

三の丸石垣の復旧勾配について

1. 復旧勾配の考え方

「丸亀城石垣崩落復旧整備事業復旧方針」より抜粋

○復旧方針（全体）

1. 文化財の修復ならびに災害復旧事業であるため、「崩落前の姿」に復旧することを基本とする。

「崩落前の姿」とは平成 27 年度に実施した既存の測量成果ならびに崩落石回収時の調査成果を根拠とし、それらを基に、孕み、ゆがみ等を是正したものとする。さらに勾配、石積みといった表面構造に限らず、栗石、盛土等の内部構造も含める。

○復旧方針（個別）

2. 復旧勾配

復旧時の勾配は、石垣全面の測量成果を根拠に、孕み、ゆがみ等を是正する（以下 復旧勾配という）。地中部であったことや崩落等により石垣全面の測量成果がない範囲については、崩落後の解体に伴う測量成果及び解体に伴う調査等により推定できる基底部の延長線等確認できる情報から検討を行い、復旧勾配に擦り付ける勾配を作成する。

なお復旧勾配を作成する上で、経年劣化や崩落の影響による孕み、ゆがみ等は是正するが、調査の結果、明らかとなった基礎構造から延びる勾配の折れや、三の丸の江戸時代の修復に伴う勾配の変化についても復旧する。

復旧勾配作成におけるポイントの整理

1. 孕み、ゆがみ等を是正した勾配とする。
2. 残存部へ擦り付ける勾配とする。
3. 江戸時代の修復に伴う勾配の変化は復旧した勾配とする。

2. 丸亀城石垣の勾配の特徴

(1) 丸亀城石垣の勾配調査 (別添資料 P1～20)

崩落個所以外の三次元レーザー測量を実施している石垣 (別添資料 P1) を対象とし、勾配の変化点を把握した。令和6年度第2回丸亀城石垣復旧専門部会 (令和7年2月22日開催) 資料に、石垣面番号1, 3, 4, 6, 7, 57を追加し、初期勾配 (下端より始めの変化点までの直線の角度) の角度を追記した。また、天端から下端までの勾配が、測量できない幅の狭い石垣については対象から外している (別添資料 P3～20)。なお、対象としている石垣は、2つの絵図の比較から、丸亀城再築時 (山崎氏時代) から京極氏に引き継がれるまでの、ほぼ同時期に築かれているものと推測されるが、3面については平成5年度に石垣修理が行われている (別添資料 P2)。

(2) 勾配の特徴 (別添資料 P21)

各石垣面から角部の勾配を中心に抜粋し、石垣高の低い順に整理した。これらの石垣は共通して、石垣高の高低にかかわらず、下端から勾配に変化を持たせ、約2～4メートル間隔で変化点が設けられていることが確認された。一部には、下端から石垣高の半分程度まで直線的な勾配を示すものも見られたが、現地での再確認により、石垣に孕みが認められ、築造当初の変化点が、経年劣化や変形により失われた可能性が考えられる。

初期勾配に関しては、石垣高が高くなるにつれて緩やかになる傾向が見られた。具体的には、石垣高が12メートル未満のものでは初期勾配が65度を超える急傾斜となる一方、12メートルを超える石垣では65度を下回る緩やかな勾配が採用されている傾向が確認された。

3. 丸亀城石垣と『石垣築様目録』との比較

『石垣築様目録』は承応4年（1655年）の年記を持つ技術書で、公儀穴太の堀金出雲が石積み技能者野崎氏に伝授したとされ、この書には「丸亀城の高サ十五、六間の石垣作りに携わった」との記述があり、現地では三の丸北側の高石垣が該当するとされる。また、その内容について、「石垣築様目録の勾配」として示された以下の表、及びその表に基づいて図化された勾配図（北野 2021）から、各高さの勾配を作成し、比較することとする。

表2 石垣築様目録の勾配 (尺)

