

2016年熊本地震における熊本城石垣の被害調査

—加藤家時代の遺構は細川家時代のものより強いのか?—

大角 恒雄

(研) 防災科学技術研究所
主幹研究員



目的

- 文科省所管の防災科学研究所としては、関係部局への熊本城に関する文化財災害復旧に関する情報提供と、石垣構築の過程と崩壊との関係の研究を目的として、一般見学ルートに限定して調査を実施した。

4月14日地震及び4月16日地震：熊本城の被害

- 4月14日地震 重要文化財建物 10棟 復元建造物 7棟
石垣 崩落箇所 6ヶ所
- 4月16日地震 重要文化財建物 13棟 復元建造物 20棟
石垣 崩落・孕み・緩み 517ヶ所
地盤の陥没・地割れ70ヶ所

4月16日の石垣の被害は全体の30%、崩落は全体の10%が被害（熊本城調査研究センターの速報）。

石垣の構造



写真-1 緩勾配の萩城石垣 (1990年撮影)



写真-2 安土城の穴太工法 (1990年)



図-2 石垣の構造



写真-3 熊本城二様の石垣
加藤家時代 (緩勾配: 手前)
細川家時代 (急勾配: 奥) (1989年撮影)



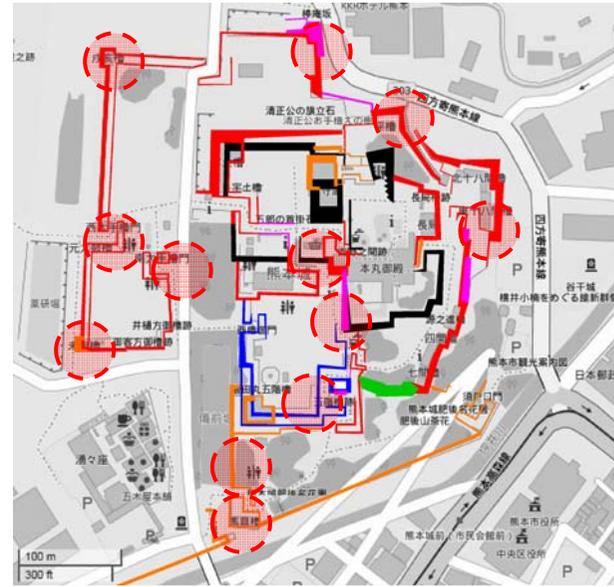
写真-5 国定重要文化財に指定されている現存の宇土櫓 (2016年8月11日撮影)



写真-6 飯田丸櫓台石垣の算木積み
【国土地理院】熊本城天守閣の被災状況 (2016年5月12日撮影)



写真-7 成亥櫓台石垣の算木積み (2016年8月11日撮影)



熊本城石垣の変遷

● 石垣崩壊地点

- I期 1592(文禄元年)~1600(慶長4年)
- II期 1600(慶長4年)~1601(慶長5年)
- III期 1601(慶長5年)~1602(慶長6年)
- IV期 1602(慶長6年)~1608(慶長12年)
- V期 1608(慶長12年)~1633(寛永10年)
- VI期 1633(寛永10年)~



写真-9 二の丸公園から大天守、宇土櫓、小天守(右から)と石垣が崩壊(二の丸から2016年8月11日撮影)



