

# 外構用木製構造物の維持管理指針

補修前



補修後



高知県立森林技術センター

平成21年3月

## はじめに

木材は、天然素材であり、無機材料にはない「木」のぬくもりがあり、自然景観とよくマッチする環境にやさしい材料です。

しかし、日射や降雨にさらされる外構材では、その繰り返しによって、年とともに、割れ、腐朽、虫害、色あせなどの劣化は避けられません。

そこで、そのような劣化を抑制・制御し、初期性能や品質を長持ちさせるためには、メンテナンス（維持管理）が重要となり、どんなことにポイントを置き、どのようなメンテナンスをすればいいかを明確にする必要があります。

これまで、県内においては、劣化に関する実態などの情報やメンテナンス手法についての指針となるものは十分ではありませんでした。この度、メンテナンス手法について、ライフサイクル（製品の耐用期間）とライフサイクルコストという、時間、経費の二つの重要な評価軸を考慮した“ライフサイクルマネジメント”という考え方を導入し、外構用木製構造物に関する維持管理のための指針を示すこととしました。

本書では、最初に“ライフサイクルマネジメント”の考え方を示し、次に県内 79 の施設管理者へのアンケート調査による実態調査を行い、そのうち、22 箇所の公園等に設置された木製構造物の劣化状況調査を行いました。さらに 3 箇所の木製構造物については、実際の補修工事の指導を実施して、実際の現場に役立つ情報を提供しました。

この指針が、外構用木製構造物の設計や管理に携わる自治体関係者や施工業者等に広く活用され、外構用木製構造物の信頼性向上と利用推進に役立つことができれば幸いです。

平成 21 年 3 月  
高知県立森林技術センター  
所長 松岡良昭

# 目 次

## はじめに

## ライフサイクルマネジメントの考え方

メンテナンスの目的	1
メンテナンスの考え方	1
メンテナンスの流れ	2
耐久設計の必要性	3

## アンケート調査

維持管理に関するアンケート調査	4
-----------------	---

## 劣化状況調査

劣化状況調査	5
--------	---

## 軽微な補修方法

軽微な劣化に対する補修方法	7
補修の特徴	8

## 大規模な補修方法

大規模な補修方法（支柱交換 1）	9
補修の特徴	10
大規模な補修方法（支柱交換 2）	11
補修の特徴	12

## 施工法別のライフサイクルコスト試算例

歩行者自転車用柵の補修	13
歩行者自転車用柵のライフサイクルコスト試算	14

### ライフサイクルマネジメントの考え方

「ライフサイクル」は、ここでは、外構用木製構造物の設計・施工から廃棄までの期間、「マネジメント」は、経営管理とし、「ライフサイクルマネジメント」は、ライフサイクルにおける経営的な管理手法という意味であり、言い換えればライフサイクルにおけるトータルコストを第一に考慮した構造物の管理手法ということです。

ライフサイクルマネジメントの主要な要素はメンテナンスであり、以下にメンテナンスの基本的事項を示します。

### メンテナンスの目的

外構用木製構造物は、木材の持つ暖かい、健康に優しいというイメージにより県下の公園等に数多く設置されています。外構材として使用されるため、雨水対策や防腐処理を行っても時間経過に伴う劣化の影響は避けられません。そこで、木材の劣化の進行により生じる欠陥によって事故が発生しないように、**使用者に対しての安全性の確保**に最大限注意をする必要があります。

### メンテナンスの考え方

紫外線劣化等木材表面に発生する劣化については早期に発見しやすいですが、腐朽やシロアリによる食害などで内部で進行する生物劣化の場合、発見が遅れるケースが考えられます。特に、シロアリなどは、短期間に広範囲な食害を及ぼし、構造物に壊滅的なダメージを与える事もあります。点検の期間が長くなり劣化が進んでいるケースでは、大規模な補修が必要となりメンテナンスコストも高騰します。最終的には、こまめに点検し、こまめに補修していくことがメンテナンスコストの低減につながり、木材の長期使用を可能にします。

