

名古屋城石垣積直し工事における安定性評価について

Stability evaluation at restoration works of Nagoya Castle masonry wall



西村 毅 Tsuyoshi NISHIMURA *1・浦野和彦 Kazuhiko URANO *2
笠 博義 Hiroyoshi KASA *3・西形達明 Tatsuaki NISHIGATA *4

研究の目的

名古屋城本丸搦手馬出石垣は名古屋城天守の東北部において外堀に面した位置にある高さ約16mの高石垣である。本石垣は築城後400年余りを経過し、経年劣化により「孕み出し」が生じており、現在石垣の修復工事が実施されている。本報告は、変状が生じた原因を2次元のFEM解析により推定し、その結果を積み直しに反映させることを目的として、静的解析および動的解析を実施した結果について述べるものである。

研究の概要

平成2年度に実施した静的FEM解析の結果に基づき、積み直し時の安定性を確保するためにジオテキスタイルによる補強設計を行った。補強設計は、円弧すべり法を用いて別途実施したが、今回の解析はこの補強効果を検証するために実施したものである。具体的には、以下に示す項目を検討した。

- ① 静的な条件下でのジオテキスタイルの補強効果を確認する。
- ② 動的な条件下でのジオテキスタイルの補強効果を確認する。

結論

本解析結果を以下にまとめる。

- ① 図-1に示す、現状の地盤条件を反映した解体前の静的解析モデル（ケース1-1）では、築石および裏栗石層に塑性ひずみの大きい領域が連続してすべり面を形成していると考えられ、不安定な状態にあると考えられる。ただし、背面地山内には塑性域の発生がなく安定しているものと判断される。
- ③ ジオテキスタイルを設置した静的解析モデル（ケース2-2）では、さらに築石および裏栗石層の塑性ひずみは小さい値となり、ジオテキスタイルの十分な補強効果が認められる。このとき、ジオテキスタイル（EX-100）の発生引張力の最大値は7.31kN/mであり、常時の設計引張強さの61.8kN/mと比較すると12%程度と小さいことから、十分な安全率が確保されている。
- ④ ジオテキスタイルを設置した動的解析モデル（ケース3-1）では、築石および裏栗石層の塑性ひずみは大きく、石垣表面の最大変位も17.9cmとなっている。図-2に示す、ジオテキスタイル（EX-100）に発生する引張力の最大値は58.4kN/mとなり、地震時の設計引張強さは91.7kN/mと比較すると63%程度の大きさである。このことから、ジオテキスタイルの補強により、対象とする石垣は、レベル2地震動に対しても、ある程度の変状は生じるものの崩壊には至らないものと判断される。
- ⑥ ケース3-2として実施したジオテキスタイルを設置していない補強モデルでは、L2地震動に対して6%以上の非常に大きなひずみが発生し、160cm程度の最大変位変形が生じるものと推定される。こうしたことから、想定される当南海トラフ地震のような巨大地震に対する補強としては、ジオテキスタイルを用いない補強対策のみでは不十分であると考えられる。

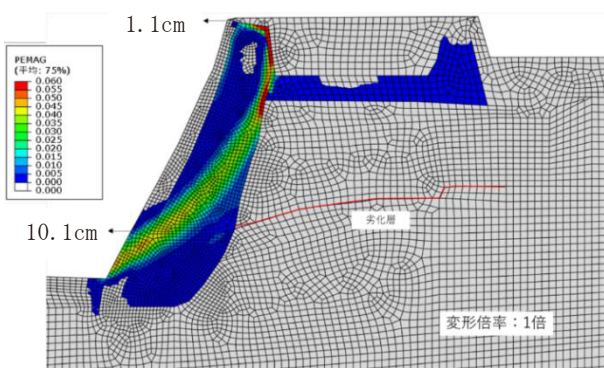


図-1 静的解析結果 - 塑性ひずみ (ケース1-1)

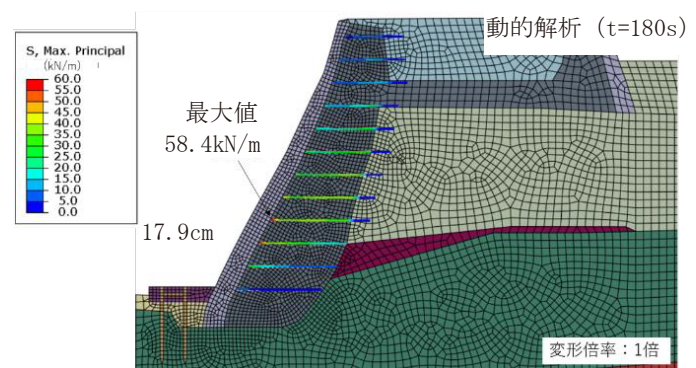


図-2 動的解析結果 - ジオテキスタイルに発生する引張力 (ケース3-1)