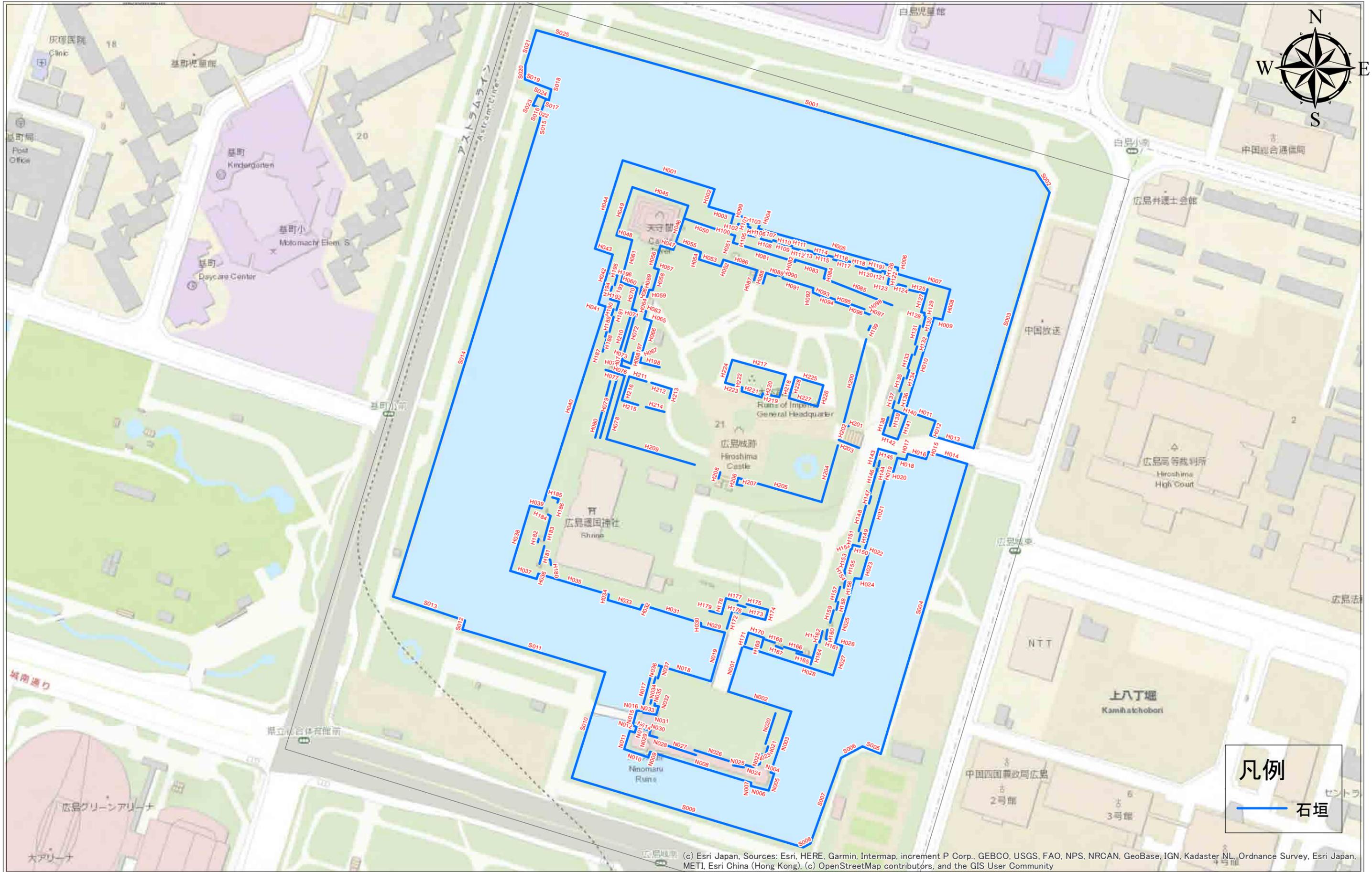


広島城石垣計測・石垣カルテ作成業務 石垣位置図 (S=1/2,500)



(c) Esri Japan, Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong). (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community



対象石垣一覧

面数	石垣No	備考	幅	高さ	面積
計測 + オルソ作成 (新規)					
1	H076	本丸上段西側階段	15.92	0.5	7.96
2	H077	本丸上段西側階段	14.67	0.5	7.335
3	H078	本丸上段西側	48.79	0.5	24.395
4	H079	本丸上段西側中段	49.39	1	49.39
5	H080	本丸上段西側下段	43.16	0.5	21.58
6	H151	堀内側東面	3.27	2	6.54
7	H152	堀内側東面	0.71	2	1.42
8	H153	堀内側東面	16.81	2	33.62
9	H154	堀内側東面	1.05	2	2.1
10	H155	堀内側東面	4.88	2	9.76
11	H156	堀内側東面	5.9	1	5.9
12	H157	堀内側東面	11.21	1	11.21
13	H158	堀内側東面	5.9	1	5.9
14	H159	堀内側東面	9.44	1	9.44
15	H160	堀内側東面	6.91	2	13.82
16	H161	堀内側東面	3.87	1	3.87
17	H162	堀内側東面	8.53	2	17.06
18	H163	堀内側東面	1.84	2	3.68
19	H164	堀内側東面	17.56	2	35.12
20	H165	堀内側南面	12.44	1	12.44
21	H166	堀内側南面	13.79	1	13.79
22	H167	堀内側南面	5.26	1	5.26
23	H168	堀内側南面	7.38	1	7.38
24	H169	堀内側南面	7.48	2	14.96
25	H170	堀内側南面	11.84	3	35.52
26	H171	堀内側南面	8.56	3	25.68
27	H172	堀内側南面	13.76	3	41.28
28	H173	堀内側南面	25.3	3	75.9
29	H174	堀内側南面	7.59	3	22.77
30	H175	堀内側南面	16.44	3	49.32
31	H176	堀内側南面	5.93	3	17.79
32	H177	堀内側南面	8.66	3	25.98
33	H178	堀内側南面	12.02	1	12.02
34	H179	堀内側南面	9.47	1	9.47
35	H180	堀内側南面	8.81	2	17.62
36	H181	堀内側西側	13.52	3	40.56
37	H182	堀内側西面	2.62	3	7.86
38	H183	堀内側西面	18.45	3	55.35
39	H184	堀内側西面	2.13	1.5	3.195
40	H185	堀内側西面	4.78	1.5	7.17
41	H186	堀内側西面	2.66	1.5	3.99
42	H198	本丸上段西側	15.02	1	15.02
43	H199	本丸上段東側	3.55	0.5	1.775
44	H200	本丸上段東側	65.47	0.5	32.735

対象石垣一覧

面数	石垣No	備考	幅	高さ	面積
45	H201	本丸上段東側階段付近	3.97	1	3.97
46	H202	本丸上段東側階段付近	1.61	1	1.61
47	H203	本丸上段東側階段付近	16.16	1	16.16
48	H204	本丸上段東側階段付近	43.54	0.5	21.77
49	H205	本丸上段南側階段付近	64.18	0.5	32.09
50	H206	本丸上段南側階段付近	5.2	1	5.2
51	H207	本丸上段南側階段付近	4.31	1	4.31
52	H208	本丸上段南側階段付近	4.83	1	4.83
53	H209	本丸上段南側	68.11	0.5	34.055
				合計	948.93

(約950.0㎡)

写真撮影 (オルソなし)

1	S001	内堀外側北面	345.42	1.5	518.13
2	S002	内堀外側北面	19.08	1.5	28.62
3	S003	内堀外側東面	197.48	1.5	296.22
4	S004	内堀外側東面	223.8	1.5	335.70
5	S025	内堀外側北面	38.22	1.5	57.33
				合計	1236.00

カルテ作成 (過年度分に所見追加)

1	H099	堀内側北面	9.02	1	9.02
2	H100	堀内側北面	4.74	1	4.74
3	H101	堀内側北面	4.07	1	4.07
4	H102	堀内側北面	3.04	1	3.04
5	H103	堀内側北面	3.79	1	3.79
6	H104	堀内側北面	1.93	1	1.93
7	H105	堀内側北面	6	1	6
8	H106	堀内側北面	5.14	1	5.14
9	H107	堀内側北面	3.89	1	3.89
10	H108	堀内側北面	8.3	1	8.3
11	H109	堀内側北面	3.47	1	3.47
12	H110	堀内側北面	5.82	1	5.82
13	H111	堀内側北面	4.14	1	4.14
14	H112	堀内側北面	9.85	1	9.85
15	H113	堀内側北面	3.69	1	3.69
16	H114	堀内側北面	10.56	1	10.56
17	H115	堀内側北面	4.36	1	4.36
18	H116	堀内側北面	10.73	1	10.73
19	H117	堀内側北面	4.49	1	4.49
20	H118	堀内側北面	8.85	1	8.85
21	H119	堀内側北面	3.85	1	3.85
22	H120	堀内側北面	6.2	1	6.2
23	H121	堀内側北面	3.53	1	3.53
24	H122	堀内側北面	6.93	1	6.93
25	H123	堀内側北面	7.48	1	7.48

