

# GA 구조해석 모델 개선 프로그램

## 사용 설명서

(철도교량 구조해석 모델 개선용)

2023. 08.



**인하대학교**  
INHA UNIVERSITY

본 프로그램은 철도교량의 구조해석 모델을 계층 응답(고유진동수, 고유형상)에 맞게 개선하기 위한 용도로 제작되었음을 알려드립니다.

연구 목적으로 사용을 부탁드립니다, 연구 목적 외에 프로그램에 필요한 모든 파일과 코드에 대해서 무단 복제, 전송, 배포, 도용 등의 행위는 현행법(저작권법)에 위반될 수 있음을 알려드립니다.

# 목 차

1. GA 프로그램 사전 점검 사항 .....	4
1.1 프로그램 가동 시 필요한 파일 목록 .....	4
2. GA 프로그램 구동 과정 .....	5
2.1 입력 데이터 .txt 파일 제작 .....	5
2.2 GA.m 파일 paramter 입력 및 조정 방법 .....	7
2.3 GA 프로그램 결과 확인 및 적용 방법 .....	9

# 1. GA 프로그램 사전 점검 사항

GA 프로그램은 MATLAB 기반으로 자체 제작을 하였기에 상용프로그램과는 달리 구동에 필요한 코드가 담긴 함수 파일이 같이 있어야 합니다.

## 1.1 GA 프로그램 사전 점검 사항

GA 프로그램을 가동시키기 위해서는 메인 파일인 GA.m에 귀속되어 있는 모든 함수에 대한 파일이 같은 폴더 내에 존재해야 합니다. 필요한 파일 목록은 다음과 같습니다.

### ○ MATLAB 기반 파일

- GA.m
- fitness.m
- PlateFrame\_Dynamic.m
- crossover.mexw64
- elite.mexw64
- generation.mexw64
- gradient.mexw64
- Graph.mexw64
- mutation.mexw64
- result.mexw64
- roulette\_wheel.mexw64
- selection.mexw64
- tournament.mexw64
- constitutiveMatrix.p
- frame3D\_KM.p
- InputStructureData.p
- Plate\_K\_M\_mat.p
- Plate\_M\_mat.p

GA 프로그램에 적용할 입력데이터를 제작하기 위해 필요한 파일과 프로그램 구동 후 결과데이터를 받기 위한 파일은 다음과 같습니다.

- Microsoft office Excel 기반 파일
  - 0.frame모델정보입력(text파일제작용).xlsx
  - FinalResult.xlsx
- .txt 기반 파일
  - Railbridge\_information.txt

GA 프로그램을 구동하기 전에 앞서 나열한 파일은 하나의 폴더에 있어야 프로그램상의 오류를 줄일 수 있습니다.

## 2. GA 프로그램 구동 과정

GA 프로그램의 오류를 줄이기 위해 다음 설명드리는 순서를 잘 지켜주시기 바랍니다.

### 2.1 입력 데이터 .txt 파일 제작

GA 프로그램에 적용할 철도교량의 초기 구조해석 모델에 대한 정보가 담긴 '.txt' 파일이 필요합니다. 1장에서 말씀드린 파일 목록 중 'Railbridge\_information.txt.'가 GA 프로그램에 적용되는 입력데이터이며, 내용은 다음과 같이 구성되어 있습니다.

- \*NODE
- \*ELEMENT
- \*MATERIAL
- \*SECTION
- \*BOUNDARY

- \*MEASUREDFREQUENCY
- \*MODESHAPE

‘Railbridge\_information.txt.’에 있는 모든 정보는 개선하고자 하는 철도교량에 대한 초기 구조해석 모델에 대한 것으로 사용자의 편의를 위해 MIDAS Civil 프로그램 기반으로 구성되어 있습니다. ‘Railbridge\_information.txt.’를 작성하는 방법은 다음과 같습니다.

- 1) MIDAS Civil 프로그램을 통한 대상 철도교량 초 구조해석 모델 설계
- 2) 각 항목별 정보(node table, element table, material table, section table, boundary table)를 ‘0.frame모델정보입력(text파일제작용).xlsx’에 입력

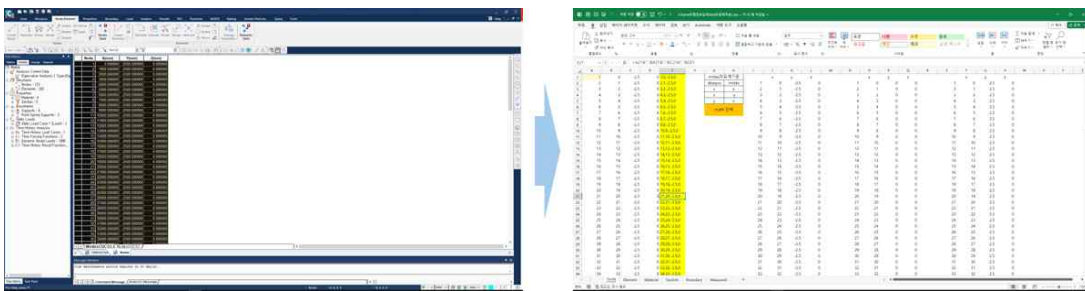


그림 2.1 MIDAS Civil의 node 정보를 복사하여 Excel 파일에 입력하는 모습

- 3) ‘0.frame모델정보입력(text파일제작용).xlsx’의 각 항목별 sheet마다 노란색으로 표시된 범위에 자동 완성되는 데이터를 ‘Railbridge\_information.txt.’에 복사하여 작성

