

■ 復元の意義および目的

内堀と石垣が400年以上現存する福井城址は、歴史的価値が極めて高く、「県都のシンボル」となり得る大切な歴史資産である。

これまでに、城址西側の御廊下橋や山里口御門の復元整備を進めており、県都の魅力をより一層高めていくためには、福井城址という歴史資産の本質的価値を十分に認識した上で、さらなる磨き上げを行い、発信していくことが必要である。

坤櫓はこれまで復元整備を進めてきた城址西側に位置しており、令和4年度から実施してきた史料・文献調査を踏まえ、史実に基づく復元を行うことにより、城址西側の往時の姿をよみがえらせ、福井城の価値や魅力を高めることを目的とする。

◆ 復元の基本方針

福井城址の歴史的価値を踏まえ、県都のシンボルとなるよう、また、往時の姿を体感できるよう、坤櫓を歴史的・文化的価値を有する建物とするため、往時の規模や構造で史実性の高い復元を基本とする。

なお、復元設計については、建築基準法等の法規制、現在の技術や材料の調達状況、櫓の活用方法や維持管理も考慮して行うものとする。

- ・外 観 往時の規模や構造などを史実に基づき、可能なかぎり復元
- ・内部構造 往時の柱割を基本に、史実に基づく復元を逸脱しない範囲で、バリアフリーに配慮

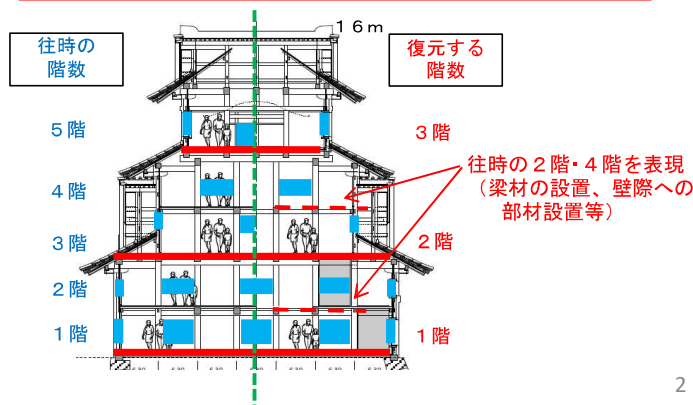
1

復元する坤櫓の建物諸元

- ・復元の基本方針に基づき、坤櫓の往時の姿を体感できるよう、歴史的・文化的価値を有する建物とするため、往時と同じ木造による復元とする。
- ・往時の高さをもとに、建築基準法で耐火構造が不要となり、木造による外観や内部構造を体感できる準耐火構造の規模として、実物大の高さ約16m、3階建てで復元設計を進める。
- ・3階を公開する場合は、耐火構造とする必要があるため、3階は非公開とする。

※耐火構造:柱や壁に鉄骨等の不燃材料を使用 準耐火構造:柱を太くする燃えしろ設計の採用

	往時の坤櫓	復元する坤櫓
構造	木造	木造
階数	3重 5階	3重 3階 (3階は非公開) 2階・4階があったことが分かるよう、梁材の設置等で表現
高さ	約15.9m~約17m (推察)	約16m
基礎	直接基礎	杭基礎

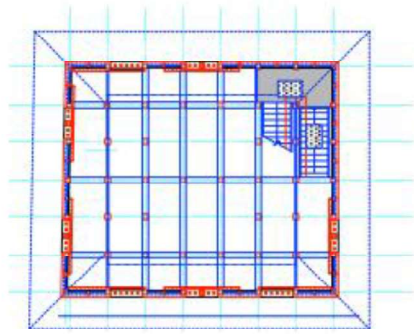


・この諸元で、材料選定やバリアフリー対策を検討

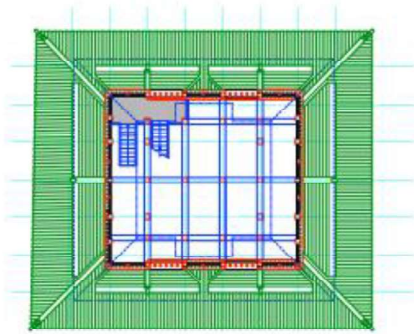
2

坤櫓 各階平面図 (室内配置はイメージ)

