

高松塚古墳石材及び漆喰に関する検討について

国立文化財機構古墳壁画PT材料調査班・修復班（石材担当）

○高松塚古墳石室石材の輸送方法に関する検討

概要

高松塚古墳石室石材を新施設へ安全に輸送するためには、フレームと一体で石材を輸送した際に石材に対して生じる負荷を定量的に予測するとともに、その負荷により石材が損傷しないよう、必要に応じてフレームの改良あるいは輸送方法を検討する必要がある。

この目的のために、令和5年度からは固有値解析から固有振動数をもとめ、過去に実測した振動周波数との比較を行うこととした。また、構造解析によりフレーム支持体から石材に作用する応力、それにとまなう石材の変位量を推定することとした。解析は比較的質量の大きな天井石3を対象に着手した。以下にその概要を述べる。

1. 固有値解析

上記の通り天井石3を対象に固有値解析、すなわちフレームと一体となった石材が「どのような周波数で、どのように振動しやすいのか」を把握するための解析を進めている。下記に速報値を示す。

表1 解析条件

| | |
|----------|-----------------------|
| 解析ソフトウェア | Femap with NX Nastran |
| 解析タイプ | 実固有値解析 |
| 解析モード数 | 30次 |
| 拘束セット | 1 |
| モデル数 | 1 |

解析の結果、7次のモードまでで有効質量比が0.9に達したことから、7次のモードまでを検討対象として以下に示す。

表2 固有値解析結果

| モード | 固有周波数 [Hz] | モード | 固有周波数 [Hz] |
|-----|------------|-----|------------|
| 1 | 17.82441 | 5 | 74.63498 |
| 2 | 19.28532 | 6 | 78.96831 |
| 3 | 23.70281 | 7 | 82.07103 |
| 4 | 51.06727 | | |

これまでに仮設修理施設内部で石材を移動した際に実測した振動の周波数と比較することで、輸送時に発生する振動が増幅するリスクを今後評価する。

2. 線形過渡解析

石材輸送時のリスク評価として動線上の段差を想定し、1 cm の高さからフレームおよび石材が落下した際に石材にかかる応力 (von Mises 応力) および石材の変位量を解析した。それぞれ図1、図2に示す。

