

4. 押角材の場合

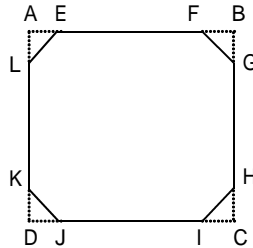
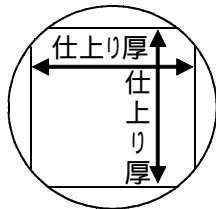
1) 規格 (JAS規格)

横断面の欠きを補った形が正方形のものである。

押角材は、仕上り厚、長さ並びに「押角」を表示する。

長さの単位等は「素材」に準じ、仕上り厚は cm (単位止め) とする。

材の長さの中央において丸みが 60% 以下を標準とする。(JAS規格 2 等以上)



丸みの比率計算は次による

$$\text{丸み}(\%) = \frac{(AE+FB+BG+HC+CI+JD+DK+LA)}{AB+BC+CD+DA} \times 100$$

2) 長さの区分

「素材」に準ずる。

3) 材積の表示及び計算方法

単位の表示は「素材」に準ずる。

材積計算は次による。

$$\{\text{仕上り厚 (cm)}\} \text{二乗} \times \text{長さ (m)} \times 1 / 10,000$$

4) 管理基準 (参考)

許容範囲は次を参考とする。

区分	許容範囲	
	-	+
仕上り厚	仕上り厚の 1% 以内	仕上り厚の 2% 以内

5. 三面落材の場合 「押角」に準ずる。

6. 円柱加工材の場合

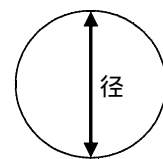
1) 規格

円柱加工材は、径、長さ並びに「円柱加工材」を表示する。

単位等は次による。

径・・・cm (単位止め) とする。

長さ・・・m (単位以下 1 位止めを標準) とする。



2) 材積の表示及び計算方法

単位の表示は「素材」に準ずる。

材積計算は次による。

$$\{\text{径 (cm)}\} \text{二乗} \times \text{長さ (m)} \times 1 / 10,000$$

5 - 5 安定性、強度等の検討

経験的に安定性、強度等が確認されている構造物、外力が極めて小さく規模が小さい構造物以外については、原則として、設計の段階において適切な方法で安定性、強度等を検討するものとする。

1. 安定性、強度等の検討は、

適切に外力等を想定して、ア 構造体全体の安定計算、イ 部材の応力計算、の両方又はいずれか一方を行って安定性を確認する方法

実験等によって安定性を確認する方法等があり、構造物の規模や重要性に応じて適切なものを用いるものとする。

2. 構造全体の安定計算は、状況に応じて、重力式構造体、セル式構造体等と仮定して安定計算を実施するものとする。
3. 部材の応力計算は、必要に応じて、適切な方法で実施するものとする。特に、部材の接合部が破壊すると破壊が全体に及ぶ構造物（フレームタイプなど）部分的に木材を利用している構造物については、必要に応じて接合部の強度・耐久性について検討するものとする。
4. 標準的な構造に対して安定性の検討が行われている場合は、標準的な構造を用いる限りにおいて、その検討をもって安定性の検討にかえることができるものとする。

5 - 6 木材の強度等

安定性の検討に用いる木材の許容応力度等は、建築基準法施行令等に定める値を参考として適切な値を用いるものとする。

木製構造物の木材の許容応力度等は、次表に示す値を参考とすることが妥当と考えられる。

表 1 1 木材の許容応力度

樹種	種	許容応力度（単位 N/mm ² ）				
		圧縮	引張	曲げ	せん断	めり込み
針葉樹	アカマツ、クロマツ	5.7	4.5	7.2	0.6	2.3
	ヒノキ、カラマツ、ヒバ	5.3	4.2	6.9	0.5	2.0
	ツガ	4.9	3.8	6.5	0.5	1.5
	スギ、モミ、エゾマツ、トドマツ	4.5	3.5	5.7	0.5	1.5
広葉樹	カシ類	6.9	6.2	9.9	1.1	3.1
	クリ、ブナ、ケヤキ、ナラ類	5.4	4.6	7.6	0.8	2.8

注) 建築基準法施行令第 89 条及び建設省告示 H12 第 1452 号、国土交通省告示 H13 第 1024 号による常時湿潤状態における長期荷重に対する許容応力度（無等級材）である。

注) 圧縮・引張・曲げは、木材の繊維方向に応力が働く場合の値である。

注) めり込みは、木材の繊維方向に直角に加圧する場合の値である。

表 1 2 木材の基準ヤング係数

樹種	種	ヤング係数（単位 kN/mm ² ）
針葉樹	ヒノキ、ヒバ	9.0
	カラマツ、クロマツ、アカマツ、ツガ	8.0
	スギ、モミ、エゾマツ、トドマツ	7.0
広葉樹	カシ類	10.0
	クリ、ブナ、ケヤキ、ナラ類	8.0

注) 木質構造設計規準・同解説 P339 による。：日本建築学会（2002）

5 - 7 木材の寸法等の許容幅

木材は、生物材料であるために寸法にばらつきがあること、乾湿により寸法の変化が生じることなどから、性能や機能に影響がない範囲で、可能な限り寸法等に許容幅を持たせることが望ましい。

木材は、生物材料であるために寸法にはばらつきがあること、乾湿により寸法の変化が生じることなどから、幅広い寸法の材料を有効に利用するために、設計に当たっては性能や機能に影響がない範囲で、寸法等に許容幅を持たせることが望ましい。なお、可能な限り出来形管理基準においても許容幅を持たせることが望ましい。

表 1 3 木製構造物の出来形管理基準

測定項目	規格値	適用工種	備考
基準高（設定した場合）	± 100mm	木製護岸工、流路工、柵工	出来型管理図表作成
高さ	± 100mm	木製護岸工、流路工、柵工	設計図による寸法対比
幅	- 200mm	木製護岸工	設計図による寸法対比
	- 100mm	木製流路工	設計図による寸法対比
のり勾配	± 0.5 分	木製護岸工	設計図による寸法対比
延長	- 200mm	木製護岸工、流路工、柵工	設計図による寸法対比

（島根県公共工事共通仕様書別冊 1 土木工事施工管理基準 抜粋）

第6章 施工

6-1 総説

木製構造物を設置する場合は、計画、設計に基づき、現地に適した施工を行うものとする。

木製構造物は、その目的を十分理解して、要求される性能や機能が満たされるように施工する必要がある。

6-2 木材の品質確保

使用する木材は、構造物の目的に適合した品質のものを選定するものとする。

1. 使用する材料は丸太が多く、乾湿を繰り返す環境下に置かれるために、繊維方向に乾燥割れが入りやすい。一般に丸太の割れは、繊維方向の強度に大きな影響を与えないが、長期的には水分や腐朽菌の内部への浸透を許して、耐久性に影響を与える可能性がある。したがって割れの適否は、構造物の目的を考慮して判断するものとする。(有害な腐れ、割れ等の欠陥のないもの)
2. 契約図書において強度、含水率などの品質が指定されている場合は、必要な調査を行うなど、品質を確認する必要がある。
3. 木製品を使用する場合は納品された木製品が、指定した品質、寸法であることを確認するものとする。

6-3 防腐処理等の品質確認

防腐・防蟻処理を実施した木材は、必要な品質を満たしていることを確認するものとする。

防腐・防蟻処理した木材等を使用する場合は、使用した木材保存剤、処理方法、木材保存剤の浸透程度等について、確認するものとする。

なお、日本農林規格(JAS)製品、(財)日本住宅・木材技術センターによるAQ認証製品、(社)日本木材保存協会による処理木材認定製品には、防腐・防蟻性能の明確な木材製品がある。

第7章 維持管理

7-1 総説

木製構造物の機能を維持していくためには、適切なメンテナンスが必要である。

木製構造物は、材料が木材であるため、たとえ防腐処理等を施し耐久性を高めたとしても、コンクリートや鋼材と同等の効果を期待することは難しい。したがって、構造物の機能を維持していくためには、日常点検の実施等による、適当な時期でのメンテナンスが必要である。

メンテナンスの目的：安全性の確保、機能の維持、耐久性の向上

日常点検の必要性：劣化の早期発見、早期補修

現在のところ、木材を利用した構造物の耐用年数に関するデータは少ない。したがって、今後維持管理作業を実施していくこと等により、耐用年数に関するデータを多く採取する必要がある。

7-2 木製構造物の点検項目

施設の機能に関連する主な点検項目としては次のような事項があげられる。

腐朽、変色、干割れ、変形、折れ、接合の不具合(はずれ、破損、緩み等)
ぐらつき、ささくれ、代替機能の有無(植生等の回復状況)

7-3 木製構造物の点検方法

施設の機能に関連する主な点検方法には、ピロディン*など測定用機器を用いる方法、薬剤を用いる方法等があるが、最も簡易な方法は、肉眼観察・触診によるものである。

1. 点検時期は、定期的に行う定期点検と、災害発生時などに行う緊急点検とがある。
2. 肉眼観察・触診による点検は、変色、干割れ等は肉眼によって確認し、ドライバーのようなもので突き刺したり、ハンマーなどで軽く叩くなどによって腐朽状況を確認する。
* ピロディンによる測定：ピロディンという腐朽度測定用に市販されている装置を用いる。
パネを利用して一定の圧力で釘を打ち込み、その際の打ち込み深さから腐朽の程度を測定するものである。この釘の打ち込み深さと曲げ強さとは高い相関関係にあるとされている。
3. 目視による腐朽状況の判定方法について森林総合研究所より示されているものについて以下に示す。

[参考 1 1] 被害度判定方法について

肉眼観察、触診のような簡易な方法により、木材の腐朽状況等について評価する場合、森林総合研究所から、表 1 4 に示すように 6 段階に区分して評価する方法が示されている。当方法では、野外杭試験による木材の耐用年数に関する実験などでも用いられるなど、野外における木材あるいは土木施設の耐用年数を評価する場合に比較的多く用いられている。

各階級と耐用年数については、「被害度 2.5 (強度低下率 30 ~ 40 %) 以上では、実用的には使用に耐えられない状態 (耐用年数に達した状態) である」とされており、施設の平均的な被害度が「2.5 以上」となった場合には、その施設は耐用年数に達したと評価される。