対象石垣一覧

面数	石垣No	備考	幅	高さ	面積
26	H124	堀内側北面	6	1	6
27	H125	堀内側北面	15.11	1	15.11
28	H126	堀内側北面	5.65	1	5.65
29	H127	堀内側東面	17.46	1	17.46
30	H128	堀内側東面	2.65	1	2.65
31	H129	堀内側東面	1.83	1	1.83
32	H130	堀内側東面	7.68	1	7.68
33	H131	堀内側東面	14.25	1	14.25
34	H132	堀内側東面	6.43	1	6.43
35	H133	堀内側東面	10.75	1	10.75
36	H134	堀内側東面	6.43	1	6.43
37	H135	堀内側東面	10.41	1	10.41
38	H136	堀内側東面	7.4	1	7.4
39	H137	堀内側東面	5.32	1	5.32
40	H138	堀内側東面	13.2	2	26.4
41	H139	堀内側東面	12.02	2	24.04
42	H140	堀内側東面	7.99	1	7.99
43	H141	堀内側東面	19.16	3	57.48
44	H142	堀内側東面	11.71	3	35.13
45	H143	堀内側東面	13.21	2	26.42
46	H144	堀内側東面	4.24	2	8.48
47	H145	堀内側東面	13.63	3	40.89
48	H146	堀内側東面	19.19	1	19.19
49	H147	堀内側東面	5.43	1	5.43
50	H148	堀内側東面	20.61	1	20.61
51	H149	堀内側東面	6.2	1	6.2
52	H150	堀内側東面	5.39	2	10.78
53	H188	堀内側西面	3.97	1	3.97
54	H189	堀内側西面	11.36	1	11.36
55	H190	堀内側西面	4.67	1	4.67
56	H191	堀内側西面	6.48	1	6.48
57	H192	堀内側西面	6.78	1	6.78
58	H193	堀内側西面	3.63	1	3.63
59	H194	堀内側西面	4.12	1	4.12
60	H195	堀内側西面	7.39	1	7.39
61	H196	堀内側西面	5.28	1	5.28
62	H198	本丸上段西側	15.02	1	15.02
				合計	618.98

(約619.0㎡)

- 計測 + オルソ作成 (新規)
- 写真撮影 (オルソ作成なし)
- カルテ作成 (過年度計測分に所見追加)

史跡広島城跡石垣カルテ
作成マニュアル

令和7年3月 改訂

第1章 史跡広島城跡に係る石垣カルテの作成について	1
1 概要	1
2 石垣カルテの作成	1
第2章 史跡広島城跡の石垣調査における留意点について	2
1 台帳作成に先立つ現地確認作業	2
2 広島城石垣で特に留意すべき特徴	2
(1) 使用石材に見られる特徴	2
ア 「積石前加工のあり方」として	2
イ 「積石後加工のあり方」として	2
(2) 積み方に関する特徴	3
3 石垣カルテに追加する観察項目等	3
(1) 出隅部、入隅部の正対写真	3
(2) 築石、間石・間詰等の区別	3
(3) 石材縁辺に残る加工痕跡	3
(4) 石材の積み方に関する記述方法	4
(5) 角石形状と面起こし、介石の有無、経年変化による石材の劣化	4
(6) 石垣面の「仕上げ」加工と、構成石材に残る加工の割合、素材の形状	4
第3章 石垣の調査	5
1 現地調査	5
(1) 準備作業	5
(2) 装備	5
基本装備	5
必要に応じて携行	5
2 調査結果の整理	6
(1) 基礎的な調査	6
ア 基本情報記載内容一覧	6
イ 石垣様式の基本情報記載内容（番号は基本情報一覧左側の数字を示す）	8
(2) 変状の調査と経過観察(目視による観察結果)	11
ア 石垣の変状の記録	11
イ 観察と評価の留意点	14
(3) 石垣の図面	15
ア 石垣立面図	15
イ 石垣縦横断面図	15
ウ 石垣平面図	16
第4章 石垣カルテの構成	17
第5章 補修・補強等の整備について	19

1	石垣の管理区分について	19
	(1) 石垣自体の安全性に関する判定区分.....	19
	(2) 石垣の利用上の判定区分	20
	(3) 石垣管理区分表	20
2	追加調査及び緊急調査について（参考）	21
	(1) 現地調査の手法例	22
	(2) 解析手法の手法例	25
3	その他.....	26

第1章 史跡広島城跡に係る石垣カルテの作成について

1 概要

近世城郭に係る史跡の本質的な価値は、近世から残されている城郭建築物だけではなく、築城や城郭改修によって構築され、時には修理を受けながら現在まで継承されてきた石垣そのものにも存在する。このため石垣は、適切に保存を図り万一災害等で損壊した場合には、元の姿に復元する必要があり、史跡整備に当たっても、その価値を損なわないよう十分配慮しなければならない。そのためには、石垣を適切に保存管理するための情報を網羅し、石垣の修理・積み直し、復旧などを行う際にも有用な、基礎資料としての「石垣カルテ」が必要となる。

石垣カルテは、平成 27 年（2015 年）に刊行された文化庁文化財部記念物課監修の『石垣整備のてびき』に記載の観察項目を基本とし、各地の石垣の特徴に応じて、さまざまな様式で作られている（参考資料 2 「石垣カルテの観察項目」）。

史跡広島城跡においても、この『石垣整備のてびき』に例示された観察項目をベースとし、広島城跡の石垣の特徴をも加味した追加の観察項目を設けることとする。

2 石垣カルテの作成

石垣カルテの様式についても『石垣整備のてびき』で示されたものをベースとして、広島城跡の特徴を踏まえたものとする。『石垣整備のてびき』では、石垣カルテを「日常管理・観察及び石垣カルテ更新情報を系統的・経年的に管理するもの」と位置づけており、日常観察による石垣カルテへの追記や定期的な更新が必要とされる。

本マニュアルでは石垣カルテを「基本情報」（普遍的な情報）と「管理情報」（変化する情報）として管理する。追記や所見の更新が必要な部分は、主に「管理情報」（変化する情報）であることから、様式上ではそれらが可視化しやすいよう整理するとともに、追記・更新の際に適宜参照しながら作業できるように記入場所の配置を工夫する。5 頁に必要な記入項目の一覧表を挙げる。情報の種別ごとに A4 あるいは A3 の台帳を作成するものとし、第 4 章でその様式例を示す。なお取得した各種情報は、最終的にはデータベースとして整備することが望ましいが、当面の間はエクセルベースの作業台帳を使用し、カルテの内容に不足がないか確認した後にデータベースとして整備することを検討する。

- (1)基本情報（普遍的な情報）→石垣カルテ様式 1～3（諸元）にまとめる。現地調査の結果得られる情報と、絵図や古文書等から得られる情報に区分される。
- (2)管理情報（変化する情報）→石垣カルテ様式 1～3（諸元）にまとめる。時間経過により変化した、あるいは変化する情報であり、経過観察によって更新されていく情報である。
- (3)一石ごとの石材情報→石材カルテ様式 4（変状）にまとめる。
- (4)安全性等→文化財石垣耐震診断の結果と合わせ、石垣カルテ様式 4（変状）にまとめる。
- (5)石垣の図面・写真→石垣の測量成果等データは、種別に応じ石垣カルテ様式 5（段彩図）・様式 6（変状図）にまとめる。
- (6)写真台帳→当該石垣の撮影画像については、撮影の目的ごとに整理を行い、必要な情報を石垣カルテ様式 7（写真台帳）にまとめる。
- (7)各台帳に示した情報で図示が必要なものについては、測量図やオルソ画像等を用いる。

第2章 史跡広島城跡の石垣調査における留意点について

1 台帳作成に先立つ現地確認作業

石垣基本情報(石垣カルテ)作成のため、先行して現地観察を実施した。実施内容については、令和5年度に実施した天守台、東・南小天守、東・南渡櫓での現地観察所見として、巻末参考資料に示した。史跡広島城跡の石垣調査の際には、これを参考として所見内容を取りまとめるものとする。

2 広島城石垣で特に留意すべき特徴

史跡広島城跡の石垣に関し、観察の際に留意すべき部分や特徴について、使用する用語と合わせて整理する。なお使用用語とその定義については、必要に応じて追加修正を行っていくものとする。

現状意識的に統一していく必要がある用語例としては、下記が挙げられる。

- ・構造・状況を指す「隅部」・「入隅」・「出隅」、築石といった個別石材を指す「角石」・「角脇石」のように、角と隅の使い分けが必要。
- ・一次加工、二次加工、調整加工の使い分け
→石材の獲得に伴う加工を「一次加工」、積石に伴う接触面などの形状整形に伴う加工を「二次加工」、積石後の石垣「面」形成に伴う加工を「調整加工」とするなど。
- ・築石形状の多様性と均一性について
→判断基準が難しいが、面を構成する築石の最大・最小・平均の各サイズを確認し、仮に散布グラフなどを作成した場合にどのようになるのかを推測し判断する。
- ・矢穴と矢穴痕の使い分け
→石材分割前の完形の矢穴は「矢穴」、石材分割後に石材に残る半裁の矢穴は「矢穴痕」と区別する。

