

第3回 旭川内山下構造検討委員会資料

－ 目 次 －

1. 委員会の実施方針 1
2. 改修の必要性 4
3. 改修に当たっての条件 8
4. 堤防断面・堤防法線の設定 12
5. 文化財調査の方法 17

令和2年 3月 4日

1.委員会の実施方針（これまでの経緯）

【第1回委員会：H29.11.17】

- ・以下の比較案の内、第1案と第2案に絞って今後、協議する。
- ・現石積み構造の把握を目的に、トレンチ調査を実施する。



【第2回委員会：H30.3.8】

- ・第2案は築堤盛土による史跡への影響が大きい。
- ・トレンチ調査の結果、胴木が無く、護岸として所要の安全性を確保できない。

過年度における堤防法線比較検討案（第1回委員会資料より抜粋）

| | 第1案 前出し案 | 第2案 引き提案 | 第3案 完全前出し案 |
|-------|--|--|--|
| コンセプト | <ul style="list-style-type: none"> ・下流区間を除き既存城郭石垣を現状のまま埋め立てる。 ・下之段史跡に影響を与えない。 ・史跡範囲の樹木に影響を与えない。 | <ul style="list-style-type: none"> ・現況城郭石垣を存置利用する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・現況城郭石垣を存置する。 ・下之段史跡に影響を与えない。 ・史跡範囲内の樹木に影響を与えない。 |
| 概要 | 下流区間は既存石積みを存置利用して市街地側に築堤の盛土を行い、中流・上流区間は公園内の復旧した史跡石積みに影響の無いように既存石積みを現状のまま埋め立て河川側に新規の護岸を設置して計画堤防断面を築造する。弓橋は現状のまま埋める計画。 | 全区間既存石積みを存置利用して既存石積みの上部に新規石積みを嵩上げて公園側に築堤の盛土を行い、計画堤防断面を築造する。公園内の復元した史跡石積みの一部が盛り土により埋め立てられる。 | 既存石積みに極力影響が無いように川側に新規に堤防を築造する。弓橋石積みは、現状のまま残す。新規堤防の上下流の取り付け部において、一部現状石積みを撤去・復旧することとなり、堤防接続部が埋め立てられる。 |
| 平面図 | | | |
| 断面図 | | | |

※)第2回委員会では、第1案をベースに法線検討する方針となっている。

1.委員会の実施方針（第2回委員会以降の対応状況）

第1回 内山下構造検討委員会 平成29年11月17日（水）

| 番号 | 前回までの協議内容 | | 第2回委員会以降の対応状況 (青字：今回の委員会で報告・協議予定の内容) | 備考 |
|----|---|---------------------------|---|-----------------|
| | 検討資料に対する意見 | 国交省からの回答 | | |
| ① | ・元の石垣（特に基礎の部分）が連続して残っており、石垣の上の部分の改修があるにしても、古いお城の遺構を残していると考えられる。現在の遺構の基礎部分がどのようになっているのか、改修によりどういう風になるのか、要所要所にトレンチを入れ、現地を確認して現況をきちんと記録すること。 | ・県の文化財課と調整の上、トレンチ調査を実施する。 | ・第2回委員会にて現地確認（トレンチ調査）を実施。 | |
| ② | ・第1案の場合、レーザー測量をして現況の立面図を作成し、立面図ができたら、トレンチを実施することが必要。 | 同上 | ・第2回委員会でのトレンチ調査箇所は、レーザー測量を実施。 | |
| ③ | ・第2案の場合、現況石積みから嵩上げが構造上安定するののか。また、内側に食い込むので、現在整備箇所に影響があるかを確認すること。 | － | ・第2回委員会を踏まえ評価 | p.10、p.13 参照 |
| ④ | ・比較表は機能性、工期、施工性、詳細費用検討を追加するなど検討項目を再整理すること。 | － | ・検討手順として再整理 | p.12 参照 |
| ⑤ | ・河川工学の観点からは、前に出して河積を阻害することはできるだけ避けたい。水位や流速（基礎部付近）確認が必要で、流速に対する評価や張コンなどの対策要否についても確認が必要。 | － | ・治水への影響を踏まえ検討 | p.12 参照 |

第2回 内山下構造検討委員会 平成30年3月8日（水）（※稲田委員のみ3月2日に実施）

| | | | | |
|---|--|--|----------------|----------------------|
| ⑥ | ・今後、改修方法を決定した後、文化財の本調査を行う際には、要所箇所（内堀の通水施設の有無、弓櫓の角部、本丸の入口付近）の調査が必要。 | ・本調査時には、調査箇所を事前に確認頂いた上で調査を実施する。 | ・調査方法について整理 | p.17、p.18、p.19 参照 |
| ⑦ | ・2案の引き堤案は、築堤盛土が堤内地の史跡に大きくかかるため、影響が大きく困難。 | － | ・検討手順を再整理 | p.12 参照 |
| ⑧ | ・1案の前出し案の場合、既設石積み背後からの排水処理について検討しておくこと。 | ・盛土内の浸透量はわずかであり、現状でも石積みから水が染み出していないため、問題ないと考えている。 | － | |
| ⑨ | ・堤防天端の舗装や車両通行の有無。 | ・堤防天端は雨水の堤体内への浸透を防ぐため、舗装またはコンクリート等の処理を考えているが、車両の通行は考えていない。 | － | |
| ⑩ | ・1案の前出し案の場合の詳細構造を示すこと。 | ・練石積みの構造を基本とする。改修方法の決定とあわせて今後、詳細検討を行う。 | ・護岸構造と景観について整理 | p.14、p.15、p.16 参照 |

1.委員会の実施方針(検討概要)

1.改修の必要性

内山下地区の現況堤防断面は、計画堤防断面に対し、高さ・幅ともに不足。

・堤防断面の不足

2.改修に当たっての条件整理

追加検討事項

- ・堤防前出し流下能力の再評価
- ・既設石積みの利用可否の評価

・基本条件の確認
(堤防形状、河積確保、堤体内異物)

河川管理施設等構造令，工作物設置許可基準，河川整備計画

・制約条件の確認
(史跡の保護，既設石積みの安定性，河積の確保)

文化財保護法，河川砂防技術基準(案)

・その他影響事項の確認

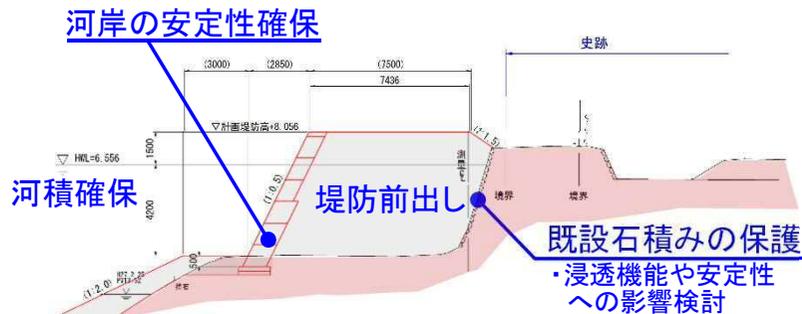
整備済み施設への影響，埋設物の有無

3.堤防位置・堤防法線の比較検討

- ・堤防位置：堤防前出し
- ・護岸構造：大型ブロック＋石積み化粧

4.文化財調査の方法・内容

- ・トレンチ調査
- ・3次元データ(レーザー or UAV地形測量)