ちなみに「被害度 4 ~ 5」では、木杭を鎚で軽く叩いてくずれる状態である。

当方法は、全表面の被害の程度を観察により判断する方法であることから、耐用年数を判定する際も材料の大きさ (太さ等) の違いによる影響はそれほど大きくないと考えることができるとしている。なお、誤差を少なくするためには、複数の観察者により評価することが適当であるとされている。

表 1 4 被害度と評価基準 (Standards of damage grading)

被害度 (Damage grade)	観察状態 (Observed condition)	圧縮強度減少率
0	健全 sound (no attack)	-
1	部分的に軽度の虫害または腐朽 Slight but superficial decay (attack)	10 ~ 20 %
2	全面的に軽度の虫害または腐朽 Evident but moderate decay (attack)	20 ~ 40 %
3	2 の状態のうえに部分的にはげしい虫害または腐朽 partial severe decay (attack)	30 ~ 50 %
4	全面的にはげしい虫害または腐朽 severe decay (attack)	50 % 以上
5	虫害または腐朽により形がくずれる destroyed	-

7 - 4 木製構造物の修繕・交換

点検により何らかの異状が確認された場合には、必要に応じた部材・施設の修繕あるいは交換を行う。

1. 研磨、薬剤の塗布、隙間への樹脂等の充填といった修繕は、部材の劣化の進行や修景効果の低下を抑制する効果が期待できる。
2. 部材の交換あるいは補完は、劣化等によって低下した部材の強度を復元する効果も期待できる。この場合、一定間隔での縁切り施工、ユニット化等、予め交換・補完が容易な構造にしておくことも有効である。

参考として、維持管理の考え方及びメンテナンス例について図 1、図 2 に示す。

3. 修繕、交換により発生する廃木材については、廃棄物処理法及び建設リサイクル法など関係法令や島根県建設副産物処理要領の定めにより適正な処理を行わなければならない。

なお、防腐保存処理された木材については、処理方法によっては有害物質を発生するものもあるので受入が可能な再資源化施設において適正な処理を行うこと。

[再資源化処理方法によって有害性のある保存処理材の一例「CCA 処理木材」]

防腐・防蟻のために木材に CCA (クロム、銅及びヒ素化合物系木材防腐剤をいう) を注入した部分 (以下「CCA 処理木材」という) については、不適正な焼却を行った場合にヒ素を含む有毒ガスが発生するほか、焼却灰に有害物である六価クロム及びヒ素が含まれることとなる。このため CCA 処理木材については、それ以外の部分と分離・分別し、それが困難な場合には、CCA 処理木材が注入されている可能性がある部分を含めてこれをすべて CCA 処理木材として焼却又は埋立を適正に行う必要がある。(建設リサイクル法基本方針)

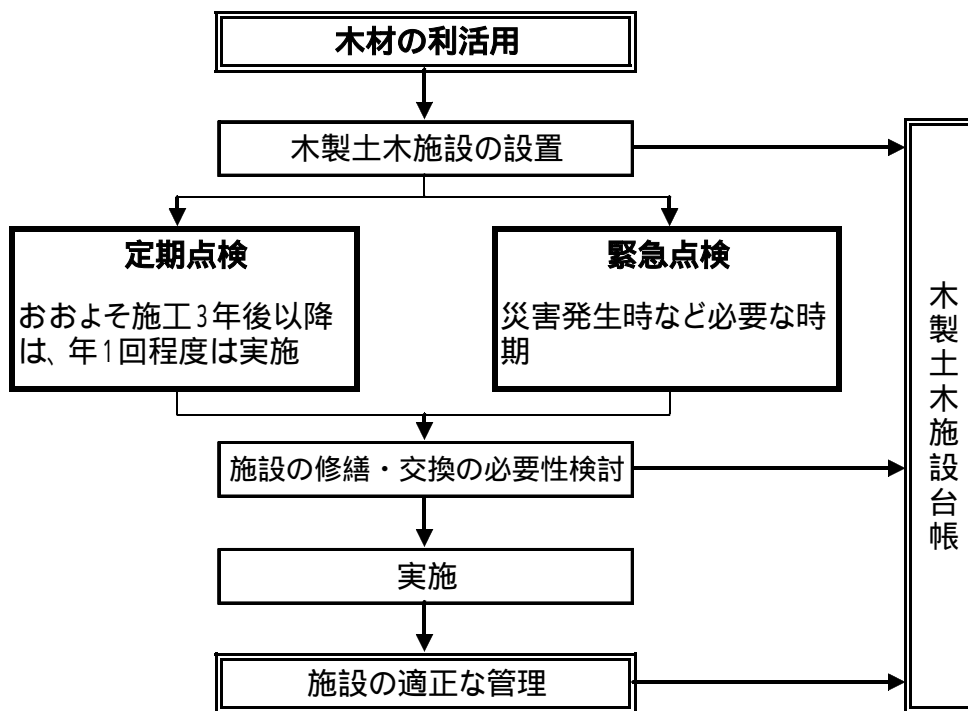


図1 木製土木施設の維持管理の考え方(案)

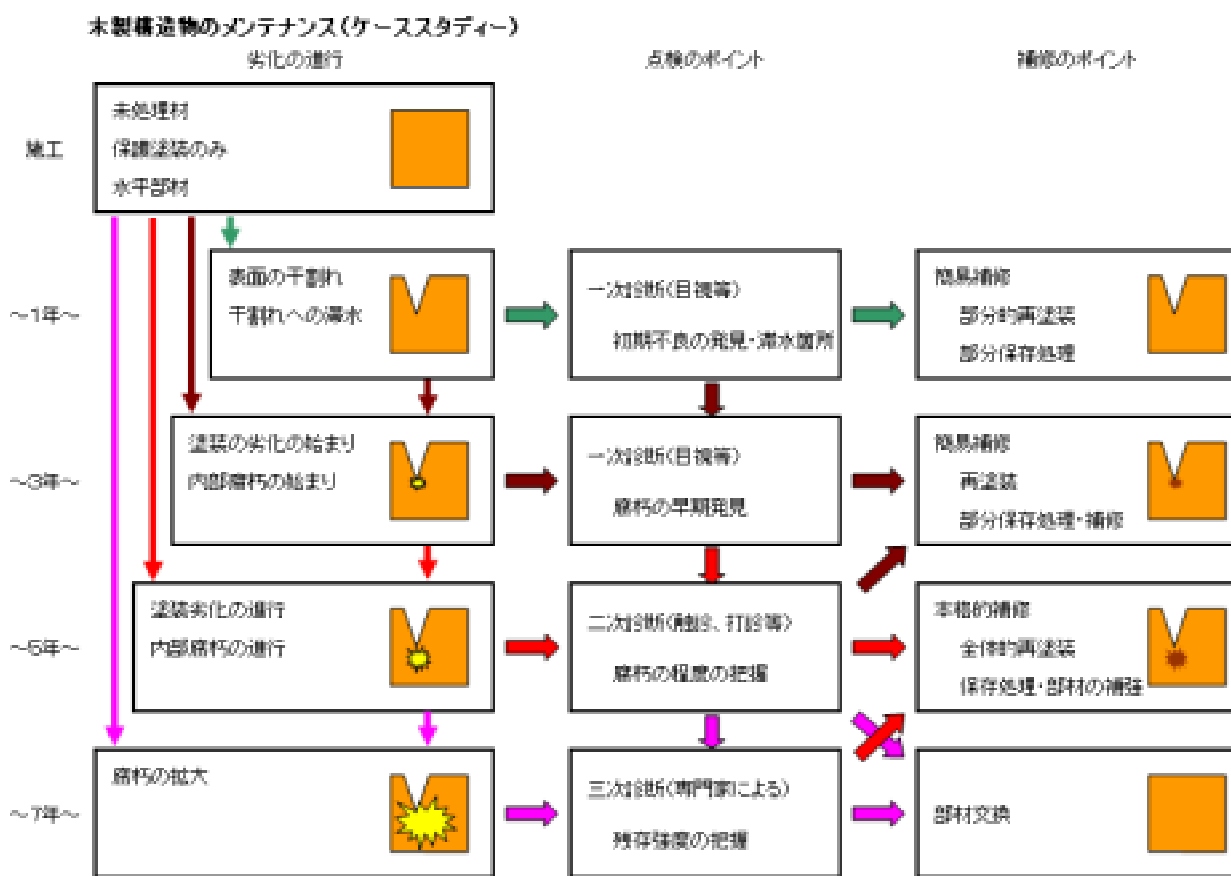


図2 木製構造物のメンテナンス(ケーススタディー)

「木製外構材のメンテナスマニュアル」社団法人 日本木材保存協会版参照

[参考資料1] 木製構造物の機能確保の方法(例)