(1) 使用石材に見られる特徴

ア 「積石前加工のあり方」として

■矢穴、矢穴の可能性のある加工痕跡、矢穴ではない加工痕跡の区別

→関連：矢穴の認識と理解（矢穴を用いない「割石」、鉄槌等を使用したか。）

■築石形状と加工部位

→石材の大小、長短、長幅比、素材の元形状の残存具合、ノミ痕・ハツリ痕・スダレ・ビシャンといった調整加工等

→分割されていない円礫、部分割石、粗割石、形状を調整した割石、切石など加工部位にも着目する。

■角石・角脇石の形状と選択性、出隅部の角度など

→積石後の加工にも影響するため、留意する。

イ 「積石後加工のあり方」として

■特に石垣面を構成する面に施される加工とその範囲

→ノミ痕・ハツリ痕・スダレなどの深さや密度等を観察する。

→素材形状に対して、石垣面全体に対して加工面の占める割合にも注意する。

※アの加工との区別は難しい場合も多いことに留意するとともに、積石後に別途「調整加工」が施され

る可能性も想定する必要がある（判別が困難な場合は、アの加工を中心に記述）。

■ 築石、間石・間詰の関係

→ 石垣面を構成する加工「調整加工」は、視認できない部分には施されない。

■ 築石間の接触面に関する加工

→ 石垣が健全な状態では観察しづらいため、築石間の接触のあり方から間接的に観察するなどの工夫も必要。

(2) 積み方に関する特徴

■ 石材の選択性の強弱や傾向

→ 多様性が強い、均一性が強いなど。

→ 積み方への影響などを観察・記録する。

■ 石垣面を越えて連続して観察が必要な要素

→ 出隅部、入隅部や接続部でしか得られない情報、石垣の入組み等の情報取得を心掛ける。

■ 積石処理の結果として生じた本来の「歪み」と経年変化による「はらみ出し」等の変状の区別

→ 出隅部の面起こし・ヤセ角などの処理、石材の多様性に伴う歪み等と、変状を区別して考える。

■ 石材（築石）間の隙間

→ 築石、間石・間詰の区別、介石と角石の欠け、荷重のかかり方の観察・記録に留意する。

→ 「抜け」が直ちに不安定であるとの判断材料にはならないことに十分留意する。

3 石垣カルテに追加する観察項目等

第2節の留意事項を踏まえ、「石垣整備のてびき」に示されている観察項目に加えて、史跡広島城跡石垣の特徴を記録するために追加すべき観察項目を、以下のとおりとする。

(1) 出隅部、入隅部の正対写真

構築時期の異なる石垣が存在している可能性が高く、時期差や構築技術の変化、城郭改修についての情報が、当該部分に顕著に残されている。

→ 石垣間の接続や、入組みの状況を記録するための基礎図とする。

→ 観察記録として、特に築石のトレース輪郭線やその表現についても検討する。

(2) 築石、間石・間詰等の区別

凡例を示し、具体的な区別の仕方について定める。

→ 現状の「オルソ立面図＋石材輪郭トレース」の提示だけでは読み取れない情報である。「オルソ立面図」に注記する情報として、石材輪郭や加工について、線種の違いや網掛け等により、表現方法を区別する。

(3) 石材縁辺に残る加工痕跡

矢穴、矢穴状の加工、その他石材形状を変更するための加工等について検討する。また、観察に当たり留意が必要な事項を以下のとおりとする。

→ 「打ち欠き」等による形状に関わる大まかな加工と、積石時の現場「合わせ加工」は区別が必要。

(4) 石材に残る刻印等に関する情報

石材に観察される「刻印」等については、その石材位置を「オルソ立面図」中に注記するとともに、刻印の種別などが読み取れる観察写真等を記録する。

→広島城跡の石垣石材で「刻印」が観察される場所は限られており、天守台から東に延びる石垣東部末端や南小天守台から延びる走櫓台、本丸南西部の隅櫓台、二の丸といった福島期に築かれたと推測される石垣に多く見られていることにも留意する。

(5) 石材の積み方に関する記述方法

中間的な様相が存在することを勘案し、傾向把握を主目的とする。

→「算木積」以外に「算木積状」などの表現も用い、単純に一つの用語で代表させないよう心掛ける。

(6) 石垣面で観察できる修理・修復痕跡

目地や石材の大きさ、加工度や積み方などの変化から、観察あるいは推測されるもの。

→「オルソ立面図」に境界線を追記するなどの作業を行い、所見を追記する（境界が明瞭でない場合には、「上部は積み直し」、「天端石一部に後補の可能性」など、文字情報でも可）。

(7) 角石形状と面起こし、介石の有無、経年変化による石材の劣化

「基礎情報」と「変状情報」の区別について整理する。

→石垣構築時以降に生じた、経年変化により生じる「割れ」「欠け」「抜け」などは、「変状情報」として取りまとめ、その中には経過観察が必要な事項が存在することに留意する。

→現在の状態となった原因について、観察から推察される事項があれば、所見として記載する。

(8) 石垣面の「仕上げ」加工と、構成石材に残る加工の割合、素材の形状

石垣に見られる石材の加工を、一次加工・二次加工・調整加工に区分して考える。

→石垣の構築時にどのような姿であったか、残されている痕跡から辿るよう注意する。

第3章 石垣の調査

本章では、カルテ作成に際して行う「基礎調査」、日常管理における「日常点検」、災害発生時や市民等からの情報提供による「緊急点検」、定期的実施される「定期調査」の4種類の調査の実施における手順及び留意点を示す。なお、これらの調査はすべて屋外で実施されるものである。以下に、現地調査における注意点や調査・点検結果の整理方法についてまとめる。

1 現地調査

(1) 準備作業

- ・石垣カルテ等の調査資料の内容を事前に確認し、古絵図や古文書を含めて既存の情報を整理する。
- ・調査箇所、調査方法、現地状況等の事前確認を行い、現地では安全に効率良く実施するため作業実施計画書を作成する。
- ・調査に際し、現地で使用する調査票記入用紙と変状箇所図を準備する。
- ・調査票記入用紙については、第1章-2で示した一覧の内容を基本として作成する。
- ・調査実施に際しては以下の装備を調査内容に応じて準備する。

(2) 装備

基本装備

安全装備	ヘルメット、安全靴等、作業衣（長袖）軍手
点検資料	携行用防災カルテ・台帳類、石垣整備のてびき等のマニュアル等
記録機材	野帳、筆記用具、デジタルカメラ等、工事看板用黒板、標尺（ポール、巻尺、リボン等）、チョーク又はロウ石等
連絡装備	無線、携帯電話等
応急措置（車載）	カラーコーン等簡易バリケード、標識類、ロープ、紐

必要に応じて携行

安全装置	ロープ、安全帯等、懐中電灯
計測機材	メジャー、ノギス、マイクロメーター（簡易変位測定）クリノメーター（傾斜・方位測定用）、レベル等測量機器
応急措置	バリケード等（状況に応じて）、養生用ブルーシート、土嚢袋、スコップ等
その他	竹へら、ハンマー、なた、かま、手ガリ等

※電子タブレット、GPS等の電子機器やネットワーク技術が普及してきている。精度よく効率的に実施可能な手法に関して随時検討し、積極的に用いることが望ましい。

2 調査結果の整理

屋外で行った各種現地調査の結果は、室内で各種調査票に整理・転記してデータ化を行う。石垣カルテの様式は、以下に示す形でそれぞれの目的に応じて記入すべき箇所を統一しているため、適切な箇所に統一された用語で記入していくこと。なお、これら入力情報の中には、古文書や絵図など文献調査の結果、発掘調査の実施成果などによって初めて判明する情報もあるため、全ての記入項目を即時に満たせるものではない。

(1) 基礎的な調査

ア 基本情報記載内容一覧

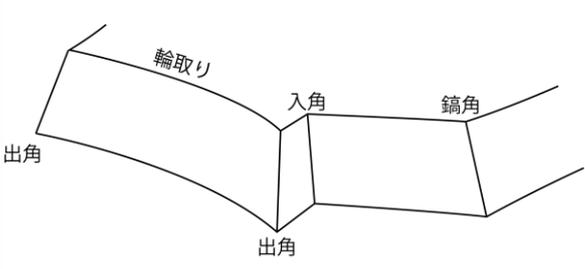
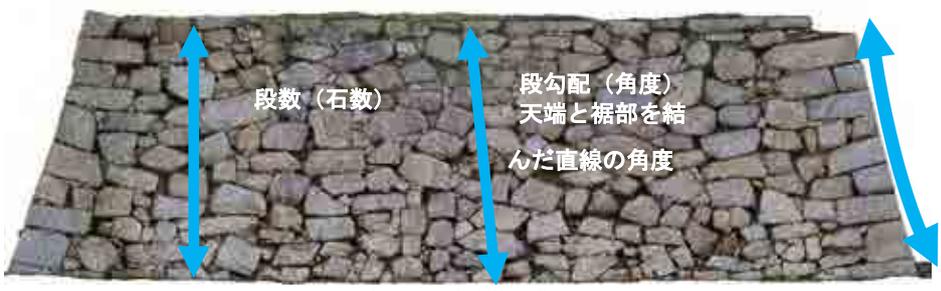
入力箇所	記入すべき項目		記入すべき内容		単位	てびき参照箇所	
1	共通項目	石垣No.	管理番号			65・70	
2		地区	曲輪名等				
3		石垣部位	郭・犬走り・土留め・櫓台・門・通路・石段等				
4		方位	石垣が向いている方向を記載				
5		立地面	平坦面・斜面等			62・78	
6	地盤	岩盤・地山・盛土・胴木・不明等					
7	規模	延長	天端	延長、高さについて、石垣の根本が埋まっている等で、本来の高さ・延長が不明な場合は数値に () を付す。	m	71・78	
8			基部		m		
9		高さ	左		m		
10			中央		m		
11			右		m		
12	基本情報	平面形態	左	出角・入角・鑄出角・鑄入角・すり付け等		65・71・78	
13			右				
14		立面形態	左	勾配	天端 - 下端	度	
15				反り	無・有 (天端から〇m)		
16			右	勾配	度	度	
17				反り	無・有 (天端から〇m)		
18		石材加工技法	左	野面石・割石・切石の別等			
19			右				
20		石材構成	左	算木積(無・角石・角脇石〔〇個〕・間詰石〔量・加工技法〕・縦石積み・やせ角)等			
21			右				
22		角石寸法	左	〇m×〇m×〇m (縦・横・長さ (奥行))		m	79
23			右			m	
24		石材形状・規格性	左	石材の形状・寸法が多様か均一か			
25			右				
26	加工痕跡	表面加工・刻印・転用石・建物用の加工等			79		
27	石質 (代表的なものを示す)	岩石の種類	花崗岩・安山岩・凝灰岩・砂岩等			75・79	
28		特徴					
29		産地					