2.改修の必要性(旭川水系河川整備計画)

- 平成30年7月豪雨において、旧河川整備計画の目標とする昭和47年7月豪雨の流量を上回ったことから、「旭川水系河川整備計画(国管理区間)」が令和元年6月に変更された。

【目標】資産の集積度や将来の気候変動の影響による降水量の増大などを踏まえ年超過確率1/70程度に対応。

⇒整備内容：築堤、洪水調整機能の向上

- 市街地である内山下地区の地盤高は、計画高水位より約1～3m低く、早期改修が必要な状況である。
- 内山下地区の現況堤防断面は、計画堤防断面に対し、高さ・幅ともに不足している。
- なお、「内山下地区」の堤防整備にあたり、文化財や景観との調和を図ることとなっている。



河川の整備を実施する区間

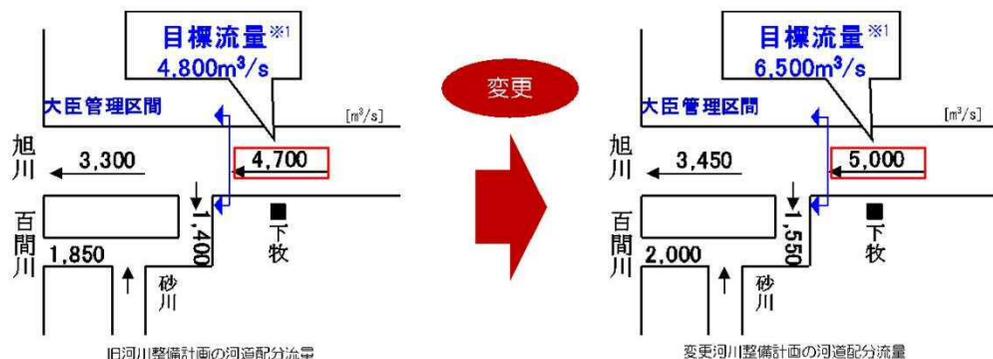
| 河川 | 整備内容 | 地区名 | 区間 | 位置図番号 |
|----|--------------|-------|----------------|-------|
| 旭川 | 築堤 (断面確保) | 平井 | 2.1k～3.4k (左岸) | 【築堤①】 |
| | | 福島 | 3.0k～4.2k (右岸) | 【築堤②】 |
| | | 二日市 | 6.2k～7.2k (右岸) | 【築堤③】 |
| | | こぼし小橋 | 7.3k～7.8k (左岸) | 【築堤④】 |
| | | 内山下 | 7.8k～8.5k (右岸) | 【築堤⑤】 |
| | 河道掘削 | 網浜 | 6.9k～7.3k (左岸) | 【掘削】 |

2.改修の必要性(平成30年7月出水による整備計画の変更)

- 平成30年7月出水では、岡山市街地（JR岡山駅付近）の約180ha及び約3、300戸の家屋の浸水被害が発生するおそれがあったが、旭川放水路（百間川）の整備により、旭川の水位を約1.3m低下させ、洪水を安全に流下させることができた。
- 平成30年7月豪雨の出水後、旭川の整備目標流量が見直され、内山下地区の目標流量も増加しており、早期の改修が望まれる状況にある。

整備の変更目標

変更河川整備計画において目指す治水安全度の水準は、資産の集積度や将来の気候変動の影響による降水量の増大等を踏まえて年超過確率 1/70 程度とし、その水準に相当する目標流量を基準地点下牧で 6,500m³/s とします。このうち洪水調節施設により 1,500m³/s を調節して、河道の配分を 5,000m³/s とします。これに対して、洪水氾濫による浸水被害の防止又は軽減を図ります。



旧河川整備計画の目標流量と平成30年7月豪雨及び変更河川整備計画の目標流量の規模

| | 基準地点下牧 ピーク流量※1 (m ³ /s) | 年超過確率※2 |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------|
| 昭和47年7月豪雨(旧河川整備計画の目標流量) | 4,800 | 概ね1/30~1/40 |
| 平成30年7月豪雨 | 5,400 | 概ね1/50~1/60 |
| 変更河川整備計画の目標流量※3 | 6,500 | 概ね1/70 |

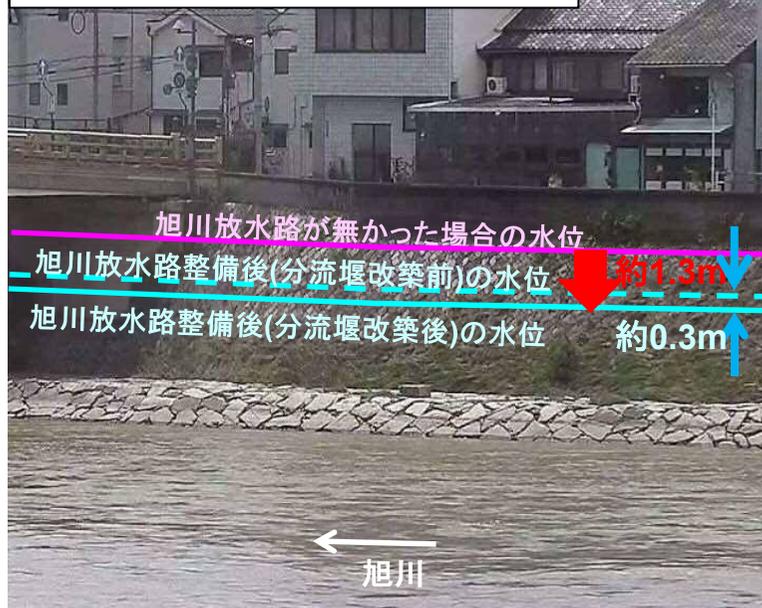
※1：ダムによる洪水調節や氾濫が生じなかった場合の流量

※2：毎年1年間にその規模を超える洪水が発生する確率

※3：資産の集積度や将来の気候変動による降水量の増大等を考慮

出典：旭川水系 河川整備計画【大臣管理区間】変更概要版、国土交通省 岡山河川事務所ホームページ

水位低減イメージ(旭川:鶴見橋付近)