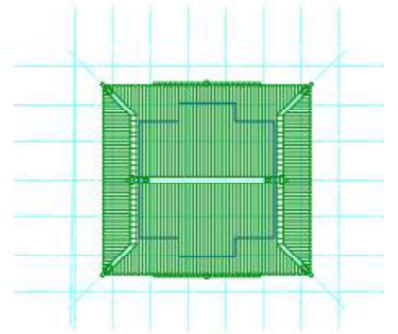
1階(往時の2階)



2階(往時の4階)



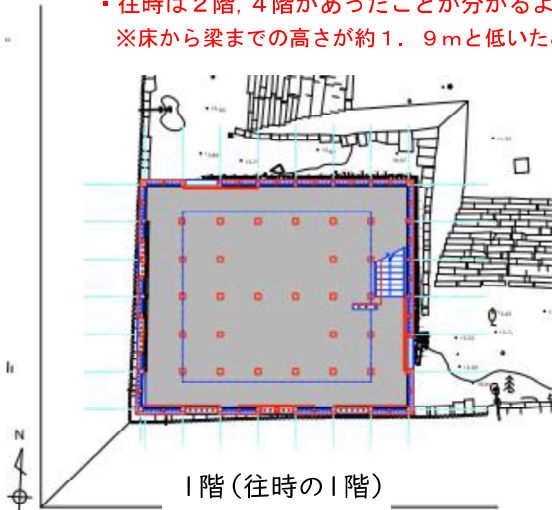
屋根



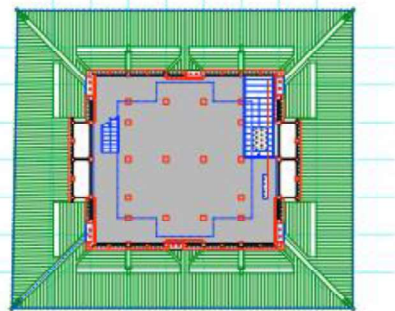
【屋根伏図】

・往時は2階, 4階があったことが分かるよう、梁材の設置等で階数を表現
 ※床から梁までの高さが約1.9mと低いため、梁材の設置方法や範囲等を今後検討

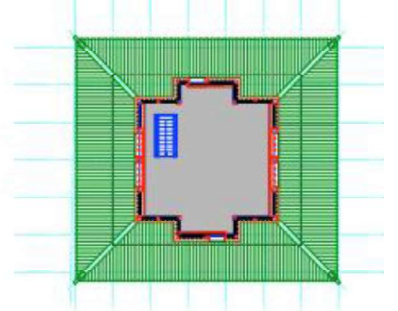
柱の数が多く、柱間隔も1.4m程度と狭い。



1階(往時の1階)

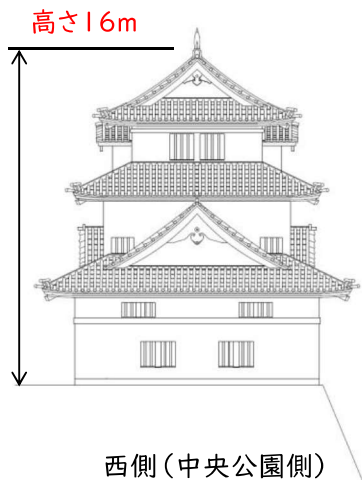


2階(往時の3階)