入力箇所		記入すべき項目		記入すべき内容		単位	てびき 参照箇所	
30	基本情報	築石 (平石)部	平面形態	直線・輪取り			65・75・ 78	
31			立面形態	勾配	中央部の計測値	度		
32				反り	無・有(天端から〇m)			m
33			入力箇所の変更を検討	気負い	無・有			
34			石材加工技法	自然石・割石・切石				
35			石積み技法	乱積み・布崩し積み・布積み・谷積み				
36			石材構成	間詰め石(量・加工技法)・鏡積み				
37			石材寸法	最大・最小・平均値	〇m×〇m		m	79
38			石材形状・規格性	形状の統一性				
39			加工痕跡等	表面加工・刻印・転用石・建物用加工等				79
40			石質 (代表的なものを示す)	代表的な岩石の種類	花崗岩・安山岩・凝灰岩・砂岩等			75・79
41				特徴				
42				産地				
43	管理情報 (変状情報)	破損・変形の状況		種類(緩み・孕み・割れ・抜け落ち・崩れ・樹木・天端の沈下・その他)・程度			65・75・ 79	
44		部位	隅角部	天端・中部・基部				
45			築石(平石)部					
46		破損・変形の要因		推定される場合記載する。			80	
47		変形の計測(参考)		3D測量の成果を用い実施する。実施手法については第5章に示す。また必要に応じて非破壊調査等を実施する。				
48		危険性 (参考)	崩落等の可能性		崩落等の可能性を段階的に評価			65・75・ 84
49			周辺の利用形態等からみた評価		周辺の利用形態等から崩落等により生じる人災や施設の損壊の危険性を段階的に評価			
50			危険度の評価		崩落等の可能性及び周辺の利用形態等から石垣の危険度を段階的に評価			
51	文化財石垣耐震診断		予備診断→基礎診断→専門診断の実施に応じて記入する。					
52	基本情報 (既往調査の整理含む)	古絵図・古文書等		古絵図(絵画)・古文書(文献)・古写真・木型(模型)その他(過去の修理記録なども含む)			63・81	
53		既往の発掘調査・研究等		年度、検出遺構・遺物概略、報告書名、論文名等				
54		上部構造物		古絵図・古文書等及び既往の発掘調査・研究等から推定				
55		構造時期		古絵図・古文書等及び既往の発掘調査・研究等から推定				
56		改修時期		古絵図・古文書等及び既往の発掘調査・研究等から推定				
57		分類		石積み及び石材の特性に基づいた様式分類			84	
58		編年		(各様式の編年の整理)				

入力箇所	記入すべき項目	記入すべき内容	単位	てびき 参照箇所
59	図面 台帳	全体平面図	1/1000~1/2500	65・70
60		管理用平面図	1/500~1/1000	
61		見取り図・写真	写真はデジタルカメラ等を利用し、石垣面全体を撮影。スケッチ・写真への書き込み	
62	図面・写真その他	写真はデジタルカメラ等を利用し、石垣面全体、左右隅角部、築石部、破損箇所、刻印等を撮影		70・76・ 77
63	備考	補足事項、補足図面・メモ写真等		69
64	調査年月日			
65	調査者			

以上の作業項目について、主に目視による観察を行い、詳細な状況を把握することとする。また、現地にてオルソ画像に変状箇所の位置や範囲などを記入する。合わせて調査票に示した変状箇所の変状の写真撮影を行い、所見を記録する。

イ 石垣様式の基本情報記載内容(番号は基本情報一覧左側の数字を示す)

平面形態 (12・13・30)	隅角部 出角・入角・鎚角の別、輪どり・直線の別
<p>石垣と石垣が接する場合、内側に接するものを入角、外側に接するものを出角と呼ぶ。 出角のうち鈍角に接するものを鎚角と呼ぶ。</p>	
	 <p>鎚角の一例 (H092 本丸上段東走櫓 南面)</p>
立面形態 (14~17・31~33)	段数、勾配、反りの有無
<p>段数は隅角部の裾部~天端までの石数。勾配は天端と裾部を結んだ直線の角度を指す。 反りの有無は隅角部の石垣稜線の反りの有無を入力。</p>	
 <p>H083 本丸下段東走櫓 北面</p>	

石材加工技法 (18・19・34) 自然石 (野面石)、割石、切石	
加工技法 (一次加工)	<ul style="list-style-type: none"> ・素材獲得に伴う加工を「一次加工」「成形」として区別する。 ・石垣内にどのように積まれるか、とは別の加工。
加工技法 (二次加工)	<ul style="list-style-type: none"> ・石垣構築にあたって施される加工を「二次加工」「整形」として区別する。 ・いわゆる築石の「合わせ」に相当する加工もここに含める。
 <p>本丸上段(大本営跡北側)に残置されている矢穴痕が残る大型石材</p>	 <p>H072 南走櫓西石垣 三方に加工痕 (二次か)</p>
加工技法 (調整加工)	<p>構築した複数の築石によって構成される「石垣面」に対する加工を「調整加工」として区分する。タタキ・ノミ痕・スダレなどの表面加工のうち、スダレについては石垣面形成に特有の加工である可能性も検討する。</p> <p>割った状態のままのものをアラワリ、玄能で叩いて整形したものをタタキ、ノミで加工したもののノミ痕、ノミ等で石を研ったものをハツリに分類する。ノミ痕のうち直線状に仕上げたものはスダレ、ノミ加工後にビシャンで打ち平面を平滑にした (切石化) ものをビシャンウチとする。</p> <p>これらの加工痕跡については、石垣面に残る加工痕跡として、次に示す加工痕跡に分類して記録する。判別がしづらい場合には、加工が観察される個所の明示を行い、評価は先送りすることも必要となる。</p>
   <p>左からアラワリ、タタキ、ノミ痕 (スダレ)</p>	
その他の加工痕跡 (26・39)	<p>刻印 建物痕 ほか</p> <p>刻印、表面に生育する苔などの状況を記載する。また、スダレ等表面加工範囲や苔・カビなどの有無からは、上部に存在した建物の影響が伺える範囲もあるため、これらの状況等についても所見を記録する。</p>
 <p>N005 二の丸 太鼓櫓東面の刻印</p>	

石材構成 (20・21)	角脇石数	角石に挟み込まれる角脇石の数
石積み技法 (35)	築石部	乱積み・布崩し積み・布積み・谷積み
	呼称については検討を要するが、中間的な状態にあると考えられる場合は、仮に「〇〇状」と記載し、断定を避ける。	
	隅角部	算木積・縦石積・その他
特に出角の場合の石積技法（算木積、縦石積等）を記載する。		



H049 天守台西面：自然石（野面石）＋乱積み～布崩し積み

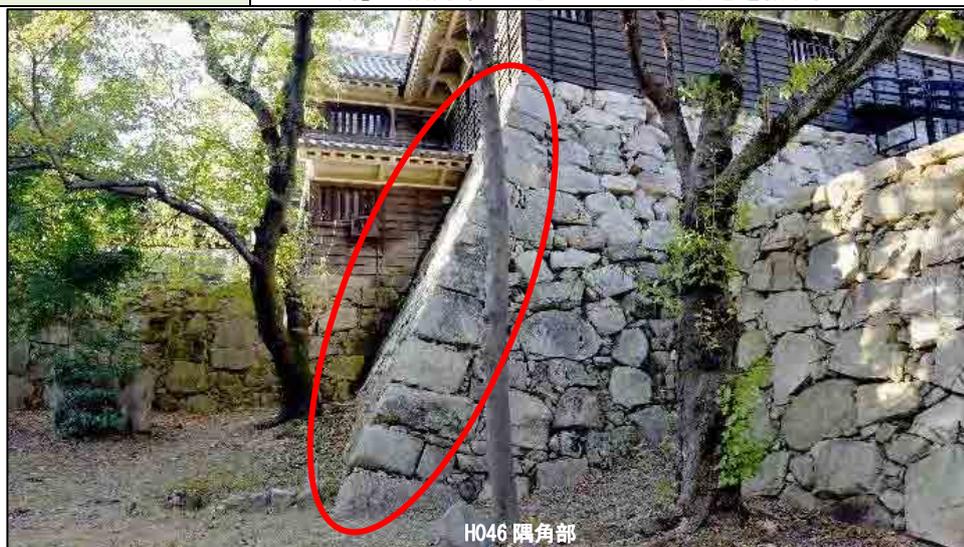


H085 割石（打込み接ぎ）＋布積み



切込み接ぎの例（他城郭での例）

石材構成 (20・21)	角脇形態	角脇石（赤線範囲）及び算木積の形態
	「ヤセ角」は隅角部が小さくやせている状態を指す。	



H046 隅角部

(2) 変状の調査と経過観察(目視による観察結果)

石垣が、構築された後に生じた各種変化を「変状」と総称する。変状は、構成石材(築石・介石・間石など)に生じる局所的なものから、石垣全体に対する歪みとして認識されるものまで様々であり、その原因やその後の進行について正しく理解・記録し、現状を把握するとともに計画的に経過観察をしていく必要がある。なお、過去の「修理痕跡」と「変状」の区別は難しいが可能な範囲で区別を目指すものとする。

ア 石垣の変状の記録

割れ、亀裂	力の作用に伴って石材に発生する。
<想定される事象内容>整備直後の石材の応力開放に起因するクラックや、上部からの集中荷重等により亀裂、割れが生じると考えられる。また、割れや欠損により、異なる箇所への荷重の分散が考えられ、石垣のずれ等の変状に繋がることも懸念される。	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> H083 築石のワレ H083 築石のワレ </div>	
剥離・風化・空洞化	石材表面が剥離又は劣化している。石材に本来見られる空洞のほか、経年変化による空洞もある。判別には打音確認が有効。
<想定される事象内容>空洞化が進行することにより石材そのものの断面が欠損されることから、今後進行した場合には石材材料が座掘する可能性も考えられる。	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="text-align: center;"> <p>H081 東走櫓北面の石材剥離</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>H173 中御門石垣北面の石材劣化(被熱と摩耗) 城内の石垣は、広島城の歴史的経緯を示すものであるため、十分な配慮が必要</p> </div> </div>	
間詰石の抜け	表面の間詰石のみが脱落した奥行きがない空隙。裏込の流出が少ない場合と、空隙が広く、裏込の流出が見られる場合とがある。大型の間詰石の脱落もある。
<想定される事象内容> 空隙部から裏込材の流出には至っていない状態で、築石が噛み合っている状況が確認できるが、「抜け」を放置することによって裏込め材の流出等の懸念がある。次ページの写真は左側が間詰の抜けが多く、土砂が詰まっている状態、右側は非常に良好に間詰が残存する範囲を示している。	



