

SOMによるRC橋脚設計支援

金沢大学大学院自然科学研究科環境基盤工学専攻

金沢大学大学院自然科学研究科システム創成科学専攻

金沢大学大学院自然科学研究科システム創成科学専攻 (中央復建コンサルタンツKK)

学生会員 中森航洋

正会員 近田康夫

正会員 廣瀬彰則

1. はじめに

現在、構造物の設計において、電子計算機の発達や設計プログラムの充実によって、省力化が計られているが、満足する設計案を得るには、適切な初期設定が必要である。初期値が不適切な場合は、何回もの繰り返し作業が必要である。一方で、平成8年、道路橋示方書が改訂され、特に橋脚に関しては、地震時保有水平耐力法の導入により、業務用ソフトウェア利用時の適切な初期値設定の重要性が増してきている。

そこで、本研究では、SOM（自己組織化特長マップ）を用いて、橋梁下部構造における初期値設定を効率的に行う設計支援を試みた。

2. 橋脚設計支援概要

本研究では、橋梁設計用業務ソフトウェア（地震時保有水平耐力法に対応）より設計・計算され、あらかじめ許容、非許容が判明している既知データに、未計算データを混在させ、SOMを用いて学習、分類させる。

SOMは自己組織化特長マップとも呼ばれ、多次元の入力データの特徴を自動的に抽出し、2次元競合層へ、その特徴に基づいて投影する。すなわち、SOMの出力マップ上で、視覚的に未計算データの許容、非許容を判別することができる。

したがって、類似の設計条件を持つ過去の設計事例と設計案候補をSOMで学習させ、許容解となりそうな設計案を抽出して、業務ソフトウェアで計算させることで、適切な初期値設定を支援することができる。

(1) 設計条件と学習データ

橋梁下部構造には、使用頻度の高いRC張出し式橋脚を用い、橋脚高を9m、10m、11mとした場合を考えている。また、今回は橋梁下部構造（橋脚のみ）の設計支援を目的としているため、橋脚の設計以外の設定条件は全て統一した。

今回使用した学習データの構成要素（設計変数）は、右に示す46項目である。変数の組み合わせの基本は、表1で示す設定ケースから選択、設定している。

SOMの学習データの構成

- 橋脚高
- 柱部断面寸法：橋軸方向幅、橋軸直角方向幅、断面積
- 橋軸方向配筋：主鉄筋段数、主鉄筋1段目（鉄筋径、ピッチ、本数、断面積）、主鉄筋2段目（鉄筋径、ピッチ、本数、断面積）、帯鉄筋段数、帯鉄筋1段目（鉄筋径、ピッチ、本数、断面積）、帯鉄筋2段目（鉄筋径、ピッチ、本数、断面積）、横拘束鉄筋（鉄筋径、ピッチ、本数、断面積）
- 橋軸直角方向配筋：橋軸方向と同様

さらに、次に示す条件を加えている。

- 軸方向鉄筋は2段以下とする
- 軸方向鉄筋の間隔は、125mmもしくは250mmとする
- 帯鉄筋および中間拘束筋の鉄筋径は、主鉄筋径を上回らない
- 場所打ちくいの設計径および鉄筋本数は変更しない

表-1 設計変数の設定ケース

設計変数	設定ケース	種類
橋脚高	9m, 10m, 11m	3
柱断面寸法	2.1 × 2.1, 2.1 × 2.7, 2.1 × 3.0 2.5 × 2.5, 2.5 × 3.0, 1.8 × 3.0 1.8 × 3.5, 1.8 × 4.0	8
主鉄筋	D22, D25, D29, D32, D38, D51	5
帯鉄筋・横拘束筋	D16, D19, D22, D25	4

以上の設定条件に留意し、断面構成が非現実的なケースや応力度あるいは保有体力が必要以上に大きくなるケースを学習データから除外した結果、許容解71ケース、非許容解64ケースとなった。なお、未計算データは学習データを参考に、各橋脚高を±0.2mずつ変化させ、12ケース用意した。

