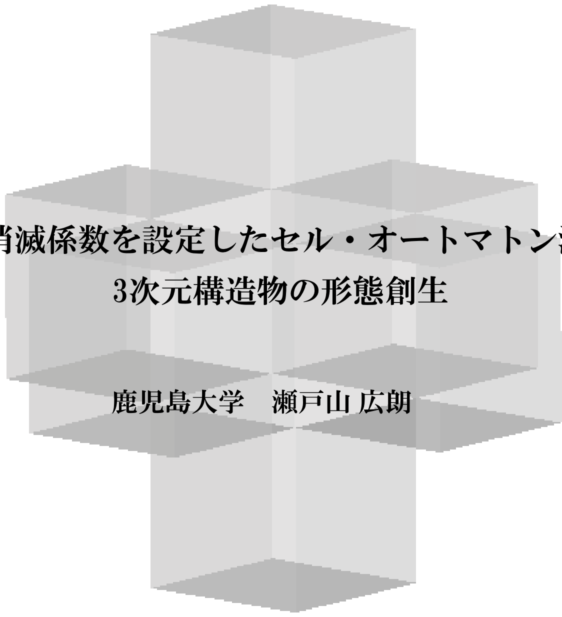


出現・消滅係数を設定したセル・オートマトン法による3次元構造物の形態創生

鹿児島大学　瀬戸山 広朗

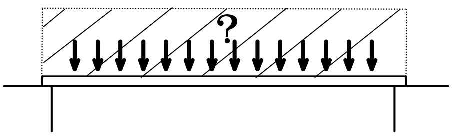
はじめに

建築構造物は様々な与条件を考慮した上で設計を行う必要がある。

制約条件の満足、目的関数の極値化をする方法

最適化手法

- 著者らによる既往の研究

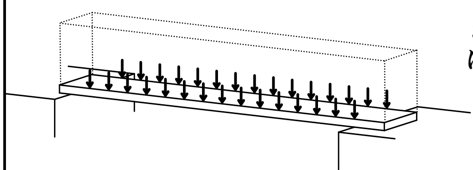


セル・オートマトン法（CA法）による2次元構造の形態創生法

＋

システム化技術への提案

- 本研究

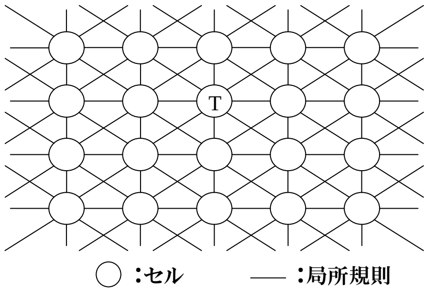


３次元への拡張を行い、出現・消滅係数設定に関する意義を明確にする。

解析例

等応力状態を目標とした最適化問題

セル・オートマトン法（Cell Automaton：CA）



２次元では様々なモデルや規則で形態創生が行われ、解が得られてきている。

しかし、３次元では解が破綻を来たしてしまう恐れがある。そのため単純なモデル、局所規則で行う。

- 近傍モデル

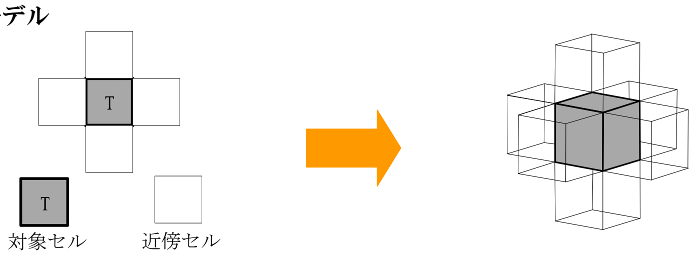


図１．ノイマン近傍

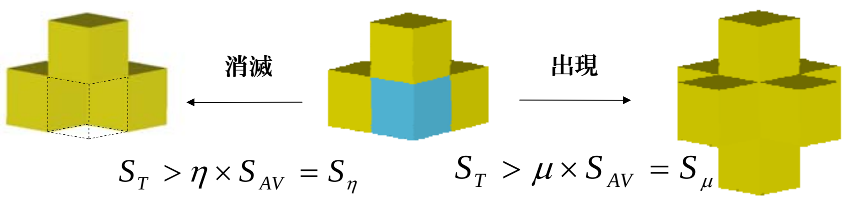
局所規則

- 局所規則

等応力状態の基準を求める式として次式を用いる。

$$S = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_y\sigma_z - \sigma_z\sigma_x + 3\tau_{xy}^2 + 3\tau_{yz}^2 + 3\tau_{zx}^2} \qquad (1)$$