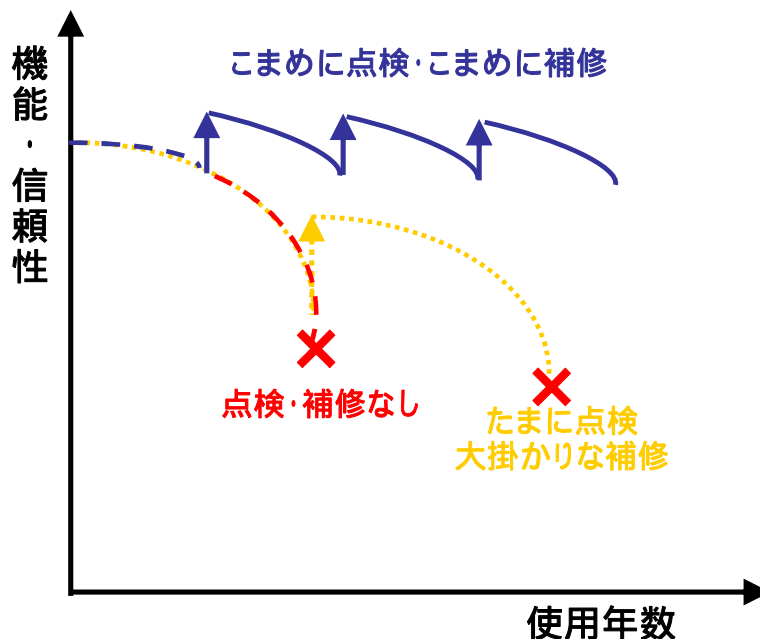


図1 木製外構材のメンテナンスの考え方  
(社団法人 日本木材保存協会:「木製外構材のメンテナンスマニュアル改訂版」より)

### 生物劣化の事例

腐朽菌による被害では、表面に菌糸や子実体（キノコ）が見られ、シロアリによる被害では、不自然な形で筋状に土がつながっている蟻道が見られます。図2～図5のようにキノコや蟻道を発見した部材については、部材の内部や全体にかけて腐朽が進行している恐れがあります。



図2 パーゴラの柱に発生したキノコ

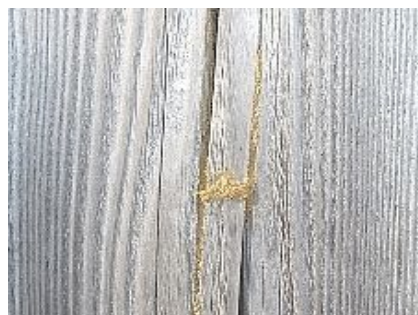


図3 柱の表面割れに添った蟻道



図4 デッキの裏面に発生した菌糸



図5 柵の上側に発生したキノコ

### メンテナンスの流れ

#### 点検のポイント

劣化しやすい箇所（水が滞留しやすい箇所）を重点的に点検し、腐朽・蟻害の兆候を見逃さないようにします。

#### 点検方法(劣化診断)

点検の方法としては、特殊な機器を用いない簡易な方法から特殊な機器を用いる精密な方法、さらに腐朽菌の有無やその種類を特定する方法と3段階に区分されますが、ここでは、現場で誰でも行うことができる簡易な方法について紹介します。

##### 目視診断

木材表面を目で見て判断する方法で、短時間に構造物全体の劣化状況を把握できます。デジタルカメラなどで画像データを保存し過去の状態と比較して見ると異常の発見が容易になります。

打音診断（打診）

木材をハンマー等で打撃した時の音の高低により、木材内部の腐朽状態を推定する方法です。内部が健全な詰まった状態では高い音が発生し、腐朽により内部に空洞がある状態では低いこもった音が発生します。

刺診

目視診断等により明らかになった腐朽箇所について、千枚通し等の先の尖ったものを突き刺して診断する方法です。図7に示すとおり千枚通しを全力で突き刺した深さからピロディンの測定値を推定することが可能なことから、腐朽の進行程度を簡易に確認できます。