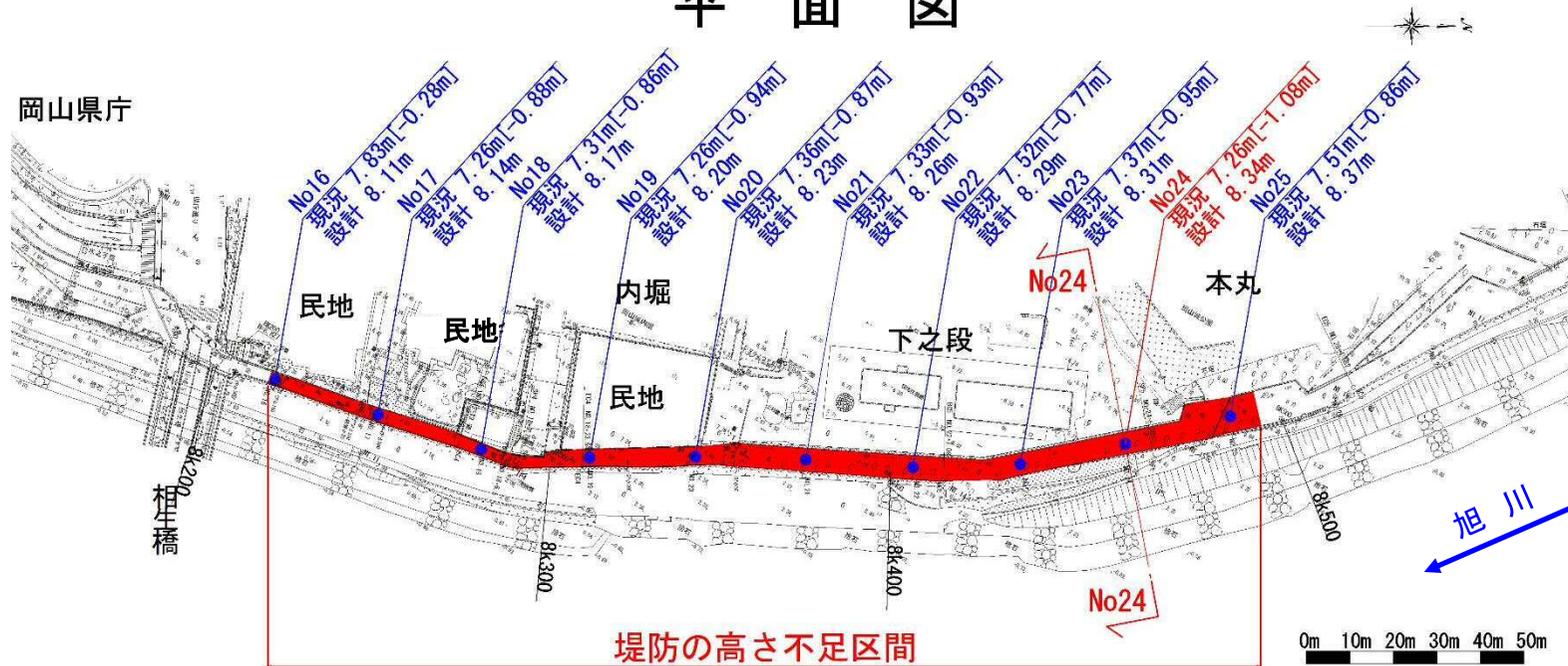


平成30年7月豪雨の状況写真（鶴見橋付近）

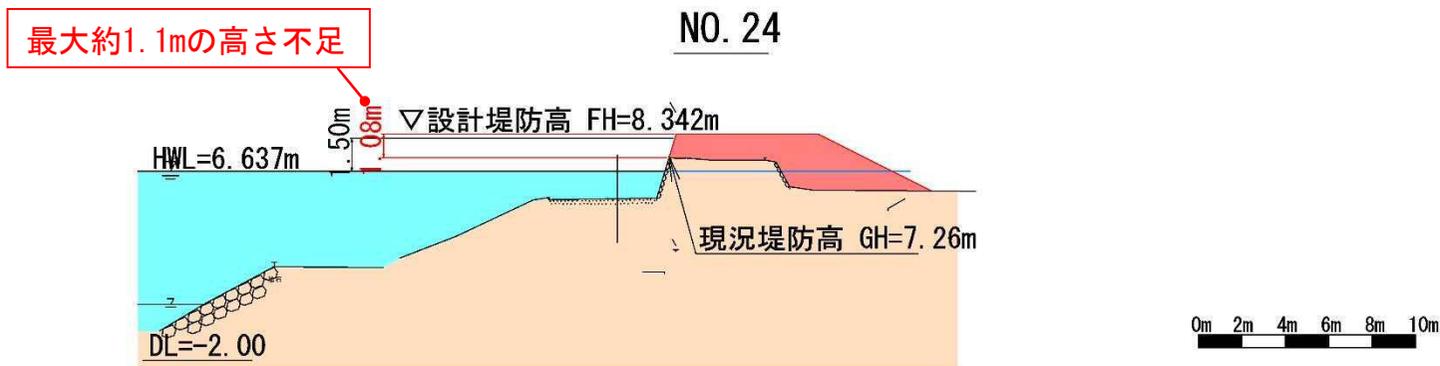
2.改修の必要性（現況堤防断面の状況1）

堤防高は、No16付近～No25付近の区間で不足し、最大約1.1m不足している。

平面図



断面図

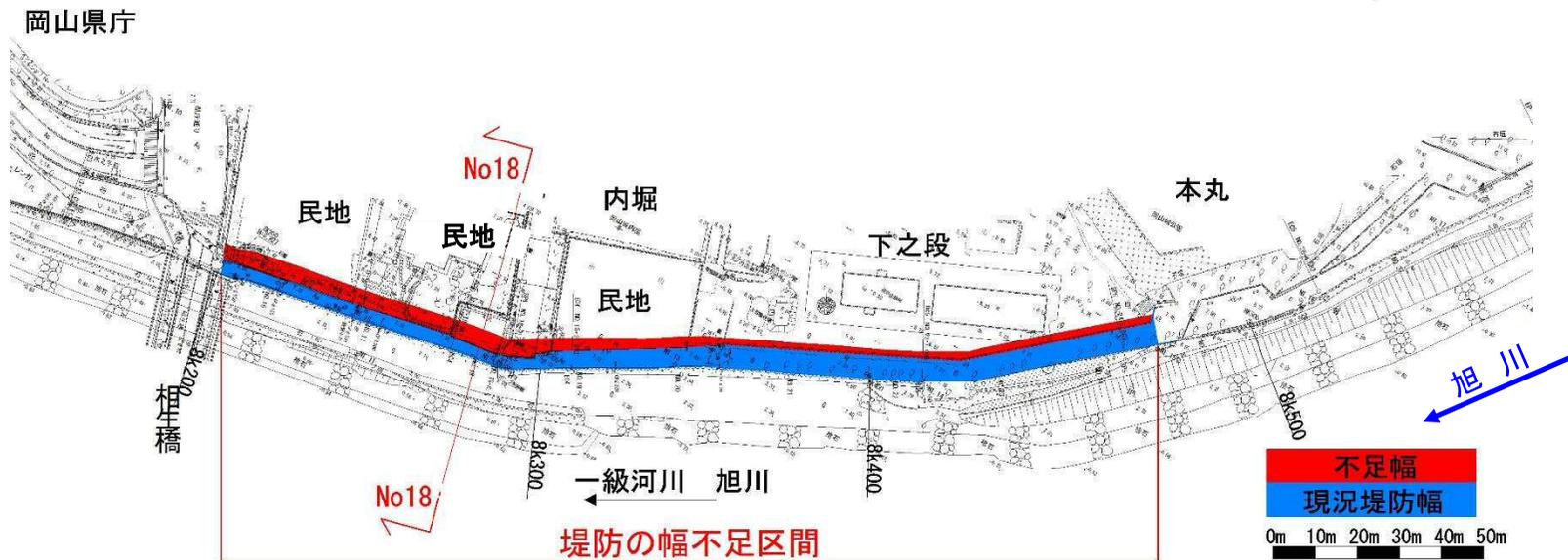


現況断面に対し計画断面との大きさの違いを表したイメージ図
(実際に整備する断面形状とは異なる。)

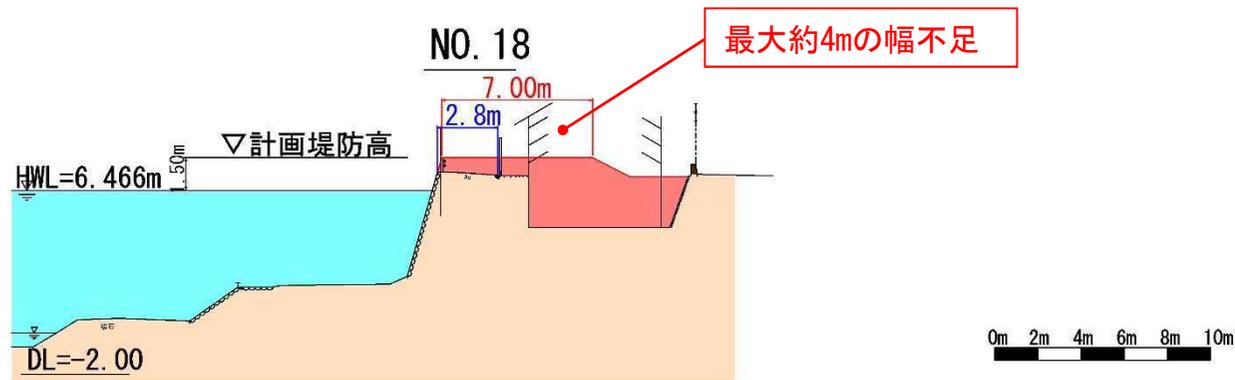
2.改修の必要性(現況堤防断面の状況2)

堤防の最も高い水平部分の幅(天端幅)は、必要幅7mに対し、最大約4m不足している。

平面図



断面図



現況断面に対し計画断面との大きさの違いを表したイメージ図
(実際に整備する断面形状とは異なる。)

3.改修に当たっての条件

当該区間の堤防整備では、下表の事項を考慮して検討する。

改修に当たっての条件設定一覧表