本高さ(尺)	総抑(尺)	総抑/高	基部勾配(度)	1間	2間	3間	4間	5間	6間	7間	8間	9間	10間	11間	12間	13間	14間	15間	16間	17間	18間	19間	20間	
1間6.5尺																								
2間	13.0	1.10	0.08	83.9	0.70	0.40																		
3間	19.5	2.40	0.12	80.4	1.10	0.80	0.50																	
4間	26.0	4.80	0.18	76.2	1.60	1.40	1.10	0.70																
5間	32.5	7.50	0.23	72.9	2.00	1.80	1.60	1.30	0.80															
6間	39.0	10.80	0.28	69.7	2.40	2.30	2.10	1.80	1.40	0.80														
7間	45.5	14.70	0.32	66.7	2.90	2.70	2.55	2.35	2.05	1.55	0.70													
8間	52.0	17.92	0.34	65.4	2.98	2.85	2.76	2.61	2.41	2.06	1.51	0.73												
9間	58.5	21.44	0.37	64.5	3.10	3.03	2.96	2.85	2.70	2.45	2.00	1.55	0.80											
10間	65.0	25.01	0.38	63.1	3.30	3.22	3.17	3.07	2.92	2.72	2.42	1.97	1.42	0.80										
11間	71.5	27.83	0.39	62.6	3.37	3.29	3.24	3.14	2.99	2.79	2.54	2.24	1.89	1.47	0.87									
12間	78.0	30.13	0.39	62.0	3.45	3.33	3.28	3.22	3.05	2.85	2.65	2.40	2.10	1.75	1.35	0.70								
13間	84.5	35.35	0.42	61.0	3.60	3.50	3.45	3.40	3.30	3.20	3.05	2.85	2.60	2.30	1.90	1.40	0.80							
14間	91.0	43.12	0.47	57.8	4.10	4.00	3.95	3.90	3.80	3.70	3.55	3.35	3.10	2.80	2.45	2.05	1.55	0.82						
15間	97.5	49.35	0.51	55.8	4.41	4.31	4.26	4.21	4.11	4.01	3.86	3.71	3.51	3.26	2.96	2.56	2.06	1.41	0.71					
16間	104.0	55.35	0.53	54.4	4.65	4.55	4.50	4.45	4.35	4.25	4.10	3.95	3.75	3.50	3.25	2.95	2.60	2.15	1.60	0.75				
17間	110.5	61.10	0.55	53.0	4.90	4.80	4.75	4.70	4.60	4.50	4.40	4.25	4.05	3.85	3.60	3.30	2.95	2.50	1.95	1.30	0.70			
18間	117.0	68.41	0.58	51.6	5.16	5.06	5.01	4.96	4.86	4.75	4.66	4.51	4.36	4.16	3.96	3.71	3.40	3.05	2.60	2.05	1.45	0.70		
19間	123.5	76.62	0.62	50.1	5.43	5.33	5.28	5.23	5.15	5.05	4.95	4.85	4.70	4.55	4.35	4.15	3.90	3.60	3.20	2.70	2.10	1.40	0.70	
20間	130.0	85.04	0.65	48.2	5.81	5.71	5.66	5.61	5.55	5.45	5.35	5.25	5.15	5.00	4.80	4.55	4.25	3.90	3.50	3.05	2.55	1.95	1.25	0.70

