

4. 解析結果と考察

図 - 5 は、振動数 2.0(Hz)、振幅 2.0(m/sec)の地震波を加えて 0.7 秒後の背面空洞無しモデルと 0.4 秒後の背面空洞有りのモデルの x 軸及び z 軸方向の変位分布図を表す。x 軸方向、z 軸方向をモデルの水平方向、鉛直方向とした。地震波は、岩手・宮城内陸地震で観測された結果を用い、表 - 1 の物性値を持つ新玉山トンネルの地山をモデルと

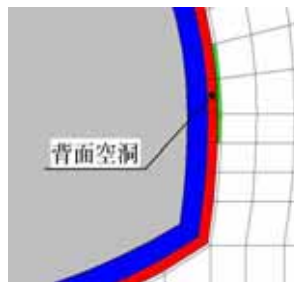
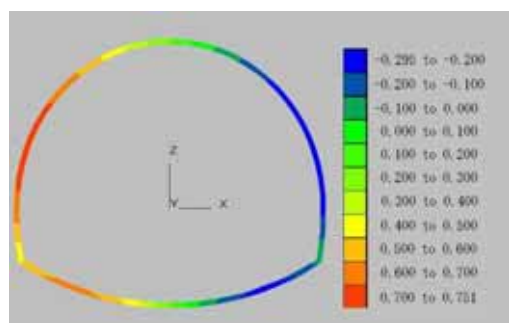


図 - 4 空洞箇所

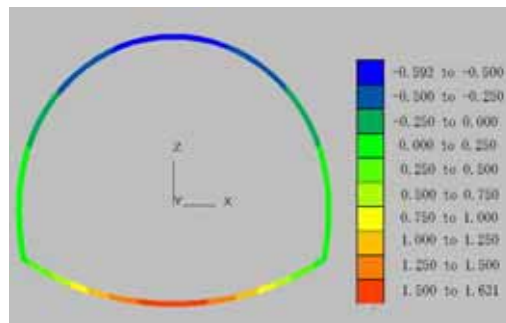
表 - 1 地山の物性値

種類	値
ポアソン比	0.42
密度 ρ (kg/m ³)	2142
内部摩擦角 ϕ (°)	35.0
粘着力 C (MPa)	0.50
ヤング係数(MPa)	1000
体積弾性係数(MPa)	2083
せん断弾性係数(MPa)	352

した。背面空洞無しモデルでは、x 軸方向を見ると他の部位と比較して上部アーチ及びインバート部の変位が大きくなっており、z 軸方向を見ると天端部及びインバート部の変位が大きく生じた。背面空洞有りのモデルでも同様なことが言えるが、経過時間を考慮すると変位量が裏空洞無しモデルよりも大きかった。また、地震発生後 0.4 秒時の x 軸方向変位分布図では、空洞の無い左側の側壁部と比較して見ると空洞箇所を中心として、変位が大きく生じ、z 軸方向変位分布図では空洞を設定した右側の上部アーチ及びインバート部の変位が最も大きく生じた。今回、地震波を加える解析時間は短かったが、覆工背面に空洞が存在するトンネルは、空洞が無いものよりも変位が早い時間で大きく生じることが推測できた。

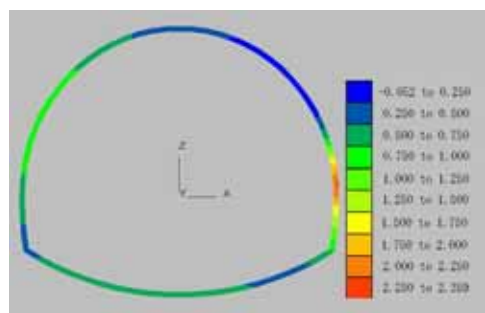


x 軸方向変位(0.7 秒時)

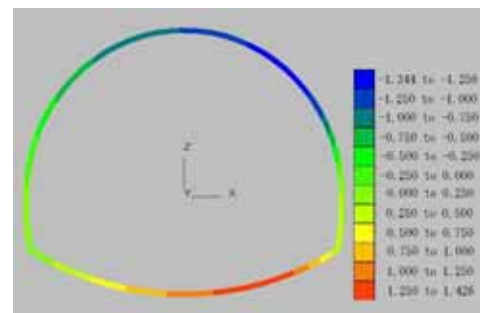


z 軸方向変位(0.7 秒時)

(a)背面空洞無しモデル(地震時)



x 軸方向変位(0.4 秒時)



z 軸方向変位(0.4 秒時)

(b)背面空洞有りモデル(地震時)

図 - 5 吹き付けコンクリートの変位分布図 (単位: cm)

5. おわりに

本研究では岩手・宮城内陸地震による被害道路トンネルを対象に、特に覆工背面空洞の存在による損傷を動的解析により考察した。実際に被災した新玉山トンネルでは、天端部のひび割れ、歩道のひび割れ・浮き上がりがあり、解析結果においてもそれらを引き起こしうる結果となった。今後は、解析時間をさらに進め、天端部等にも背面空洞を設定したモデルの解析を行ない、妥当性を検証していきたい。

【参考文献】1) DYNAMIC ANALYSIS: Itasca Consulting Group, Inc. 2) 行武里恵, 上田静, 蔣宇静, 棚橋由彦: GIS を用いた地震によるトンネル被害状況の分析, 平成 18 年土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III - 106, pp.569 - 570, 2007.