木製構造物については、必要に応じて、施工後、木材の劣化等に対して定期的に点検を実施し、適切に対処することが望ましい。

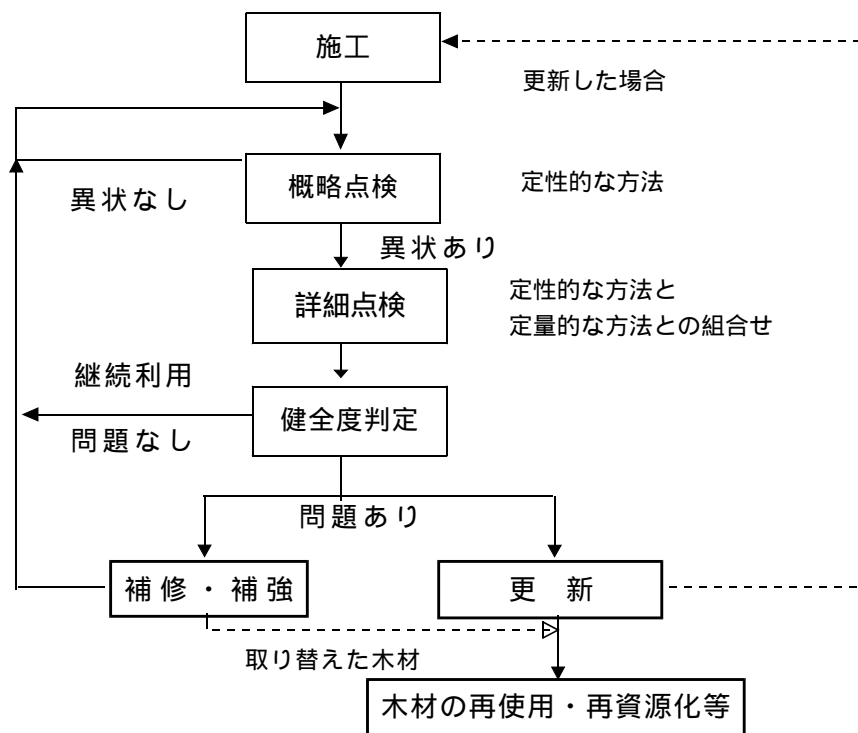


図 1 機能確保の概念

1. 概略点検

- (1) 概略点検は、施工後、継続的かつ定期的に異常の有無を確認するために行うものであり、木材を利用した構造物及び部材について、現地における目視、触診、打診等の定性的な調査方法により、木材劣化等による異常の有無を確認するものとする。
- (2) 木材劣化に対しては、全体的な概観や重要な部材、接合部等の腐朽が進みやすい箇所を重点的に実施するものとする。
- (3) 概略点検にあたっては、チェックリスト等を用いて確実に点検を行うとともに、記録を残しておくことが望ましい。
- (4) 異常が発見された場合は、速やかに詳細調査、健全度判定を行い適切に対処するものとする。
- (5) 概略点検は、原則として、管理基準に従って定期的実施するが、周辺で災害が発生した場合は、必要に応じて臨時的に実施する

[実施例] 木材劣化の定性的な調査方法

1. 目視

肉眼の観察により調査する。次のような腐朽等の兆候、損傷を調べる。

- 部材の変色、変状
- 部材の損傷
- 菌類の子実体の発生
- 蟻道などの形跡

2. 触診

指で触れて感触を調査する。腐朽していれば、軟らかい感触がする。腐朽を確認する場合は必要に応じて、錐・ドライバー等を突き刺して刺診により調査する。

3. 打診

ハンマー等で叩いて調査する。腐朽していれば、健全な部位に比べて、鈍い音がし、反発が小さい。

2. 詳細点検

- (1) 詳細点検は、概略点検により異状が発見された場合に行うものであり、再度、全体について概況を確認し、異状がある箇所等について詳細な調査を実施する。
- (2) 木材劣化に対しては、目視・触診・打診等による定性的な調査と計測器具による定量的な調査を組み合わせるものとし、構造物の目的、構造物・部材の重要度、想定される腐朽の状況などに応じて、次の調査方法から適切なものを選定する。

定性的な方法

- a 目視による方法
- b 触診、打診等による方法

定量的な方法

- a 打込抵抗法
- b 超音波伝播速度法・応力波法
- c 穿孔抵抗法
- d その他の方法

- (3) 詳細点検では、健全度が判定できるように、調査結果を図表等に取りまとめておくものとする。また、今後の点検に生かすために、調査結果を台帳等に記録して保存しておくことが望ましい。

[実施例] 木材劣化の定量的な調査方法

打込抵抗法

ピン打込試験機を用いて、所定の直径の鋼製ピンを一定のエネルギーで、木材表面に打ち込み、その打込深さ(mm単位)を計測するもので、比較的簡易に計測が可能である。これまでの研究で、打込深さは、木材の曲げ強度と負の相関関係があり、劣化が進むと、打込深さが大きくなる。腐朽厚が比較的小さい場合に有効である。

超音波伝播速度法

超音波試験機を用いて、部材の両面に密着させた端子の一方から超音波の信号を発信し他方で受信して、2点間の超音波の伝播速度を計測する。非破壊試験であるが、部材の設置状況によっては計測できないこともある。木材の曲げ強度と正の相関があり、劣化が進むと伝播速度は遅くなる。

応力波法

応力波試験機を用いて、木材に差し込んだセンサーをハンマーで打撃し、この信号を他方に取り付けたセンサーで測定して、2点間の応力波伝播速度を計測する。非破壊試験であるが、部材の設置状態によっては計測できないこともある。

穿孔抵抗法

穿孔抵抗試験機を用いて、ドリルを回転させて木材に貫入させて、穿孔抵抗を計測する。深さごとの穿孔抵抗の変化を波形で記録することなどにより、その穿孔抵抗から腐朽部分の厚さ等が推定できる。

3. 健全度判定

健全度判定は、詳細調査の結果を基にして、部材及び構造物全体の劣化・損傷の度合、予測問題点を把握し、健全度を判定し、継続利用、補修・補強、更新を決定する。

(別紙)

1. 木製構造物維持管理基準(例)

(1) 目的

本基準は、木製構造物の木材劣化等を把握し、適切な維持管理を行うために定める。

(2) 適用範囲

本基準は、島根県土木部及び農林水産部が管理する木製 工に適用する。

(3) 点検の時期

・概略点検

施工後、3年後から1年に1回、概略点検を実施する。また、災害が発生した場合は、必要に応じて、概略点検を実施する。

・詳細点検

概略点検で異状が発見された場合は、詳細点検を実施する。なお、健全度判定によりレベルC以上と判定された場合または、施工後5年以上経過した場合は、1年に1回以上、詳細点検を実施するものとする。

(4) 点検の方法

・概略点検

チェックリストを用いて、目視等により点検を行うものとする。異状が見られた場合は、詳細点検を実施する。

・詳細点検

目視等により点検を行うほか、 を用いて計測を行い、健全度を判定するものとする。
なお、点検に際しては、腐朽しやすい箇所、構造上重要な箇所、前回の点検で腐朽が進行しているとされている箇所について、重点的に実施するものとする。

(5) 健全度判定と対応

詳細点検の結果を総合的に判断して、A～Eの5段階の健全度のレベルを判定し、必要な対応をとるものとする。

レベル	健全度	対応
A	正常で機能上問題がない。	なし
B	ほぼ正常で機能上ほとんど問題がない。	特になし
C	軽度の異状があり、機能にやや問題がある。	状態を監視する(詳細点検を年1回以上実施する)。
D	異状があり機能に問題がある。	更新、補修・補強を検討し、必要に応じて、実施する。
E	強度の異状があり、機能に重大な問題がある。	すみやかに更新、補修・補強を実施する。

(6) 記録の方法

点検の結果は、点検台帳に記載して保管する。また、調査結果を記載した図面、状況写真も合わせて整理し保管する。

なお、必要に応じて、木製構造物の腐朽状況を取りまとめて、今後の計画・設計及び維持管理のための基礎資料とする。

2. 点検台帳(例)

(1) 基礎データ

構造物の工種	最終的な取扱		残置・撤去・更新
構造物の名称			
溪流名・地区名			
施工箇所	市・郡	町・村	番地
溪床(斜面)勾配		集水面積	ha
構造物の諸元			
高さ	m	長さ	m
多段式の場合の全体の高さと段数			
天端厚	m	堤底幅	m
木材の樹種	丸太の加工状況		
木材の寸法	(主要部材の末口径・長さを記載)		
防腐処理の有無	有・無	木材保存剤の種類	
接合部の種類		詰石(詰土)の規格	
施工年月	平成 年 月 日	修繕年月	平成 年 月 日
点検履歴			
区分	整理番号	点検年月日	総合判定等
概略点検・詳細点検		平成 年 月 日	A・B・C・D・E
関係図面			
位置図・構造物全体の構造図(正面図、側面図、平面図)を添付			

3. 概略点検チェックリスト(例)

整理番号		点検方法： 目視、触診を基本とするが、必要に応じて、ピロディン、ドライバーによる刺診、ハンマーによる打診を併用する。		
点検年月日	平成 年 月 日			
点検者				
	点検項目	箇所(番号)	判定	コメント
構造物全体	変形・ずれ			
	破損・破壊			
木材の部材	変色・変状・異音			
	腐朽			
	蟻害			
	子実体の発生			
	損傷・磨耗・割れ			
	欠落・破損・折れ			
接合部 (金具)	さび・腐食			
	ゆるみ・ずれ・変形			
	欠損・欠落			
詰石(詰土)	ゆるみ・沈下・流出			
基礎部	異常な侵食・洗掘			
堆砂敷	異常な土砂堆積			
概略点検の総合判定		A ・ B ・ C ・ D ・ E		
詳細点検の必要性		無 (A,B) ・ 有 (C,D,E)		
構造図	構造物全体の構造図(正面図、側面図、平面図)に点検項目の判定がc,d,eである場合は、その箇所(番号)を記入する。			
写真	構造物全体の写真、点検項目の判定がc,d,eである場合は、その部分の拡大写真を貼付する。			

判定基準

判定	総合判定	内容	木材劣化の定性的な判定基準	
a	A	健全・正常・良好	0	健全
b	B	ほぼ健全・ほぼ正常・ほぼ良好。機能にほとんど問題がない。	1	部分的に軽度の腐朽等
c	C	軽い損傷・異状がある。機能にやや問題がある。	2	全面的に軽度の腐朽等
d	D	損傷・異状がある。機能に問題がある。	3	部分的に激しい腐朽等
e	E	強い損傷・異状がある。機能に重大な問題がある。	4,5	全面的にはげしい腐朽等、腐朽等により形がくずれる

[参考資料2] 木製構造物工種・工法一覧表

木材を利用した土木構造物のうち、標準・暫定歩掛が整備され、比較的多く用いられる工種、あるいは今後更に利用が期待される工種・工法について表15(1~3)に示す。

なお、表15の工種、工法、歩掛番号、頁は「平成16年度 森林土木木製構造物施工マニュアル(林野庁監修:(社)日本治山治水協会、日本林道協会発行)」の森林土木木製構造物施工事例に対応する。

