

# 史跡宇陀松山城跡の石垣状況と地盤特性

(株)東京ソイルリサーチ      ○原口 慎一  
 宇陀市教育委員会              辻本 宗久  
 関西地盤環境研究センター      西田 一彦  
 (株)東京ソイルリサーチ              中島 載雄  
 (株)東京ソイルリサーチ              日野 浩之

## 1. はじめに

本調査は「宇陀松山城」の石垣を対象とし、石垣の形状および地盤のせん断強度から安定性を検討したものである。調査および試験は、横断測量、目視観察、簡易貫入試験、ネイルサンプリングおよび一面せん断試験を行った(図-1 調査位置図参照)。各調査および試験の結果より、石垣のはらみ出し指数の把握、旧地表面形状の推定、石垣底面の支持力および石垣背面の斜面を含んだ安定検討を行い、対策工検討の資料とした。

本発表は、この内の石垣のはらみ出し指数の把握、旧地表面形状の推定について行う。

## 2. 横断測量および目視観察

横断測量および目視観察結果より、現状の石垣断面を作成し、はらみ出し指数の算出を行った。

### (1) はらみだし指数とは

はらみ出し指数とは、石垣の安定性の簡易な評価法として提案された1つの方法である。指数は図-2に示すように石垣建設当初の断面形状を出来るだけ変形の少ない場所から推定し、それからののはらみ出した部分の大きさ(cm)を石垣の高さで割って算出する。この方法で日本の多くの城郭石垣のはらみ出し指数を求めたものを図-3に示す。これによると、はらみ出し指数の最大値は6~7程度であり、それ以上の値は非常に少なく、崩壊したか修復したかのいずれかと考えられる。

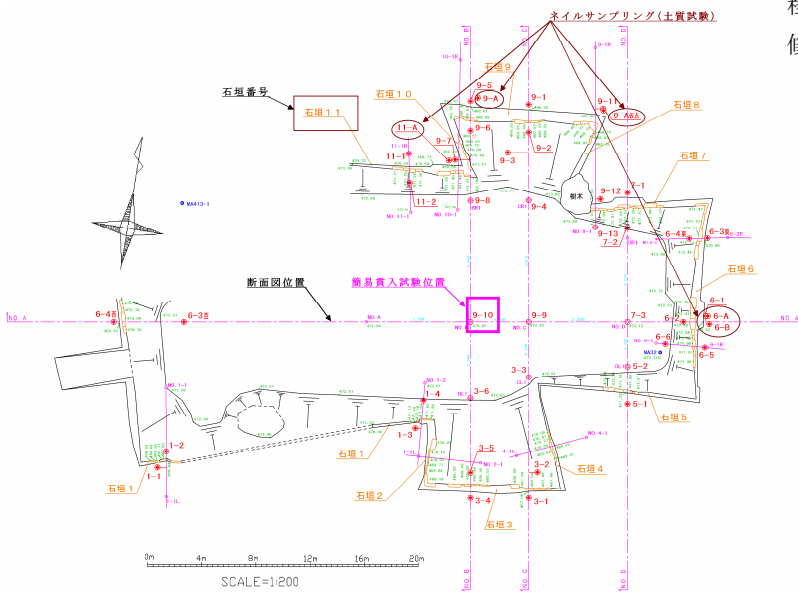


図-1 調査位置図

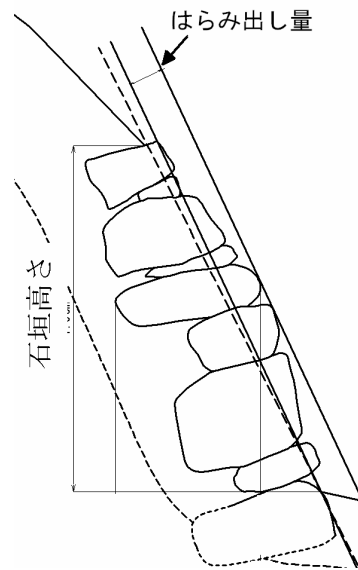


図-2 石垣のはらみ出し量

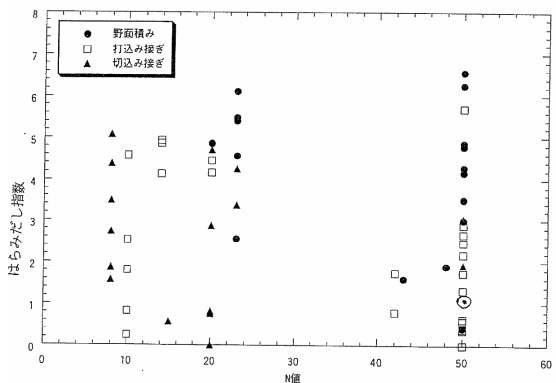


図-3 各城郭のはらみ出し指数

### (2) はらみ出し指数の算出

今回の調査では、敷地北・南・東方の石垣13断面についてのはらみ出し指数の算出を行った。算出結果を表-1に示す。表-1によると、石垣9(3断面)および石垣11についてははらみ出し指数7.5~9.8と前述した最大値を上回る結果となった。ただし、石個体の凸凹を考慮すると、顕著なものは石垣9-2のみと判断した。