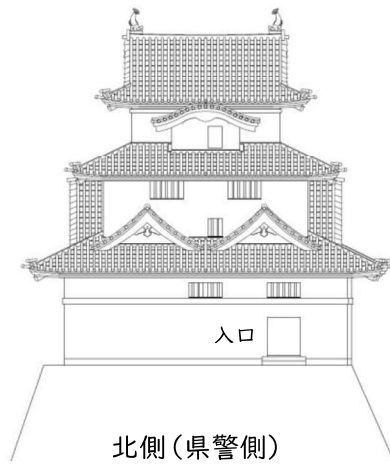


3階(往時の5階) 3

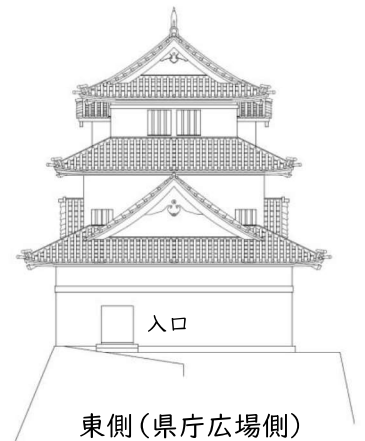
坤櫓 立面図



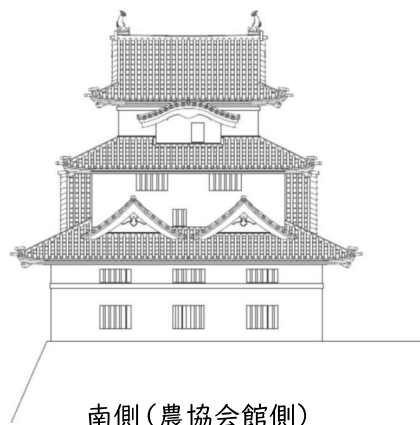
西側(中央公園側)



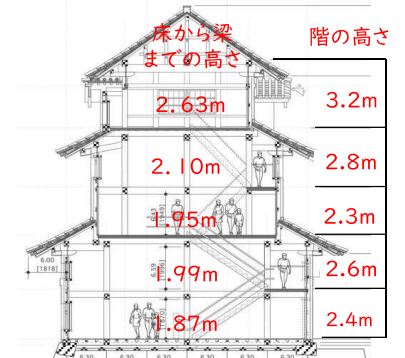
北側(県警側)



東側(県庁広場側)



南側(農協会館側)



断面図イメージ

(参考) 高さの比較

- ・丸岡城 約12m
 - ・越前大野城 約14.5m
 - ・福井城坤櫓 約16m
- ※県警庁舎(6階建て)とほぼ同じ高さになる。

瓦の材料について

○ 笏谷石瓦等について

・笏谷石は、平成11年に採掘採掘終了。石材業者のストックにも限りがある。
 (石材業者では、主に30cm×18cm×90cmサイズの石材を保管)

・材料調達調査の結果、坤櫓・西側土塀とも、笏谷石瓦の調達が不可能と判明
 (H30山里口御門復元ではストックがぎりぎりあり、笏谷石を採用)
 (屋根面積:山里口御門140㎡、坤櫓500㎡、西側土塀250㎡)

・石垣調査解析の結果、重量が重い石瓦(250kg/㎡)や粘土瓦(50kg/㎡)は石垣への影響が大きく、土塀部への採用は困難と判明 (採用する場合は石垣追加対策工事が発生)

◆ 代用瓦の採用

・石垣への影響が少ない軽量瓦、復元性(笏谷石瓦と同様の瓦形状や色合いの再現)、耐久性やメンテナンス、施工費用の面から、代用瓦を比較検討(次頁参照)
 ・代用瓦を試作して、色合い等を確認した上で、瓦材料を決定