表15(1) 工種・工法一覧表

工種	工法	歩掛番号	頁	備考
1 治山ダム工	1 木製治山施設(ラムダ型)	13 - 9	60	
	2 木製治山施設(台形型)	13 - 10	62	
	3 丸太谷止工	11 - 2	64	
	4 木製治山施設(治山ダム)	13 - 1	66	
	5 木製ダム工	11 - 1	68	
	6 木製床固工	16 - 1	72	
2 護岸工	1 木柵護岸工	12 - 6	76	
	2 ウォーターブロック工	12 - 7	78	
	3 ウッドボックス	11 - 16	80	
	4 ハーフボックス	11 - 17	82	
3 水制工	1 木製沈床工	12 - 3	84	
	2 木製沈床工	13 - 17	86	
	3 木工沈床工	14 - 1	88	特許
4 流路工	1 木製流路工(三角枠型)	11 - 3	90	
	2 木製流路工(三角丸太型)	11 - 4	92	
	3 木製流路工(三面丸太立使い)	11 - 5	94	
	4 木製流路工(二面丸太)	11 - 6	96	
	5 木製流路工(二面丸太立使い)	11 - 7	98	
	6 木製流路工(L・H鋼+丸太)	11 - 8	100	
	7 木製流路工(丸太+特殊かご)	11 - 9	102	
5 土留工・擁壁工	1 木製ブロック積工	11 標 - 1	104	
	2 丸太積土留工(A・B)	11 標 - 2	106	
	3 L型木製土留工	11 標 - 3	108	
	4 木製井桁積工	11 標 - 16	110	
	5 ウッドウォール	11 - 10	112	
	6 木製土留工	11 - 11	114	
	7 木製土留工(フリーウッドウォール)	11 - 12	116	
	8 木製トライアングル土留工	12 - 8	118	
	9 木製校倉式土留工	12 - 9	120	
	10 片枠工	11 - 13	122	
	11 方格木枠工	11 - 14	124	
	12 合掌枠工	11 - 15	126	
	13 片法枠工	12 - 10	128	歩掛なし
	14 丸太中詰石工	12 - 13	130	
	15 丸太積工(1.5型)	13 - 2	132	
	16 木製井桁工	13 - 5	134	
	17 丸太積式土留工	13 - 6	136	
	18 木製枠工	13 - 8	138	歩掛なし
	19 交換型丸太擁壁工	13 - 11	140	
	20 木製ブロック積工	13 - 15	142	
	21 長格木枠工	14 - 2	144	
	22 長格木枠工	14 - 3	146	
	23 組ブロック積工	15 - 3	148	
	24 中丸積土留工	16 - 2	150	特許

表15(2) 工種・工法一覧表

工種	工法	歩掛番号	頁	備考
6 型枠工	1 木製型枠工	12 - 34	152	
	2 木製特殊型枠工	12 - 35	154	
	3 コンクリート用丸太型枠工	12 - 36	156	
	4 木製修景材工(2タイプ)	12 - 37	158	
	5 木製化粧板設置工	12 - 38	160	
	6 残存型枠(丸太式)工	13標 - 3	162	
	7 まく板型枠工	13 - 14	164	
	8 残存型枠(パネル式)工	14標 - 4	166	
7 水路工	1 丸太積水路工	12 - 1	168	歩掛なし
	2 丸太積水路工	12 - 2	170	
8 軽量法枠工	1 木製ブロック積工	11標 - 14	172	特許・商標登録
	2 丸太積土留工(A・B)	11標 - 15	174	
	3 L型木製土留工	11 - 20	176	
	4 木製井桁積工	11標 - 21	178	
	5 ウッドウォール	11 - 22	180	
	6 木製土留工	12 - 18	182	
	7 木製土留工(フリーウッドウォール)	14 - 5	184	
	8 木製トライアングル土留工	15 - 1	186	
	9 木製校倉式土留工	15 - 7	188	
	10 片枠工	16 - 3	190	
9 補強土工	1 木製補強土壁工	13 - 16	192	
	2 木製補強土壁工	16 - 4	194	
10 柵工	1 木柵工(A)	11標 - 4	196	
	2 木柵工(B)	11標 - 5	198	
	3 木柵工(C)	11標 - 6	200	
	4 木柵工(D)	11標 - 7	202	
	5 木柵工(E)	11標 - 8	204	
	6 帯鞆編柵工	11標 - 9	206	
	7 ネット柵工	11標 - 10	208	
	8 編柵工・木柵工(山腹)	11標 - 17	210	
	9 パネル柵	11標 - 18	212	
	10 ウッドパネル	11 - 19	214	
	11 パネル式木柵工	12 - 14	216	
	12 ワンタッチウッディ柵工	12 - 15	218	
	13 間伐材型枠利用柵工	15 - 4	220	
	14 L型筋工	15 - 6	222	
	15 丸太柵工(インサート付L型型側溝)	16 - 5	224	
11 筋工	1 丸太筋工	11標 - 18	226	
	2 丸太積筋工(ウッドカフス)	12 - 11	228	
	3 ワンタッチウッディ筋工	12 - 12	230	
	4 板筋工	13 - 13	232	
	5 木製筋工(A)(B)	標	234	
	6 六甲式丸太積苗工	14 - 6	236	
12 防風工	1 丸太防風柵工	11標 - 20	238	歩掛なし
	2 防風工	11 - 31	240	
	3 防風工	11 - 32	242	
	4 防風柵工	12 - 19	244	
	5 防風ネット工	12 - 20	246	
13 静砂工・覆砂工	1 静砂垣・堆砂垣工	11標 - 19	248	歩掛なし

表15(3) 工種・工法一覧表

工種	工法	歩掛番号	頁	備考
14 落石防護工	1 落石防止工	11 - 29	250	歩掛なし
	2 落石防止緩衝工	11 - 30	252	
	3 落石防止緩衝工	14 - 7	254	
15 路面・路盤工	1 木製路面排水工	12標 - 13	256	
	2 木製横断溝	11 - 23	258	
	3 丸太横断溝	11 - 24	260	
	4 木製アスカーブ	11 - 27	262	
	5 丸太路盤基礎工	12 - 22	264	
16 路肩・防護柵工 ・誘導視線等	1 ウッドガードレール	11 - 38	266	歩掛なし
	2 木製ガードレール	12 - 27	268	
	3 丸太安全防護柵	11 - 39	270	
	4 安全柵工	12 - 28	272	
	5 転落防止柵	11 - 40	274	
	6 木製防護柵	11 - 41	276	
	7 木製手すり工	11 - 42	278	
	8 ウッドカーブ	13 - 7	280	
	9 木製デリネーター	14 - 9	282	
17 排水施設	1 木製溝渠呑口保護工	11標 - 11	284	歩掛なし
	2 木製溝渠吐口保護工	11標 - 12	286	
	3 丸太集水ます工	12 - 4	288	
	4 木製側溝	11 - 25	290	
	5 木製グレーチング	11 - 26	292	
	6 流木除け工	11 - 28	294	
	7 小径ユニット丸太工	13 - 4	296	
	8 水抜き閉塞防止工	13 - 12	298	
	9 木製側溝蓋	14 - 8	300	
18 木橋工	1 木製歩道橋	11 - 33	302	歩掛なし 歩掛なし 歩掛なし 特許
	2 木製橋梁工	12 - 23	304	
	3 太鼓橋工	12 - 24	306	
	4 木製片棧道工	12 - 25	308	
	5 間伐材強化桁工	14 - 10	310	
19 階段・歩道工	1 ウッドステップ	11 - 34	312	歩掛なし
	2 木道	11 - 35	314	
	3 木片歩道	11 - 36	316	
	4 丸太階段工	12 - 21	318	
20 標識工	1 木製案内板	11標 - 29	320	
	2 木製案内板	12 - 30	322	
	3 木製工事用看板枠	11標 - 31	324	
	4 木製林道標識工	11票 - 32	326	
	5 木製案内板	12 - 33	328	
21 その他	1 丸太洗掘防止工	12 - 5	330	歩掛なし 歩掛なし 歩掛なし
	2 ピラミッド杭工	12 - 16	332	
	3 スノーレーキ	12 - 17	334	
	4 簡易作業施設	12 - 26	336	登録商標
	5 梯子胴木基礎工	11 - 37	338	
	6 汎用パネル(間伐パネル)	14 - 11	340	
	7 グライド防止三角枠工	15 - 2	350	
	8 獣害防止柵工(アグリガード)	15 - 5	352	

(注1) 備考欄の「歩掛なし」の工種について施工するときは、歩掛の工程調査を行い実施すること。

(注2) 歩掛番号欄の左2桁の数字は暫定歩掛の制定年度を示す。

(注3) 歩掛番号欄の「標00」は、林野庁制定森林整備事業標準歩掛(林野庁長官通知)を示す。

[参考資料 3]

森林土木木製構造物暫定設計指針及び暫定施工歩掛の制定について

〔各都道府県治山・林道事業担当部長
各森林管理局(分局)治山・林道事業担当部長〕 あて

〔 11 - 8
平成 11 年 4 月 5 日
林野庁指導部計画課長通知〕

木材（間伐材）及び木製品の利用促進については、河川・砂防等各省庁の公共事業を含めて組織的に取り組まれているところであるが、林野公共事業等における木製構造物の一層の使用拡大・普及の促進を図るため、木製構造物の暫定設計指針及び暫定施工歩掛を定めたので、今後の設計積算の参考とされたい。

森林土木木製構造物暫定施工歩掛

暫定歩掛の取扱いについて

- (1) この暫定施工歩掛に掲載した工法・歩掛は、標準歩掛（森林整備必携治山編・林道編）に定めていない木製構造物について、各都道府県等での施工事例等を収集分析したうえで定めたものであり、この暫定施工歩掛により施工する場合は、必ず歩掛等の検証を行い、データを記録し、必要に応じて歩掛の修正を行うとともに、その結果を林野庁担当係に報告すること。
- (2) この暫定施工歩掛に掲載した工法・工種のうち、標準図のみ掲載したものを施工する場合は、当該都道府県において工程調査等を行い実施するものとし、そのデータ等について林野庁担当係に報告すること。
- (3) 特許登録等が行われているものについては、使用に当たって必要な手続きを行うこと。
- (4) この通知に掲載された本工法・歩掛は各都道府県での施工事例を収集分析したものであり、詳細な内容については、関係する都道府県に問い合わせされたい。

[参考資料 4] 安定計算書 (例)