天端石の抜け

天端石に発生した空隙

<想定される事象内容>

背面盛土の流出、裏込め材等の流出が懸念される。
空隙に土砂が流入し、水はけが悪くなる可能性がある。



裏込材の流失

間詰石の「抜け」により奥行きのある空隙が生じ、裏込め材が流出する状況。
石垣内部が流出によって空洞化したり、背面盛土が流入して水はけが悪くなり、
石垣の安定性が損なわれる。

<想定される事象内容>

空隙部からの裏込材の流失により、石垣の背面構造に空洞化が生じ、石垣背面に掛かっていた荷重に耐えられなくなることにより、最終的には石垣崩壊の恐れがある。



築石のずれ、突出

石材が本来想定される設置位置からズレている。

<想定される事象内容>

石材がずれることにより石垣の全体的なバランスが崩れ、崩壊に至ることが懸念される。



目地の開き	<p>周辺と比べて異常な開口が見られる、切込接ぎの目地開き 出隅部の目地の開き 出隅部の面起こし・ヤセ角などの処理、石材の多様性に伴う歪み等</p>
--------------	--

<想定される事象内容>

何らかの原因（偏土圧や水流、地震による石垣の動き、又は基礎部の変状）により石材に動きがあったものと思われ、今後崩壊の可能性が懸念される。



他城郭の事例：背面からのほらみ出しにより間詰石ごと目地が開いている状態。



出隅部の変状により周辺に緩みが生じている。

築石の抜け、1/2 以上の範囲の浮き	何らかの要因で石材が抜けているもの。浮いてしまっているもの。
---------------------------	--------------------------------

<想定される事象内容>

築石の石材が抜けることにより上部からの石の荷重のバランスが崩れ、崩壊に至る可能性が考えられる。また、背面の裏込材が石材抜け部から流出するため、全体の安定性にも影響する。



イ「観察」と「評価」の留意点

- ・カルテの基礎調査、変状調査を実施するにあたり、広島城跡石垣の石材や積み方の特徴を観察・抽出することを目的として記載するように努める。
- ・石材形状・規格性の欄には、石垣面を構成する石材形状や大きさが、多様であるのか均一であるのか、第2章2を参照して記載する（正確性よりも傾向把握を目的とする）。
- ・石材の形状・規格性による積み方への影響については、石垣面を越えて連続した観察が必要な要素となる。その場で性急に結論や評価を出さず、所見を積み重ねていくところから開始すること。
- ・築石、間石・間詰の区別、介石と角石の欠け、荷重のかかり方等について、可能な限り判別に努めて所見を残す。
- ・角石の形状と選択性、出隅部の角度については、可能な限り注目して所見を記載する。
- ・積石後の表面加工（ハツリ、スタレ等）については、加工方向について所見を記録する。
- ・高所作業車等を用いた計測用写真を撮影する場合は、必ず観察用の写真を併せて撮影する。
- ・出隅部、入隅部や接続部で得られる情報として、石垣の入組み等状況から、構築の前後関係についての所見を記載する。
- ・間詰の抜け、築石の抜けを区別する。
- ・積石処理の結果「歪み」状に見える場合と、石垣の変状としての「はらみ出し」を区別する。
- ・石垣の耐震診断（予備診断）判定のための調査は、判断の基準を明確に定めて実施する。現時点では、第5章1に示した「石垣の管理区分」を基準に「観察所見」を蓄積していく段階とし、「判定評価」については、広島市が外部有識者や専門家の助言を得ながら判断する。

(3) 石垣の図面

石垣の調査に際しては、作業図として対象石垣のオルソ画像を用い、これに所見を記入していく。なお、石垣の調査は面ごとに行うことから、隅角部を区切りとして石垣番号を付与して測量成果等を整理することが一般的であるが、入隅部や出隅部には石垣面間の前後関係などが端的に表れていることから、その部分に特に焦点を当てた観察によって補うことが望ましい。

なお、実際の観察作業については、測量業務にあたって作成された各種オルソ立面図等の出力紙（A3 サイズが望ましい）に現地で観察した各種所見情報を書き込み、室内に戻った後にそれらの情報を、デジタル化した帳票の該当箇所に転記する形を基本とする。現地観察の結果として残される出力紙については、内容の転記・pdf 化の後に破棄する。一度の観察作業ではすべての必要項目が網羅されないことを鑑みて、段階的・継続的な作業計画の立案が必要である。

石垣カルテでは主に石垣立面図を利用して変状等を記録する。また、必要に応じて天端の状況、崩落石の状況などを記録するため、石垣周辺の平面情報は別途図化しておく。

石垣の継続的なモニタリングのため、必要な石垣縦横断図を作成する。なお、石垣の変位を確認する際に必要となる基準勾配や標準断面などについては、必要に応じ、外部有識者や専門家の助言を得ながら観察位置を定める。

ア 石垣立面図

- ・オルソ画像

写真測量の成果であるオルソ画像を用いる。野外調査で使用するため印刷様式を設定する。縮尺は A3 に入る大きさとし、必要に応じて分割レイヤー付き PDF を作成する。

- ・立面トレース図

石材の輪郭、面を構成する稜線、明確な加工痕跡（矢穴・刻印等）を表し、立体的な表現を行うための稜線等は使用しない。表面加工についてはスダレの方向のみ図化する。また、スダレについては、面ごとに見られる特徴を写真等で示す。

- ・変状範囲と石垣のトレース

空隙等の変状範囲についてはトーン等で示す。間詰石の抜け範囲等について、築石の輪郭が奥に入る表現となるため、空隙のトーンについては推定範囲を示すものとする。

トレースを作成するソフトは問わないが、スケール、製飾、石材トレースは明確に区分する。また、石材トレースについては、輪郭線、面を構成する稜線、表面加工（スダレ）、一次加工（矢穴）、刻印等を区分したレイヤー構造とする（p15 図参照）。

イ 石垣縦横断図

- ・縦断図

三次元計測を基に 1.0m ごとに縦断図を作成する。なお、断面の範囲は石垣範囲に限定せず、天端、下端を最低 1.5m 含めた範囲とする。また石塁等については、対面の石塁及びその間の天端の範囲を含めた断面を取得する。

- ・横断図

三次元計測を基に標高値 1.0m ごとに横断図を作成する。

ウ 石垣平面図

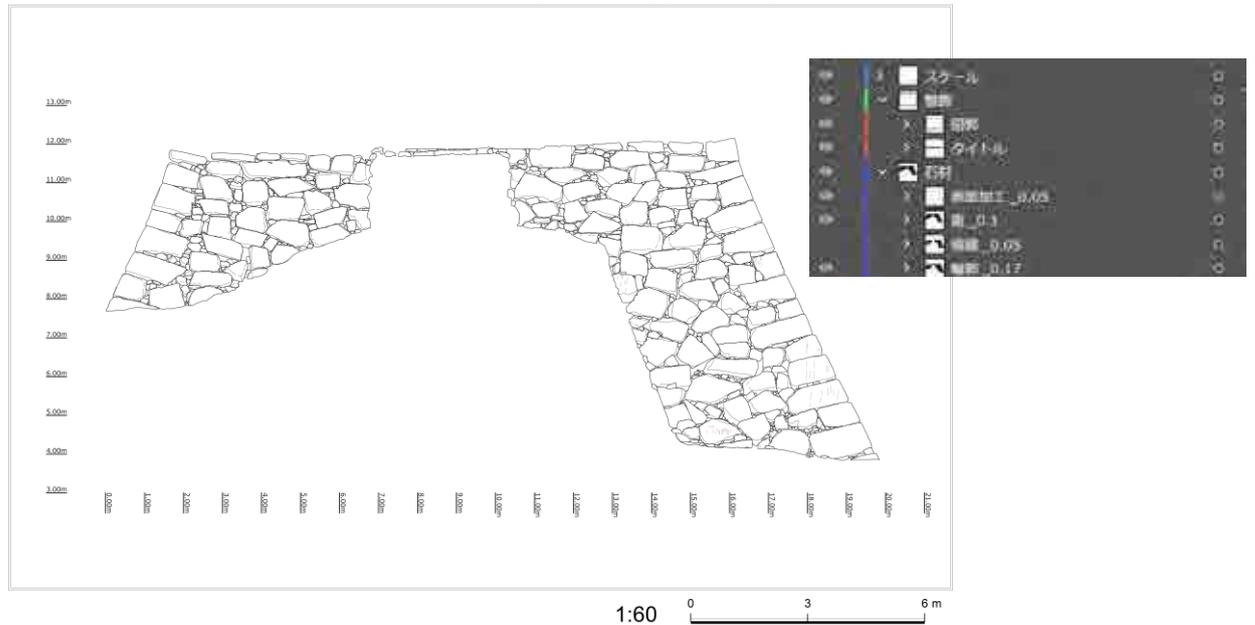
・作図等について

三次元計測又は写真測量成果を基に、石垣及び周辺のオルソ図又は地形図を作成する。

図化範囲については、石垣カルテを作成する際に対象となる石垣の周辺環境を考慮し、協議の上で個別に測量範囲を定める。

また、必要に応じて石垣天端の石材や、合坂階段部などの石材についての平面図を作成する。

広島城小天守台石垣現況調査業務 石垣立面図 石垣⑩(H51・H52) (S= 1/60)