ピロディン（PILODYN、スイスProceq社製）

一定のバネの力により木材に打ち込まれたピンの貫入量を測定し、外部の腐朽状況を調べます。貫入量が35mmを超える劣化状況の場合、部材交換の必要があります。

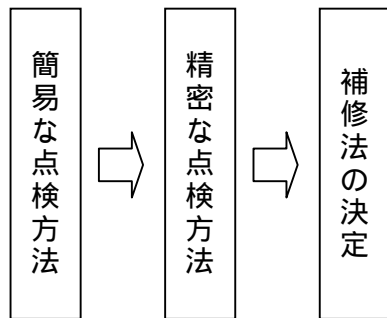


図6 点検から補修法決定までの流れ

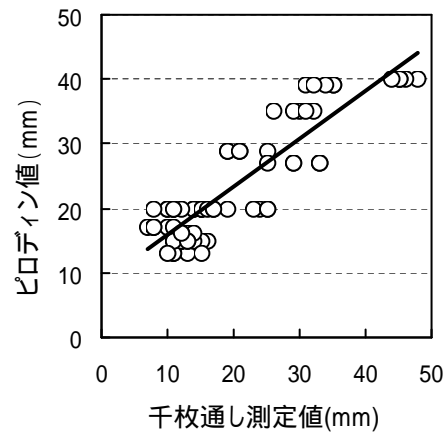


図7 千枚通し(全力)とピロディンの測定値の関係

耐久設計の必要性

木製構造物の弱点である腐朽菌や雨水に対する対策等耐久性を考慮して当初設計を実施する事が重要です（図8、9参照）。このことによって当初の設計金額が上昇しても、従来の設計と比較して維持管理に関するコストを圧縮する事が可能となり最終的なライフサイクルコストでは従来の設計方法よりも安価になる事が考えられます。



図8 地際部の腐朽菌対策



図9 高欄の雨水対策

維持管理に関するアンケート調査

県内79の施設管理者（国11、県33、市町村35）にアンケート調査を依頼したところ、35の施設管理者（国3、県17、市町村15）から回答があり、その内の25の管理者（国2、県11、市町村12）が外構用木製構造物を所有していました。

外構用木製構造物設置時の防腐処理や塗装処理の有無とその後の補修、修繕の有無を尋ねたところQ1～3に示すとおり、設置時には、防腐処理や塗装等の劣化に対する対策を講じている管理者が多いが、補修、修繕という維持管理に対しては、僅か30%程度の管理者しか対応していない事が分かりました。

また、外構用木製構造物の劣化状況に対する現状把握（Q4）については、76%の管理者が劣化していると答え、外構用木製構造物の補修や修繕の検討（Q5）については、36%の管理者が検討すると答えました。

最後に、外構用木製構造物の劣化状況調査の希望（Q6）については、44%の管理者から、希望があがり、これらの施設を対象にして劣化状況調査を実施しました。

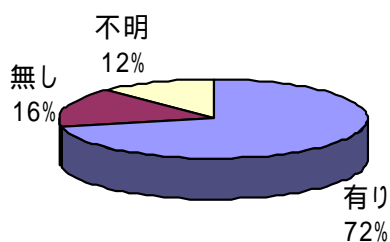


図10-1 設置時の防腐処理の有無(Q1)

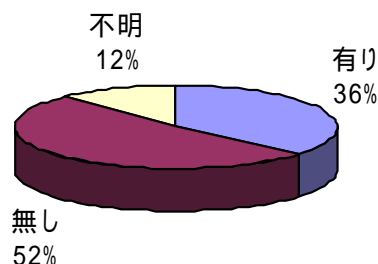


図10-2 設置時の塗装処理の有無(Q2)

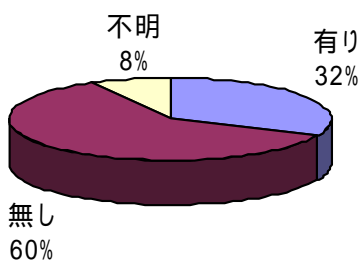


図10-3 補修、修繕の有無(Q3)

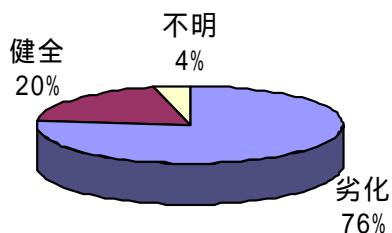


図10-4 構造物の現況(Q4)

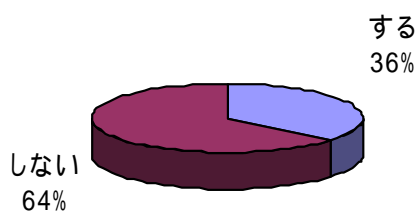


図10-5 補修、修繕の検討(Q5)