von Misesの相当応力式



$$S_T > \eta \times S_{AV} = S_\eta \qquad S_T > \mu \times S_{AV} = S_\mu$$

S_T：対象セルの相当応力　S_{AV}：形状全体の平均相当応力　μ：出現係数　η：消滅係数

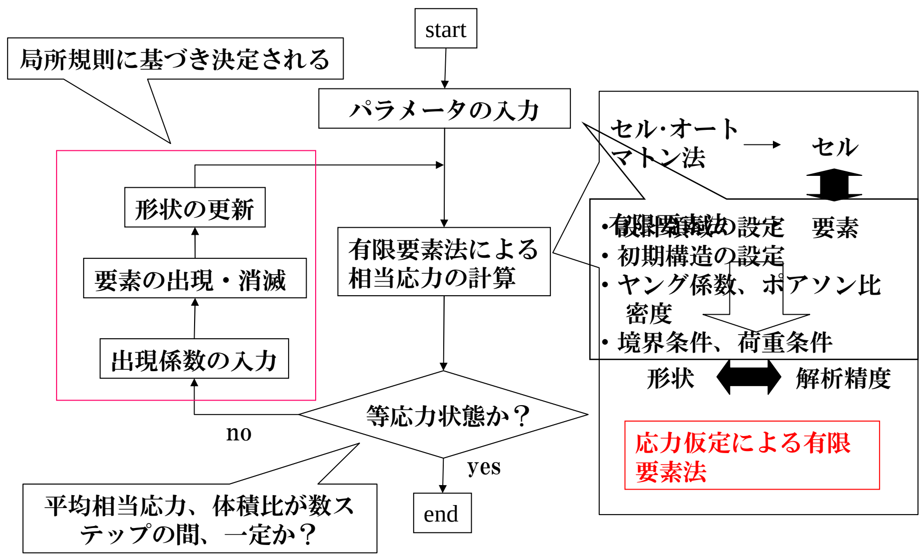
S_μ：出現応力ライン　S_η：消滅応力ライン

図２．局所規則

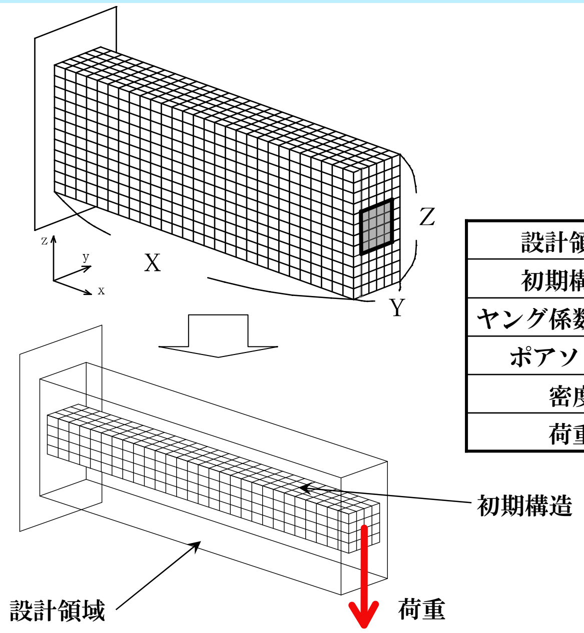
出現係数は各ステップ毎に設定し、消滅係数は次の経験式で与える。

$$\eta = \mu / 2 - 0.15 \qquad (2)$$

最適化手順



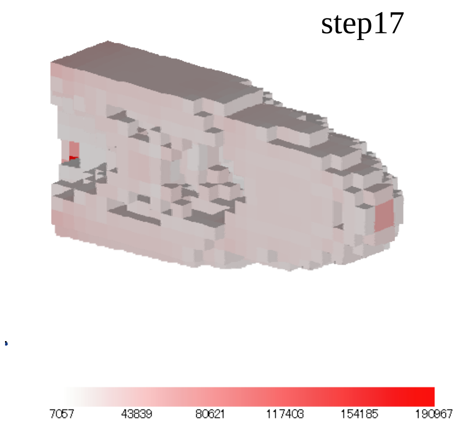
片持ち梁型問題

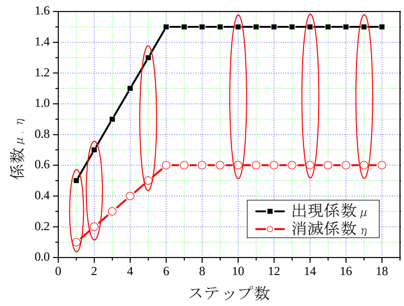


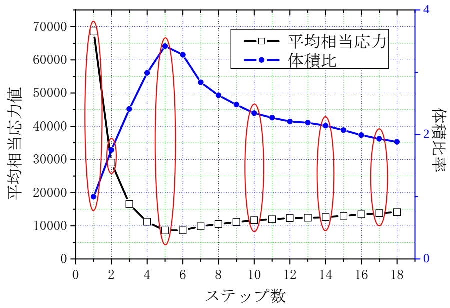