⇒ 坤櫓、西側土塀とも、カラーチタン瓦(笏台石に近い色、4kg/㎡)を採用

チタン瓦の事例：浅草寺(東京都)、増上寺(東京都)。近年採用が増えている。

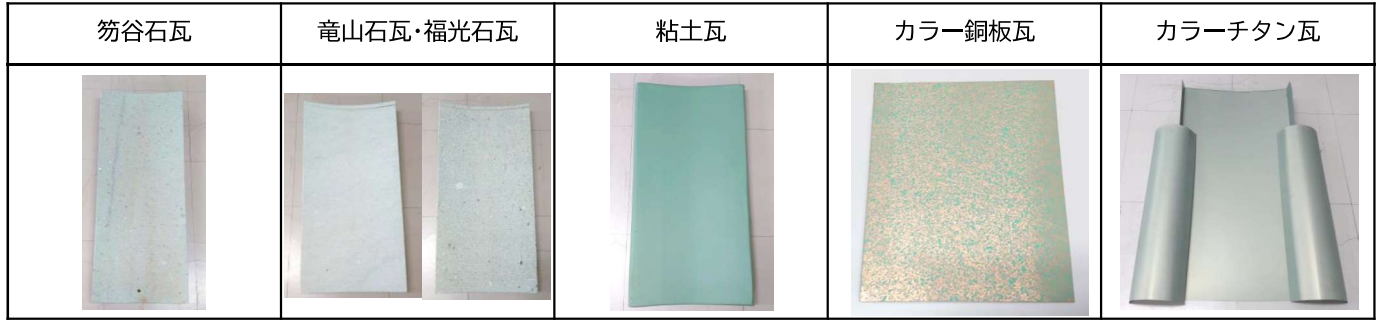
瓦材料の比較

	石瓦 (笏谷石)	石瓦 (竜山石:兵庫県産) (福光石:島根県産)	粘土瓦	カラー銅板瓦	カラーチタン瓦
写真	 山里口御門	 福井城址 石垣	 神明神社 参集殿(福井)	 名古屋城 天守(愛知)	 浅草寺 本堂(東京)
特徴	・青石、凝灰岩 ・足羽山産、ストックなし ・福井城の瓦	・青石(やや白)、凝灰岩 ・兵庫県産 ・石垣に一部代用	・一般住宅で多用 ・市販品	・寺社仏閣で多用	・軽いため、近年、寺社仏閣の屋根葺き替えで使用実績増加
復元性	◎ 本物	○ 質感は近い。色は少し白い。石瓦として復元可能	× 形状が異なる。質感が異なる。色が異なる。	△ 形状は型で合わせる。質感がやや異なる。色は1色(緑青色)	○ 形状は型で合わせる。質感はやや異なる。色は多彩
耐久性 メンテナンス	× メンテナンス多 山里口御門では割れ補修頻発	× メンテナンス多 笏谷石と同様に割れ補修頻発の恐れ	○ メンテナンス少 耐用年数:約50年	○ メンテナンス少 耐用年数:約50年	○ メンテナンス最小 耐用年数:50年以上
重量 (石垣への影響)	× 非常に重い。影響大 約200kg/㎡ 櫓 100t 土塀 480kg/m	× 非常に重い。影響大 約250kg/㎡ 櫓 125t 土塀 600kg/m	× 重い。影響大 約50kg/㎡ 櫓 25t 土塀 120kg/m	○ 軽い。影響小 約9kg/㎡ 櫓 5t 土塀 22kg/m	○ 最も軽い。影響最小 約4kg/㎡ 櫓 2t 土塀 10kg/m
概算費用	× 約90万円/㎡ 大規模な石垣対策必要	× 約90万円/㎡ 大規模な石垣対策必要	○ 約40万円/㎡ 石垣対策必要	○ 約75万円/㎡ 石垣対策 最小限	○ 約80万円/㎡ 石垣対策 最小限
評価	× ストックなし メンテナンス 困難 石垣への影響 大	× 県外産 メンテナンス 困難 石垣への影響 大	× メンテナンス 小 石垣への影響 あり 色・形状・質感が異なる	△ メンテナンス 小 石垣への影響 小 色が異なる	○ メンテナンス 最小 石垣への影響 最小 近い色が可能

(参考) 瓦を除いた建築物の重量 坤櫓:約300t、土塀:約530kg/m

試作した代用瓦の見え方

○試作した代用瓦



○採用を予定しているカラーチタン瓦の見え方



- ・カラーチタン瓦は、笏谷石に近い色合いが製作できることを確認
- ・様々な色がある笏谷石の雰囲気を出すため、3色程度のカラーチタンを組み合わせさせて色ムラを表現

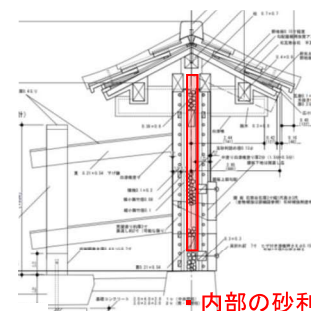
土塀の材料について

- ・往時と同じ高さとし、往時の規模を再現
- ・瓦材料は、笏谷石が調達できないため、軽量化や復元性の観点から、カラーチタン瓦を採用
- ・壁材料は、石垣への影響軽減のため、内部の砂利詰めを省略し、土壁に代えてモルタル壁を採用して軽量化（土壁の乾燥時間省略等により約3ヶ月の工期短縮、コスト縮減にも寄与）
- ・壁表面材料は、往時の姿を再現するため、往時と同じ白漆喰塗りを採用
- ・腰板材料は、往時と同じ笏谷石の採用を検討（25cm×25cm程度の市販品外壁材等）