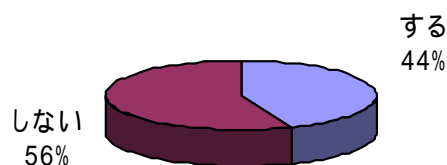


図10-6 劣化状況調査の希望(Q6)

### 劣化状況調査

#### 調査方法

維持管理に関するアンケート調査の中で施設管理者から希望のあがった県下22カ所の公園等の72の外構用木製構造物を調査対象としました。調査は、目視やハンマーによる打音診断により構造物全体の劣化状況を確認して、異常が見つかった箇所についてはピロディンを使用して劣化程度を測定しました。劣化の判定では、腐朽した部材が一つでもあれば施設全体が劣化有りとし、劣化の程度は、最も被害の大きい部材の劣化程度としました。判定基準は、A：健全、B：要観察、C：修繕要、D：至急修繕の4段階（スギ材の場合、ピロディンの貫入量が35mm以上をD、30～35mmをC、25～30mmをB、25mm以下をA）として調査結果は、それぞれの施設管理者に報告しました。



図11 案内板の柱・地際付近の調査状況



図12 ピロディンによる測定状況

#### 調査結果

調査場所は、東は安芸市から西は大月町まで県下14の市町村で、施設の種類の、案内板、遊具、からバンガロー、東屋までと多岐に渡りました。図13は、72の外構用木製構造物についての劣化程度別の割合を示しています。今回の調査は、施設管理者の希望による主に劣化している構造物を対象にしていたため、劣化の必要があるB,C判定の構造物が、全体の47%を占めました。図15は、無処理、使用薬剤が不明の構造物の劣化程度別割合を示しています。このことから、外構用木製構造物の劣化の被害程度を抑えるためには、何らかの防腐薬剤の処理が必要な事が分かりました。

木製構造物の劣化状況を部材別にみると、部材全体の中で柱が最も多く、劣化した柱の程度をB：C：Dの割合で見ると、30:20:50%でした（図17）。D判定の柱は、施工後10～12年経過が中心であり、柱における位置別の劣化状況は、地際部80%、先端部20%の割合で地際部が多い結果となりました（図18）。

そこで、今回劣化しているケースが最も多かった柱の地際部についての補修方法を条件別に検討する事としました。



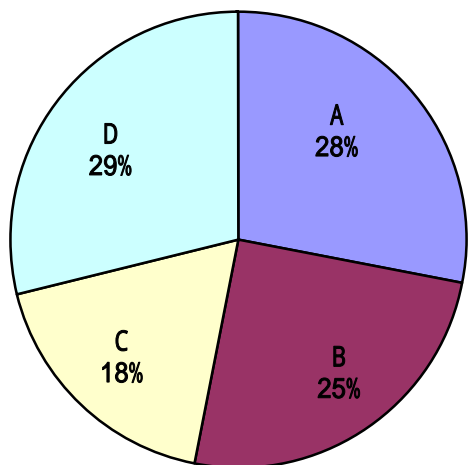


図13 外構用木製構造物の劣化程度の割合 (調査全数)



図14 遊具の柱地際部の劣化状況

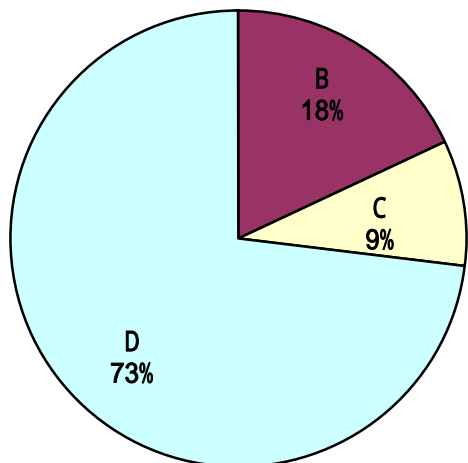


図15 外構用木製構造物の劣化程度の割合 (無処理、使用薬剤が不明)