木製床固工の安定計算書

高さ2.55mの木製床固工の安定計算を実施する。

1. 設計条件

断面

断面形状：重積型（杵：木材、中詰：割石）
 高さ：H = 2.55m を参照
 天端厚：B = 1.8m（= 縦木の有効高さ：L）
 上流法・下流法：直
 堤体単位体積重量：d = 16.5kN/m³ を参照
 中詰石の内部摩擦角：s = 40°（割石）
 越流水深：h' = 0.5m

荷重条件

外圧による型の分類：5型相当（治山ダム・土留工断面表参照）
 土圧：ランキン式
 越流水の単位体積重量：γ' = 11.8kN/m³
 堆砂の単位体積重量：s = 17.7 kN/m³
 堆砂の内部摩擦角：φ = 30°
 土圧係数：c = 0.333

地盤条件

基礎地盤：土砂
 基礎地盤の摩擦係数：f = 0.6
 基礎地盤の許容支持力：Q = 300 kN/m³

部材条件

材質：スギ
 許容曲げ応力度：5.7 × 10³ kN/m²
 許容せん断応力度：0.5 × 10³ kN/m²
 許容引張応力度：3.5 × 10³ kN/m²
 横木・縦木平均径：D = 0.15m
 横木・縦木の断面積：A = D²/4 = 1.77 × 10⁻² m²
 横木・縦木の断面係数：Z = D³/32 = 3.31 × 10⁻⁴ m³

高さの算出

H = D (2n + 1) = 2.55m
 ただし、H：高さ(m)
 n：横木の段数(8段、縦木の段数：n + 1)
 D：横木・縦木平均径(m)

堤体単位体積重量の算出

a) 間隔

標準的な縦木間隔 L_s = 0.9m
 最上段の縦木間隔 L_u = 0.15m(丸太間0.0m)
 最下段の縦木間隔 L_l = 0.30m(丸太間0.15m)

b) 単位幅当りの木材体積

区分	段数(段)	延長(m)	体積(m ³)	備考
縦木	n + 1 = 9	1.8 × { (n - 1)/0.9 + 1/0.15 + 1/0.30 } = 32.0	0.566	円柱として体積計算
横木	n = 8	1.0 × 8 = 8.0	0.142	同上
計			0.708	

木材の体積比：R = 0.708 / B H = 0.154

c) 堤体単位体積重量

d = w × R + s' × (1 - R) d = 16.5kN/m³
 ただし d：平均単位体積重量(kN/m³)
 w：木材の単位体積重量(8kN/m³)
 s'：中詰石の単位体積重量(18kN/m³)

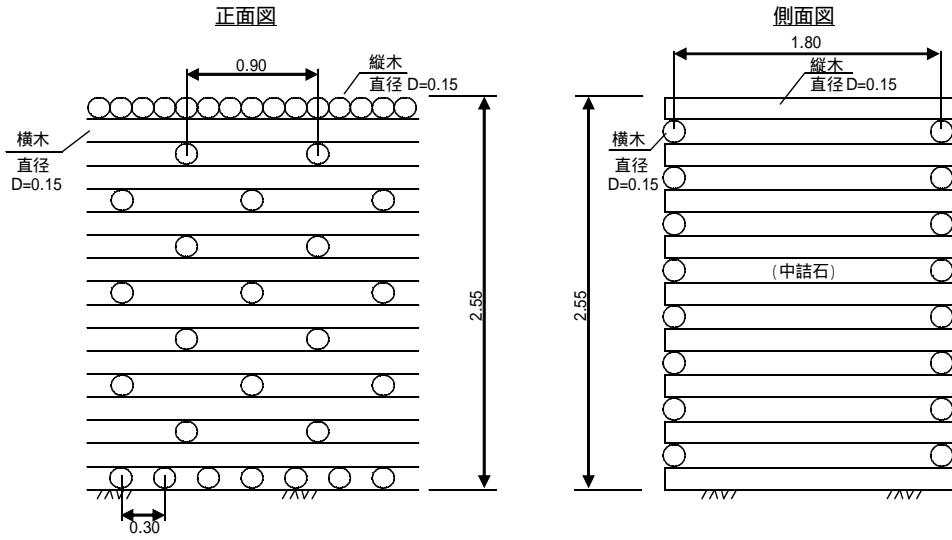


図6 木製床固工の標準構造図

施工上、最下段の縦木の下に土台となる土台木（横木）が必要であるが、安定計算の対象としないので、本図には記していない。

2. 重力式構造体の構造計算
荷重とモーメント

区分	計算式	荷重(kN)	計算式	アーム(m)	モーメント(kN・m)
D1	$H \times B \times d$	75.74	$1/2 \times B$	0.90	68.17
W1	$h' \times B \times$	10.62	$1/2 \times B$	0.90	9.56
	鉛直分力 V	86.36	抵抗モーメント M_v		77.73
E1	$h' \times ' / s \times H \times s \times c$	5.01	$1/2 \times H$	1.28	6.41
E2	$H \times H \times 1/2 \times s \times c$	19.16	$1/3 \times H$	0.85	16.29
	水平分力 H	24.17	転倒モーメント M_h		22.70

合力の作用位置・偏心距離

合力の作用位置： $d = (M_v - M_h) / V = 0.64m$

偏心距離： $e = B/2 - d = 0.26m < B/6 = 0.30m$

合力の作用位置は、ミドルサード内に入っている。

内部応力・地盤反力

内部応力： $= V/B (1 \pm 6e/B)$

1 = 89.56kN/m²

2 = 6.40kN/m²

地盤反力：P

P1 = 89.56kN/m²

P2 = 6.40kN/m²

滑動係数

滑動係数： $H / V = 0.28$

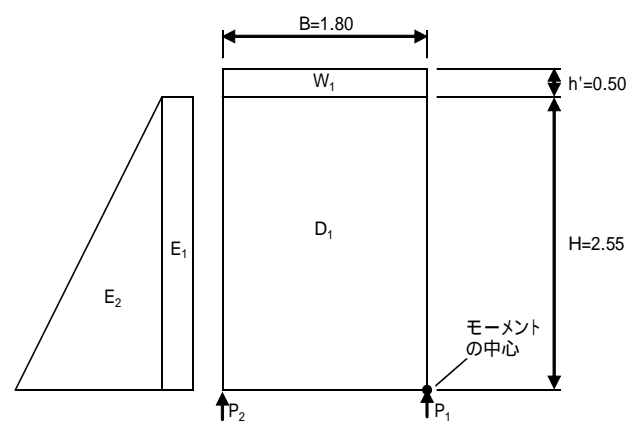


図7 木製床固工の荷重分布図

3 . セル式構造体の構造計算

変形を許す場合の中詰石のせん断抵抗は、次式で求められる(北島1962)。

ただし M_r : 中詰石のせん断抵抗モーメント(kN・m)
 s' : 中詰石の単位体積重量(kN/m³)
 B : 壁体幅(天端厚、m)
 H : 高さ(m)
 s : 中詰石のせん断抵抗角(度)

$$B / H = 0.71m$$

$$M_r = 38.53kN \cdot m$$

4 . 構造物全体の安定性の検討

重力式構造体としての安定性の検討

転倒に対する安定性 $M_v = 77.73 > M_h = 22.70$ 安定
滑動に対する安定性 $f = 0.6 > H / V = 0.28$ 安定
地盤支持力に対する安定性 $P_1 = 89.56 < Q = 300$ 安定

セル式構造体としての安定性の検討

中詰石のせん断抵抗に対する安定性 安全率 : $M_r / M_h = 1.7 > 1.2$ 安定

総合評価

以上の結果により、構造物全体の安定性は確認された。

5 . 部材の構造計算と安定性の検討

土圧の大きい最下段付近の下流側部材(横木・縦木)について、検討を実施する。

土圧

天端から深さ y mの土圧(p)は、下記の式で求められる。

$$p = \gamma s y c + \gamma' h' c$$

ただし p : 深さ y の位置の土圧(kN/m²)
 y : 天端からの深さ(m)
 s : 堆砂の単位体積重量(17.7kN/m³)
 γ' : 越流水の単位体積重量(11.8kN/m³)
 h' : 越流水深(0.50m)
 c : 土圧係数(0.333)

横木に関する検討

最下段は、縦木が密に配置されているので、最下段の横木(縦木間隔0.3)と最下段の上に横木(縦木間隔0.9)について、土圧が作用した場合の部材の安定性を検討する。

1) 横木に作用する土圧(P_a)は次式で表せる。

$$P_a = w_a p_a = w(\gamma s y a c + \gamma' h' c)$$

ただし P_a : 横木に作用する土圧(kN/m)
 w_a : 横木の土圧分担高さ(m)
 p_a : 深さ y の位置の土圧(kN/m²)
 y_a : 天端からの平均深さ(m)

2) 横木に作用する最大曲げモーメント(M_a)及び最大せん断力(S_a)は次式で表せる。横木は、縦木により支えられているので、縦木間隔(L_a)を支間とする単純梁に、等分布荷重 P_a が満載していると仮定する。

$$M_a = P_a (L_a)^2 / 8 (kN \cdot m)$$

$$S_a = P_a L_a / 2 (kN)$$

ただし L_a : 縦木間隔(m)

P_a : 横木に作用する土圧(等分布荷重)

3) 横木(梁内)に働く最大曲げ応力(σ_a)、最大せん断応力(τ_a)は、次式で表せる。

$$\sigma_a = M_a / Z_a$$

$$\tau_a = S_a / A_a$$

ただし α : 断面形状で求まる係数(円形断面では4/3)

A_a : 横木の断面積

Z_a : 横木の断面係数

4) 最下段の横木の検討

横木の土圧分担高さ : $w_a = 2D = 0.30m$

横木の平均深さ： $y_a = H - 1.5D = 2.33\text{m}$

横木に作用する土圧： $P_a = w_a p_a = 2D (\gamma y_a c + 'h' c) = 4.71\text{kN/m}$

横木を支える縦木間隔： $L_a = 0.30\text{m}$

横木に作用する最大曲げモーメント(Ma)及び最大せん断力(Sa)

$$M_a = P_a (L_a)^2 / 8 = 4.71 \times (0.3)^2 / 8 = 0.053\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$S_a = P_a L_a / 2 = 4.71 \times 0.3 / 2 = 0.71\text{kN}$$