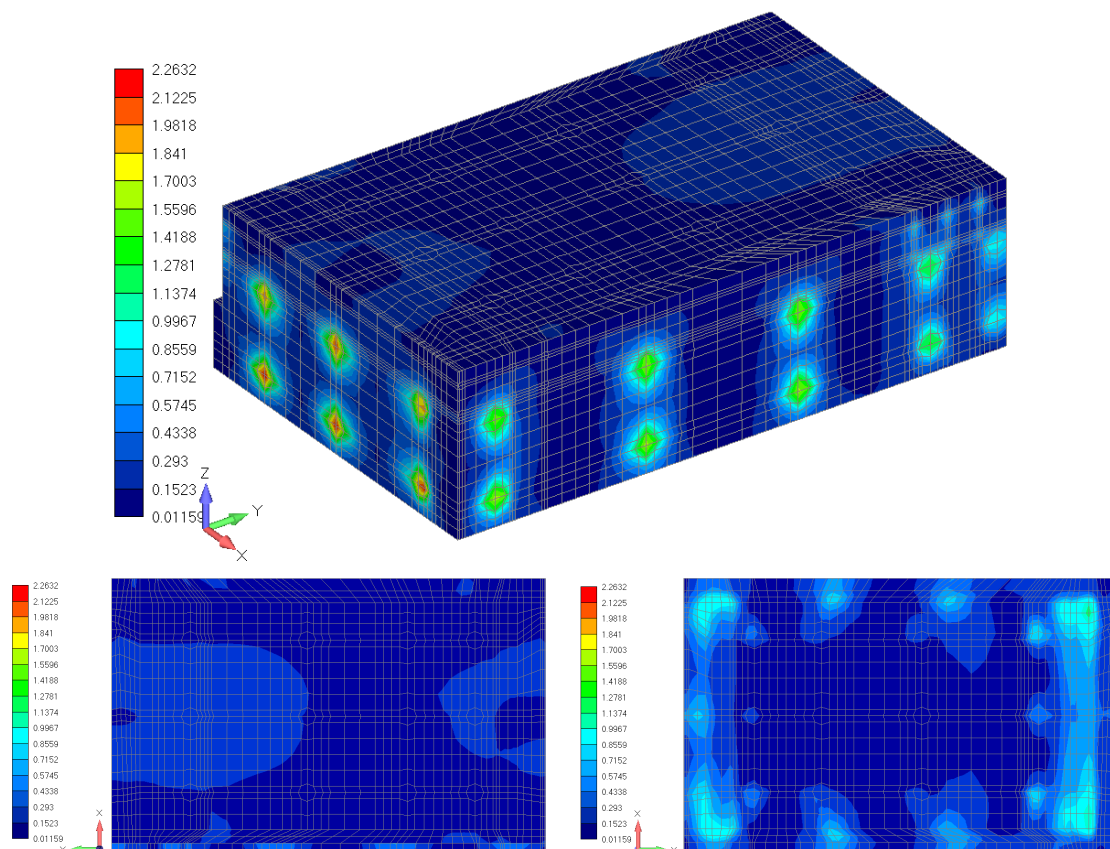


図1 石材にかかる応力 (カラーチャートの単位は [MPa])、左下は石材上端面、右下は下端面

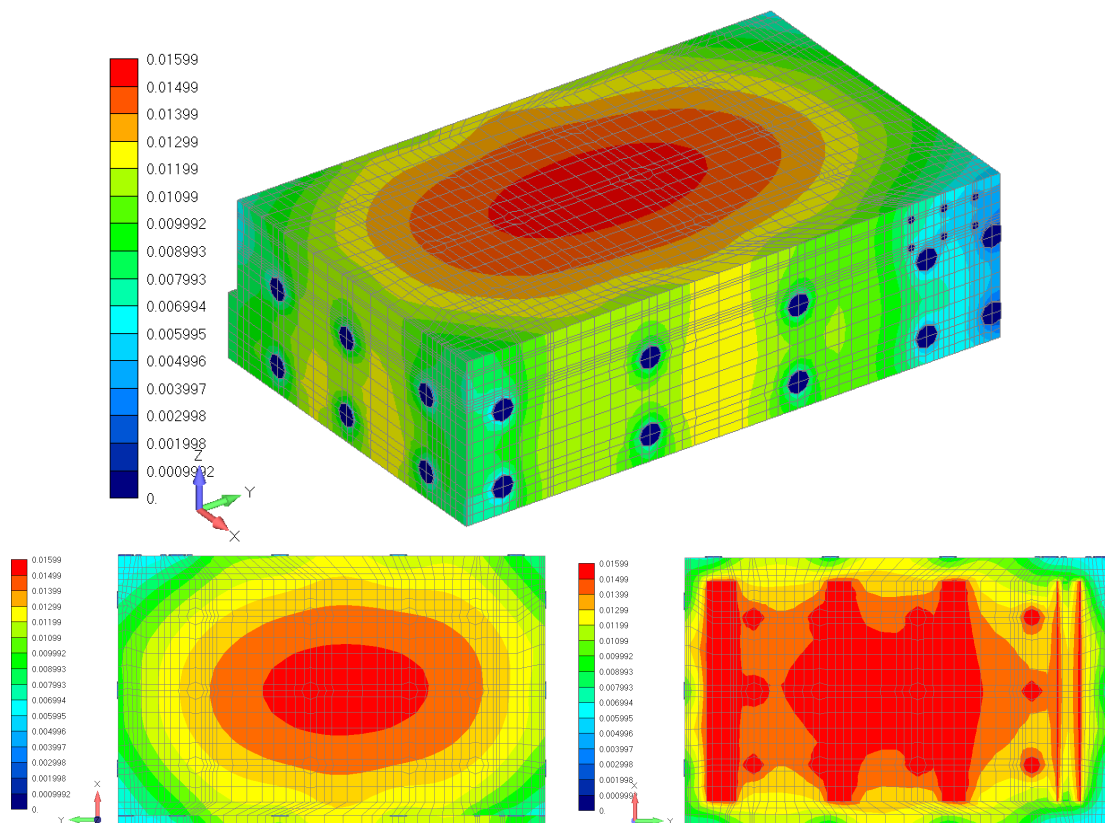


図2 石材の変位量（カラーチャートの単位は [mm]）、左下は石材上端面、右下は下端面

ここで示した結果は暫定的なものではあるが、図1に示す最大 von Mises 応力は 2.508 [MPa] (@0.0041895[sec]) で、フレーム支持体と石材の接触箇所に生じることが示唆された。今後は解析結果の妥当性評価から、解析のブラッシュアップを図るとともに、他石材への解析を展開することで引き続き石材の安全な輸送方法について検討を続ける。

○令和5年度（下半期）の事業予定

- 石室石材の安全な輸送方法の検討（固有振動数の解析など）
- 漆喰および石材を安定して保存する温湿度環境の検討