入力パラメータ

設計領域	X=28,Y=6,Z=12
初期構造	28×4×4
ヤング係数(N/cm^2)	2.1×10^7
ポアソン比	0.3
密度(N/cm^3)	10
荷重 (N)	自重$+1.0\times10^5$

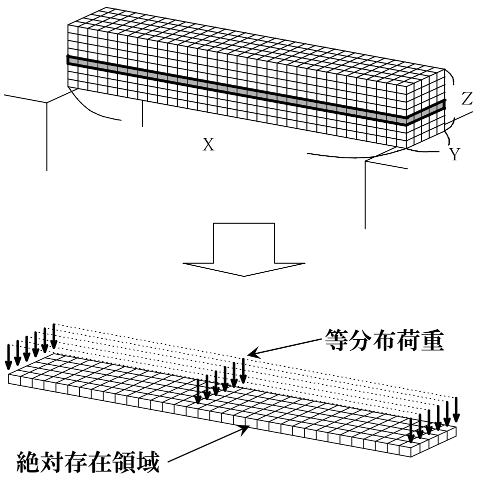
片持ち梁型問題







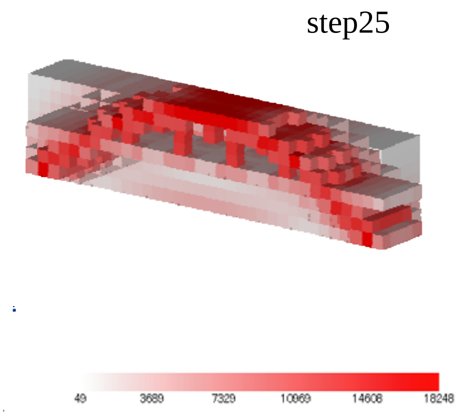
中路橋梁問題（縮小モデル）

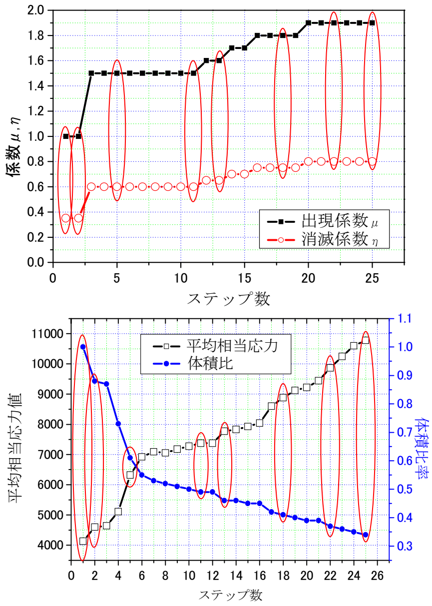


入力パラメータ

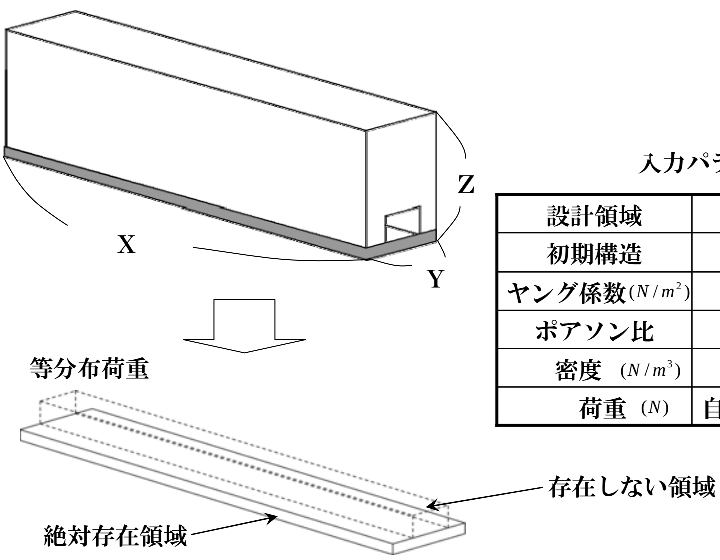
設計領域	X=34,Y=5,Z=8
初期構造	34×5×8
ヤング係数 (N/cm^2)	2.1×10^7
ポアソン比	0.3
密度 (N/cm^3)	10
荷重 (N)	自重+ $1.0\times10^5\times210$

