

春課題弾塑性解析について

土木環境工学コース 4 年

7020501 青野紫音 7020529 河合隆吾 7020583 千代岡聖真

1. はじめに

春休み期間に SM400 の鋼材の厚さを変えて Salome-Meca で弾塑性解析を行なった。解析の際に用いたモデルは鋼材の片持ち梁と単純梁で、引張と曲げ解析を行い、235MPa で降伏するか確かめた。

2. 材料性質

材料性質については表-1、表-2 にまとめた。なお、単純梁のスパン長は 100mm である。

表-1 片持ち梁の材料性質

材料モデル 1	10mm×15mm×100mm
材料モデル 2	10mm×10mm×100mm
材料モデル 3	10mm×5mm×100mm
ヤング率 E	205000 MPa
ポアソン比	$\nu = 0.3$

表-2 単純梁の材料性質

材料モデル 4	10mm×15mm×120mm
材料モデル 5	10mm×10mm×120mm
材料モデル 6	10mm×5mm×120mm
ヤング率 E	205000 MPa
ポアソン比	$\nu = 0.3$

また、片持ち梁と単純梁の作成したモデルは図-1、図-2、図-3、図-4 に示している。

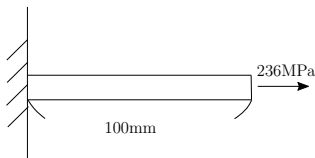


図-1 片持ち梁 (引張)

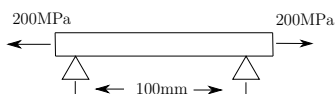


図-2 単純梁 (引張)

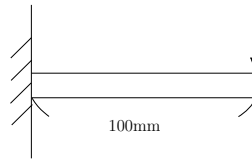


図-3 片持ち梁 (曲げ)

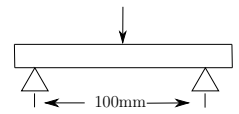


図-4 単純梁 (曲げ)

ちなみに、単純梁は支承を固定したモデルである。

なお、片持ち梁と単純梁にかけている荷重についてだが、引張に関しては図-1、図-2 に書いてあるとおりであり、面を引っ張って解析した。また、曲げに関しては同じ荷重をかけても降伏応力である 235MPa に届かないので、適宜荷重を調整している。載荷方向については、図-3 では矢印方向に面で載荷した。図-4 では載荷する箇所に面を作成して、その面を矢印方向に載荷した。そのときの荷重を表-3、表-4 にまとめた。

表-3 片持ち梁の曲げ荷重

モデル	荷重 (MPa)
10mm×15mm×100mm	9
10mm×10mm×100mm	7
10mm×5mm×100mm	5

表-4 単純梁の曲げ荷重

モデル	荷重 (MPa)
10mm×15mm×120mm	80
10mm×10mm×120mm	40
10mm×5mm×120mm	12

3. 解析結果

初めに、片持ち梁の解析結果を示す。まず、引張の解析結果を図-5 に示す。

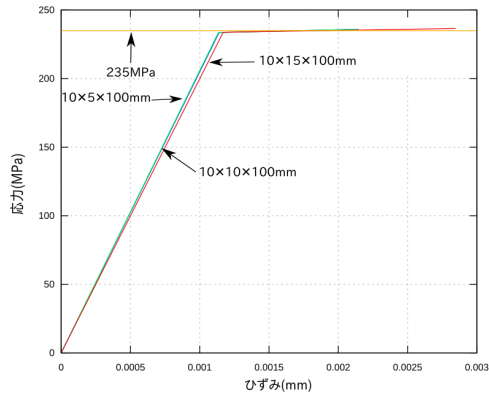


図-5 片持ち梁 (引張)

降伏時のひずみと応力は表-5 に示す。

表-5 片持ち梁引張の降伏時のデータ

モデル	ひずみ (mm)	応力 (MPa)
10mm×15mm×100mm	0.00114	233.8
10mm×10mm×100mm	0.00114	233.64
10mm×5mm×100mm	0.00113	233.64

次に、曲げの解析結果を図-6 に示す。

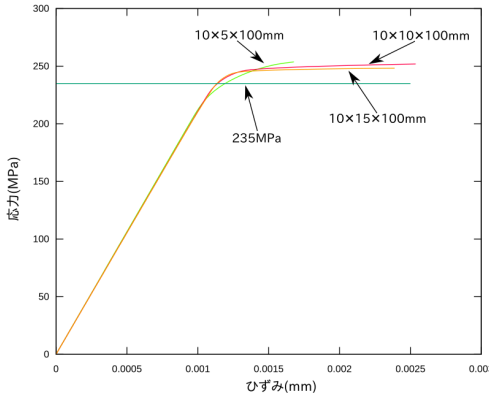


図-6 片持ち梁 (曲げ)

降伏時のひずみと応力は表-6 に示す。

表-6 片持ち梁曲げの降伏時データ

モデル	ひずみ (mm)	応力 (MPa)
10mm×15mm×100mm	0.00113	234.309
10mm×10mm×100mm	0.00110	229.697
10mm×5mm×100mm	0.00106	221.751

