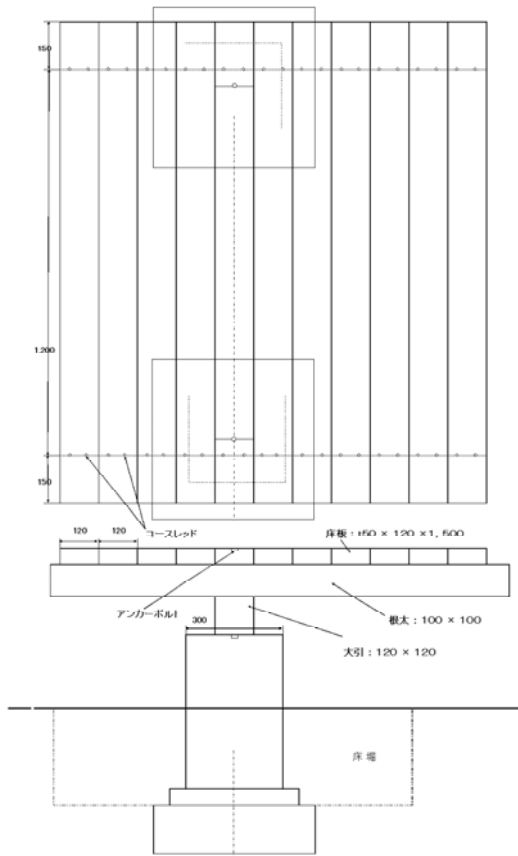


図2 木栈道施工図



写真4 載荷状況



写真5 載荷確認後の木栈道

表2 木栈道の調査内容

【床板】	
調査項目	評価指標
目視および載荷による損傷状況	(1) : 無, (2) : 小, (3) : 中, (4) : 大, (5) : 全折
腐朽菌等による損傷状況	(1) : 無, (2) : 表面腐朽, (3) : 内部腐朽, (4) : 全腐朽
シロアリによる食害状況	(1) : 無, (2) : 表面食痕, (3) : 表面食害, (4) : 内部食害, (5) : 全食害
含水率	含水率計 (菊川製 : HM8-WS25) による測定
呈色反応による浸潤度	レザック R (アルキルアンモニウム化合物系保存処理薬剤) の呈色反応
【根太, 大引】	
調査項目	評価指標
目視による損傷状況	(1) : 無, (2) : 小, (3) : 中, (4) : 大, (5) : 全折

注) 根太, 大引の部材については, 一部のみの損傷状況と, 損傷の激しい材について含水率調査を実施

### 含水率の測定

含水率測定は, 表2に示した高周波式含水率計を用いて行った。床板については, 損傷の著しい箇所と損傷の少ない箇所を測定し比較した。含水率を測定した床板は, 目視, 腐朽, シロアリ被害等の調査を行った床板 990 枚のうち 190 枚である。

また, シロアリの蟻道が確認された根太や大引についても含水率を測定した。含水率を測定したのは, 根太, 大引のうち5箇所である。

### 呈色反応による浸潤度試験

施工当時リュウキュウマツに加圧注入された薬剤



写真6 打撃による損傷確認

は、アルキルアンモニウム系保存処理薬剤であるため、日本農林規格（全国木材組合連合会 1996）に規定されている呈色反応により浸潤度試験を行った。

アルキルアンモニウム化合物系保存薬剤で処理されたものについては、日本農林規格の浸潤度試験では、A液（酢酸 18g に水を加え 100ml としたもの）を塗布または噴霧して約3分間放置後、B液（プロモフェノール 0.2g アセトンに溶解して 100ml としたもの）を塗布または噴霧して、呈色を見るとされている。約5分後浸潤度部は青色に呈色し未浸潤部は黄色に呈色する。

呈色反応をみた試験体は、外観的に比較的損傷の少ない床板（採材部位は辺材）であり、1号木橋の東側方向海岸に面した階段工の箇所より1本採取した。採取した床板は、劣化の激しい木口面両端を捨て、部材の長手方向につき約40mmづつ18本の試験体を作成した。下記試薬で呈色させた後、プランメーターで呈色部の面積を測定し、木口面積に対する比率から浸潤度を算出した。