第4章 石垣カルテの構成

『石垣整備のてびき』では、石垣カルテを「日常管理・観察及び石垣カルテ更新情報を系統的・経年的に管理するもの」と位置付けており、日常観察による石垣カルテへの追記や定期的な更新が必要とされる。

石垣カルテの様式については『石垣整備のてびき』で示された例を参考として、基本情報記載内容一覧を台帳化し、以下の「石垣カルテ様式」に分けて作成する。

石垣カルテ様式 1～3（諸元）

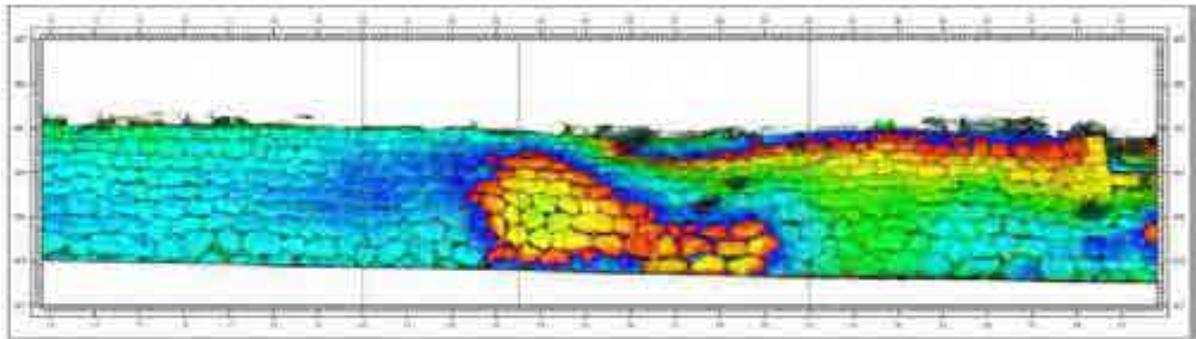
- ・石垣番号・地区・石垣部位・方位・立地面・地盤・地盤種別・監理者
- ・規模（石垣延長・石垣高さ）・石垣位置図
- ・現況調査：隅角部(左右)・現況調査：隅角部(築石部)
- ・上部構造物・築城時期・改修時期・分類・編年
- ・現状変更記録（昭和以降）・古絵図・古文書等・既往の発掘調査・研究等
- ・オルソ立面図（寸法）

石垣カルテ様式 4（変状）

- ・破損状況（隅角部・築石部）、破損変形の要因
- ・変形の計測の実施有無（観測年・所見）
- ・石垣の維持管理方針（崩落等の可能性、周辺の利用形態等から見た危険性、危険度判定（一次・最終））

石垣カルテ様式5（段彩図）

- ・石垣の現況について、変状を示す段彩図を作成した場合は格納する。
- ・段彩図の作成に必要な標準断面の設定箇所については、有識者会議委員等の専門家の指導・助言を受けて定める。



他城郭の段彩図例

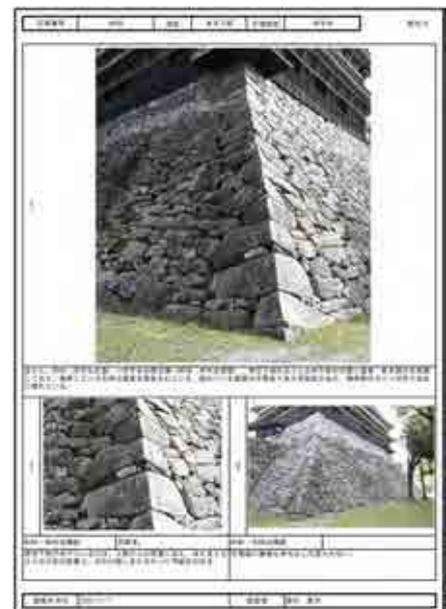
石垣カルテ様式6（変状図）

- ・石垣の変状箇所について、オルソ立面図に記録する。
- ・変状図の作成にあたり、変位が認められた箇所のほか、表面加工等が観察される箇所も記録する。なお、変位と加工についてはそれぞれレイヤーを分けて作成する。
- ・変状図に観察した変位又は石材への加工痕跡等については、記録写真をできるだけ撮影し、その位置を附番とともに示す。



石垣カルテ様式7（写真帳）

- ・記録した写真について、帳票化してまとめる。
- なお、変状図に示した附番と写真の附番は対応させる。



第5章 補修・補強等の整備について

史跡広島城跡には国内及び国外からの観光客などが多く来訪している。これらの来訪者に安全に史跡内を見学してもらうためには、石垣の状態について十分な安全性を確保する必要がある。

本章では、石垣の崩壊・損傷可能性と、来訪者の安全の確保を、石垣整備箇所選定のひとつの判定基準として付け加え、広島城跡石垣における将来的な整備箇所の優先順位を判断するための基礎情報の一つとしていくことを検討する。なお、本石垣カルテとは別に石垣耐震診断の予備診断用の帳票を作成して変状点項目についての判定もおこない、両者を合わせて総合的に検討する。

広島城の石垣については、間詰石の抜けや築石・角石のクラックや割れ等が見られる箇所が多いが、面的に大きくはらみ出している箇所は現況では少ない。このため、石垣カルテ様式4(変状)では、調査で確認した情報から石垣の管理方針について検討する欄を設けている。石垣耐震診断予備診断の結果も勘案しながら、該当石垣の安全性に関する暫定評価を行うものとする。

以下では、石垣面の基礎調査項目とは別に、該当石垣の安全性に関する仮評価にあたっての評価指標・設定項目について、その具体的な判断例と必要と考えられる対策例について例示する。

1 石垣の管理区分について

(1) 石垣自体の安全性に関する判定区分

石垣に各種変状が生じることにより、不安定な状態が誘発される。このような石垣に見られる変状について、危険度が高い方から順に a1～a3 の3つの判定区分を設け、それぞれの判断指標を以下のとおりとした。また、「→」以降に、必要と考えられる対応策について補足した。

a1：築石の脱落や石垣面のはらみ出しなど、石垣の崩落の起因となり得る項目が観察され、面的な変形が著しい。又は、放置すると将来的な崩壊の危険性が懸念される。

→経過観察を徹底するとともに、状況に応じて解体修理の必要性についても検討する。また、万一の崩落可能性を鑑み、周辺への立入制限を行うなどの対策に加え、崩落時の被害縮小のため石垣面に防護ネットを設ける等の対策を講じる。

→石材の損傷箇所や間詰の抜け等、短期的に増加していないかどうか、継続的に経過観察を行い変状状況を把握する。変状拡大の兆候が認められた際には、必要に応じた対策を取る。

a2：築石を中心とした主要石材の損傷、間詰石の抜け等の項目は観察されるが、面的な変形や部分的な歪み等は軽度に留まっている。

→石材の損傷箇所や間詰の抜け等が、短期的に増加していないかどうか、継続的に経過観察を行い変状状況を把握する。その際には、特に石垣下に新たな落石などがないか注意する。

→雨天時の排水状況を観察し、石垣の背面構造土等の流出の有無について確認する。顕著な流出が認められた場合には、将来的な損傷可能性が高いため、把握状況に応じた対策を講じる。

a3：築石を中心とした主要石材の損傷や、間詰石の抜け等の項目は観察されない。

→引続き定期的な経過観察を続け、現状維持を基本とするとともに、災害前後等での変状増加（新たな落石等の発生等）に注意する。

(2) 石垣の利用上の判定区分

来訪者の利用頻度が高い箇所については、利用頻度が低い場所と比較して、同規模の石垣損傷が発生した場合にも、より大きな被害が生じることが予想される。このため、施設や園路動線などとの関係性から、利用頻度の高い方から順に b1～b3 の 3 つの判定区分を設け、それぞれの判断指標を以下のとおりとした。また、「→」以降に、石垣損傷発生時の被害想定についての概略を記した。

b1：来訪者の利用頻度が高い施設に隣接、あるいは施設への園路動線に隣接する。

→石垣損傷が発生した場合、直接的な施設の損傷に加え、石垣損傷に巻き込まれるなどの事故発生の可能性が相対的に高い。

b2：近辺に施設等はなく、園路動線からも離れているが、b1 に該当する石垣の周辺部に存在する。

→石垣損傷が発生した場合、石垣損傷に巻き込まれるなどの事故発生確率は、b1 に比べると低い。

b3：施設等や園路動線から離れており、来訪者の立入りが少ない又は制限されている。

→石垣損傷が発生した場合でも、来訪者の事故発生の可能性は低い。

(3) 石垣管理区分表

石垣自体の安全性に関する判定区分と石垣の利用上の判定区分、二種類の判定区分の重ね合わせにより、個別の石垣に関する管理上の区分を四段階に設定した。AからDの順に、その物理的対応の要否や短期的な経過観察といった形を始めとした、何らかの対策を講じる優先順位が高いものとなる。

この管理区分は、今後具体的な石垣の整備・補修計画や園路動線の改修計画などを検討していく際の基礎資料の一つとして利用することを検討し、石垣カルテの個票の中においては下記のような形で示しておくものとする。なおこの管理区分は、判定時点以降に実際に行った対策や、経過観察の結果等によって変動していくものであり、固定化されるものではない。また、その評価は相対的なものであることに留意する必要がある。

以下に、a1～a3 と b1～b3 の二軸から成る管理区分表と、設定区分について、その概略説明を箇条書きで示す。

A：危険度は相対的に高く、周囲に人がいることも多いため、被害が拡大しやすい傾向にある箇所。早急に安全に関する対策、あるいは利用上の対策を行うなど、危険度を低減するための措置を行い、速やかに管理区分 B・C へと移行させることが望ましい。