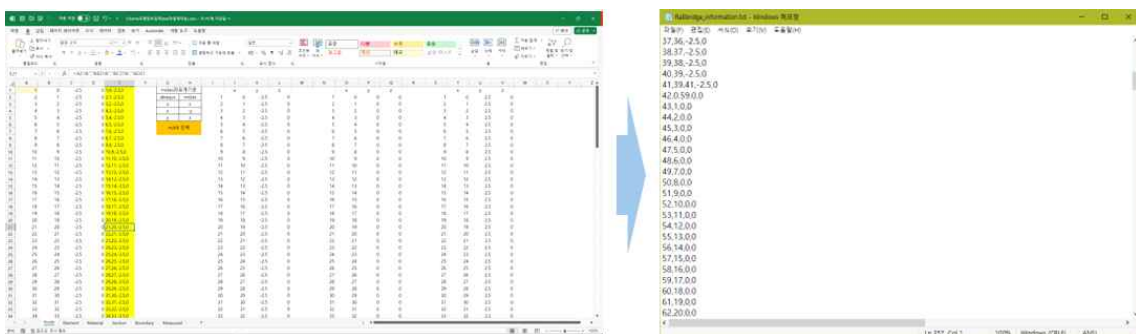


그림 2.2 Excel 파일에 자동완성된 입력데이터를 .txt파일에 입력하는 모습

## 2.2 GA.m 파일 paramter 입력 및 조정 방법

### ○ 교량의 탄성계수 개선 범위 설정 부분

GA 프로그램을 구동하는 가장 메일 파일은 GA.m입니다. 그림. 2.3은 GA.m의 화면이고, 코드를 실행시키면 자동으로 GA 최적화가 시작되며, 최적화가 진행되는 모습을 그림 2.4와 같이 간략한 창으로 알려드립니다. GA.m을 실행시키기 전에 개선하고자하는 철도교량의 탄성계수(Elastic Modulus)값의 개선 범위를 설정할 수 있습니다. 최적화 과정에서 결과가 발산하거나 비현실적인 결과가 도출되는 것을 방지하기 위해 사전에 사용자가 탄성계수 개선 범위를 미리 파악하고 있어야합니다.

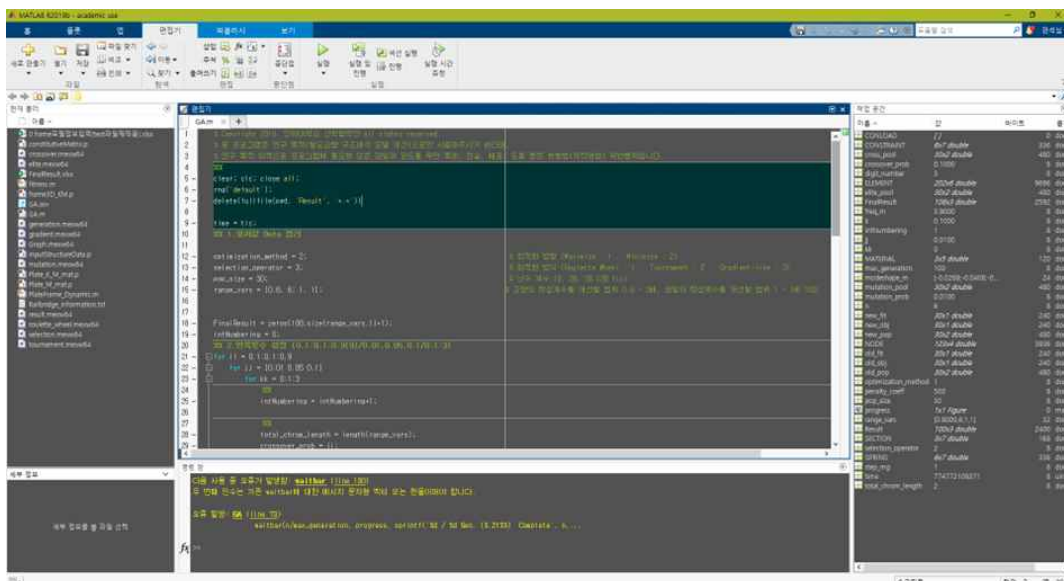


그림 2.3 GA.m 실행한 MATLAB 화면



그림 2.4 GA.m 실행 후 진행 과정 표시 화면

GA.m에서 15행의 'range\_vars'가 입력한 철도교량 탄성계수의 개선할 범위를 설정하는 부분입니다. 기존에 입력된 '[0.8, 6; 1, 1]'은 .txt 파일로 입력한 교량과 레일의 탄성계수를 개선할 범위를 의미하며, 교량의 탄성계수를 0.8에서 6배 범위에서 최적화된 결과를 도출하겠다는 의미이고, 레일의 경우는 필요시에만 범위를 조정하면 됩니다.