## 結果と考察

### 目視および載荷による損傷状況

目視および載荷による損傷状況を表3に示す。損傷状況を5段階評価した結果、床板の全折（評価指標の5）は調査全本数990枚のうち478枚で全体の48%を占めた。荷重をかけたが折れるまではなかった損傷大（指標の4）を含めると全体の74%を占めており、この様な状態では通行の危険も甚だしいことから、撤去に至ったことも当然であろう。

リュウキュウマツの曲げ強度は、過去の試験や文献等により400～600kgf/cm<sup>2</sup>（39.2N/mm<sup>2</sup>～58.8N/mm<sup>2</sup>）と推定される（鹿児島県工業技術センター 1990）。床

表3 目視および載荷による損傷状況

評価指標	度数	頻度 (%)
1：無	106	10.71
2：小	37	3.74
3：中	110	11.11
4：大	259	26.16
5：全折	478	48.28
計	990	100.00

表4 劣化による曲げ強度の低減

MOR (N/mm <sup>2</sup> )	39.2	49.0	58.8
推定最大荷重 (kN)	6.6	8.1	9.8
荷重 (0.8kN) をかけたときの強度低減率 (%)	12	10	8

$$\text{曲げ強度} = 3PL / 2BH^2 \quad P: \text{最大荷重 (kN)}, L: \text{スパン (cm)}, B: \text{試験体幅 (cm)}, H: \text{試験体背 (cm)}$$

板のスパン：120cm、材幅：12cm、材背：5cmとして、中央集中荷重試験における最大荷重を計算すると670～1,000kgf（6.6kN～9.8kN）となる（表4）。

つまり、本調査で行った荷重80kgf（0.8kN）をかけるということは、最大荷重の8%～12%相当の荷重をかけたことを意味しており、調査結果は本来の材料強度の1割程度も担保できなくなっていることを意味している。

### 腐朽菌等による損傷状況

腐朽菌による損傷状況を表5に示す。損傷を4段階評価した結果、床板の内部まで腐朽（評価指標の3以上）に至ったものは調査全本数の84%を占める831枚であった。腐朽は、外観上の特徴（日本木材保存協会 2005）から褐色腐朽菌によるものと判断された。建築に使われる木材（針葉樹材）は多くの場合、褐色腐朽の被害を受け、腐朽した木材は褐色に変化するとともに、木口方向から見ると年輪に直交方向に割れが発生するという形態をとる。今回調査した木栈道では、表面からは確認できない内部に褐色腐朽菌による損傷が多く確認された。

表5 腐朽菌等による損傷状況

評価指標	度数	頻度 (%)
1：無	115	11.62
2：表面腐朽	44	4.44
3：内部腐朽	827	83.54
4：全腐朽	4	0.40
計	990	100.00

### シロアリによる食害状況

シロアリによる食害状況を表6に示す。食害状況を5段階評価した結果、床板の表面食害(評価指標3)は、調査全本数の41%を占め、内部食害(評価指標4)以上のものは、46%を占めた。また、写真7の様に基礎から大引、根太へと蟻道が伸びている状況が木栈道の多くの箇所を確認され、実際に材面や材内部でシロアリが確認されたものは59%にも及んでいた(表7、写真8)。

表6 シロアリによる食害状況

評価指標	度数	頻度 (%)
1: 無	122	12.32
2: 表面食痕害	9	0.91
3: 表面食害	404	40.86
4: 内部食害	454	45.86
5: 全食害	1	0.10
計	990	100.00

表7 シロアリ確認状況

評価指標	度数	頻度 (%)
1: 無	408	41.21
2: 表面確認	260	26.26
3: 内部確認	322	32.53
計	990	100.00



写真7 地中から伸びた蟻道



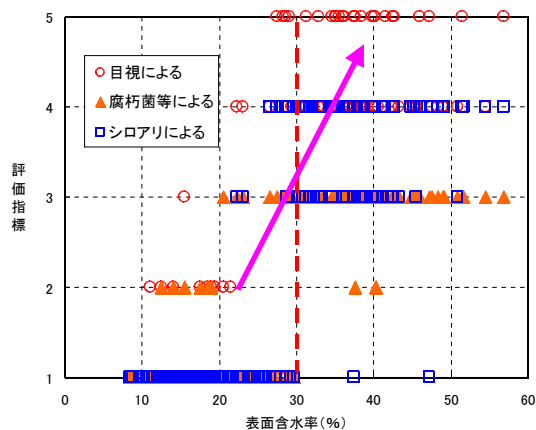
写真8 リュウキュウマツを食害するシロアリ

### 含水率の測定

木材が腐朽する条件は、50～100%の高含水率域とされている。30%以下の含水率では、腐朽の危険性は少なくなり、20%以下では腐朽の可能性がないとされている(日本住宅・木材技術センター<sup>2)</sup>2002)。写真9は比較的損傷の少ない床板の含水率測定状況であり、含水率(MC)22%を示した。写真10は、モクマオウの落枝が堆積していた床板を測定したもので50%を超していた。