図16 遊具の柱先端部の劣化状況

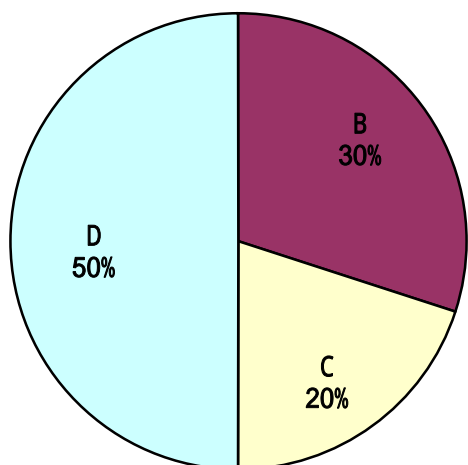


図17 劣化した柱材の劣化程度の割合

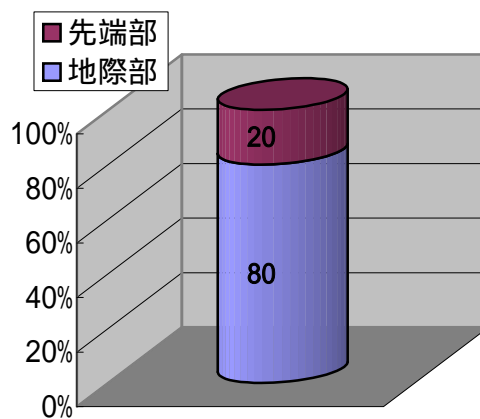


図18 柱の部位別劣化割合

### 軽微な劣化に対する補修方法

柱地際部の軽微な劣化状態に対する補修方法には、既存の柱をそのまま利用した比較的簡易な補修方法が考えられます。

最も簡単な方法としては、腐朽箇所に対して木材保存剤を塗布することがありますが、ここでは、複合遊具の柱地際部に防腐・防蟻シート（株コシイプレザービング製 CUラップ）を巻き付けて、腐朽の進行を防ぐ防腐・防蟻シートを使用する方法を紹介します。



図19 地際部の軽微な劣化状況(補修前)

### 構成部材

- 防腐、防蟻シート  
・幅400mm × 長さ900mm



図20-1 構成部材

- シート保護用の鋼材  
・厚2.3mm × 高300mm  
・溶融亜鉛メッキ処理



図20-2 構成部材

### 作業工程

柱の地際部周辺の土を取り除き、シートを巻き付ける作業スペースを確保します。



図21-1 作業工程

シートを柱の下端部から横向けに巻き付けます。



図21-2 作業工程

シート保護用の鋼材2枚を、柱の下端部から対面に設置します。



図21-3 作業工程

鋼材をしっかりと固定させるためにビス止めをします。



図21-4 作業工程

### 補修の特徴

劣化調査の中で、地際周辺部に除草時に使用した草刈り鎌の傷がよく見られました。このケースでは、その傷の部分が暴露され、そこから腐朽が進行する事が考えられます。防腐・防蟻シートを使用する場合は、最後に鋼材でシートをカバーすることにより草刈り鎌の傷を防ぐ事ができます。

軽微な補修では、腐朽の発生が予想される箇所を塗布用の保存剤やスプレー式の保存剤などを用いて再塗布します。防腐・防蟻シートでは、あらかじめシートに防腐、防蟻薬剤を浸透させており、薬剤が時間をかけて溶け出す事により腐朽の発生を長期間予防することが期待されています。

### 大規模な補修方法(支柱交換1)

柱地際部の激しい劣化状態に対する補修方法には、中規模な方法としてあて木や樹脂充填による補強があり、大規模な方法には部材交換が考えられます。

部材交換において効率的な補修方法を検討する場合、既存の接合金物等をそのまま利用する事が考えられます。

ここでは、既存の接合金物等を利用した木製デッキの支柱交換方法について紹介します。



図22 地際部の劣化の進んだ状況(補修前)