笏谷石の外壁材・床材

	往時の土塀	復元する土塀
構造	木造、高さ:約2.5m、柱間:約5尺	木造、高さ:約2.5m、柱間:約5尺
壁内部	土壁 + 内部砂利詰め	モルタル壁
壁表面(外観)	漆喰塗り	漆喰塗り
腰板	笏谷石	笏谷石等
屋根瓦	笏谷石	カラーチタン瓦
重量(石垣への影響)	約1,600kg/m	約550kg/m (約1/3)



(参考) 復元した山里口御門の榊形土塀

- ・内部の砂利詰め省略
- ・モルタル壁の採用

坤櫓の壁材料について

- ・土塀の壁材料は、軽量化のため、モルタル壁を採用
- ・坤櫓の壁材料についても、チタン瓦の採用とあわせ、櫓を支える杭基礎への影響軽減(軽量化)のため、また、職人の確保が困難であり、維持管理や修繕を考慮し、土壁に代えてモルタル壁を採用
土壁の施工・乾燥時間省略により、工期短縮(約6ヶ月~1年間)やコスト縮減にも寄与(H20今治城鉄御門で採用事例)
- ・壁表面材料は、往時と同じ白漆喰塗りを採用し、往時の姿を再現

(現在、仮設計画検討中。大規模な仮設ヤード、作業構台、仮設足場、素屋根など仮設備の長期間設置が必要。
工期短縮は仮設備の設置期間・費用の縮減にも寄与)



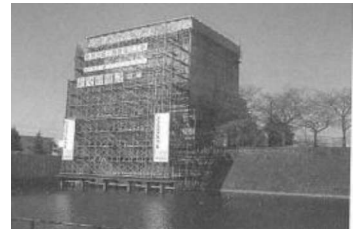
仮設ヤード



土壁の地下組み上げ



作業構台のイメージ



仮設足場 (新発田城三階櫓)

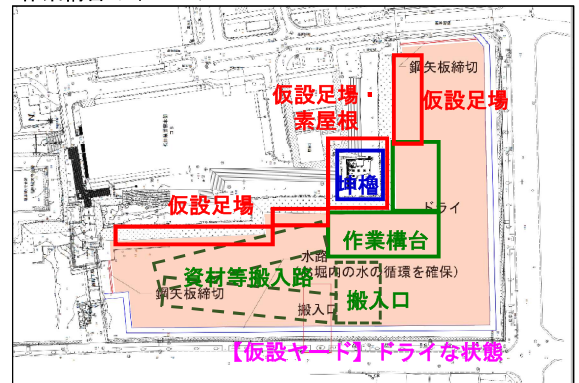


素屋根



土壁塗り

山里口御門 復元整備



仮設工 計画図

石垣補強設計について

前回委員会資料と同じ

- 石垣に関する安全性確保の考え方 ※『文化財石垣耐震診断指針(案)(令和5年7月、文化庁)』に準拠
 - ・大地震に対しても人命に重大な影響を与えないことを目標とし、史跡等の文化財的価値を著しく損なわない範囲で安全対策工の設置、補強を実施

■石垣対策の基本方針

- ・400年以上現存する石垣の歴史的価値に配慮し、現存する石垣は極力保存を図ることとして、可能な限り、石垣を積み直さず、最小限の補強で、石垣の価値に与える影響が少ない工法を採用

【土塀部】

- ・石垣上は立入制限を前提として、石垣背面の調査・解析を行った上で、可能な限り石垣の積み直しを伴わない対策を検討する。

指針では、対処方針として「立入制限を実施したものは、人的安全性確保の観点においてのみ、耐震対策の一応の完了とみなすことができる。」との記載あり。

【坤櫓部】

- ・櫓内の公開を予定し、人的安全性確保が必要な場所であるため、大規模地震時においても人命に大きな影響を与えないよう、補強などの対策を検討する。
- ・坤櫓の荷重を石垣にかけないよう、櫓の基礎構造は杭基礎を主軸に検討する。