(3) はらみ出しの原因

はらみ出しは一般的に粘性土が分布する斜面がクリープ変形して生じるものであるが、石垣9については、石の形状が様々であり、控え長さが一定していないため、上部の石の荷重が下部の石にスムーズに作用していないことも原因のひとつと考えられる。

表-1 はらみ出し指数算出結果

No.	はらみ出しΔH(cm)	石垣高さH(m)	はらみ出し指数
1-1	2.73	0.74	3.9
1-2	1.66	1.27	1.3
3-1	5.15	0.92	5.6
3-2	5.97	0.96	6.2
5-1	0	0.36	0
6-1	4.06	0.74	5.5
7-1	0	1.63	0
9-1(石垣7)	3.79	1.00	3.8
9-1(石垣9)	14.76	1.53	9.7
9-2	19.19	1.96	9.8
9-3	17.21	2.00	8.6
10-1	7.62	1.81	4.2
11-1	5.03	0.67	7.5

3. 簡易貫入試験および一面せん断試験

簡易貫入試験結果の換算N値より旧地表面形状の推定を行った。

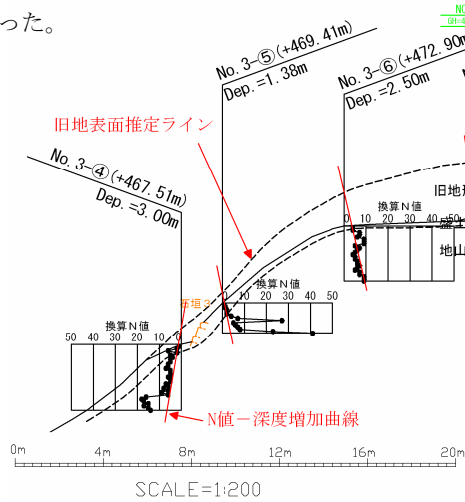


図-4 N値-深度増加曲線(斜面部)

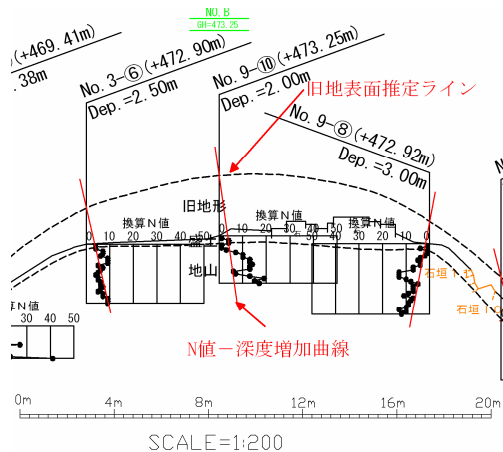


図-5 N値-深度増加曲線(平坦部)

(1) 旧地表面形状の推定

簡易貫入試験結果の換算N値は、表層部で低く、深部ほど高くなる傾向が認められた。西田一彦<sup>1)</sup>によれば、上記に傾向に基づいて旧地表面を推定する方法が提案されている。今回は、10cmピッチでN値を測定していること、探査深度が2~3m程度と浅いことから地山部分のN値-深度増加曲線より推定ラインを引き、調査地点と交わる点を旧地表面とした。なお、礫当たり等でN値を過大評価している部分は除いた。

(2) 旧地表面形状の推定方法の検証

図-4に斜面部のN値-深度の増加曲線を、図-5に平坦部のN値-深度の増加曲線を示す。

切土深さが小さいと想定される石垣上側の急斜面部においてN値-深度の増加曲線を引くと、図-4のNo.3-⑤地点のように石垣上側の急斜面部のN値-深度の増加曲線は調査地点と比較的低い位置で交わる。ところが、図-4のNo.3-④地点のように、明らかに切土された石垣下部の緩斜面部のN値-深度の増加曲線は高い位置で交わる。この点から、N値-深度の増加曲線が調査地点と交わる点は、旧地表面に近いと考えた。

(3) 旧地表面形状の推定結果

旧地表面形状は、図-4および図-5の破線のように想定した。結果は斜面部で現在より1m程度高く、平坦部で2m程度高かったと推定される。

4. まとめ

対象地の石垣は、一部にはらみ出しがあり、横断測量結果よりはらみ出し指数を求め、13箇所のうち1箇所ではらみ出しがあると想定した。

対象地の旧地表面形状は、斜面部で現在より1m程度高く、平坦部で2m程度高かったと推定した。

《引用・参考文献》

- 1) 西田一彦：風化残積土の工学的性質-p6-, 鹿島出版会, 昭和61年10月