| 条 件 | 項 目 | 関連資料 |
|------|---|--|
| 基本条件 | 堤防形状(余裕高、天端幅) 河積確保 堤体内の埋設管類 (上・下水管、消火栓、ガスパ等) | 河川管理施設等構造令 河川整備計画(河川法) 工作物設置許可基準 |
| 制約条件 | 史跡の保護 既設石積みの安定性評価 | 文化財保護法 河川砂防技術基準(案) |
| 影響事項 | 公園施設 | |

3.改修に当たっての条件(基本条件の内容)

① 堤防形状

- ・天端幅：7.0m
(河川管理施設等構造令 第21条)
- ・余裕高：1.5m
(河川管理施設等構造令 第20条)

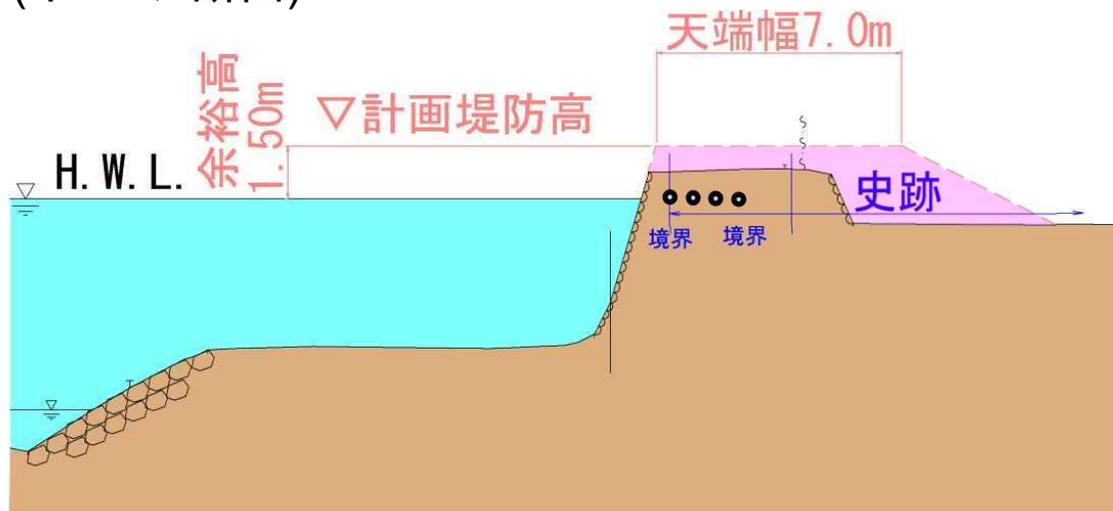
② 河積確保

災害発生を防止し、又は災害を軽減するための必要な措置を講ずる。
(河川法第16条の2 河川整備計画)
⇒所要の河積を確保する。

③ 管類の設置

堤防断面内に設置しない。
(工作物設置許可基準第十七)

(イメージ断面)



堤防断面が不足していることを示すイメージ図

3.改修に当たっての条件(制約条件の内容)