最下段の横木の安定性の検討

最大曲げ応力に対する検討 $a = M_a / Z = 161\text{kN/m}^2 < 5.7 \times 10^3$ 安定

最大せん断応力に対する検討 $a = 4 S_a / 3 A_a = 53\text{kN/m}^2 < 0.5 \times 10^3$ 安定

5) 最下段の上の横木の検討

横木の土圧分担高さ： $w_a = 2D = 0.30\text{m}$

横木の平均深さ： $y_a = H - 3.5D = 2.03\text{m}$

横木に作用する土圧： $P_a = w_a p_a = 2D (\gamma y_a c + 'h' c) = 4.18\text{kN/m}$

横木を支える縦木間隔： $L_a = 0.90\text{m}$

横木に作用する最大曲げモーメント(Ma)及び最大せん断力(Sa)

$$M_a = P_a (L_a)^2 / 8 = 4.18 \times (0.9)^2 / 8 = 0.42\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$S_a = P_a L_a / 2 = 4.24 \times 0.9 / 2 = 1.88\text{kN}$$

最下段の上の横木の安定性の検討

最大曲げ応力に対する検討 $a = M_a / Z = 1269\text{kN/m}^2 < 5.7 \times 10^3$ 安定

最大せん断力に対する検討 $a = 4 S_a / 3 A_a = 142\text{kN/m}^2 < 0.5 \times 10^3$ 安定

縦木に関する検討

最下段は、縦木が密に配置されているので、最下段の縦木(縦木間隔0.3)と最下段の上の縦木(縦木間隔0.9)について、土圧が作用した場合の部材の安定性を検討する。

1) 縦木に作用する土圧(Pb)は次式で表せる。

$$P_b = w_b p_b = w (\gamma y_b c + 'h' c)$$

ただし P_b : 縦木に作用する土圧(kN/m)

w_b : 縦木の土圧分担高さ(m)

p_b : 深さ y の位置の土圧(kN/m²)

y_b : 天端からの平均深さ(m)

2) 縦木1本当たりに働く引張応力(σ_b)は、次式で表せる。なお、ボルト穴は無視した。

$$\sigma_b = P_b L_b / A_b$$

ただし L_b : 縦木間隔(m)

A_b : 縦木の有効断面積(m²)

3) 最下段の縦木の検討

縦木(接続する横木を含む)の土圧分担高さ： $w_b = 2D = 0.30\text{m}$

縦木の平均深さ： $y_b = H - D = 2.40\text{m}$

縦木に作用する土圧： $P_b = w_b p_b = 2D (\gamma y_b c + 'h' c) = 4.83\text{kN/m}$

縦木間隔： $L_b = 0.30\text{m}$

縦木1本当たりに作用する引張応力 $\sigma_b = P_b L_b / A_b = 82\text{kN/m}^2$

最下段の縦木の安定性の検討

引張応力に対する検討 $\sigma_b = 82\text{kN/m}^2 < 3.5 \times 10^3$ 安定

4) 最下段の上の縦木の検討

縦木(接続する横木を含む)の土圧分担高さ： $w_b = 2D = 0.30\text{m}$

縦木の平均深さ： $y_b = H - 3D = 2.10\text{m}$

縦木に作用する土圧： $P_b = w_b p_b = 2D (\gamma y_b c + 'h' c) = 4.30\text{kN/m}$

縦木間隔： $L_b = 0.90\text{m}$

縦木1本当たりに作用する引張応力 $\sigma_b = P_b \times L_b / A_b = 219\text{kN/m}^2$

最下段の上の縦木の安定性の検討

引張応力に対する検討 $\sigma_b = 219\text{kN/m}^2 < 3.5 \times 10^3$ 安定

総合評価

以上の結果により、部材の安定性は確認された。

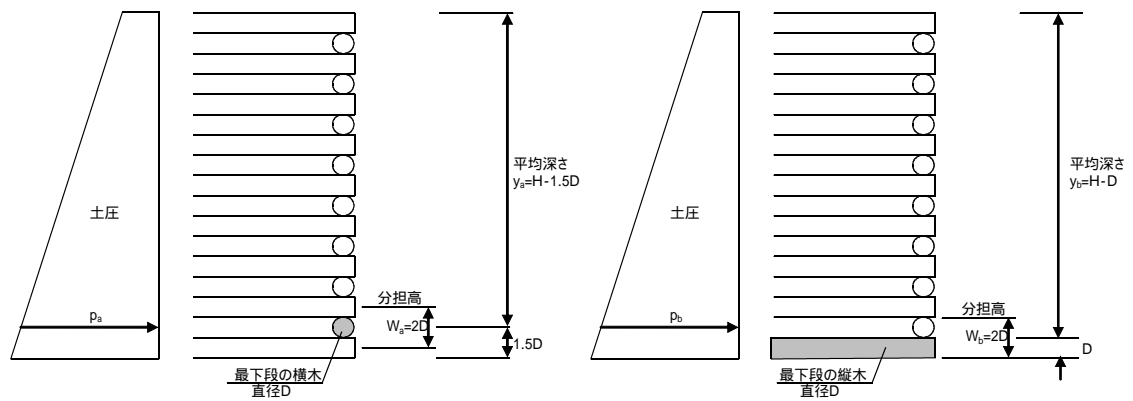


図8 部材に作用する土圧

6. ボルト接合部に関する検討

ボルト接合部の設計条件

ボルトの規格：M16(JIS B 1180, JIS B 1181)、基準強度（炭素鋼）240N/mm²

ボルトの許容引張応力度 $160 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$

ボルトの許容せん断応力度 $120 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$

ボルトの直径： $D_s = 0.016 \text{ m}$

ボルトの断面積 $A_s = D_s^2 / 4 = 0.00020 \text{ m}^2$

縦木の端部のせん断に関する検討

1) 縦木に引張力が作用したとき、図9に示すようにせん断面として2面を想定すると、せん断面の有効断面積 A_p は次のとおりである。なお、縦木の端部のボルトは中央に1本とし、繊維方向のあき距離 (P) は 0.15 m とする。

$$A_p = 2 P D = 2 \times 0.15 \times 0.15 = 0.045 \text{ m}^2$$

2) 縦木1本当たりに作用するせん断応力 (S_b) は、次式で表せる。

$$S_b = P_b L_b / A_b$$

ただし P_b ：縦木に作用する土圧 (kN/m^2)

L_b ：縦木間隔 (m)

A_b ：縦木の有効断面積 (m^2)

3) 最下段の縦木の検討

縦木に作用する土圧： $P_b = 4.83 \text{ kN/m}$

縦木間隔： $L_b = 0.30 \text{ m}$

縦木1本当たりに作用するせん断応力(繊維方向)： $S_b = P_b L_b / A_b = 32 \text{ kN/m}^2$

最下段の縦木の安定性の検討

せん断応力に対する検討 $S_b = 32 \text{ kN/m}^2 < 0.5 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$ 安定

4) 最下段の上の縦木の検討

縦木に作用する土圧： $P_b = 4.30 \text{ kN/m}$

縦木間隔： $L_b = 0.90 \text{ m}$

縦木1本当たりに作用するせん断応力(繊維方向)： $S_b = P_b L_b / A_p = 86 \text{ kN/m}^2$

最下段の上の縦木の安定性の検討

せん断応力に対する検討 $S_b = 86 \text{ kN/m}^2 < 0.5 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$ 安定

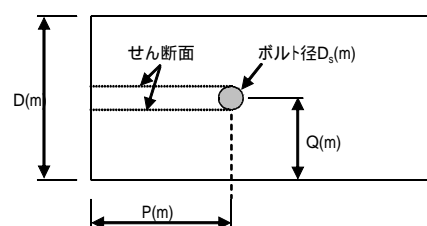


図9 縦木の端部におけるせん断面の検討

せん断を受けるボルトの配置

1) あき距離の基準値

せん断を受けるボルトの配置については、ボルト径 D_s に対する木材の端部のあき距離（1本の場合）が木質構造設計規準604.2（日本建築学会、2002）表6.5で、下記のとおり定められている。

a . 繊維方向のあき距離 (P) を $7 D_s$ 以上 ($P \geq 7 D_s$) とすること (図9 参照)

b . 繊維直角方向のあき距離 ($Q = D/2$) は $4 D_s$ 以上 ($Q \geq 4 D_s$) とすること (図9 参照)

2) あき距離の検討

繊維方向のあき距離の検討 $P = 0.15 \times 7 D_s = 7 \times 0.016 = 0.112\text{m}$ 基準値を満足

繊維直角方向のあき距離の検討 $Q = 0.15/2 = 0.075 \times 4 D_s = 4 \times 0.016 = 0.064\text{m}$

基準値を満足

木製擁壁工の安定計算書

高さ1.44mの木製擁壁工の安定計算を実施する。

1. 設計条件

断面

木枠は、1:0.3の勾配で傾いているので、天端、底面ともに傾斜しているが、安定計算上、平行四辺形の断面と仮定する (図10, 図11参照)。

断面形状：重積型 (枠：木材、中詰：礫質土)

高さ： $H = 1.44\text{m}$

天端厚： $B = 0.84\text{m}$

表法： $1 : n = 1 : 0.3$

裏法： $1 : m = 1 : 0.3$

斜長： $SL = 1.50\text{m}$ を参照

有効躯体厚： $b = 0.80\text{m}$

堤体単位体積重量： $d = 17.1\text{kN/m}^3$ を参照

荷重条件

型式：地山接近タイプ・切土法止擁壁 (森林土木構造物標準設計擁壁 参照)

土圧：試行くさび法

背面土の単位体積重量： $s = 17.7\text{kN/m}^3$

背面土の内部摩擦角： $\delta = 35^\circ$

壁面摩擦角： $\alpha = 35^\circ$

(背面土と土体の壁面摩擦角であり、内部摩擦角と同等と仮定した)

地盤条件

基礎地盤：土砂

基礎地盤の (滑動) 摩擦係数： $f = 0.6$

基礎地盤の許容支持力： $Q = 200\text{kN/m}^2$

部材条件

材質：スギ

横木・縦木平均径 $D = 0.10\text{m}$

斜長の算出

$SL = D(2n - 1) = 1.50\text{m}$

ただし、 SL ：斜長(m)

n ：横木の段数(8段、縦木の段数： $n - 1$)