Key Words: RC 橋脚, 最適設計, SOM

〒920-8667 石川県金沢市小立野 2-40-20 金沢大学土木建設工学科 TEL 076-234-4634

(2) SOM による設計支援適用例

まず、既知データのみを用いて、SOM の学習パラメータの初期設定を検討した。各パラメータを許容解・非許容解が最も良く分類されたと思われるまで、試行錯誤を行った結果、マップサイズ 15×15 、学習回数 1000 回を採用した。SOM は GUI 環境が整っている Neural Net Assistant を用い、上記の初期設定における学習時間は約 5 分であった。この初期設定をもとに、既知データと未計算データからなる学習データを、SOM で学習させた結果が、図 1 である。図中のラベルは、データの種別（許容 (y)、非許容 (n)、未計算 (u)）、データ識別用の 2 桁の数字、橋脚高種別 (a:9m, b:10m, c:11m) で構成されている。また、図 1 において、青色セルは許容解グループを、赤色セルは非許容解グループを表わしており、セル間に存在する小さな円は、色の濃淡で隣接セルの距離を表わしている。青色セルと赤色セルの間の小さな円の色が濃くなっているのは、距離が離れているためである。

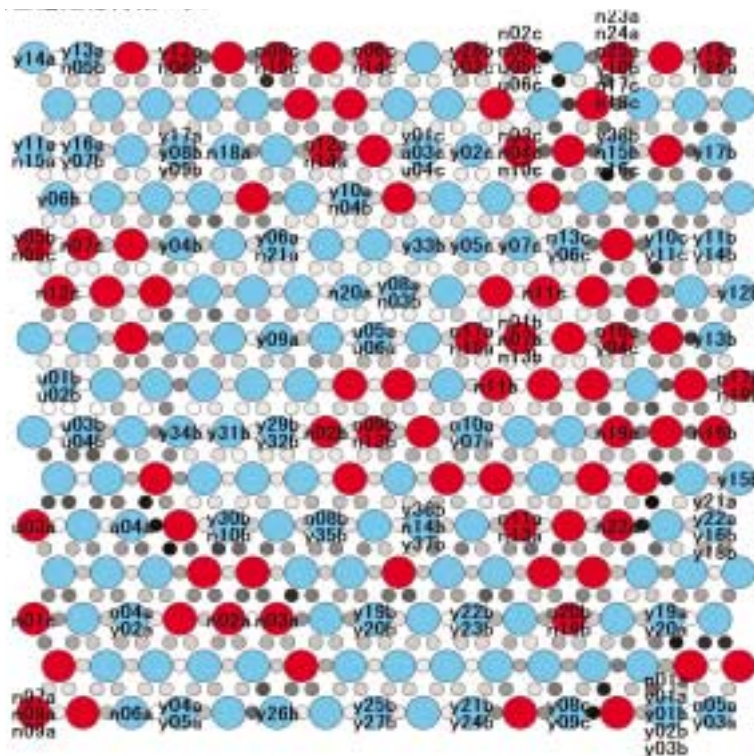


図-1 SOM による橋脚設計適用例

以上のことを考慮すると、図 1 では、許容解、非許容解が比較的良く分類されている。

しかし、許容解グループの中に非許容解が混在しているグループ（その逆も）も見受けられる。これらのグループは、うまく分類されていないわけであるが、見方を変えると、許容解と非許容解の境界近傍にある、むしろ良好なデータであると解釈することもできる。

また、マップ上では、許容・非許容解を問わず、a, b, c による集合、すなわち、橋脚高による集合が形成されていることがわかる。さらにマップの下部においては、ラベルの連番からなる集合が見られる。これは、設計データ作成時において、基本となるデータを参考に、配筋設定を少しずつ変更させたので、ラベルの数字が近いほど、配筋条件が類似している傾向が強いためだと考えられる。

未計算データに注目すると、マップ最上部、右から 5 列目に位置する u05c, u06c は、非許容データが存在する同一セル上に分類され、非許容データである可能性が高いと推測できる。同様に、上から 3 行目、右から 7 列目に分類された u03c, u04c は、許容データである可能性が高い。

未計算データを業務ソフトで計算した結果、12 橋脚中 11 橋脚が正しく分類されていた。正しく分類されてなかったのは、マップの中央部左側に位置する u03b である。同一セル上には、u04b が存在するが、これらのデータは橋脚高以外の設定条件が全て同じであったため、許容・非許容の明確な境界を見つけ出すことが困難であったと考えられる。

3. まとめ

SOM を用いた橋脚設計初期値設定支援の可能性を示した。また、橋脚高、配筋形態の類似した集合が形成され、マップ上から構造特性を視認することも可能であると考えられる。今後は、設計変数を増やすことで、より柔軟な橋脚設計支援を図っていく。

付録

本研究では、以下の市販ソフトウェアを使用した

- 土木・建築システム SUCCESS for Windows(下部工統合システム V.1.15, 橋梁の設計計算 V.1.33), 川田テクノシステム株式会社
- NeralNetAssistant Ver.1.3.2, 有限会社シー・エー・イー