

姫路城石垣の変状修復に関連して

岡本 舜三・三木 五三郎

1. ま え が き

山陽線を西下して播州平野に入り市川を渡る頃となると、右窓に近く姫路城の偉容が望まれてきて、何時の旅にもその美しさは限りない慰めを与えてくれる。あの白鷺にも似た五層の天守閣が生れてから3世紀半、今次大戦の災厄も免れてまさにわが国に現存する代表的な名城というべきであろう。

しかしこの大結構も長い年月には次第に敵し難く、木造の建築物は勿論、その基礎を支えている石垣にも漸く変状が現われ、この国宝を末長く維持するためには保存工事を必要とするのである、勿論このような修復工事は必要に応じて既に徳川時代から繰返し行われてきているが、現在は文化財の保護という立場から文部省の文化財保護委員会によって担当されている、

昨年度その帯の櫓および帯郭櫓の修復工事に当り、筆者等は石垣の改築に関連して相談を受けたことがあったので、以下にはこれら石垣に関連する二、三の問題について述べてみる。

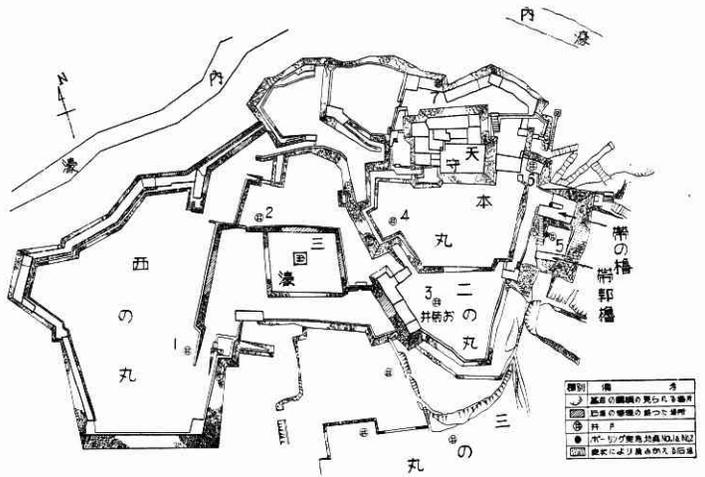
2. 姫路城の沿革と縄張

姫路城は現在姫路城が位置している平坦な市川の沖積平野（市川平野と呼ばれ、市内での標高は15m内外）中に孤立して聳える姫山（標高50m程度）を利用して設けられた平山城である。

そもそもは元弘3年（1333年）赤松則村によって始めてこの地に城砦が築かれたというが、その後16世紀後半豊臣秀吉が3層の天守閣を築き、さらに乱世が漸く落着きを取戻そうとする慶長6年（1601年）から足かけ9年を費して播磨領主池田輝政により現今の5層の偉容が出現した。

内濠で囲んだ直径約350mの曲輪の中には天守閣を中心とする本丸と二の丸、三の丸、および西の丸があるが、このうち本丸と西の丸のみは2峯を持っていたと思われる丘陵（姫山）を利用してその上に設けられ、二の丸および三の丸はそれより1段ないし2段低い平坦部に位置

している。しかし築城技術上の必要からか原地形は石垣の利用によってかなり改められ、現在姫山を構成する地山の露頭は比較的僅少である（第1図）。



第 1 図 姫路城城郭一覽図

この姫山は市川平野中に独立して散在する男山等の小峯と同じく砂岩質の水成岩（古生層）からなる岩山で、この平野の外周により高く聳える石英粗面岩の岩山とは地質を異にしている。また姫山の麓の平地部の土質は沖積性の粘土、砂、および礫の互層からなっている。

3. 石垣とその変状

第1図には姫路城の石垣の位置を示し、その中現在までに変状の見られた石垣で既に修復の終わったものとこれから修復しようとするものとを区別してある。すなわ



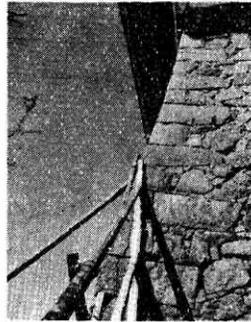
第 2 図

ち西の丸から三国濠（西の丸と本丸との間の凹地にある空濠）周辺部までは手入が進んで、昨年度は高さにおいて全城中最大の帯の櫓および帯郭櫓の下の石垣の修理に着手したわけである。その高さは帯の櫓下において実に77尺（23.3m）、法長では87尺（26.4m）で、これが粗な切石の空積みによって作られているのだから壮観である（第2図）。しかもこの石垣が変状を起して法面の中途または下部において種々の孕み出しを見せている（第3図）。その縦断勾配については保存工事事務所において正確な実測が行われているが、その一例が第4図および第5図である。これによって法面勾配を考