次は単純梁の解析結果を各モデルごとに示す。まず、引張の解析結果を図-7 に示す。

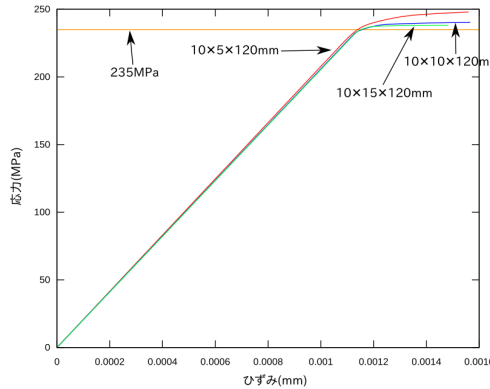


図-7 単純梁 (引張)

降伏時のひずみと応力は表-7 に示す。

表-7 単純梁引張の降伏時データ

モデル	ひずみ (mm)	応力 (MPa)
10mm×15mm×120mm	0.00115	234.457
10mm×10mm×120mm	0.00114	234.002
10mm×5mm×120mm	0.00113	234.089

次に、曲げの解析結果を図-8 に示す。

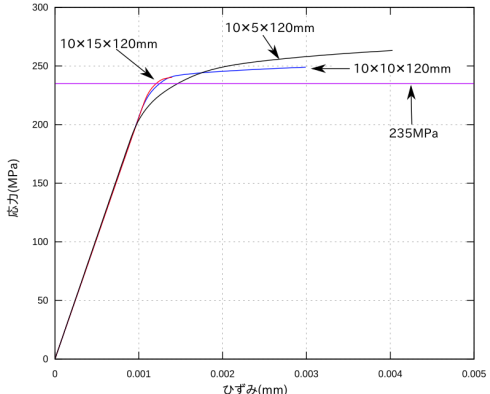


図-8 単純梁 (曲げ)

降伏時のひずみと応力は表-8 に示す。

表-8 単純梁曲げの降伏時データ

モデル	ひずみ (mm)	応力 (MPa)
10mm×15mm×120mm	0.00110	224.447
10mm×10mm×120mm	0.00107	218.189
10mm×5mm×120mm	0.00097	199.472

最後に、片持ち梁と単純梁の解析結果を同じグラフにまとめたものを図-9 と表-9 に載せる。

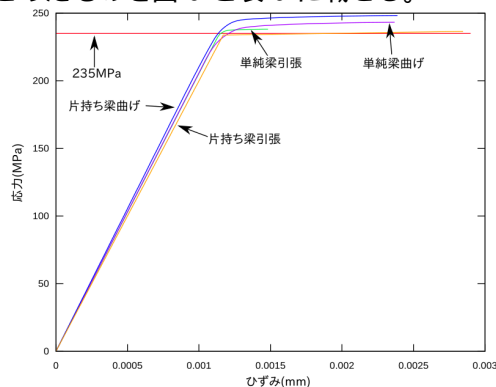


図-9 10mm×15mm のグラフ

表-9 10mm×15mm の降伏時データ

モデル	ひずみ (mm)	応力 (MPa)
片持ち梁引張	0.00114	233.8
片持ち梁曲げ	0.00113	234.309
単純梁引張	0.00115	234.457
単純梁曲げ	0.00110	224.447

4. 考察とまとめ

降伏時のひずみに関しては梁によらずほぼ一定値であったが、降伏時の応力は梁や載荷方法によってばらつきがあった。しかし、どの形状や載荷方法でも厚さ 15mm のときが降伏応力 235MPa に近い値が得られた。これは、厚さが厚くなるほど降伏応力 235MPa に近づくのは、JIS 規格上では厚さ 16mm 以下については 245MPa(設計上では 235MPa) となっているので、厚さ 15mm に近づくほど解析結果が良くなったと考えられる。

また、単純梁引張、片持ち梁引張、片持ち梁曲げ、単純梁曲げの順に精度がよくなることも分かった。これは図-9 を見ると分かりやすいだろう。曲げのほうが精度が悪いのは、曲げ方向の厚さが厚くなるほど部材の耐力も上昇するためだと考えられる。つまり、部材の降伏点を求める際は曲げ試験よりも引張試験を行うほうが良いと思われる。ちなみに、引張試験でも片持ち梁より単純梁のほうが降伏値 235MPa に近い値が得られている。なので、単純梁の引張試験を行うことによって、より正確な値が得られるだろう。しかし、図-9

と表-9 を見ると片持ち梁曲げが一番降伏応力に近い数値が出ている。他の鋼材でも解析していない上に厚さ 10mm を基準として ± 5mm の厚さ 3 種類のモデルの違いを検討するために作成したので解析回数も少ないため、こういう結果が得られたと考えられる。

また、梁や載荷方法にかかわらず降伏点が近いだけであって確実に一致しなかったので、より正確度が高い数値が得られるような方法を検討するのもいいだろう。

今回の降伏点を確認する際に解析から得られた応力とひずみのグラフから直線でなくなった点を降伏点としようとしたが、明確に降伏している点を確認することが難しかったため得られた応力とひずみよりヤング率を算定した。引張試験においては明確に降伏する 1 点を見つけることができたが、曲げ試験においては徐々にヤング率が減少していたため約 1000MPa 減少した 1 点を降伏点とすることにしたところ降伏時のデータが得られた。

以上をまとめると、解析結果より片持ち梁・単純梁の解析において引張の解析については部材の厚さによらず高い精度での降伏点の検証を行うことができた。しかし、高い精度で解析できて多少のずれは生じてしまっているのが材料の降伏点を求めたい際には機械的性質を考慮した上で材料の設定を行う必要があるだろう。