制約条件

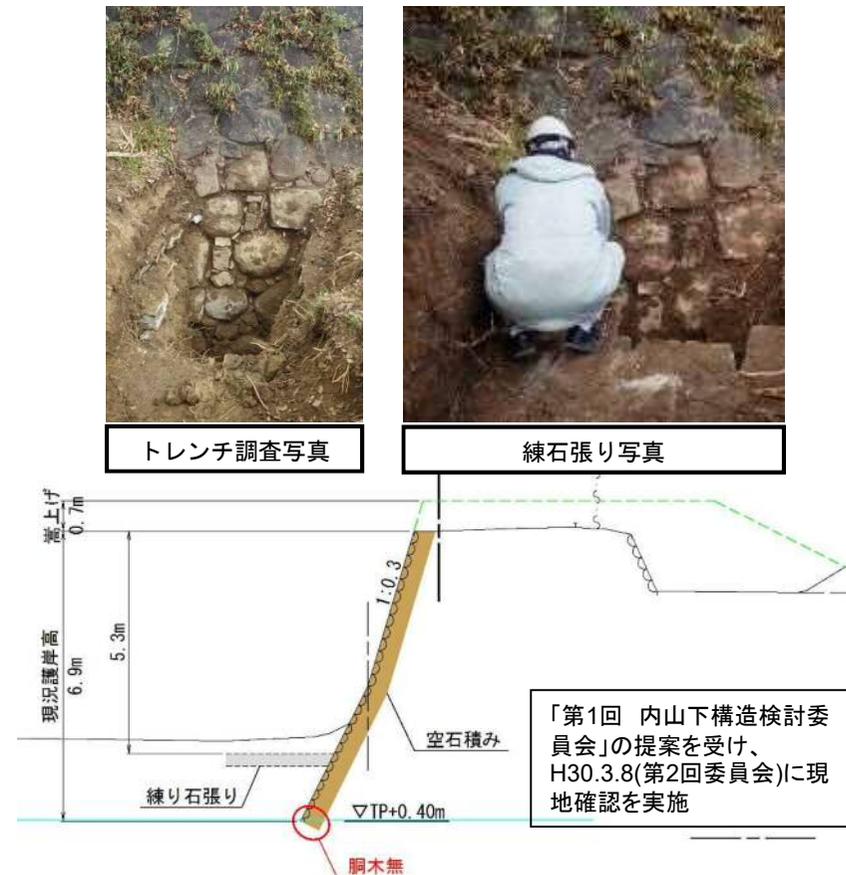
- ① 史跡の地形改変は困難：対象区間は、**史跡指定地に設定**されており、**地形改変が困難**である。
(文化財保護法 第168条)
- ② 既設石積みによる護岸機能の確保は困難：**既設護岸の基礎が確認できない**ことから、**現行基準**で安定性を評価することは**困難**である。
(河川砂防技術基準案 設計編I 4.2.2基礎工)



図2-12：岡山城周辺の文化財保護法適用地

(■ 国史跡「岡山城跡」指定地 ■ 埋蔵文化財包蔵地「岡山城跡」)

出典：岡山市都市創生まちづくり構想 H26.3 岡山市(一部加筆)



トレンチ調査結果の一例

3.改修に当たっての条件(影響事項の内容)

その他影響事項

- ① 公園整備済区間への影響 : 発掘調査・史跡整備された区間がある。
- ② 樹木への影響 : 岡山城公園内の樹木への影響を最小限にとどめる必要がある。
(公園の景観)



支障物件などの影響事項の平面位置図

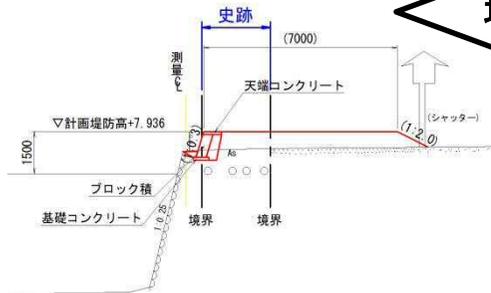
4.堤防断面・堤防法線の設定 (1. 検討フロー)

現況堤防
 堤防高不足 (最大1.1m)
 堤防天端幅不足 (最大4m)

基本条件
 堤防天端幅 7.0m
 余裕高 1.5m

制約条件
 ・護岸の安定性確保が困難
 ・史跡である天端部の地形
 改変が必要

堤防嵩上げイメージ図



堤防嵩上げは可能か?

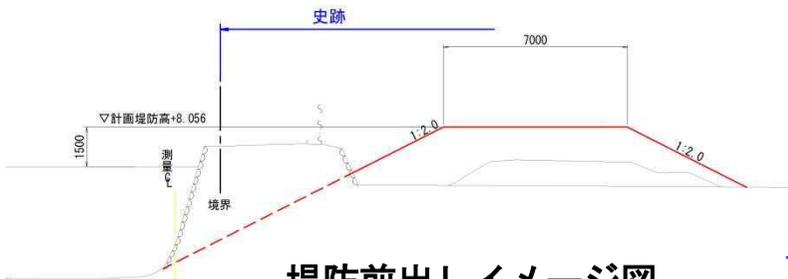
No

堤防引堤は可能か?

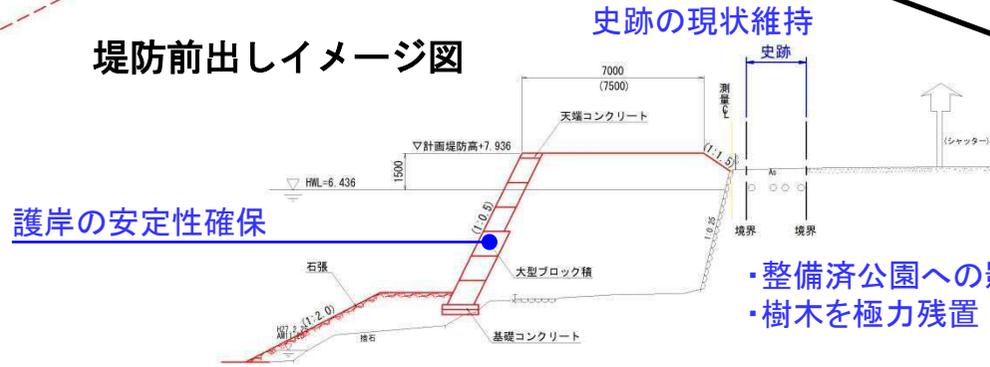
No

制約条件
 ・史跡の地形改変が必要
 影響項目
 ・整備済公園に影響
 ・樹木の残置に影響

堤防引堤イメージ図



堤防前出しイメージ図



堤防前出しは可能か?