第3図

しかるに現状においては第4図に見られるように全般的ないしは局部的な孕み出しを起している箇所が多く、なかんづくその基礎に近い部分では大体の石垣が凸状となっている。



第6図

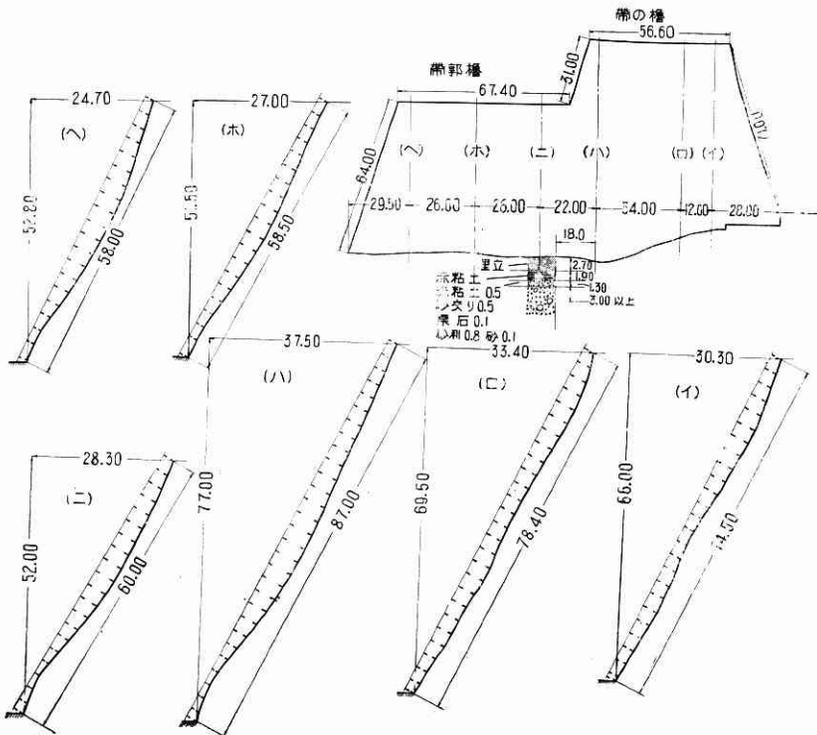
上述したのは石垣法面の形状の変状についてであるが、また別に特に石垣隅角部においては大きな石英粗面岩系統の切石が曲げ破壊を生じているのがよく見られ、例えば第6図には天守閣東南隅下の隅積石の亀裂がはっきりと現われて、一部はかけ落ちてしまっている。

4. 変状の調査

ところで一般に石垣が変状を起す原因を考えると、その石垣の構造または材料の不備、石垣基礎が脆弱だとか洗掘を受けるとかによる不整、石垣背後の裏込の土圧が過大だとか沈降を生ずるとかの欠陥等が考えられる。

これら原因の究明に当たっては、前節で述べたような主として外面に現われて来た変状の実測も基本的で重要なものではあるが、さらにまた材料自体の強さとか、基礎地盤の硬軟とか、裏込の種類や性質とかを確かめることも忘れてはならない。以下はわれわれが当面した姫路城石垣の修復に先立って、その見透しをつけるために行ったこれらの調査結果につき簡単に記してみる。

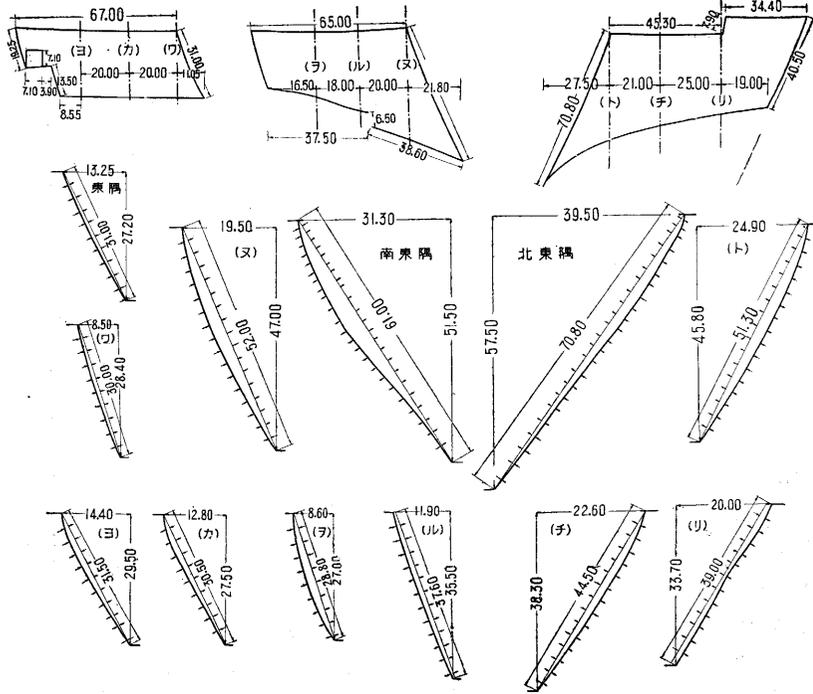
まず石垣の構造であるが、積石自体は法表面の径が尺5寸、控長さ3尺程度の粗な切石が多く、それらを積上げた隙間には栗石を詰めであるが粘土質土は全く使わず、いわゆる空積みとなっている。この石垣の裏込