입력데이터 정보가 담긴 .txt 파일을 입력하는 부분은 'GA.m' 코드 중 40행 부분입니다. 코드 맨 끝에 작성된 .txt 파일 이름을 확인하시고, 파일명이 다를 경우 이 부분 파일명을 동일하게 변경해주신 다음, 'GA.m'을 실행해야 오류가 발생하지 않습니다.

## ○ GA 최적화 중 적합도 함수 오차율 설정 부분

파일 중 'fitness.m'은 GA 최적화 과정 중 적합도함수에 대한 내용이 담겨 있습니다. 최적화 과정에서 계측 응답으로 입력하는 고유진동수와 고유형상의 유사정도를 설정할 수 있습니다. 기존 제공되는 파일은 절대오차가 1% 이내로 발생할 경우 최적화된 것으로 설정되어 있습니다. 오차율 1%를 조정하여 더욱 개선된 결과를 출력하시려면, 'fitness.m' 코드 중 그림 2.5와 같이, 23과 24행의 수식 중 '0.01'을 수정하시면 됩니다.

```

%벌칙 함수 (Penalty Function)
pnt_value(i) = (max(sum((freq_m(1,:)-freq(i,:))./sum(freq_m(1,:))-0.01,0)) + ...
               (max((sqrt((ms1-as1)'*(ms1-as1))/sqrt(ms1'*ms1))-0.01,0)));
    
```

그림 2.5 fitness.m의 적합도 함수 오차율 조정 부분

## ○ 'PlateFrame\_Dynamic.m' 파일의 초기 탄성계수 설정 부분

.txt 입력데이터 파일에 입력한 초기 구조해석 모델의 탄성계수를 'PlateFrame\_Dynamic.m'에도 입력해야 합니다. 그림 2.6과 같이, 'PlateFrame\_Dynamic.m'의 27행에 철도교량의 교량부분 탄성계수와 레일부분 탄성계수를 입력해주시면 됩니다.



```
for popi = 1:pop_size
    IniMtrl = [27468000;210000000]; % 철도교량 탄성계수 [교량, 레일] 입력부분
    popSpringNumbering = size(IniMtrl,1);
```

그림 2.6 PlateFrame\_Dynamic.m의 초기 탄성계수 입력 부분

‘PlateFrame\_Dynamic.m’까지 설정이 완료된 다음, ‘GA.m’ 파일의 코드를 실행시키면 자동으로 다른 파일의 함수가 적용되면서 GA 모델 개선이 진행됩니다. 총 108번을 반복한 결과가 도출되고, 결과가 나오기까지 걸리는 시간은 모델의 크기에 따라 다르기 때문에 실행 중에 표시되는 MATLAB의 명령창을 참고하시면 됩니다.

## ○ 프로그램 가동 시 주의사항

해당 프로그램은 코드 중심으로 실행이 됩니다. 따라서 코드를 일부 수정하거나 1장에서 알려드린 파일들의 파일명을 수정할 경우, 프로그램이 작동하지 않고 오류가 발생할 수 있습니다. 따라서 제공해드리는 파일 그대로 사용을 권장 드립니다.

## 2.3 GA 프로그램 결과 확인 및 적용 방법

‘GA.m’ 파일의 실행이 종료되면 그림 2.4의 진행 표시 창이 자동으로 꺼지면서 MATLAB 명령창에 ‘>>’ 표시가 나타납니다. 코드에 자동으로 결과를 ‘Excel’ 기반 파일로 저장되게 하였고, 파일은 ‘FinalResult.xlsx’에 저장됩니다. 그림 2.7과 같이 총 108개의 GA 최적화 결과가 해당 결과 파일에 자동으로 수록되어 있습니다.

‘FinalResult.xlsx’의 A열은 교량의 초기 탄성계수를 개선할 배수이고, B열은 레일부분을 개선할 배수, C열은 GA 최적화를 과정에서 계산되는 가중치입니다. 교량의 초기 탄성계수에 GA 결과로 도출된 A열의 배수를 곱하면 교량의 개선된 탄성계수가 됩니다.

최종적으로, 총 108개의 GA 결과를 통한 개선된 탄성계수를 MIDAS Civil 기반 초기 구조해석 모델에 적용하고 해석 응답(고유진동수, 고유형상)을 계산

한 후, 실제 철도 교량의 계측 응답과 비교하여 가장 낮은 오차율이 나오는 것을 개선된 구조해석 모델로 선정하시면 됩니다.

[illegible]

그림 2.7 'FinalResult.xlsx'의 GA 최적화 결과 화면