D ：横木・縦木平均径(m)

堤体単位体積重量の算出

a) 間隔

標準的な縦木間隔 $L_s = 1.0\text{m}$

b) 単位幅当りの木材体積

区分	段数(段)	延長(m)	体積(m ³)	備考
縦木	$n - 1 = 7$	$0.8 \times (n - 1) / 1.0 = 5.6$	0.044	円柱として体積計算
横木	$n = 8$	$1.0 \times 8 = 8.0$	0.063	同上
計			0.107	

木材の体積比： $R = 0.107 / B H = 0.089$

c) 堤体単位体積重量

$$s = w \times R + s' \times (1 - R)$$

ただし d : 平均単位体積重量 (kN/m³)

w : 木材の単位体積重量 (8kN/m³)

s' : 中詰土の単位体積重量 (18kN/m³)

$$d = 17.1 \text{ kN/m}^3$$

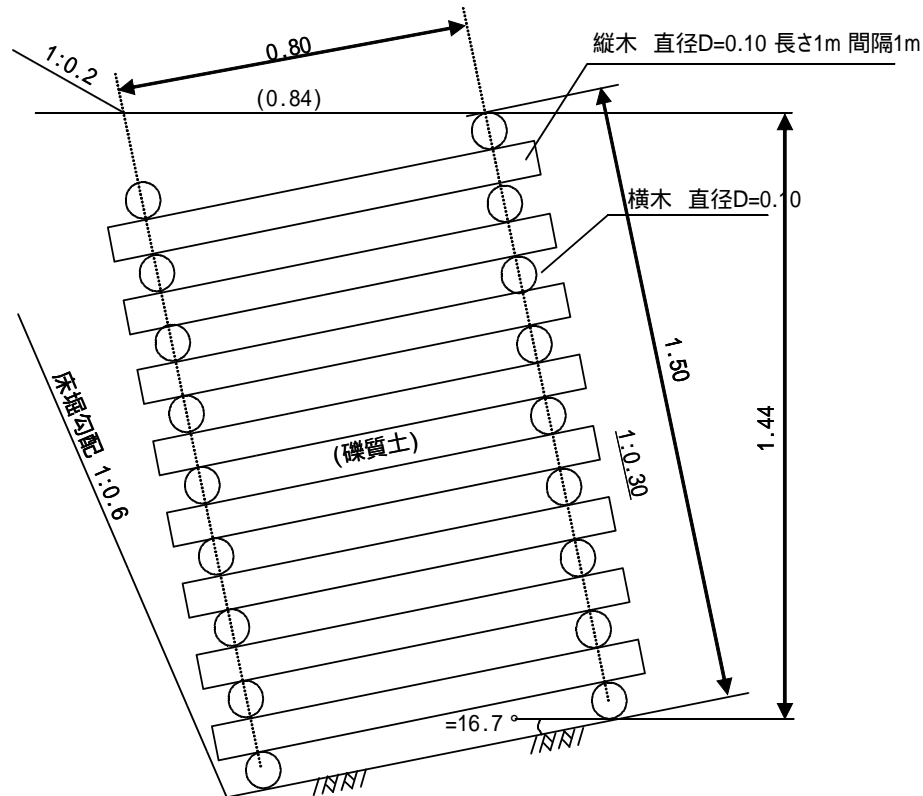


図 1 0 木製擁壁工の標準構造図

2. 構造計算

土圧に対して木枠が十分な剛性を有していると判断されるので、重力式構造体としての安定性の検討を行うものとする。

土圧計算

森林土木構造物標準設計擁壁 (P27 ~ 28, 131 ~ 133) に準じて、試行くさび法()により土圧を計算した結果は次のとおりである。

計算条件 : 高さ1.44m、余堀相当幅0.16m、掘削勾配1 : 0.6、擁壁背面勾配1 : -0.3
 背面土の内部摩擦角35°、壁面摩擦角35°、背面土の単位重量17.7kN/m³
 過載荷重なし、背面土の盛土勾配1 : 1.2(自然崩壊の堆積等を考慮)

土圧 : $E = 5.230 \text{ kN}$ 作用高 : $Y = H/3 = 0.48 \text{ m}$

$E_h = E \cos() = 4.97 \text{ kN}$

$E_v = E \sin() = 1.64 \text{ kN}$

ただし E : 試行くさび法で求めた土圧 (kN)

E_h : 水平土圧 (kN)

E_v : 垂直土圧 (kN)

: 壁面摩擦角 (35°)

: 擁壁背面と鉛直面との角度 (-16.7°)

荷重とモーメント

区分	計算式	荷重(kN)	計算式	アーム(m)	モーメント(kN・m)
	$1/2 \times H \times n H \times d$	5.32	$n H \times 2/3$	0.29	1.54
	$H \times B \times d$	20.68	$n H \times B/2$	0.85	17.58
	$1/2 \times H \times n H \times d$	- 5.32	$n H + B \cdot n H/3$	1.13	- 6.01
小計		20.68			13.11
Ev		1.64	$B + n H/3$	0.98	1.61
計	鉛直応力 V	22.32	抵抗モーメントMv		14.72
Eh		4.97	H/3	0.48	2.39
計	水平分力 H	4.97	転倒モーメントMh		2.39

合力の作用位置・偏心距離

合力の作用位置： $d = (Mv - Mh) / V = 0.55m < 2/3 B = 0.56$

偏心距離 $e = B/2 - d = -0.13m < B/6 = 0.14m$

合力の作用位置は、ミドルサード内に入っている。

内部応力・地盤反力

内部応力： $= V/B (1 \pm 6e/B)$

$1 = 1.90kN/m^2$

$2 = 51.24kN/m^2$

地盤反力：P

$P1 = 1.90kN/m^2$

$P2 = 51.24kN/m^2$

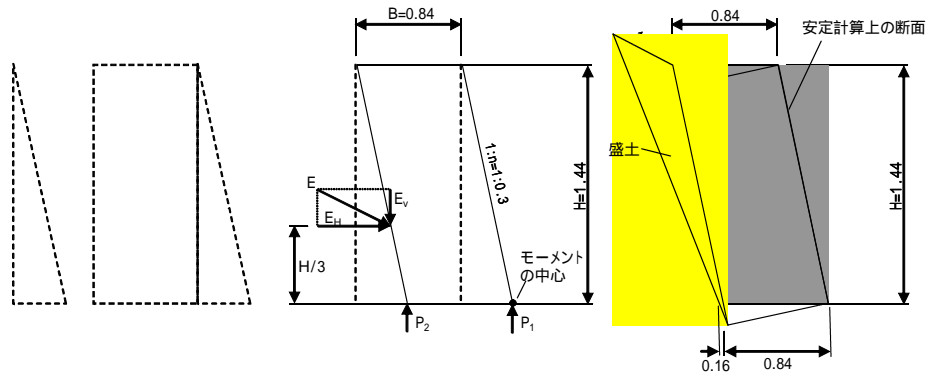


図 1.1 木製擁壁工の荷重分布図

3. 安定性の検討

転倒に対する安定性

$Ft = Mv/Mh = 6.2 > 1.5$

安定

滑動に対する安定性

$Fs = f \cdot V / H = 2.5 > 1.5$

安定

地盤支持力に対する安定性

$P1 = 51.24 < Q = 200$

安定

総合評価

以上の結果により、構造物全体の安定性は確認された。

木橋の安定計算書

長さ5mの歩道用木橋(桁橋)の上部構造についての安定計算を実施する。

1. 設計条件

構造

構造型式：桁橋・歩道橋

上部構造の寸法

橋長 5.0m

支間長 4.5m

総幅員 2.0m

有効幅員 1.6m

荷重条件

木材の単位体積重量： $w = 8kN/m^3$ (金物を含む)

活荷重：主桁の場合 3.5kN/m² 床版の場合 5kN/m²（群集荷重）
 雪荷重：なし

部材条件

材質：カラマツ

許容曲げ応力度 $6.9 \times 10^3 \text{kN/m}^2$

許容せん断応力度 $0.5 \times 10^3 \text{kN/m}^2$

許容引張応力度 $4.2 \times 10^3 \text{kN/m}^2$

ヤング係数 $8.0 \times 10^6 \text{kN/m}^2$

主桁：丸太2本 直径D = 0.28m 設置間隔B = 1.10m

断面積：A = $D^2/4 = 6.16 \times 10^{-2} \text{m}^2$

断面2次モーメント：I = $D^4/64 = 3.02 \times 10^{-4} \text{m}^4$

断面係数：Z = $D^3/32 = 2.15 \times 10^{-3} \text{m}^3$

床版：丸太直径D = 0.12m 敷設

断面積：A = $D^2/4 = 1.13 \times 10^{-2} \text{m}^2$

断面2次モーメント：I = $D^4/64 = 1.02 \times 10^{-5} \text{m}^4$

断面係数：Z = $D^3/32 = 1.70 \times 10^{-4} \text{m}^3$

敷板：厚さ6cm板張

死荷重・活荷重の算出

主桁の場合（単位長当たり）

区分	計算式	荷重(kN/m)	備考
死荷重	敷板	$0.06 \times 1.0 \times 1.0 \times 8$	幅1.0m
	地覆	$0.2 \times 0.2 \times 1.0 \times 8$	片側
	床版	$1.13 \times 10^{-2} \times (1/0.12) \times 1.0 \times 8$	幅1.0m
	主桁	$6.16 \times 10^{-2} \times 1 \times 8$	1本
	計		2.05(2.046)
活荷重	$3.5 \times 0.8 \times 1.0$	2.80	幅0.8m
合計		4.85	

床桁の場合（単位長当たり）

区分	計算式	荷重(kN/m)	備考
死荷重	敷板	$0.06 \times 0.12 \times 1.0 \times 8$	幅0.12m
	地覆	$0.20 \times 0.20 \times 0.12 \times 8$	片側
	床版	$1.13 \times 10^{-2} \times 8$	1本
	計		0.20(0.1864)
活荷重	$5 \times 0.12 \times 0.8$	0.50(0.48)	幅0.12m
合計		0.70	