石垣築様目録の勾配（北野 2021 より抜粋）

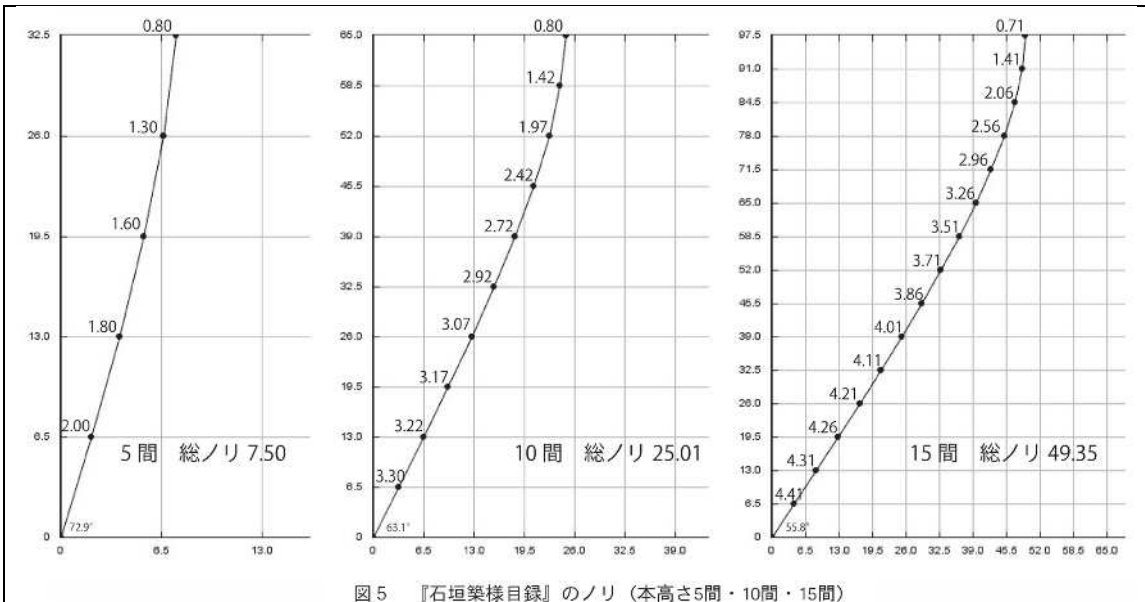


図5 『石垣築様目録』のノリ（本高さ5間・10間・15間）

『石垣築様目録』のノリ（本高さ5間・10間・15間）（北野 2021 より抜粋）

(1) 現存石垣との比較

比較対象とする石垣およびその勾配は、「2. 丸亀城石垣の勾配の特徴」において調査対象としたものに基づく。これらの石垣は、別添資料P2に示される通り、山崎氏による再築から京極氏への引き継ぎの過程で構築されたものであり、『石垣築様目録』に記載される「三ノ丸北側の高石垣」と同時期に築造されたものと見なして差し支えない。比較方法としては、『石垣築様目録の勾配』（北野 2021 より抜粋）に示された数値をもとに、各高さに対応する勾配をCAD上で図化し（別添資料P22, 23）、現存石垣の断面と重ね合わせる手法を採用した。重ね合わせの点は以下の3通りとし、それぞれの一致度を検討した。

- ① 石垣築様目録の勾配天端と現存石垣の勾配の天端を合わせる方法
- ② 石垣築様目録の勾配の変化点と現存石垣の天端を合わせる方法
- ③ 石垣築様目録の勾配の変化点と現存石垣の変化点を合わせる方法

今回の比較では、勾配を石垣の高さ順ではなく、現存石垣が『石垣築様目録』のどの勾配によく重なり合うのか、また曲輪ごと（立地によって）に勾配の違いが見られるかを確認するため、標高ごとに整理して提示した（別添資料P24）。

現存石垣の勾配と『石垣築様目録』に記載された勾配を重ね合わせた結果、いずれの勾配においても線形がよく一致し、変化点の位置も重なり合うことが確認された。また、隅角部を構成する2面の石垣や、三の丸北石垣など連続する石垣群においては、同一の高さに基づく勾配が用いられている可能性が示唆される。さらに、現存石垣よりも高い『石垣築様目録』の勾配と一致する事例については、現存石垣が地上部のみを対象とした測量成果であることから、地中部に石垣が延長されている可能性も考慮すべきである。

4. 三の丸石垣の特徴と石垣築様目録の使用可能性

ここでは、これまで崩落個所以外の石垣を対象とし行ってきた比較を、復旧勾配を設定する三の丸石垣を対象とし実施する。

(1) 三の丸石垣の変遷

① 築造時期

寛永20年（1643）に山崎家治によって再築が開始された。正保城絵図（1645年）では、三の丸坤櫓跡石垣は未着手であり、石垣の配置のみが描かれていることから、当該石垣はこの時点では構築されていなかったと考えられる。

② 江戸時代の崩落

慶安2年（1649）の幕府書状には、「三の丸坤之角石垣破損」との記述があり、築造から数年以内に破損が生じたことが確認される。

また、埋没石垣1・2の破損状況からも、崩落が発生していた可能性が高い。崩落の原因は不明であるが、構築途中または完成直後の破損と推定される。

③ 修理・積み直し

崩落後には、築石間に胴木を用いた積み直しが行われたと考えられる。

D 面では、当初の算木積み構造が消失し、直線的な一面石垣へと設計変更された。桐木敷設の痕跡は、B 面・C 面・D 面の地中部に共通して確認されており、標高 32.0m 付近が積み直しの最下段であると推定される。

以上のことから、比較対象となる勾配は、築造当初のものではなく江戸時代の復旧後の勾配となる。

(2) 三の丸石垣の特徴

三の丸石垣 (A 面、C 面、D 面) を対象に、勾配の変化点を把握し、初期勾配 (下端から最初の変化点までの直線的な角度) を測定した。

各面で抜粋した勾配については、令和 7 年度第 2 回丸亀城石垣復旧ワーキング会 (令和 7 年 8 月 1 日開催) 資料において、現時点の作業として設定している復元勾配のうち、天端から下端までを通る勾配を抜粋して提示した。

① 勾配の特徴 (別添資料 P25~27)