B1：危険度は相対的に高いが、周囲に人がいることは比較的少ない箇所。

利用上の対策を行うことを検討し、速やかに管理区分 C へと移行させることが望ましい。

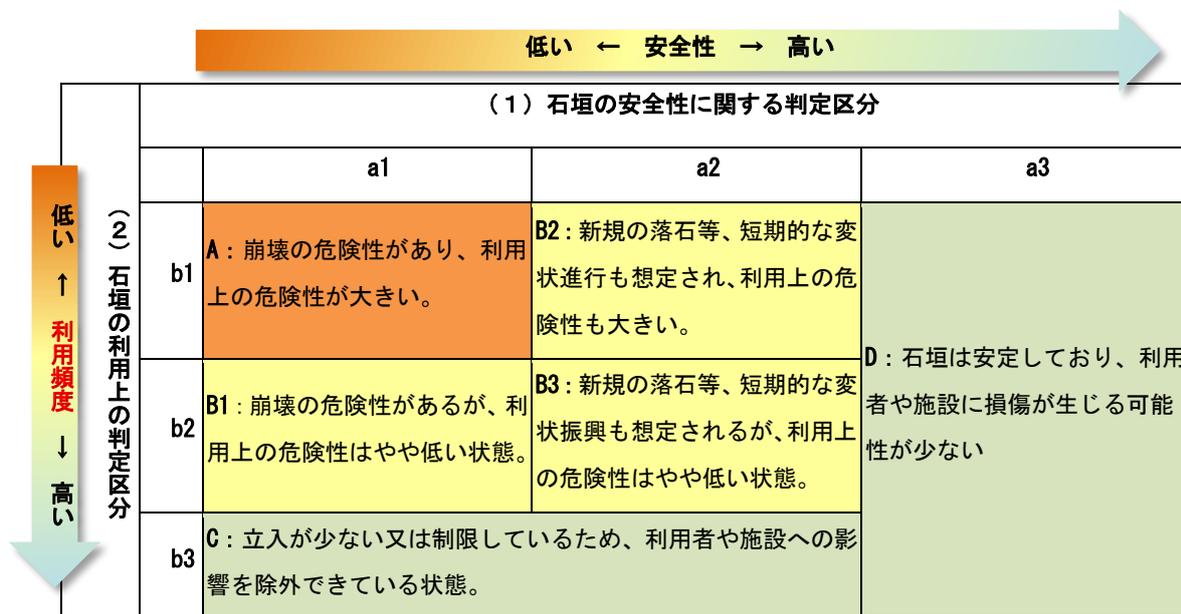
B2：危険度は中程度だが、周囲に人がいることが多いため、石垣に問題が発生した場合、被害が拡大しやすい箇所。経過観察を行うことにより短期的な変状増加を確認するなど、安全に関する対策を実施することで判定区分を D へ移行させる、あるいは利用上の対策を実施することで判定区分を B3・C へと移行させることが望ましい。

B3：危険度は中程度だが、周囲に人がいることが少ない箇所。

石垣の安全に関する対策、あるいは利用上の対策を行うなど、危険度を低減するための措置を行い、管理区分をより低位の状態へと移行させていくことを検討する。

C：石垣の危険度とは別に、来場者の立入りが少ない又は制限されているため、来訪者が巻き込まれるような事故の発生の可能性が低減されている箇所。将来的には石垣の安全に関する対策実施が望まれる。

D：利用状況とは別に、危険度が相対的に低い箇所。継続的な経過観察により、変状の把握に努める必要がある。



管理区分評価は以下に例示するような形でまとめて管理を行い、今後の整備における優先度の基礎資料とするとともに、石垣カルテ個票の方にも合わせて記載していくことを検討する。

石垣番号	崩壊する判定区分	利用上の判定区分	管理区分	備考
H000	a1	b1	A	
N000	a2	b2	B3	

2 追加調査及び緊急調査について(参考)

石垣の整備・対策の必要性に応じて各種調査を実施し、成果を記録保存しておく必要がある。また、地震、豪雨等災害発生時に伴う石垣の崩壊やはらみ等、変状の発生時、経年劣化や人的影響による変状やその疑いが想定される場等、追加調査や緊急調査を実施して基礎情報を取得する必要も考えられる。以下では、想定される追加調査の概要と解析・分析手法について事例をまとめる。

最も基本的かつ手軽に実施できる手法としては、観測ゲージや定点測量による日常的なモニタリング手法が存在するが、ここでは特に調査に特殊な装置や解析技術が必要となる事例を挙げる。担当者はこうした調査手法や解析技術についても広く理解し、各種情報取得に努めることが望ましい。

<現地調査の手法>	<解析手法>
<ul style="list-style-type: none"> ・3次元レーザー計測 ・UAV計測 ・地中レーダー探査 ・伸縮計観測 ・ボーリング調査(地質・地下水位) 	<ul style="list-style-type: none"> ・段彩図 ・変状図 ・三次元ビューワー 等

(1) 現地調査の手法例

<3次元レーザー計測>

【主な実施目的と活用例】現状の石垣形状把握、複数時期データの差分抽出による変状箇所の進行把握、立面図や断面図作成のデータ等様々な解析や工事の基礎資料となる。また、写真測量も併用されることが多い。



現地計測
(他城郭での事例)



データ合成、ノイズ除去、整合性確認



3次元点群データ (RGB処理) の事例

<UAV計測>

【主な実施目的と活用例】写真測量の一手法として UAV やラジヘリを使用して様々な角度から大量の画像を撮影し、それを SfM 解析することにより三次元モデルを生成する。高所の場合や危険箇所の測量の際は有効であるが、特徴点を重ね合わせてモデルを作成する手法上、得られた合成画像は、場合によっては十分な解像度が得られない場合も生じ得る点に留意する必要がある。

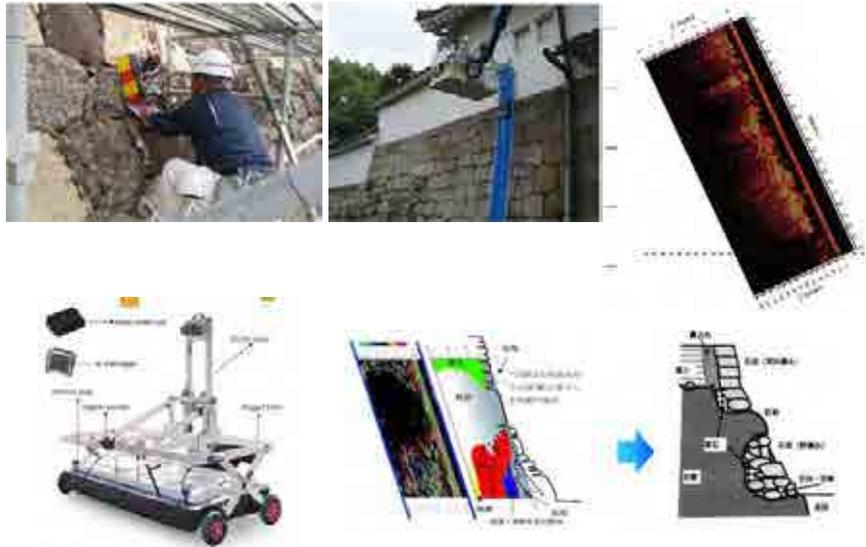


測量作業 (他城郭での事例)

<地中レーダー探査>

【主な実施目的と活用例】非発掘による調査手法の一つで、レーダー波（電波）を用いて地下等の状況把握を行う手法。大きな現状変更を伴わずに実施可能なため、調査実施に対するハードルを下げる事ができる。可視光線の反射が得られない環境に対して「可視光線以外の方法を用いて“可視化”する」手法であり、類似手法に「音波探査」「磁気探査」「弾性波探査」などが存在する。いずれの場合においても、得られた探査データについては、それをどのように読み解き、理解するのかを含めた「判読」が必要である。

石垣のはらみ出し等の変状がある箇所について、築石背面の空洞化の可能性を疑い内部状況把握のために実施する、発掘調査に先行して地下の遺構遺存状況を把握する目的で実施する、などの状況が考えられ、目的に応じた手法・機器の選択が求められる。



地中レーダー (Stream X)

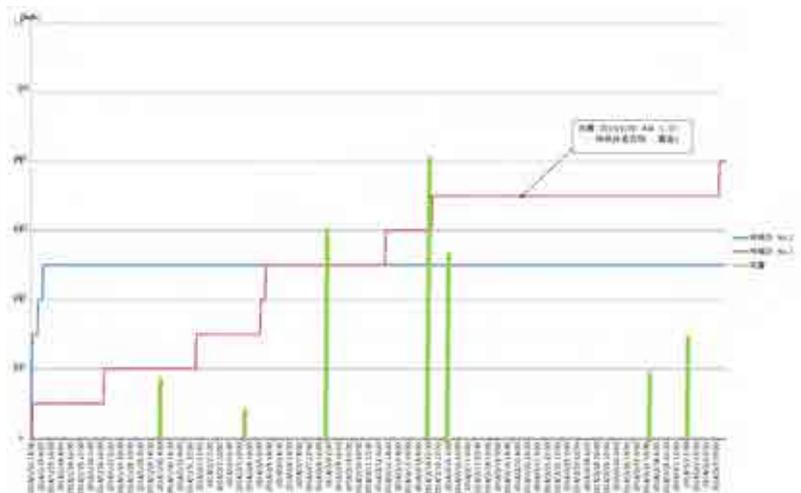
地中レーダー探査 (他城郭での事例)

<伸縮計観測>

【主な実施目的と活用例】主に地滑りなどの移動状況把握のために用いられていた手法で、亀裂などに対して時間経過とともに変化する変状であるかどうかの見極めを目的として実施する。地山などの不動点と石垣部の間にワイヤーを張り、ワイヤーの伸び量を観測している。