### 作業工程

劣化した支柱の左右をパイプサポートにより支持し、上端部、下端部の順に支柱を切断して劣化した既存の支柱を撤去します。

交換用支柱の両端部に、桁受金物、脚元金物をはめ込み、ボルト締め(M16使用)します。

桁受金物

下皿 直径400mm,厚6mm  
筒 直径241.8mm,厚6.2mm  
高225mm

脚元金物

下皿 直径400mm,厚12mm  
筒 直径241.8mm,厚6.2mm  
高225mm

すべて溶融亜鉛メッキ処理済み

支柱

県産スギ丸棒材・直径260,220mm  
マイトレックACQ注入処理済



図23-1 作業工程



図23-2 作業工程

支柱取付けの際は、前後、左右のバランスを確認しながらパイプサポートの支持を外し、支柱を適当な位置に設置します。



図23-3 作業工程

既存の金物と支柱端部の接合金物を溶接して、支柱の上端はデッキ下部に、下端は基礎部に固定させます。



図23-4 作業工程

### 補修前後の状況



図24-1 脚元部・補修前



図24-2 脚元部・補修後



図25-1 桁受部・補修前



図25-2 桁受部・補修後

### 補修の特徴

劣化状況調査の結果から、木製デッキの支柱の20本中14本が至急修繕が必要な状態で、他の6本についても腐朽の進行が見られました。デッキ自体やデッキ上部については、ほぼ健全な状態であったため、補修計画としては、支柱を全数交換する事を最優先としました。

既存の支柱は、両端部がデッキ下部と基礎部に直接つながっていたため、支柱を交換するためには両端部の取り付け方を新たに考える必要がありました。そこで、両端部にあった既存の金物を交換用の支柱の脚元金物と梁受金物に溶接する事としました。この方法により、次回の支柱交換からは、既存の支柱を切断する事もなく比較的容易に交換作業が行えます。

## 大規模な補修方法(支柱交換2)

基礎部に支柱が連結しているケースの地際部の補修としては、支柱交換時に、地際部周辺の基礎部を破壊して、劣化した既存の支柱を掘り起こし、新しい支柱と入れ替えて、周辺を埋め戻す作業が考えられます。

ここでは、基礎部のコンクリートをそのまま利用する方法として、ターザンロープの支柱交換時に支柱と基礎をケミカルアンカーで固定する方法を紹介します。



図26 柱地際部と基礎部の状況(補修前)

## ケミカルアンカー

ハンマーで打ち込むだけで樹脂と硬化剤が確実に混合される構造を持ち、簡便な施工が可能な樹脂カプセルアンカーです。

プレート1枚にM16のケミカルアンカーを4本使用します。



図27 ケミカルアンカー

## 作業工程

パイプ付プレート为基础コンクリート上に水平に仮置きし、プレートの端部の4箇所についてドリルにより穴をあけます。



図28-1 作業工程

穴の中に残っているコンクリートの破片をブロアー等で十分に取り除き、ケミカルアンカーのカプセルを挿入します。



図28-2 作業工程

カプセルの上に打ち込み用のボルトを挿入します。



図28-3 作業工程

ボルトをハンマーで打ち込み、ケミカルアンカーを基礎に固定させます。硬化時間は、気温0 で180分、気温20 で30分程度必要です。



図28-4 作業工程

パイプ付プレートと基礎がしっかりと固定されてから交換用支柱を通してボルト締めします。

プレート 400×500mm, 厚12mm  
パイプ 直径190.7mm, 高400mm  
厚5mm

支柱

県産スギ丸棒材・直径180mm  
マイトレックACQ注入処理済



図28-5 作業工程

### 補修の特徴

支柱交換時に基礎部を掘り起こし埋め戻す作業は効率が悪いので、基礎部をそのまま利用するための基礎部と支柱を直接連結させる方法を考えました。今回は、ケミカルアンカーを使用しましたが、他に後施工用の打ち込み式アンカーの使用も考えられます。

取り付け用の金物としては、基礎部をアンカーに固定させるプレートと支柱を差し込み固定させる筒状の金物を一体型にすることにより、より効率的な補修作業が可能となりました。

### 歩行者自転車用柵の補修

支間長1.8m、高さ0.8mの歩行者自転車用柵の支柱地際部の劣化が激しく、横木も腐朽が進んでいたため木材部分をすべて交換する事になりました。

補修方法としては、パイプ付プレートを使用する方法と銅板を地際部に巻き付ける方法があり、補修方法別のコストについて比較検討しました。



図29 歩行者自転車用柵(補修前)

#### 補修1 パイプ付プレート使用

基礎部のコンクリートを利用して、後施工用のアンカーボルトによりパイプ付プレートを固定させます。

コスト 12,000円 / m (18m当たり)

表1 材料一覧 (18m当たり)

名称	規格形状(mm)	数量	単位
支柱	100×800	11	本
横木	80×2000	20	本
ボルト類	M12	22	本
鋼材	PL300×300×9・100A×150	11	本