橋梁問題





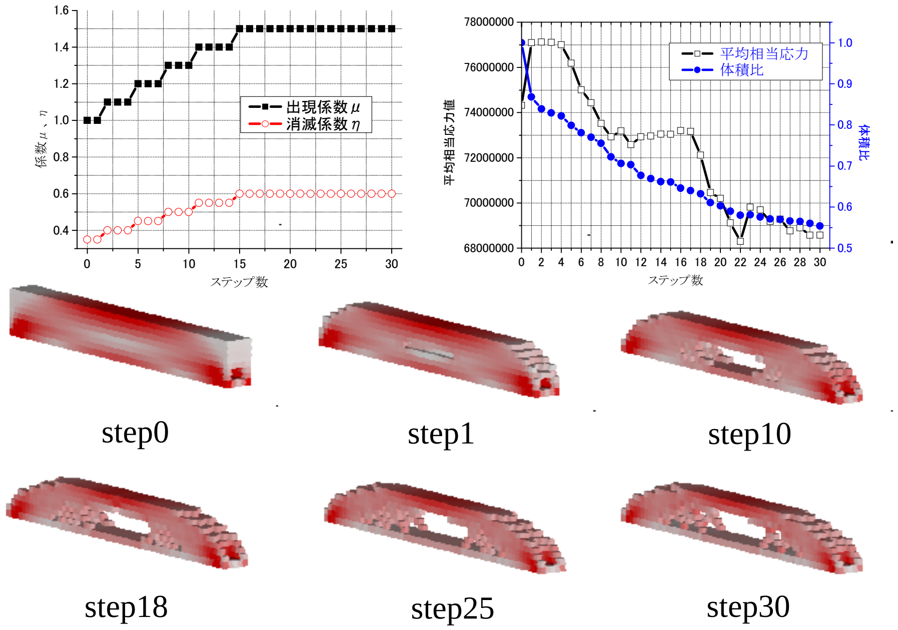
下路橋梁の解析例



入力パラメータ

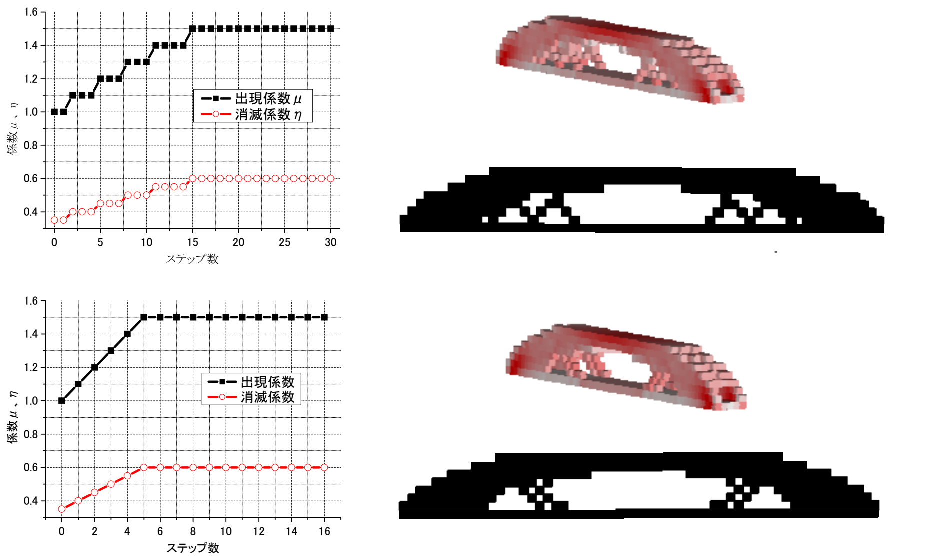
設計領域	X=60,Y=5,Z=8
初期構造	60×5×8
ヤング係数 (N/m^2)	2.1×10^7
ポアソン比	0.3
密度 (N/m^3)	1.0×10^6
荷重 (N)	自重+ $1.0\times10^3\times210$