伸縮計観測 (他城郭での事例)



<ビデオスコープ調査>

【主な実施目的と活用例】石垣の築石背面は、通常は裏込石で密実な状態であるが、はらみ出しが観察される箇所等は土砂等の流出によって空洞化しているなどの可能性が考えられる。

築石間の空隙から機器を挿入することにより、現況を画像や動画で確認することを主な目的として実施する。調査結果が目で見えることにより、先述の各種探査と異なり「判読」が不要なため直感的に理解しやすい利点があるが、使用可能な部分が限定される点もある。

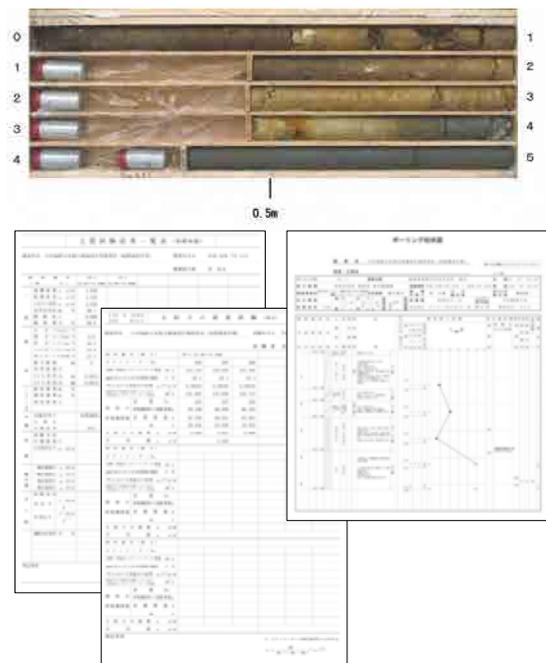


<地質調査>

【主な実施目的と活用例】石垣背面の地山の状況や根石部の地盤の状況を把握する場合に用いる調査方法であり、ボーリングコアを抜き取るため、地質状況が目視で確認できる。また、追加で行う様々な土質試験により、土質の性状を確認することも可能。広範囲・複数箇所を計画的に実施、比較することによる大きい視点での基盤層調査などに特に力を発揮する。ただし、限定的とはいえ非可逆的な調査手法であるため、史跡範囲等の場合には現状変更手続きが必要である。



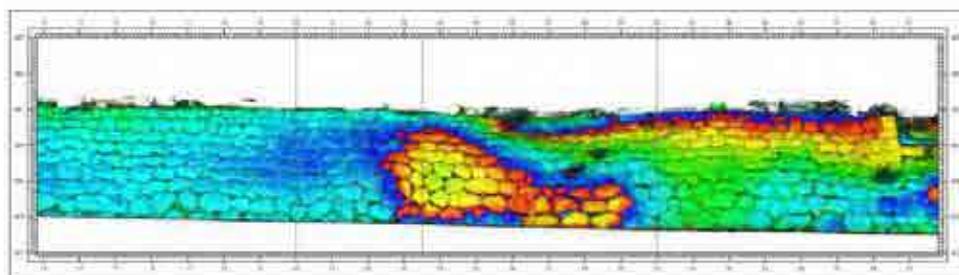
機械ボーリング実施状況



(2)解析手法の手法例

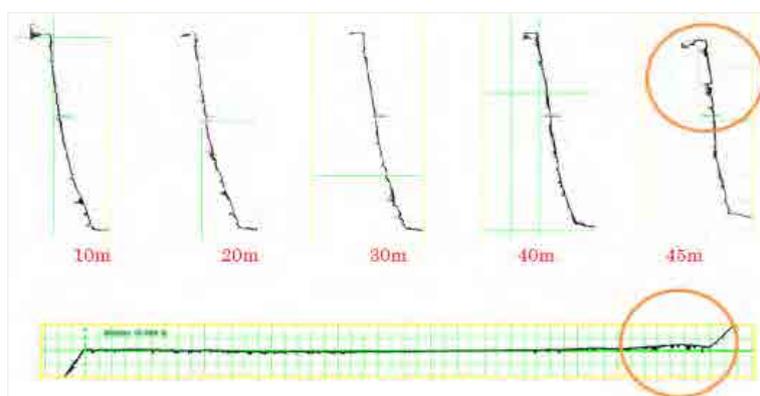
<段彩図>

石垣の破損・変形には、豪雨・地震等の自然災害に起因する突発的な崩落があるほか、経年変化による緩やかに進行する緩み・孕み等の変形がある。特に、後者の場合で破損・変形が極めて緩慢に進行するものについては、継続的な定点観測等により変形の過程を正確にかつ慎重に把握する必要がある。過年度に実施された3次元レーザ計測結果や往時の勾配設定との差分を抽出することにより、色別された変状箇所を明示することが可能である。



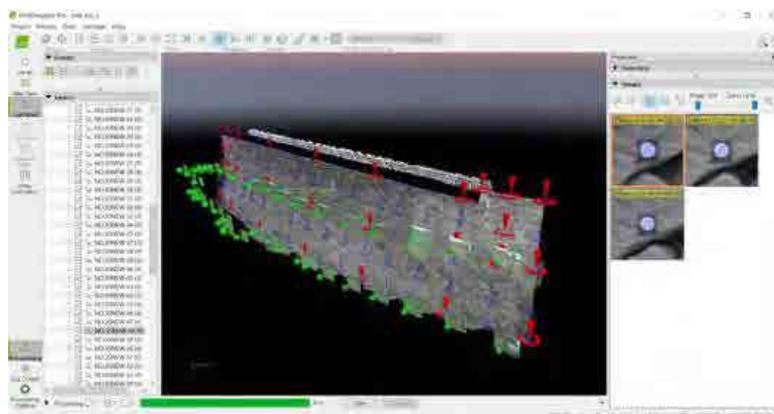
<変状量図>

段彩図と連動し、変位量を石垣の断面方向で変位量を示す。変状量図を用いてはらみ出し量を算出し、はらみ出し指数を算出し、石垣の安定性評価の指標として表す。



<3次元ビューワー>

3Dソフトを用いて石垣の石材情報や形状状況、また、断面形状や正面形状、変状等を示す。ソフトによっては面積の算出や空隙量、勾配の算出等様々な情報を閲覧することができる。



3 その他

石垣カルテにて管理を行い、整備の必要性が発生した場合の整備手順の項目をについて、参考資料として以下に示す。

項目	作業項目	成果
1. 計画準備（変状状況の確認） 石垣の現状と整備の必要性を関係機関へ報告するための資料を作成する。	<ul style="list-style-type: none"> ・城の位置付けを整理する ・現在の石垣状況の概要を掴む（修復履歴、崩壊履歴等） ・関係機関への概要説明用資料を作成する 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真撮影 ・石垣概要書の作成 等
2. 基礎資料収集 解析を実施するための資料収集を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・石垣カルテの作成 ・地質調査の実施（ボーリング、室内試験、原位置試験） ・レーザー計測の実施（現状を計測）、写真撮影 ・測量調査の実施（施工計画にも利用できるように取得） 	<ul style="list-style-type: none"> ・石垣カルテ ・地質調査報告書 ・平面図、横断面、立面図（データのみで部分的図化でも良い） ・測量成果簿、写真台帳
3. 崩壊・変状原因の解析 どのような状況で変状が発生したかを推定するために解析を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・機構解析 ・斜面安定計算 ・レーザー計測の実施（現状を計測） 	<ul style="list-style-type: none"> ・機構解析結果報告書 ・地質調査の実施 ・レーザー計測の実施 ・測量調査の実施 ・安定計算書
4. 整備計画の策定 優先的に整備する箇所、概算工事費、石垣の基準値を設定する。	<ul style="list-style-type: none"> ・当該箇所の整備基準を策定する（石垣の標準断面作成、新補材の使用基準、裏込め材の厚さ設定と再利用の可否等） ・整備順序、整備範囲の計画 ・概算工事の算出 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・石垣整備策定報告書
5. 復旧設計 工事発注するための図面、数量計算書をまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> ・平面図、横断面、縦断面の作成 ・施工計画の実施（重機の配置、石の仮置場の設定等） ・工事数量の算出 ・概算工事費の算出 ・工事設計書の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計報告書 ・工事計画書 ・工事設計書
6. 工事発注（工事実施） 優先順位に基づき石垣の復旧工事を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ・発掘調査前の事前工事の実施（発掘調査を行う際の安全性を確保するために部分的に危険箇所の整備を行う。） ・レーザー計測の実施（現状を計測） 	
7. 文化財調査 工事段階において危険箇所を取り除き、文化財調査を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ・調査計画 ・遺構調査等の実施 ・教育委員会立ち会い報告 	<ul style="list-style-type: none"> ・レーザー計測の実施 ・発掘調査結果報告書
8. 工事再開 復旧工事の再開。設計に基づき石垣の撤去・復旧工事を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ・施工監理者の指導に基づき石垣を撤去、復旧工事の実施 ・撤去段階での文化財調査の実施 ・新補材の材料検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・工事報告書
9. 工事完了 設計に基づき工事が実施されたかの確認を行う。		
10. 工事後の記録 工事後の状況についてレーザー計測、カルテの更新作業を行う。		
11. 維持管理 整備順序に基づき次ぎの工事を実施。または、定期的なカルテ更新の運用。		

参考資料：令和5年度現地観察

観察対象：天守台、東・南小天守台及びこれに接続する渡櫓部の石垣

観察所見及び写真：参考資料2「史跡広島城跡石垣の観察ポイント」参照

※ 本丸上段部南小天守台（石垣付番図番号：H057）を振り出しに、時計回りに各石垣面における観察ポイントを示している。

※ 対象石垣の構築年代は、①天守台→②渡櫓・小天守台→③小天守台に接続する石垣、の順で古いと考えられており、その構築時期には時間差が存在すると想定されている。