A 面、C 面、D 面ともに、下端から勾配に変化を持たせ、約 2~4 メートル間隔で変化点が設けられていることが確認された。

初期勾配については、いずれも 65 度を下回る傾斜であり、特に C 面および D 面では 60 度より緩い角度が多く見られる。

また、地中部の勾配に関しては以下の特徴が確認された。

- ・C 面では、標高 H=26.0m 付近の根切溝上端部における勾配の変化が見られ、H=30.0m 付近の変化点については、BC 角から離れ、崩落範囲に近づくにつれて変化量 (変化点における角度の変化) が大きくなるため、崩落の影響による可能性が考えられる。
- ・D 面では、標高 H=32.0m 付近に変化点が集中しており、江戸時代の修復に伴う変化点が明瞭に確認されている。

② 石垣築様目録の使用可能性 (別添資料 P28, 29)

三の丸石垣 (A 面、C 面、D 面) において、各面から抜粋した現存石垣の勾配に対し、『石垣築様目録』に記載された勾配を重ね合わせる作業を実施した。

当初は、石垣高 (地上部) に相当する 8 間・9 間の勾配を重ね合わせたのが、石垣高の半分から天端にかけては線形がよく一致する一方で、半分から下端にかけては差が生じ、現存石垣の方がより緩やかな勾配を示すことが確認された。

この結果を踏まえ、さらに高い石垣高に対応する 14 間・15 間・16 間の勾配を重ね合わせたところ、現存石垣の全体勾配とおおむね一致する線形を示すことが確認された。

特に C-18 および D-10 のように CD 角に近接する石垣面の勾配については、やや変形はあるものの、線形や、天端および下端の位置が『石垣築様目録』の勾配と一致することが確認された。崩落により明らかとなった CD 角根石から天端までの高さが約 31m であることを踏まえると、これに相当する 14 間・15 間・16 間の勾配を用いた設計であったとしても、十分に整合性が取れる結果であるといえる。

(3) 三の丸石垣の復旧勾配の確認（別添資料 P30, 31）

令和 7 年度第 2 回丸亀城石垣復旧ワーキング会（令和 7 年 8 月 1 日開催）にて提示した復旧勾配について、改めて確認を行った。

復旧勾配は、復旧方針に則り、以下の変化点を踏まえた上で、現存石垣の孕みや歪みを是正した線形として設定している。

- ・江戸時代の修復に伴う変化点（標高 H=32.0m 付近）
- ・根切溝上端における変化点
- ・現存石垣の勾配調査により新たに把握された変化点

これらを考慮した復旧勾配に対し、『石垣築様目録』に記載される 16 間の勾配を重ね合わせたところ、線形や変化点の位置が一致するものが多く、復旧勾配が『石垣築様目録』示された勾配に極めて近いものであることが確認された。

5. 復旧勾配と『石垣築様目録』から見る南西部石垣（別添資料 P32）

三の丸石垣（C-18、D-10）および帯曲輪石垣（H-13、I-13）について、復旧勾配と『石垣築様目録』に記載された勾配との比較を通じて、両石垣の初期勾配の急峻さや勾配線形の差異に着目し、南西部石垣が築かれた当時の背景について検討したい。

(1) 三の丸石垣（C-18、D-10）

①初期勾配の角度と『石垣築様目録』との対応

三の丸石垣の初期勾配は、C-18 で 65.96 度、D-10 で 68.09 度と急峻であり、『石垣築様目録』における 6 間～8 間の初期勾配に相当する。これに基づくと、設計上の石垣高は 12～16m 程度となる。

②勾配線形と折れ点の有無

『石垣築様目録』の 16 間の勾配を重ね合わせた結果、標高 H=32.0m 付近の江戸時代修復に伴う変化点を境に、勾配線形に差が生じる。具体的には、根切溝上端で約 2.4m、根石（根切溝下端）で約 3.4m の差があり、これだけ前に出すことで、勾配に折れ点のない滑らかな線形が得られる。

なお、三の丸石垣地中部の前面には約 2.0m の根固め石垣が構築されている。

(2) 帯曲輪石垣（H-13、I-13）

①初期勾配の角度と『石垣築様目録』との対応

帯曲輪石垣の初期勾配は、H-13 および I-13 とともに約 71 度となる。帯曲輪石垣の高さに相当する『石垣築様目録』の 10 間（高さ約 20m）の勾配を重ね合わせても、石垣高の上半分は似た線形となるものの、下半分は差が生じ、初期勾配の角度から言えば、5 間～6 間の高さに相当する。これに基づくと、設計上の石垣高は 10～12m 程度と推定される。