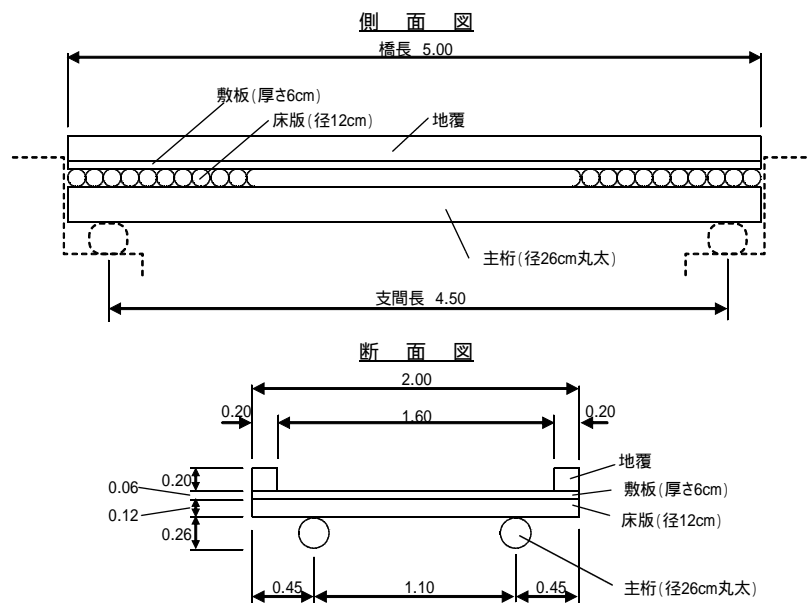


図12 木橋（上部構造）の標準構造図

2. 主桁の構造計算

主桁に作用する死荷重・活荷重の合計 $q = 4.85\text{kN/m}$

主桁の支間長 $l = 4.5\text{m}$ ヤング係数 $E = 8.0 \times 10^6\text{kN/m}^2$

最大曲げモーメント・最大曲げ応力

$$\text{最大曲げモーメント } M = q l^2 / 8 = 12.28\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{最大曲げ応力 } = M / Z = 5.71 \times 10^3\text{kN/m}^2$$

最大せん断力 $S = q l / 2 = 10.91\text{kN}$

$$\text{最大せん断応力 } = 4 S / 3 A = 2.36 \times 10^2\text{kN/m}^2$$

最大たわみ量 $y = 5 q l^4 / 384 E I = 0.0107\text{m}$

主桁の安定性の検討

$$\text{最大曲げ応力に対する安定性 } = 5.71 \times 10^3 < 6.9 \times 10^3 \text{ 安定}$$

$$\text{最大せん断応力に対する安定性 } = 2.36 \times 10^2 < 0.5 \times 10^3 \text{ 安定}$$

$$\text{最大たわみ量に対する安定性 } y = 0.0107 < 1 / 400 = 0.011 \text{ 安定}$$

総合評価

以上の評価により、主桁の安定性は確認された。

3. 床板の構造計算

主桁間（単純梁の部位）と主桁外側（片持ち梁の部位）に区分して計算する。

床版に作用する死荷重・活荷重の合計 $q = 0.70\text{kN/m}$

ヤング係数 $E = 8.0 \times 10^6\text{kN/m}^2$

単純梁の部位（支間長1.10m）

1) 最大曲げモーメント・最大曲げ応力

$$\text{最大曲げモーメント } M = q l^2 / 8 = 0.106\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{最大曲げ応力 } = M / Z = 6.24 \times 10^2\text{kN/m}^2$$

2) 最大せん断力 $S = q l / 2 = 0.385\text{kN}$

$$\text{最大せん断応力 } = 4 S / 3 A = 4.54 \times 10^1\text{kN/m}^2$$

3) 床版の安定性の検討

$$\text{最大曲げ応力に対する安定性 } = 6.24 \times 10^2 < 6.9 \times 10^3 \text{ 安定}$$

$$\text{最大せん断応力に対する安定性 } = 4.54 \times 10^1 < 0.5 \times 10^3 \text{ 安定}$$

片持ち梁の部位（支間長0.45m）

1) 最大曲げモーメント・最大曲げ応力

$$\text{最大曲げモーメント } M = q l^2 / 2 = 0.071\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{最大曲げ応力 } = M / Z = 4.18 \times 10^2\text{kN/m}^2$$

2) 最大せん断力 $S = q l = 0.315\text{kN}$

$$\text{最大せん断応力 } = 4 S / 3 A = 3.72 \times 10^1\text{kN/m}^2$$

3) 床版の安定性の検討

$$\text{最大曲げ応力に対する安定性 } = 4.18 \times 10^2 < 6.9 \times 10^3 \text{ 安定}$$

$$\text{最大せん断応力に対する安定性 } = 3.72 \times 10^1 < 0.5 \times 10^3 \text{ 安定}$$

総合評価

以上の評価により、床版の安定性は確認された。

[参考資料 5] 土木用木製構造物の耐久性に関する研究事例

- ・奥村真由己、森満範、菊池伸一、土屋修一(1997)：防腐剤塗布処理丸太の野外耐久性、林産試験場報告第 11 巻 第 1 号より
- ・名取潤(1995)：防腐処理した小丸太の野外耐久性、木材保存 Vol.21-1 より
- ・佐藤次夫、毛利正一(1997)：カラマツ間伐材を利用した擁壁工の腐朽度調査について、帯広営林支局業務研究発表集、Vol.1996 より
- ・長谷川益夫、中谷浩、飯島泰男、安田洋、嘉戸昭夫、長谷川幹夫、相浦英春、石田仁、上杉徳久(1993)：富山県における治山木杭の耐久性(第 1 報)、木材保存 Vol.1996
- ・雨宮昭二(1963) 浅川実験林苗畑の杭試験(1)杭の被害程度を評価する方法、林試研報 150, 143-156 スギ材の野外杭(30mm × 30mm × 500mm)を屋外暴露試験した。その結果、目視による 6 段階の被害度と縦圧縮強さの関係から被害度 3 以上を使用不能の目安とした。
- ・長谷川益夫・中谷浩・飯島泰男・安田洋・嘉戸昭夫・長谷川幹夫・相浦英春・石田仁・上林徳久(1993) 富山県における治山木杭の耐久性(第 1 報) - 柵工におけるスギ及びカラマツ木杭の耐用年数について - , 木材保存 19-1, 13-22
被害度と縦圧縮強さは反比例し、スギの被害度が 3 の段階で縦圧縮強さの初期強度の約 40% になり、被害度が 5 の段階で縦圧縮強さは 0 となると推定される。木杭の折損率と被害度の関係から木杭の耐用限界被害度は 3.4 となり、推定耐用年数はスギが 7.4 年となった。
- ・飯島泰男(1999) 土木用木質構造物の耐用年数評価について、木材保存 25-5, 209-218
調査でピロディンの打ち込み深さが 35mm を超えた丸太および円柱加工材の強度は、スギ製材の現行の材料強度を下回っていた。また、35mm のピロディンの打ち込み深さは、被害度がほぼ 3 以上のものと推定でき使用不能であるといえる。
- ・町田初男・茂木のり恵・伊藤英敏(2003) 落石防護柵の緩衝材に使用されている針葉樹間伐材丸太の劣化調査、木材保存 29-6, 253-258
緩衝材として設置してある表面(表層)の丸太へのピロディンによる経年劣化調査の結果、3 ~ 4 年目に大きく劣化が進む兆候が認められた。表面の丸太を曲げ試験した結果、曲げ強さの残存率は 2 年経過した時点で 85%、5 年経過した時点で 20%であった。
- ・津島俊治他(2003) 土木用木製構造物の耐朽性に関する研究、大分県林試研報 15, 1-65
既存の研究事例から、構造物の使用目的が人命に直接関わるような建築物等では 6 段階の被害度のうち平均被害度 2.5 を耐用限界とし、治山用杭木などの土木用木製構造物では平均被害度 3 または 3.4 を耐用限界としている。
ピロディン打ち込み深さの増大に伴う縦圧縮強さの減少率は、丸太の断面積に比例し、打ち込み深さが 32.54mm のときに 50% となった。そこで、打ち込み深さが 33mm 以上のときを使用不能材とみなし、設置後の経過年数・被害度および平均打ち込み深さとの関係を調べたところ、いずれの項目とも有意な関係が認められた。
- ・山本幸一、桃原郁夫、西村健(1999)：燻煙乾燥木材及び焼き丸太の野外杭試験、木材保存 Vol.25-No5
- ・山本幸一、桃原郁夫、西村健(2000)：木タール及び木酢液処理したスギ心材の野外杭試験結果、木材保存 Vol.26-No1

[参考資料 6] 参考文献等

本指針の作成にあたり、参考とした文献等の一覧を示す。

森林土木木製構造物設計等指針・・・・・・・・

(平成16年5月14日付け 16林整計第41号 林野庁森林整備部長通知)

森林土木木製構造物設計等指針の解説等・・・・・・・・

(平成16年5月14日付け 16林整計第42号 林野庁森林整備部計画課長通知)

北海道土木用木材・木製品設計マニュアル・・・・・・・・(平成12年12月制定)

木材保存学入門改訂版・・・・・・・・(社)日本木材保存協会(1998)

森林資源有効活用促進調査事業報告書・・・・・・・・(財)日本住宅・木材技術センター(1996)

木材工業ハンドブック

島根県公共工事共通仕様書別冊1 土木工事施工管理基準

平成16年度 森林土木木製構造物施工マニュアル・・・・・・・・

(林野庁監修:(社)日本治山治水協会、日本林道協会発行)

木質構造設計規準604.2(日本建築学会、2002)

素材の日本農林規格【JAS規格】(昭和42年12月8日農林省告示第1841号)

針葉樹の構造用製材の日本農林規格(最終改正H13.11.30、施行H14.3.1)

木製外構材のメンテナンスマニュアル 社団法人 日本木材保存協会

特定建設資材に係る分別解体等及び特定建設資材廃棄物の再資源化等の促進に関する基本方針

針 [建設リサイクル法基本方針](平成13年1月17日農林水産省・経済産業省・国土交通省

・環境省告示第1号)