

$$E = \frac{v_p^2 \rho (1 + \nu)(1 - 2\nu)}{1 - \nu} \quad (1)$$

ここでEはヤング係数、 v_p は弾性波速度、 ρ は質量密度、 ν はポアソン比である。本研究では、密度とポアソン比はコンクリート標準示方書³⁾を参考にし、質量密度 $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$ 、ポアソン比 $\nu = 0.2$ とする。均質モデルには全てのヤング係数の平均値($E = 30,161 \text{ N/mm}^2$)を使用した。図4にヤング係数の分布を示す。

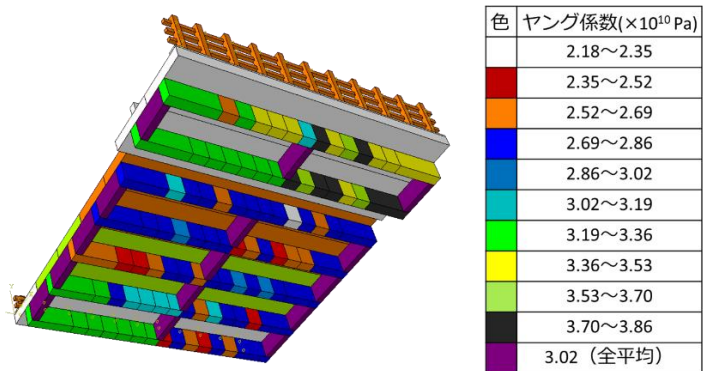


図4. ヤング係数の分布

4. FEM 解析

橋の物性を均質なものと作成したモデルと、非均質なものと作成したモデルで比較を行い、前述したかけや振動実験との結果とも比較する。全要素数は330,954個である。床版と高欄の接触部分は剛結させる。境界条件は右岸側をピン支点、左岸側をローラー支点として設計する。主桁端部下側の橋軸直角方向の辺に設定した。

図5に非均質モデルの解析結果を示す。1次モードの固有振動数に関して、均質モードが14.441 Hz、非均質モデルが14.314 Hzとなった。均質モデルと非均質モデルで固有振動数の差は0.1 Hz程度と小さかった。

また、かけや振動実験による1次モードとの誤差は均質モデルが約15%、非均質モデルが約16%となった。かけや振動実験の結果とFEM解析の結果に大きく差が生じていた理由は2つ考えられる。1つ目は、FEM解析で旧橋と拡幅部が剛結されているモデルを使用したことである。かけや振動実験の結果から旧橋と拡幅部は剛結されていない可能性があり、実際の橋とモデルにおいて構造的に違いがあったと考えられる。2つ目は、境界条件の設定方法である。FEMモデルの境界条件は主桁端部下側の橋軸直角方向の辺に設定したが、実際に支承がある部分とは異なっていたと考えられる。

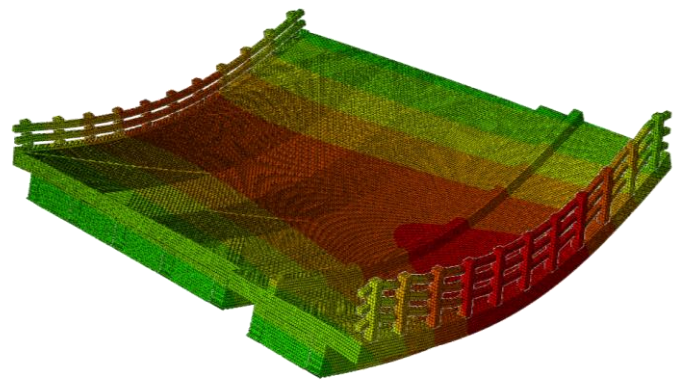


図5. 非均質モデルの1次モード(1次曲げ)14.314 Hz

5. おわりに

本研究では、有限要素法を用いた固有値解析の妥当性を明らかにすることを目的として、経年劣化したRC橋に対して振動実験とFEM解析によって求めた固有振動数の比較を行った。均質モデルと非均質モデルでは大きな違いは見られなかった。一方、かけや振動打撃との結果とは誤差が大きくなった。今後は、FEM解析に関して、旧橋と拡幅部が剛結していないモデルを作成すること、支承の正確な位置を調べ適切な境界条件を設定すること、表面ひび割れがある部分のヤング係数を著しく低下させること等を検討する。

参考文献

[1] 土木学会：コンクリート標準示方書，p89，1958