Yes

**前出し
 +
 掘削**

・整備済公園への影響なし
 ・樹木を極力残置

*)計画流量がH.W.L.以下
 で流れることは確認済

4.堤防断面・堤防法線の設定 (2. 既設石積みの安定性に関する整理)

(1) 石積構造の現行設計基準の整理

石積構造について、現行の設計基準について以下に整理した。

| 評価項目 | 空石積 | 練石積 |
|------|----------------|--------------------|
| 直高 | 3m以下とすることが望ましい | 7.0mまで(裏コン、勾配の規定有) |
| 勾配 | 1:0.3~0.5 | 1:0.3~0.5 |
| 流速 | 空石積:流速5m/sまで | 練石積:流速4~8m/sまで |

(2) 検討箇所の評価 (No21 断面) ⇒ 下流区間の代表断面 (8k600付近)

検討箇所は空石積護岸で、トレンチ調査の結果、胴木もないことが確認された。(断面図参照)

空石積では、高さ、勾配、流速に対して現行の設計基準を満足しない。特に高さは適用範囲から大きく外れている。

| 評価項目 | 検討箇所 (No21) | 評価 |
|---------|-----------------|------------------------|
| 構造形式 | 空石積 | NG 練石積または大型ブロック積が必要 |
| 直高 | 6.9m | NG 3mまで |
| 勾配 | 1:0.3 | NG 5m以上は、1:0.5 |
| 流速 | 4.04m/s (8k600) | NG 設計断面付近では流速5m/s以内でOK |
| (基本方針時) | 5.64m/s (8k775) | となるが、一連区間で考慮した場合 NG |

(3) 安定性に関する考察

- ① 既設護岸は外観上の変状はなく、現状では安定していると考えられるが、**護岸高さ、流速の適用性において、現行の設計基準を満足していない。**
⇒ 空石積構造では、高さ、勾配、流速に対して基準を満足しないため、練石構造または大型ブロック構造が必要である。
- ② トレンチ調査の結果、法尻部に練石張りで保護されているが、胴木もなく、護岸下端高が平水位 TP+0.4m と一致することから、既設護岸下端は水位変動の影響を繰り返して受けている。
- ③ 今回の改修により、既設空積から約0.7m嵩上げするため土圧増となり、無対策で嵩上げを行うと安定性が低下する。
⇒ **既存石積みを無対策で嵩上げする方法では安定性を確保出来ない。**