②勾配線形と折れ点の有無

帯曲輪石垣においても、『石垣築様目録』の 10 間の勾配と比較すると、根切溝上端で約 1.4m、根石で約 2.5m の差が確認されており、これだけ前に出すことで、勾配に折れ点のない滑らかな線形が得られる

③石垣高と『石垣築様目録』の整合傾向

帯曲輪石垣においては、現存石垣高よりも低い『石垣築様目録』の勾配との一致が確認されている。これは、これまで城内の他の石垣において、現存石垣高と同程度、あるいはそれよりも高い『石垣築様目録』の勾配が用いられる傾向が見られていたことと対照的であり、逆の現象が生じているといえる。

(3) 南西部石垣が築かれた当時の背景

上記の検討に基づけば、三の丸石垣 (C-18, D-10)、帯曲輪石垣 (H-13, I-13) の共通点は以下のようにまとめられる。

①初期勾配が急峻であり、『石垣築様目録』の初期勾配に照らしあわせれば、設計上は現存石垣よりも低いものとなる。

三の丸石垣：65.96度 (C-18)、68.09度 (D-10)

帯曲輪石垣：約71度 (H-13, I-13)

三の丸石垣：石垣高約31m 設計上の石垣高は12～16m (6～8間の勾配に対応)

帯曲輪石垣：石垣高約20m 設計上の石垣高は10～12m (5～6間の勾配に対応)

②根切溝上端や根石の位置で、前面に出すことができれば、折れ点のない滑らかな勾配線形が形成される。

三の丸石垣：根切溝上端で約2.4m、根石で約3.4mの差

帯曲輪石垣：根切溝上端で約1.4m、根石で約2.5mの差

これらの共通点を踏まえ、南西部石垣が築かれた当時の背景として、以下の2つの可能性が考えられる。

一つ目の可能性：築造当初から現存石垣高まで築く計画があったが、地盤条件等の制約により根石の位置を城内側に寄せざるを得なかった。

急峻な谷地形や不安定な地盤など、地形的・地質的な制約があった場合、帯曲輪石垣の根石を本来置きたかった位置に設置できず、結果として三の丸石垣の根石も城内側に寄せる必要が生じた可能性がある。築造順を考慮すれば、帯曲輪石垣の地盤に問題があったことが、三の丸石垣の設計にも影響を与えたと推定される。

二つ目の可能性：築造当初は、現存石垣よりも低い石垣として構築されていた。

築造当初はより低い石垣として構築されたが、帯曲輪石垣 I 面に残る算木積みの痕跡や、三の丸石垣の土層観察により確認された修理痕跡(別添資料 P33, 34)などから、崩落やその後の修復を経て現在の高さに至った可能性がある。特に、標高 H=32.0m 付近の変化点は、江戸時代の修復に伴うものとされているが、崩落前から同様の位置に変化点が設けられていた可能性も否定できない。

6. まとめ

本資料では、丸亀城三の丸石垣の復旧勾配について、既存の測量成果や『石垣築様目録』との比較を通じて検討を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- ・丸亀城内の石垣は、石垣高や立地にかかわらず、下端より勾配に変化を持たせており、『石垣築様目録』に示される勾配を使用している可能性が高い。
- ・崩落した三の丸石垣についても、『石垣築様目録』に記載された勾配と線形が一致する部分が多く、同様の技術的背景に基づいて築造された可能性が高い。
- ・設定した復旧勾配は、孕みや歪みを是正し、江戸時代の修復に伴う変化点や地中部の構造を踏まえた線形となっており、結果として、『石垣築様目録』に示される勾配に近い形状を示している。

なお、『石垣築様目録』と現存石垣との重ね合わせにおいては、重ね合わせる位置の選定や線形の一致度に主観的な判断が含まれる部分がある。そのため、重なるの程度や解釈には検討の余地が残されており、慎重な検証が求められる。

また、三の丸石垣および帯曲輪石垣においては、以下の点が共通して確認された。

- ・初期勾配が急峻である
- ・根石の位置に制約があった可能性
- ・築造当初は現存よりも低い石垣であった可能性

これらの点から、地形的・地質的条件や修復履歴などが当初の勾配設計や、現存石垣の勾配に影響を与えたと考えられる。これらの仮説については、今後の報告書作成までに、これまでの調査成果を再検討し、調査成果として取りまとめたいと考えている。

参考文献

北野博司 2021 「石垣秘伝書にみる勾配の視覚化と相互比較」 『令和2年度東北芸術工科大学 文化財保存修復研究センター紀要』