指針では、石垣の安全対策工として「上部の建造物の崩落を防止する基礎工法は、石垣が崩落しても上部の建造物を支えられるような新たな基礎構造物の設置などが考えられる。」との記載あり。

(参考) 杭基礎の事例
弘前城 天守

鉄筋コンクリート杭、4本、径200cm、深さ35m(設計検討中)

石垣対策工事

- ・土堀部は、立入制限を行い、石垣のはらみの大きい箇所**の補強を実施**
 ⇒ (石垣の隙間) 鉄筋打込み工、間詰石の締め直し・補充
- ・坤櫓部は、公開を予定。**大規模地震時の安全率1.0を確保できる対策を実施**
 ⇒ (石垣水面下の犬走部) 鋼矢板シートパイル工、(低石垣背面) 鉄筋挿入工
- ・櫓の下は、櫓の荷重を石垣に載せない工法として、**杭基礎**を採用

前回委員会からの変更点

鉄筋打込み工等、鋼矢板シートパイル工の**対策範囲を延長**(次頁参照)

(屋外エレベータ棟・階段の設置場所から坤櫓までの石垣上を散策通路として公開する予定のため)

鋼矢板シートパイル工 (深さ約10m)
鉄筋挿入工 (深さ約7m)
杭基礎の耐圧版
杭基礎工 (深さ約35m)
 地山補強土工 剛孔径φ115
 ルートパイル芯材 D29
 単位幅: 0.8m/2本
ハット形鋼矢板25H

鉄筋打込み工 (深さ2.5m)、間詰石の締め直し・補充工
 鉄筋打込み工 (D22)
 ◎1.0m/本 L=2.5m

間詰石補充
 鉄筋打込み
 土堀部

鋼矢板シートパイル
 鉄筋挿入

約35m
 耐圧版
 本丸裏面石垣
 内蔵水位
 鉄筋コンクリート
 基礎杭

<事例> 弘前城の杭打工 (R6年工事着手予定)

石垣対策工事 計画平面図

(前回委員会からの変更点)
 エレベータ棟・階段を下記場所に設置する場合、
 階段から坤櫓までの石垣上を散策通路として
 公開するため、石垣の補強対策を追加実施
 ⇒ シートパイル工、鉄筋打込み工等を約30m追加

仮設工 計画図

山里口御門

石垣のはらみがある区間

土堀: 約106m

昭和58年 石垣積み直し箇所

鋼矢板シートパイル工 (延長約77m、深さ約10m)

鉄筋挿入工 (延長約12m、深さ約7m)

鉄筋打込み工 (延長約80m、長さ約2.5m、900本)
 間詰石の締め直し・補充工 (延長約80m、900㎡)

エレベータ棟
 階段

県営地下
 駐車場範囲

鋼鉄鉄筋シートパイル工
 シートパイル工

散策通路

石垣のはらみがある区間

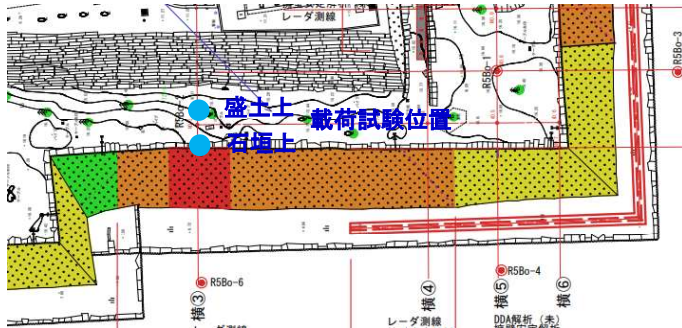
坤櫓
 杭基礎

昭和58年
 石垣積み直し箇所

石垣の安全性の検証

◆復元工事前の載荷試験

- ・石垣の歴史的価値に配慮し、土塀部は、鉄筋打込み等の最小限の補強工事を採用
- ・工事前に、復元土塀の荷重を石垣や盛土上に実際に載せる載荷試験を実施し、変状の有無を確認（はらみの最も大きい箇所、ひずみ計等で変位計測しながら、荷重を少しずつ増加させる。）