断面図



練り石張り写真



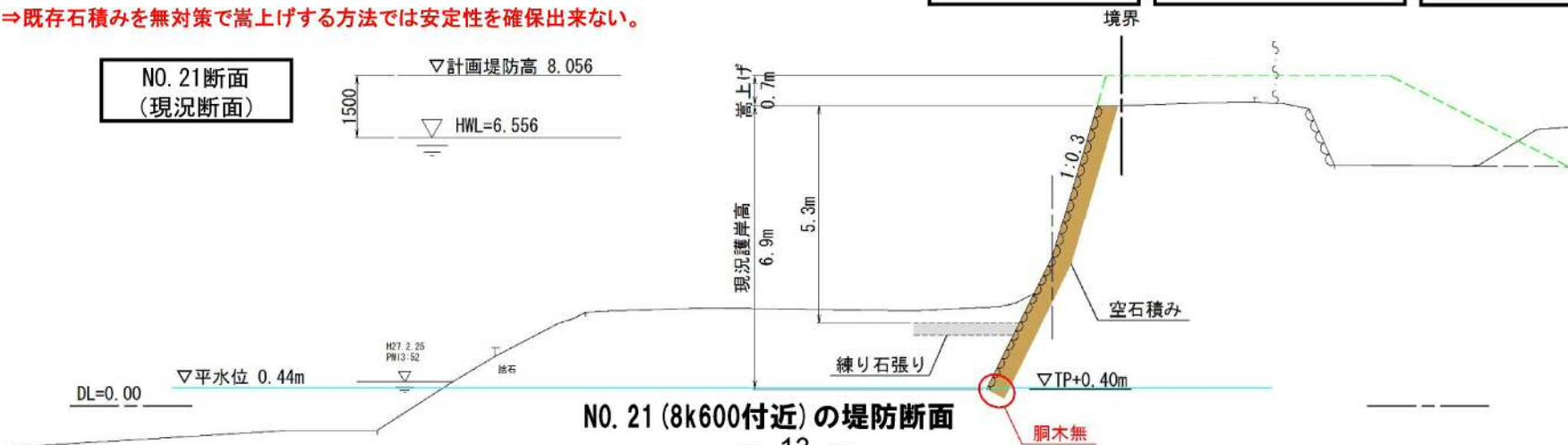
トレンチ調査石垣写真



石垣全景写真

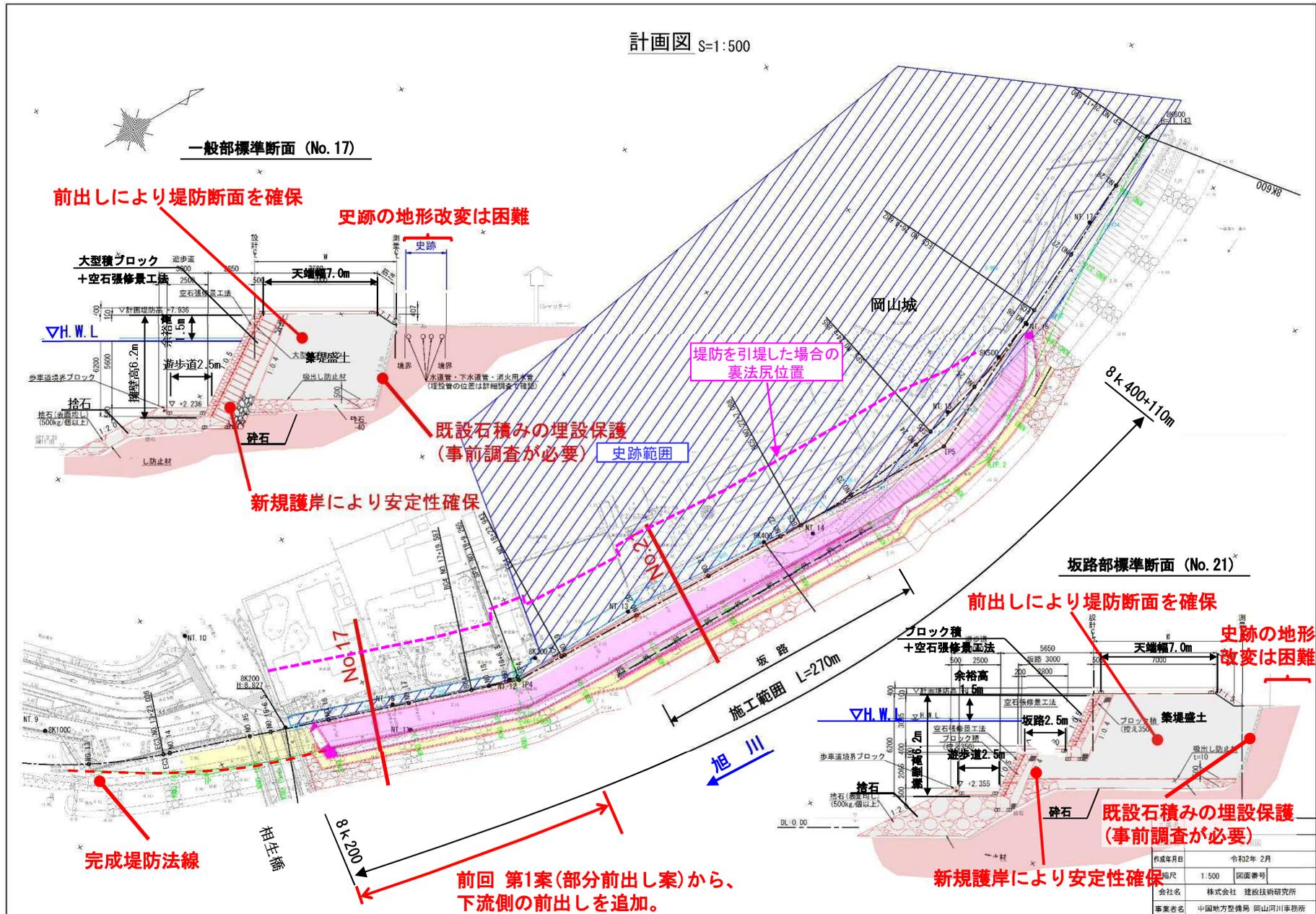


トレンチ全景写真



NO. 21 (8k600付近) の堤防断面

4.堤防断面・堤防法線の設定 (3. 計画図 堤防法線図)



4.堤防断面・堤防法線の設定 (4. 護岸構造)

【景観対策:景観法第16条第5項に基づく通知】

- ・対象区間:岡山市カルチャーゾーン(歴史地区)の景観形成重点地区に位置づけられる。
- ・対象施設:擁壁(1.0m以上)に該当。
- ・景観対策:できるだけ周辺景観に配慮した色彩、自然素材を活かした和風様式のものを選ぶ。

【護岸法覆工比較】

- ・安定性の高い大型ブロック積み護岸構造やコンクリート擁壁構造とする。
- ・周辺景観に配慮して、石積み模様とする。
- ・できるだけ自然素材を活かしたものを選ぶ。

⇒ 積み護岸＋石張り

表 護岸法覆工比較検討一覧表

| | 第1案：環境ブロック護岸 | 第2案：擁壁構造(化粧型枠) | 第3案：積み護岸＋石張り |
|-----|--|---|---|
| 概要 | 護岸を大型ブロックで構築する。 法面部分は、コンクリートブロック自体の化粧を利用する。 | 護岸をもたれ式擁壁構造で構築し、法面に石積み模様の化粧を施す案。 (表面は自然石張りボードにより景観性を向上させる。) | 護岸を大型ブロックで構築する。 法面部分は、別途アンカー式の石材を用いて、石積み風に化粧をする。 |
| 概要図 | <p>(参考:景観ブロック)</p> | <p>(参考:石張りボードタイプ)</p> | <p>(参考:石張りアンカータイプ)</p> |
| 安定性 | ・大型ブロック積み構造により、法面の安定性を確保する。 ○ | ・現場打ちコンクリートによるもたれ擁壁構造により、所要の安全性を確保する。 ○ | ・大型ブロック積み構造により、法面の安定性を確保する。 ○ |
| 景観 | ・ブロック表面の化粧に依存するため、単調な模様になり安い。 △ | ・石材(ピアストーン)を張り付けることにより、石材様の模様を創出できる。 ・擁壁延長に対し、10m毎に目地が入ることになる。 △ | ・割石や大型の石材を用いることで、石積みを構築できる。 ○ |
| 施工性 | ・一般的な大型ブロック積みであるため、特に支障はない。 ○ | ・現場打ちコンクリート擁壁となるため、養生期間を設ける必要がある。 △ | ・大型ブロック積み後、化粧石積みが必要となるため、他案に比べ手間が最もかかる。 △ |
| 経済性 | 安価 (比率 1.0) ○ | 高価 (比率 2.6) △ | 高価 (比率 2.2) △ |
| 判定 | △ 他案に比べ最も安価であるが、景観に対する自由度が低い。 | △ 高価な割に、景観に対する自由度が低い。 | ○ : 推奨案 第1案に比べ高価(石張り部分の費用)であるが、目立つ法面部分を石積み風(大型石材、小型石材)に化粧することができ、景観に対する自由度が高い。 |

4.堤防断面・堤防法線の設定 (パース図)