写真11は腐朽している根太を、写真12は腐朽が生じている床板の裏側を測定しているもので、それぞれ42%と40%を示した。このように、劣化の激しい箇所はいずれも30%以上で、腐朽の危険性が少ないとされている含水率よりも高く、湿潤状態が保たれていることが示唆された。

また、図3は、床板表面の含水率と「目視による損傷状況」、「腐朽菌等による損傷状況」、「シロアリによる食害状況」との関係を示したものである。評価指標の1は、いずれも損傷無であり、評価指標の2以上で損傷が進行していく。図3では異なる評価指標をひとまとめにしており、ここから一定の傾向を読み取ることは無理があるが、損傷なしの床板の多くが含水率30%以下であったのに対し、含水率が25～30%付近よりも高くなるに伴ってすべての項目で損傷状況の評価指標が高くなるのが推察できる。このことから、含水率が30%を超える状況が比較的



目視による損傷状況 1: 無, 2: 小, 3: 中, 4: 大, 5: 全折

腐朽菌等による損傷状況 1: 無, 2: 表面腐朽, 3: 内部腐朽, 4: 全腐朽

シロアリによる食害状況 1: 無, 2: 表面食痕, 3: 表面食害, 4: 内部食害, 5: 全食害

図3 含水率と損傷状況の関係

頻繁に起こりそうであれば、材の損傷が進行する可能性が高いと考えられる。



写真9 比較的損傷の少ない床板 (MC22%)



写真10 ゼラニウムの堆積物下の床板 (MC50%)



写真11 腐朽や食害のある根太 (MC42%)



写真12 床版の裏側 (MC40%)

### 呈色反応による浸潤度試験

木棧道床板の呈色反応による浸潤度測定の結果を表8に示す。今回、浸潤度試験を行った試験体の採材部位は辺材であり、注入後、約7年経過したものである。切断面は、放射方向に割裂が入り、褐色腐朽菌による劣化が激しいことが確認された。また、材表面に施してある滑り止めのリーディング加工の溝から割れている箇所も多く見られ、この溝に雨水が溜まり膨潤・収縮を繰り返すことで亀裂が広がり、材内部に腐朽が広がっていったことも推察される。さらに、床板を根太に接合しているコーススレッドの穿孔部分の腐朽が激しいことも観察された。

JASの適合基準は、性能区分K3またはK4であれば、辺材部分の浸潤度は80%以上とされている(日本木材防腐工業会 2004)。しかしながら、今回試験した浸潤度は、平均で25.3%(最大32.8%, 最小18.6%)であり、性能区分を満たすものではなかった。写真13は、呈色反応の結果を示すものである。呈色域が分かり易いように画像処理を施して、呈色域の境界にラインを入れてある。材面から1cmの浸潤もみられない箇所も確認できた。

このような注入不良が生じた原因として、含水率が高いままの状態が薬剤が注入された可能性が高いと考えられる。結果的に、薬剤浸透が不十分にも関わらず屋外に設置されたものと推察される。

表8 床板の浸潤度測定結果

試験体 No.	浸潤度 (%)	備考
1	22.3	木口付近部
2	30.6	
3	22.6	コーススレッド部
4	32.8	
5	29.7	
6	25.1	
7	21.2	
8	18.6	
9	18.7	
10	25.5	
11	22.8	
12	25.8	
13	28.5	
14	28.7	
15	23.0	中央付近部
16	26.2	
17	25.9	
18	27.0	
平均	25.3	