位置図



山里口御門復元整備時の載荷試験

◆工事期間中のモニタリング

- ・復元工事中、石垣に変状が生じていないかモニタリングしながら、工事実施
- ・クラックゲージ等による観測を行い、石垣の変位量を計測、記録
- ・詳細なモニタリング方法を今後検討

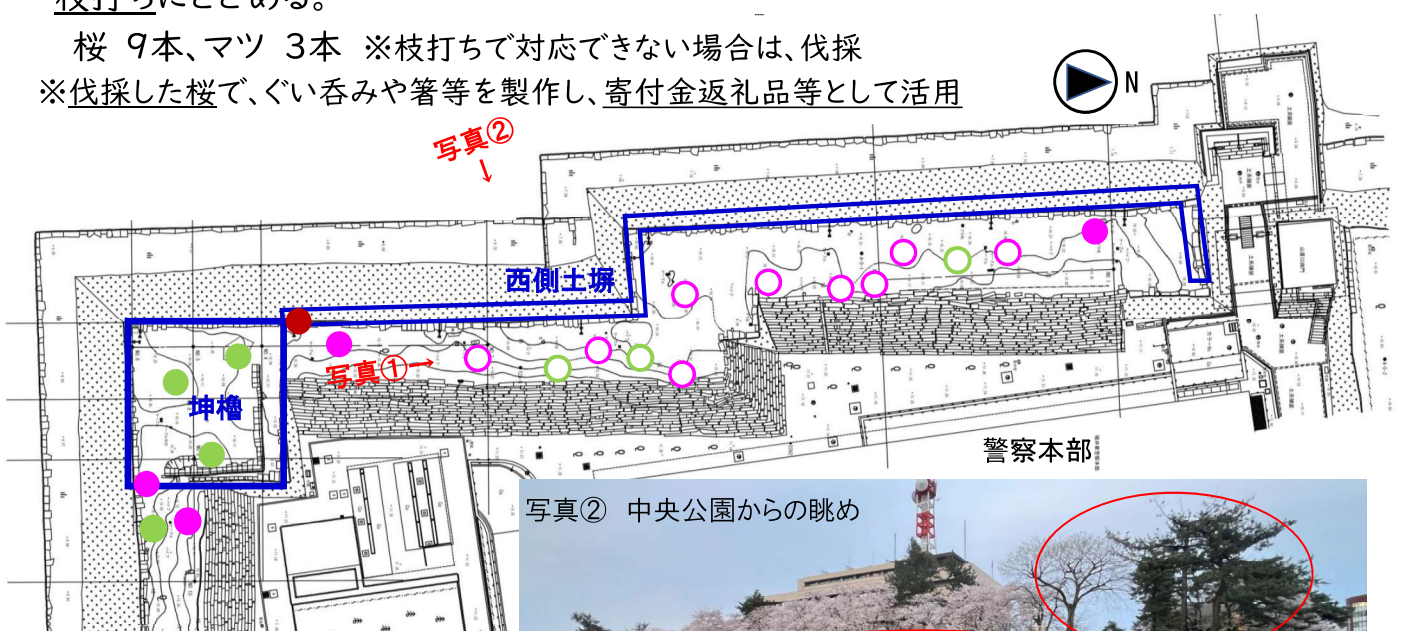
文化財石垣耐震診断指針(案)では、モニタリング方法として、「クラックゲージ、トータルステーションによる定期観測や三次元レーザー測量等による比較など適切な方法を用いて変状の進行の有無を把握する。」との記載あり。

13

石垣上部の樹木について

- ・坤櫓や土塀の復元に支障となる樹木は伐採
桜 4本、マツ 4本、エノキ 1本
※樹木医「桜が大きく高齢のため、移植は困難だと思う。」
- ・残りの樹木は、桜並木の景観を考慮し、可能な限り、枝打ちにとどめる。

桜 9本、マツ 3本 ※枝打ちで対応できない場合は、伐採
※伐採した桜で、ぐい呑みや箸等を製作し、寄付金返礼品等として活用



写真② 中央公園からの眺め



櫓部は松が多い

○: 桜 ○: マツ ○: エノキ
(塗潰しは、伐採)

14