第4図 帯の櫓下石垣実測図（単位尺）

えると、石垣構築の当初の典型的な勾配が現在までも保存されてきていると思われるのは例えば第5図の(ト)、(ヌ)、(ワ)または(ワ)のような全高にわたって繩を斜につり下げたような凹状曲線をなすものではなかろうか。

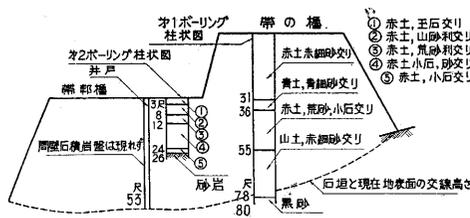
には主として排水を考えてか粒径が10cm内外に非常によく揃った玉石（附近の河原から採取したものであろう）を積上げており、その厚さは石垣頂部で3尺、底部では6尺位であることも従来の経験から判っている。この裏



第 5 図 帯の櫓および帯郭櫓下の石垣実測図 (単位尺)

込玉石よりさらに内側の盛土部分は比較的薄い水平層をなして砂質土と粘土質土を互層に締め固めながら積上げたもので、その締め固めはにがりを使って入念を極めたものだといひ伝えられている。

そこでこの石垣背後の裏盛土の性質は、直接石垣に及ぼす土圧とか透水圧に及ぼす影響が大きいので、その土質ないし透水性を予め知るとともにその積上げられた高さを確めるため、第 1 図に示すような 2 点で調査ボーリングを実施することにした。その結果は第 7 図の土質柱状図に示されている。



第 7 図 ボーリング位置と土質柱状図

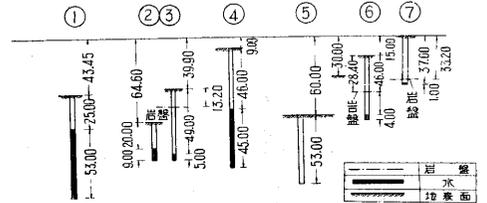
石垣の基礎については直接頑丈な基岩の上ののっている場合と、比較的弱い沖積土ないしは人工盛土上ののっている場合とがあるので、まず城内全般について基岩の露頭を調査するとともに井戸の内部を検して基岩の高さを知ること努めた。これらの結果は第 1 図および第 8 図に示されている。また沖積土上にあると思われる部分では直接石垣基礎の下を壺掘りしてみたが、その結果は第 4 図に示すようなもので案外に簡単な構造であるのに

驚かされた。

【5. 調査結果の考察

基岩の露頭と井戸およびボーリング調査結果から判断して帯の櫓下はその大部分が盛土からなることが明らかとなったが、このような大量の土工が行われたということは一面自然の地形をなるべく利用しようとする築城常識とは一致せず、調査前には大分疑問視されていたことであつた。

ボーリング自体は井戸掘式の簡易なものであつたため、盛土の強さ等については直接に土質力学的な調査が実施できなかったのは残念であるが、例えば No. 1 地点では径 10 cm 深さ 80 尺のボーリング孔がケーシングなしの掘削を終了した後にも全く



第 8 図 城内井戸調査断面図 (単位尺)

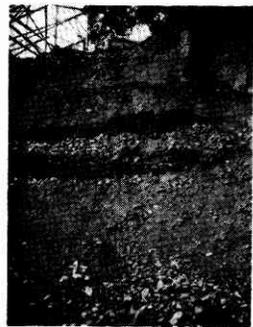
崩落せずに安定していること等から相当程度の粘着性を持った比較的よく締め固められた土であることが推定された。また掘削中の粘土水もよくこの孔中に溜ったままになっており、従って透水性も比較的低い土であることが予想された。

ところが一方石垣に直接接する裏込玉石は石垣を取除くと自重で崩れ落ちてその傾斜が 30° ないし 40° となって始めて落ち着くことは以前の工事写真等によって知られていたもので、結局石垣に変状を与えるのは裏盛土ではなくてこの裏込玉石の土圧が主なものであろうと考えた。この土圧についての考え方は次節に簡単に述べている。