### 指摘すべき問題点

上記調査結果から、木棧道に用いられた木材(リュ

ウキウマツ)の劣化が、設計当初期待された耐用年数9年(日本住宅・木材センター 1998)よりも早期に進行していることが明らかになった。これまでに述べたように、その直接的な原因は、薬剤の浸透が十分でなかったという材料面での問題(嘉手刈 2006)と、含水率の高い状態が保たれていたという環境上の問題とがあることが考えられた。特に後者の問題は、今後奄美地域で建築材や屋外材としての木材利用を促進する上で、十分な水対策等の配慮を必要とすることを示している。ここでは、現地調査を行った際に特に気付いた点を挙げ、木材の耐用年数を確保するために必要と思われる対策について考察したい。



【木口付近部 No.1】



【コースレッド部 No.3】



【材中央付近部 No.15】

写真 13 試薬による呈色反応

### 1. 床板間の隙間間隔の不足

床板を設置する際、雨水の水捌けを確保し、ゴミ等の詰まりや、木材の膨潤の影響を受けないために、材間はある程度の間隔を開けるようにと推奨されている(日本木材総合情報センター 1999, 鹿児島県林業振興課, 同林業試験場, 同工業技術センター 2003)。今回の調査では、材間の間隔が全くない箇所(写真 14)や、隙間があっても周辺に生育しているモクマオウの枝やゴミなどが詰まったりしている箇所が非常に多く見られた。前述の腐朽やシロアリによる食害状況の調査では、この床板間からの腐朽や

食害が多く確認されており、このような使用環境であれば、床板設置の間隔を 1cm 程度空けておくべきであろう。

### 2. 床板上の堆積物

今回調査した木栈道の設置場所は、前述のとおり海岸防災林内であり、モクマオウを上層植生としている。モクマオウは、細長い葉のように見える枝を有し葉は退化している樹木であり、常緑の高木であるが、年間を通じて落枝が多く見られる。調査した木栈道は、既に数年間通行止めになっており、周囲の雑草の下刈りや木栈道上に堆積した枝条等の除去も全くされていなかった。調査時点では、モクマオウの落枝が 5cm も堆積しており(写真 15)、それを剥ぐとシロアリとともに食害された木部を確認することができた(写真 16)。このモクマオウの落枝下は、前述のとおり非常に湿っており、木材の周囲環境としては非常に厳しいものである。設置箇所の条件を勘案すると、設置後間もない時期から床板上に周囲のモクマオウの落枝が堆積していたことが推察できる。定期的な除去作業が行われな限り落枝下の木材は長く湿潤環境にさらされることになる。従



写真 14 隙間間隔の不足



写真 15 堆積したモクマオウの枯枝





写真 16 堆積の下はシロアリによる食害痕



写真 17 床板と根太の腐朽

って、このような環境では定期的なメンテナンスとして、最低限清掃による落枝の除去が必要であろう。

### 3. 雨仕様の対策不足

屋外に使用される木材の多くは常に雨水に曝されるので、雨水対策を講じなければならない。雨水対策すなわち雨仕様とは、雨水を滞留させることなく流下させ、降雨のあとは速やかに乾燥するような構造に仕上げることである。とくに、部材と部材が広い面積にわたって密着する接合は好ましくなく、その隙間に雨水が毛管水となって長く滞留し、腐朽を招く恐れがある。今回調査した木栈道では、床下換気が悪く、密閉状態になったことにより湿気が滞留し、木材にとって極めて劣悪な環境になった可能性がある。また、床板と根太の接合面が密着していたことにより、常に湿潤状態となっていた状況（写真 17）も考えられる。

#### 木構造物の耐久性確保の考え方(今後の対策)

木構造物の耐久性能（日本木材総合情報センター 1999）は、設計・施工、使用・維持管理という要素

によって決定されると言われている。つまり、材料選択を含めた設計によって初期耐久性能値が決定するが、施工の善し悪しによってはその値が低下してしまうことがある。また、維持管理の如何によって、耐久性能が低下してゆく速さが左右される。これらの要素のすべてをうまくコントロールすることによって、木構造物の耐久性が向上することとなる。設計・施工性能をコントロールすることは「高耐久設計」と呼ばれ、防腐・防蟻や防水、雨仕様、通風の確保などがそれにあたる。