下路橋梁の解析例 1



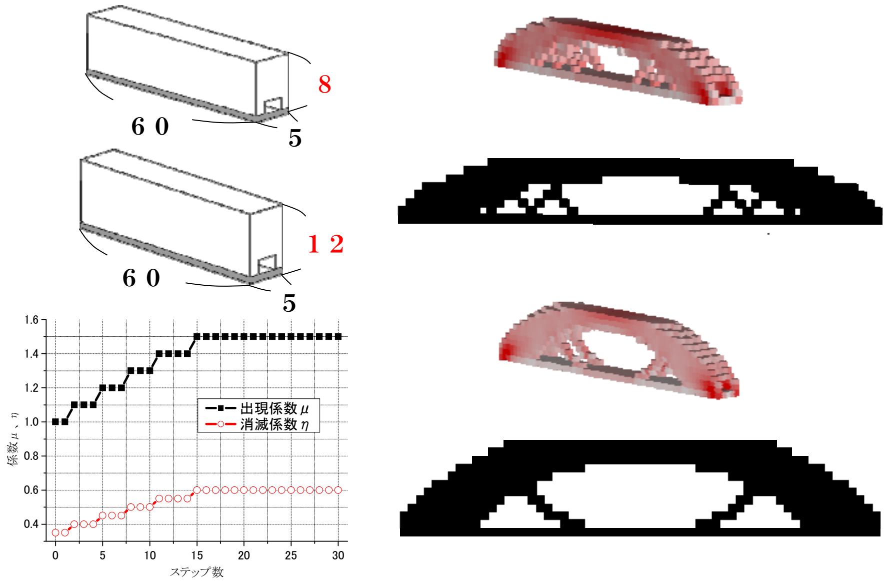
下路橋梁の比較

- 出現係数による比較



下路橋梁の比較

・アスペクト比の変化による比較



まとめ

- **考察**

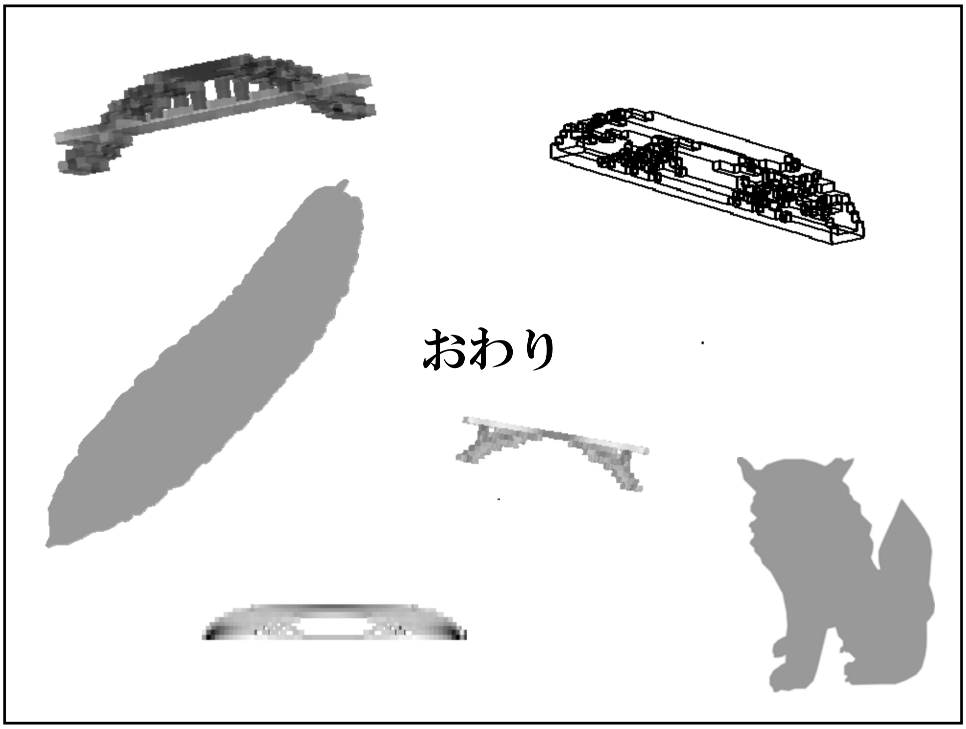
最適化によって得られた形状は複雑ではなく、トラスやアーチなどの一般的に構造物に実在する形状を有しており、それらの力学的な合理性を確認することができた。

大域的最適解である保証はないが、評価の高い優良解が得られた

- **今後の展開**

・３次元への拡張を行った事により、現実的な構造物への応用も可能になってくる

・出現・消滅係数の設定により、構造形態がユーザーの意思により制御できる対話式ユーザ・インターフェイスの開発


おわり