支柱や横木は、スギ丸棒ACQ処理済



図30 施工直後のパイプ付プレートの状況

プレート 300×300mm、厚9mm  
 パイプ 直径114.3mm、高150mm  
 厚3.5mm  
 アンカーボルト M16

#### 補修2 銅板使用

支柱で最も腐朽しやすい部位である地際部について、銅板を巻き付ける事により腐朽の進行を防ぎます。

コスト 10,500円 / m (18m当たり)

表2 材料一覧 (18m当たり)

名称	規格形状(mm)	数量	単位
支柱	100×1100	11	本
横木	80×2000	20	本
ボルト類	M12	22	本
銅板	0.35×150×350	11	枚

支柱や横木は、スギ丸棒ACQ処理済



図31 施工直後の銅板の状況

銅板 150×350mm、厚0.35mm



### 補修3 パイプ付プレート、銅板併用

パイプ付プレートは、銅板と比較して高価なため、全ての支柱に使用すればコスト面で厳しくなります。そこで、最も強度を必要とする両端部にだけパイプ付プレートを使用し、中間は銅板にする事によりコストの圧縮が可能となりました。

コスト 10,700円 / m (18m当たり)

### 歩行者自転車用柵のライフサイクルコスト試算

歩行者自転車用柵について、パイプ付プレート、丸棒のみの施工法別にライフサイクルコストについて試算を行いました。

#### 1) 試算条件

当初施工費には、基礎工として300×300×400mmのコンクリートブロックを使用しました。

JASでの丸棒の使用環境が性能区分K4相当とは、外構材の場合、支柱のような野外地条件で10年程度、横木のような野外非接地条件で20年程度の耐用年数を期待します。(参考文献：木材保存 Vol. 21-3 P37 1995)パイプ付プレートの支柱、横木の補修間隔は、非接地条件であるので20年とし、丸棒のみの支柱は、接地条件であるので10年とします。(表4参照)

パイプ付プレートは亜鉛メッキ仕様(JISH8641溶亜鉛メッキHDZ55)により30年程度で交換します。

試算の期間は、鋼製歩行者自転車用柵の耐用年数である30年とします。

#### 2) 試算結果

パイプ付プレートは、当初施工費が高価でしたが、支柱を地上のプレートに固定して地際部の腐朽対策を講じたために支柱の交換は1回で済み、トータルコストではほとんど差がないという試算結果となりました。

表3 材料一覧 (18m当たり)

名称	規格形状(mm)	数量	単位
支柱	100×800	2	本
	100×1100	9	本
横木	80×2000	20	本
ボルト類	M12	22	本
鋼材	PL300×300×9・100A×150	2	本
銅板	0.35×150×350	9	枚

支柱や横木は、スギ丸棒ACQ処理済

表4 施工法別の丸棒の補修間隔(推定値)

施工法別	補修間隔	
	支柱	横木
パイプ付プレート	20年	20年
丸棒のみ	10年	20年

JASでの使用環境を性能区分K4相当とする。

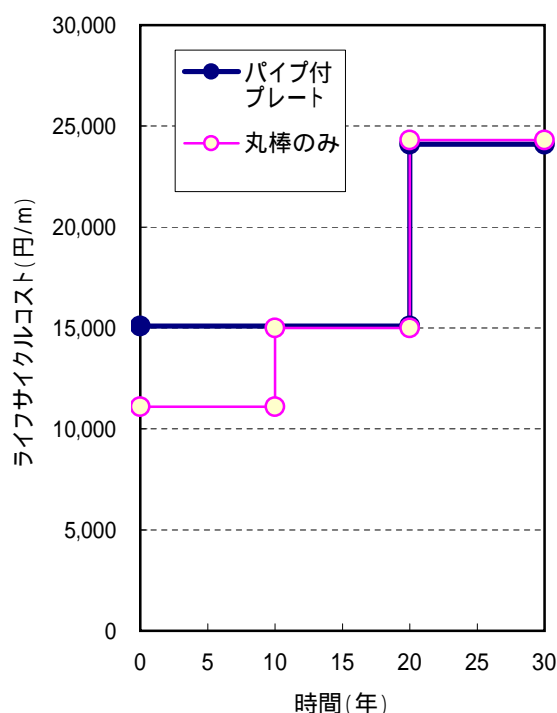


図32 歩行者自転車用柵の施工法別ライフサイクルコストの試算