これまでに述べた調査結果を整理すると、今回の木栈道のような木構造物の設計にあたっては、少なくとも以下の点を配慮すべきであると思われる。

#### ①床板の勾配

雨水の滞留を防ぐためには、床板にある程度の勾配を持たせる設計が必要である。

#### ②床下換気

床下に湿気が滞留することを防ぐために、十分な通風を確保した設計とすべきである。

#### ③床板部材の隙間間隔

前述の通り、周辺環境も考慮して部材の間隔を空け、水分の滞留を防ぐ必要がある。

#### ④床板の水垂れ勾配や天地

#### ⑤床板部材端部の水切り

①とも共通するが、部材そのものを水切れの良い形状に加工することや、設置後の部材の変形も考慮した配置の工夫なども場合によっては必要である。

#### ⑥床板部材と根太との接触面積の狭小化

基礎と土台、土台と根太も同様であるが、部材同士が密着する面積を可能な限り小さくする工夫も、水分の滞留時間を短くするために必要であろう。

しかしながら、設計・施工によって実現された構造材の初期耐久性能は、適切な維持管理が行わなければ、想定していた時間以内で限界値に達してしまうことも懸念される。したがって、維持管理に関する要因は、構造材の初期耐久性能値に大きく寄与することとなる。例えば、今回のようなモクマオウの落枝の堆積は、通常の個人住宅や維持管理が適切になされる公共施設等では考えられないが、人目につきにくい、あるいは経費上の問題で維持管理がしにくい場合などは、どうしても木構造とする必要があるかということも含めて検討する必要がある。

## ま と め

施工後数年足らずで使用不可能となった木栈道の劣化状況とその問題点について調査した。調査結果をまとめると以下のとおりである。

- 1 平成 12 年度に施工した 1 号橋 (延長 126.1m) の床板の劣化状況を調査した結果、全体の 48% の床板が全折していた。施工 7 年後の調査であったが、被害は甚大であったと言える。
- 2 測定者の体重をかけた載荷試験を行った結果、半数の部材が初期強度の 1 割程度しか担保できなくなっていた。
- 3 床板の含水率を測定した結果、30% を超える部材は「目視による損傷状況」、「腐朽菌等による損傷状況」、「シロアリによる食害状況」のすべての損傷状況の評価指標が高くなる(劣化が進む)傾向となった。
- 4 床板の呈色反応を行った結果、浸潤度は平均で 25.3% であり、設計性能を満たすものではなかった。注入不良の原因として、材の含水率が高い状態で ACQ 薬剤が注入されたものと推察される。

今回調査した木栈道の被害は、リュウキュウマツの未乾燥材使用による防腐・防虫薬剤の注入不良が大きな要因であると考えられる。これに加えて、高耐久設計が考慮されていなかったことも被害の進行を助長したと思われる。ただ木材を使えばよいのではなく、適切な処理や加工を施された材が、適所に用いられなければ、再びこのような甚大な被害が発生する可能性は高い。しかし、木材の性質を十分理解した設計思想のもとに、材料の処理方法の選択、適切な施工管理や維持管理を行うことで、木造であっても長期間にわたって保つことは、全国各地に残る古い建築物を見れば想像に難くない。今後は、今回の調査結果や現在実施している野外での耐蟻性、耐朽性、耐候性の試験結果等を踏まえながら、奄美地域における建築材、外構材としての木材利用の方法を現場に活かしていきたいと考えている。

## 引用文献

- 鹿児島県工業技術センター(1990) 奄美群島林業振興調査事業広葉樹利用開発
- 鹿児島県林業振興課, 同林業試験場, 同工業技術センター(2003) 木造施設の設計マニュアル P.2

- 嘉手苺幸男(2006) 沖縄県林業試験場研報 47, pp.15-18
- (社) 全国木材組合連合会(1996) 針葉樹の構造用製材の日本農林規格, PP.16-45
- (財) 日本住宅・木材技術センター(1997) 大規模木造建築物の保守管理マニュアル, PP.165-182
- (財) 日本住宅・木材技術センター(1998) 防腐・防蟻処理材のすすめ
- (財) 日本住宅・木材技術センター<sup>1)</sup>(2002) 木造住宅のリフォームにおける地域産材利用のすすめ, PP.7-9
- (財) 日本住宅・木材技術センター<sup>2)</sup>(2002) 木造住宅の耐久設計と維持管理・劣化診断, PP.105-133
- (財) 日本木材総合情報センター(1999) 木でつくる道路施設 PP.28-50
- 日本木材防腐工業会(2004) 加圧式保存処理木材の手引き
- (社) 日本木材保存協会(2005) 木材保存学入門改訂 2 版 PP.33-46