なお石垣基礎が沖積土上に直接位置するものとしては構造が簡単に過ぎることについても前述したが、このために基礎面が前のめりに廻転して石垣基部の断面が凸状を呈する原因となっていることも事実であろう。

6. 石垣に加わる力

石垣に加わる力を考える場合、これに関係のあるのは石垣の自重の外には上に建っている櫓の重さとそれを支えている石垣背後の裏込が崩れ落ちようとする力とである。この中裏盛土の部分だけを考えると、その法面勾配は平均 65°, 高さは 23m 位であって、この上に 3 ton/m² の建築荷重がある場合の安定性を考察した結果、特に雨水等によって悪い条件にされない限りまず自立できる程度に強いことが判った。この検討は土質力学で法面の安定理論といわれる普通の方法によったもので盛土の性質は前節に述べたようなボーリング孔周辺の土の性状によって判断した。実際に旧い石垣をとり壊してこの裏盛土が露出した際にもその法面は安定であり(第9図参照),



第9図



第10図

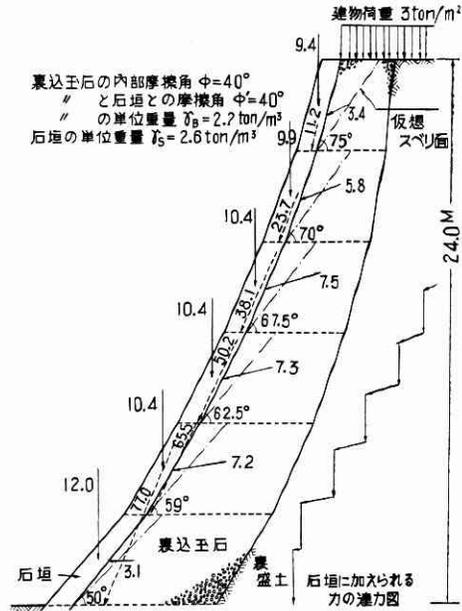
ただ一部工事用デリックを置いた部分で集中荷重を受けて崩落したり、部分的に雨の影響で軟化崩壊が起った程度であった。

裏盛土が自立するとなると残る問題はその前にある裏込玉石と石垣との問題で、事実石垣を取り除くと玉石はどんどん崩落して来るのであるからこれによる圧力は考えねばならない(第11図参照)。この際の玉石の力学的性質を仮定して石垣の安定性を検討した一例が第10図である。計算は石垣を数個の高さにかけて上部から順次玉石圧力を地表荷重を考慮したクーロン土圧公式によって計算し、この土圧と石垣自重との合力の作用点によって安定性を確めた。この方法によれば土圧の計算が土圧係数を用いて簡単に行い得ることと、圧力の作用点が明確に決定し得る利点があるのである。

これらの検討結果によれば、結論としてこれら石垣の構造は静力学的に考えて決して大きな安全率を持つものではなく、むしろぎりぎりの構造であるために長年月の間には局部的に変状を示してきたものと考えられる。

7. 変状修復工事

上述したような変状に関する諸調査結果を参考としながら、その後石垣を一度解体して積み変えるという修復工事が行われ、現在既に石垣については完成しているが、この際特に注意された点は次のようなものであった。石垣の外形はあくまで旧観をとどめなくてはならない



第11図 石垣の安定計算

が、力学的にはできるだけ丈夫なものとする。このためには積石は主として従来のものをそのまま用いて空積み、かい栗石入れとしなければならないが、控の部分で一部セメントモルタルをつなぎに用いて力学的には練積みの効果を幾分か期待する。根石はなるべく大きなものを用いて廻転を防ぐ。石垣背面に水が廻らないように盛土上面の表面排水系統を完備する、等々。

なおわれわれとしては裏込玉石自身の粒度が揃い過ぎている欠点を改めて、例えば碎石等を使いその安定性を増大した方がよいと主張したが、これは予算上の都合その他によって採用されなかったのは残念である。

また現在積み直された石垣の上面には櫓が建ちつつあるが、その主要な基礎は沈下を恐れて 10尺×5尺×3尺というように大きな基礎コンクリートブロックの上に造られ、もし沈下が起ればコンクリートブロック毎持ち上げることによって修正することが考えられている。

8. むすび

旧い構造物は一般に経験にものをいわせて非常に合理的に造られているということがよくいわれ、また施工の入念さがしばしば感嘆の種となっている。しかし今回のわれわれの経験によれば戦時倉皇の中に造られた石垣は構造的には必ずしも完璧なもののみはいえないように思われる。それに年代も経ち過ぎているのであろうか。今後姫路城だけについても天守閣を支えている石垣修復の大問題が残っている。旧きは保ちつつも新しきはとり入れて、これら文化財の保存に万全を期したいものである。(1954. 10. 4)