写真-10 大天守、宇土櫓、小天守のクローズアップ。現存の宇土櫓(中央)のみ瓦の崩落が生じていない(二の丸から2016年8月11日撮影)。



写真-11 地震による瓦の崩落(大天守側から)。【国土地理院】熊本城天守閣の被災状況 (2016年5月12日撮影)。



写真-12 地震による瓦の崩落(小天守側から)。【国土地理院】熊本城天守閣の被災状況 (2016年5月12日撮影)。



写真-13 地震前の大天守から小天守への展望 (1989年撮影)。



写真-14 石垣の沈下(左矢印)と部分崩壊(右矢印)(加藤神社から2016年8月11日撮影)。



写真-15 小天守の地震による天守台の沈下による剥離。【国土地理院】熊本城天守閣の被災状況 (2016年5月12日撮影)。



写真-17 宇土櫓と結合された続櫓は耐震補強されていなかったため、続櫓のみ倒壊した（加藤神社から2016年8月11日撮影）。



写真-18 地震前の宇土櫓と続櫓（1989年撮影）。



写真-19 成玄櫓台石垣の隅石部を残し中央部分の崩壊（2016年7月20日撮影）。



写真-20 2003年の再建された木造2層3階建て成玄櫓（2016年7月20日撮影）。



写真-21 成玄櫓の二の丸公園側の空堀（2016年7月20日）



写真-22 成玄櫓の二の丸公園側の液状化痕跡（2016年7月20日撮影）。



写真-23 加藤神社内石垣（2016年8月11日撮影）



写真-24 加藤神社内石垣から発見された観音菩薩像と矢穴跡（矢印）（2016年8月11日撮影）

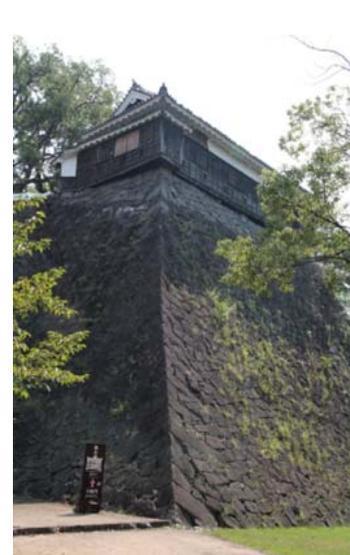


写真-25 不開門への坂道を登る右手の平櫓。地震による外観の損傷はない（2016年8月11日撮影）。



写真-26坂の上の不開門。



写真-27 地震前の不開門（1989年撮影）



写真-28 崩壊を免れた五間櫓と崩壊した北十八間櫓と石垣 (2016年8月11日撮影).



写真-29 北十八間櫓台石垣崩背後地盤の上部に大きなV字のガリー浸食 (2016年8月11日撮影).



写真-30 熊本大神宮の崩壊 (2016年7月20日撮影)



写真-31 熊本大神宮と北十八間櫓 (2016年7月20日撮影)



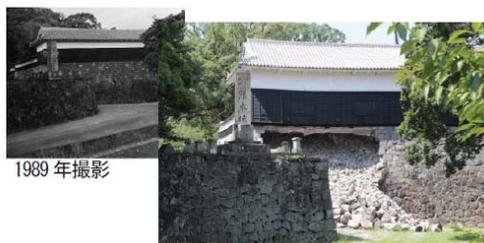
写真-32 平井川沿いの長塙 100 m が倒壊 (2016年7月20日撮影)



写真-33 平御附櫓 (2016年7月20日撮影).



写真-34 長塙と馬具櫓台石垣 (2016年8月11日撮影)



1989年撮影

写真-35 馬具櫓台石垣の崩壊 (2016年8月11日撮影)



写真-37

石碑の地震による回転 (2016年7月20日撮影)



写真-36 基礎の崩壊により白壁部分にクラックが進展した馬具櫓. (2016年7月20日撮影)



写真-41 飯田丸五層櫓台石垣の崩壊 (2016年7月20日撮影).



写真-42 飯田丸に420トン仮受構台の設置. (2016年8月11日撮影)

総括

- 天守・櫓の基盤は、阿蘇地域の火山灰を起源とする堆積層で強度は持たない。
- 熊本城の石垣は加藤家時代から細川家時代と工法には数々の変遷があり、石垣崩壊形態にも影響していると思われる。
- 加藤家時代の石垣は強度を持たない地盤を前提として、緩勾配の形状であり、弓型の美しい形状と上部に設置されている武者返しも城観光の目玉となっている。
- 加藤家後期から細川家時代には算木づくりが発展し、石垣の形状も急勾配となる。地震時安定性を考慮した場合、どちらが優位性を示すかは、今後の詳細な調査を必要とする。

- 石垣の算木づくりの櫓では、飯田丸五階櫓、戌亥櫓に代表されるように隅石の算木積み部分を残し、石垣の中間は崩壊を生じている。
- RC造外観復元の大天守・小天守は瓦・鯨の崩壊がみられたが、現存木造の宇土櫓のみ瓦・鯨の崩壊が生じていない。伝統的建物には振動を吸収する工夫が存在するものと思われる。
- 宇土櫓は開口部に鉄骨ブレースを設置することで、耐力とねばり強さを向上する耐震補強がなされていたため倒壊は免れ、続櫓は耐震補強がなされていなかったため、続櫓のみ倒壊した。耐震補強の効果が証明された。

- 北十八間櫓台石垣崩背後地盤の上部に大きなV字のガリー浸食がみられた。
- 加藤神社の石垣倒壊から発見された観音菩薩は、400年前の築城の祈願に仏像を彫って供養した石碑であるか、転用石であるかは不明である。
- 天守・櫓の白壁部分に生じたクラックは度重なる余震で進展している。また、石垣の孕み出しも進行するものと思われるので、迅速な対応が望まれる。