環境ブロック護岸の場合

相生橋より上流側を望む



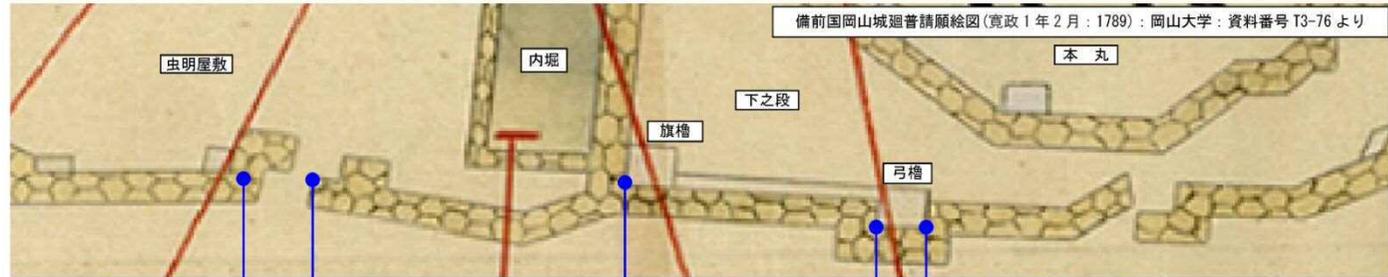
積み護岸+石張りの場合

相生橋より上流側を望む



単一な石材の利用ではなく、角張った石、玉石などの配置を工夫することにより、**既設の石積みに近い景観**とする。

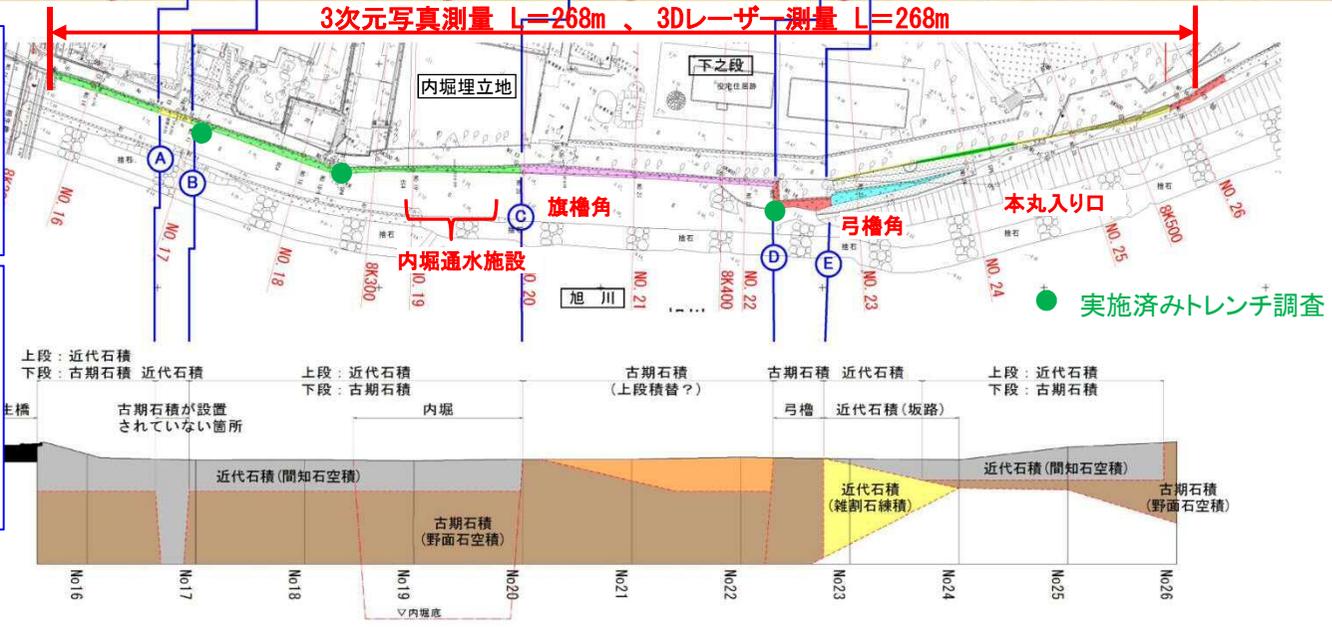
5.文化財調査の方法



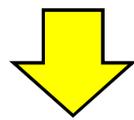
備前国岡山城廻普請願絵図(寛政1年2月:1789):岡山大学:資料番号T3-76より

第1回委員会
 現在の遺構の基礎部分がどのようなになっているのか、改修によりどういう風になるのかを工事前に調べてほしい。要所要所にトレンチを入れ、現地を確認して現況をきちんと記録してほしい。

第2回委員会
 ・石積みの基礎の確認は、今回のトレンチ調査で問題ない(●印)。
 ・今後、改修方法を決定した後、文化財の本調査を行う際には、要所箇所(内堀の通水施設の有無、弓櫓の角部、本丸の入口付近)の調査が必要である。



【石積みの概要】
 石垣(現況石積み護岸)は、明らかに新旧異なる石材(野面石と間知石)が使用されている。
 野面石は、江戸時代の石垣として築造された石積みであり、間知石はその後河川改修で追加された石積みであると判断される。
 内堀下流部に二之丸への進入路として古期石積みが設置されていない箇所が確認できた。弓櫓上流部には、坂路設置のため練り石積み護岸が設置されている。



史跡調査方針・内容
 測量による記録を主体に、石積みの記録保存(例えば、根入れ深さ調査など)とする。
 ・測量調査 : 実施済
 ・トレンチ調査 : 岡山県文化財課で実施する予定
 ・三次元測量 : L=268m(UAVによる写真測量)

5.文化財調査の方法（三次元測量の内容）

- 一の荒手における実績を踏まえ、三次元点群データによる保存を行う。仕様については一の荒手と同等とする。ただし、使用する機材はUAVによる計測とする。
- UAVを用いて、三次元点群データを取得する方法として、下表の2案あるが、写真を三次元で組み合わせたタイルモデルも作成可能な第2案を採用する。

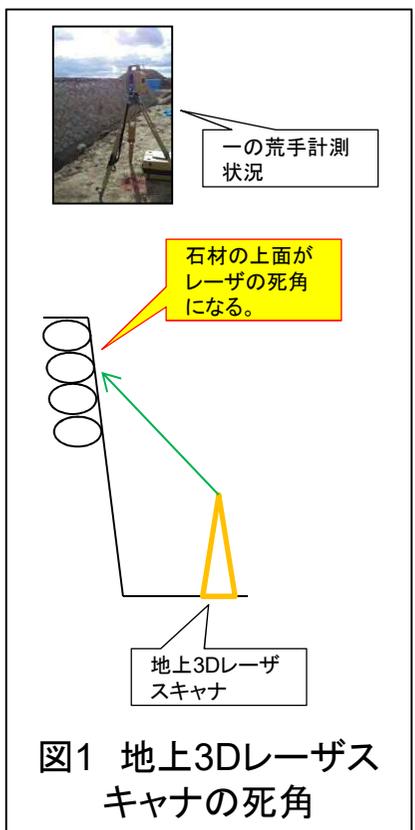
表1 三次元点群データ計測方法の検討一覧表

| 項目・仕様 (一の荒手) | (一の荒手実施) 3Dレーザスキャナ(地上) | 第1案 3Dレーザスキャナ(UAV) | 第2案 UAV写真測量 |
|-----------------|---|---------------------------|---------------------|
| 概要 | レーザーで各点を直接計測。 | | 写真画像解析(SfM)より計算で算出。 |
| 使用機械 | 据置型 | UAV搭載 | |
| | 3Dレーザスキャナ | | デジタルカメラ |
| 対象石積みへの適用性 | 地上据置型のため、機械高2m以上の位置にある石材については、 石の上面が死角となり、計測不可。(×) | UAV搭載のため、死角は生じにくい。 | |
| ノイズ除去 | 可能 | | |
| ①測地系 | 世界測地系, 標高値 | | |
| ②計測間隔 (参考値) | 点間距離5mm | | |
| | フットプリント径:3mm | フットプリント径:5mm | 地上画素寸法:5mm |
| ③図化縮尺 | S=1/20 S=1/50(平面、立面図、横断図) | | |
| ⑤使用機器の検定証明 | (社)日本測量協会 | 検定基準がないため、キャリブレーション記録で対応。 | |
| ⑥電子データ | CAD, photoshop, illustrator | | |
| 成果品 | 点群 | | タイルモデルも作成 |

*いずれの計測も、標定点のGPS計測などによる座標設定が必要

既往実績(一の荒手)仕様項目

一の荒手と同等の仕様



5.文化財調査の方法（三次データによる保存）

- ・現地において、UAV写真測量を試行した結果、一の荒手と同等の仕様による三次元計測が可能であることが確認できた。
- ・実施にあたっては、石積みの除草を行うほか、標定点計測を行い、世界測地系に対する精度を確保する。



図1 UAV写真測量結果(2019.4.22試行)



図2 UAV写真測量結果(3D点群データRGBでの表示)



図3 UAV写真測量結果(タイルモデルでの表示)