



座屈

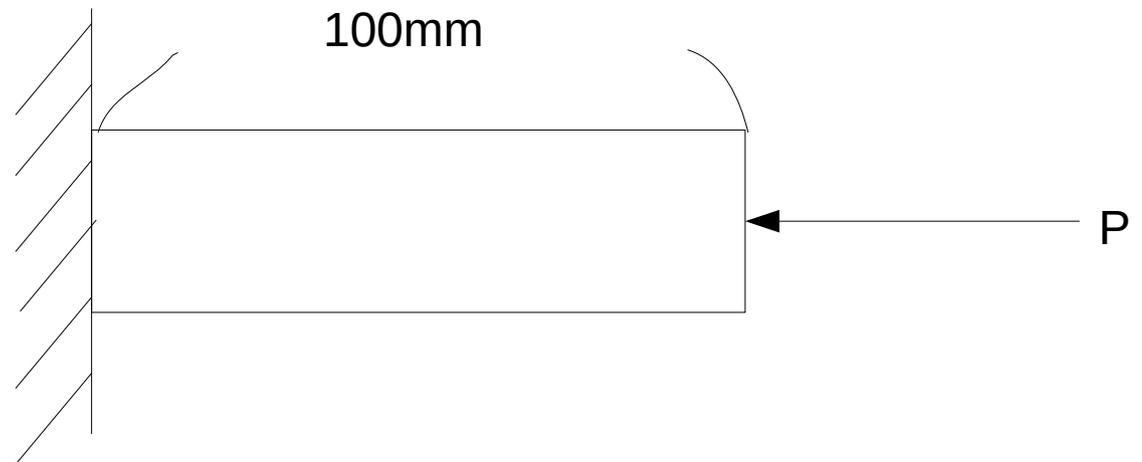
安藤 工藤 佐々木 辻

概要

- 片持梁、片方固定、単純梁で座屈解析を行う
- 一次、二次要素、弱軸、強軸で比較
- 理論値との相対誤差を求める
- 理論式：
$$P = \left(\frac{n\pi}{kL} \right)^2 EI$$
 - k: 有効長さ係数
 - E: ヤング率
 - I: 断面2次モーメント
 - L: スパン長
 - n: 座屈モード

片持梁

- $10\text{mm} \times 5\text{mm} \times 100\text{mm}$
- $P=50000\text{N}$
- $E=206000\text{N}/\text{mm}^2$
- $\nu=0.3$



片持梁の理論値

一次要素 一次モード

弱軸方向 :5294.63N 強軸方向 :21178.53N

一次要素 二次モード

弱軸方向 :47651.68N 強軸方向 :190606.74N

結果 片持梁

一次要素 一次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	93797	5541.15	4.656	21278.95	0.472
0.8	60625	5600.65	5.780	21338.55	0.756
0.9	21520	6031.7	13.92	21821.50	3.036
1.0	19543	6015	13.6	21826.75	3.061
2	2928	8510.5	60.738	23498.25	10.953
3	1379	8212.1	55.112	24202.95	14.280

一次要素 二次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	93797	49088.45	3.015	179847	-5.645
0.8	60625	49646.7	4.187	184380	-3.267
0.9	21520	53452	12.172	184380	-3.267
1.0	19543	53268.5	11.787	184354	-3.280
2	2928	74587	56.525	197805.5	3.777
3	1379	72521.5	52.191	234137	22.838

片持梁

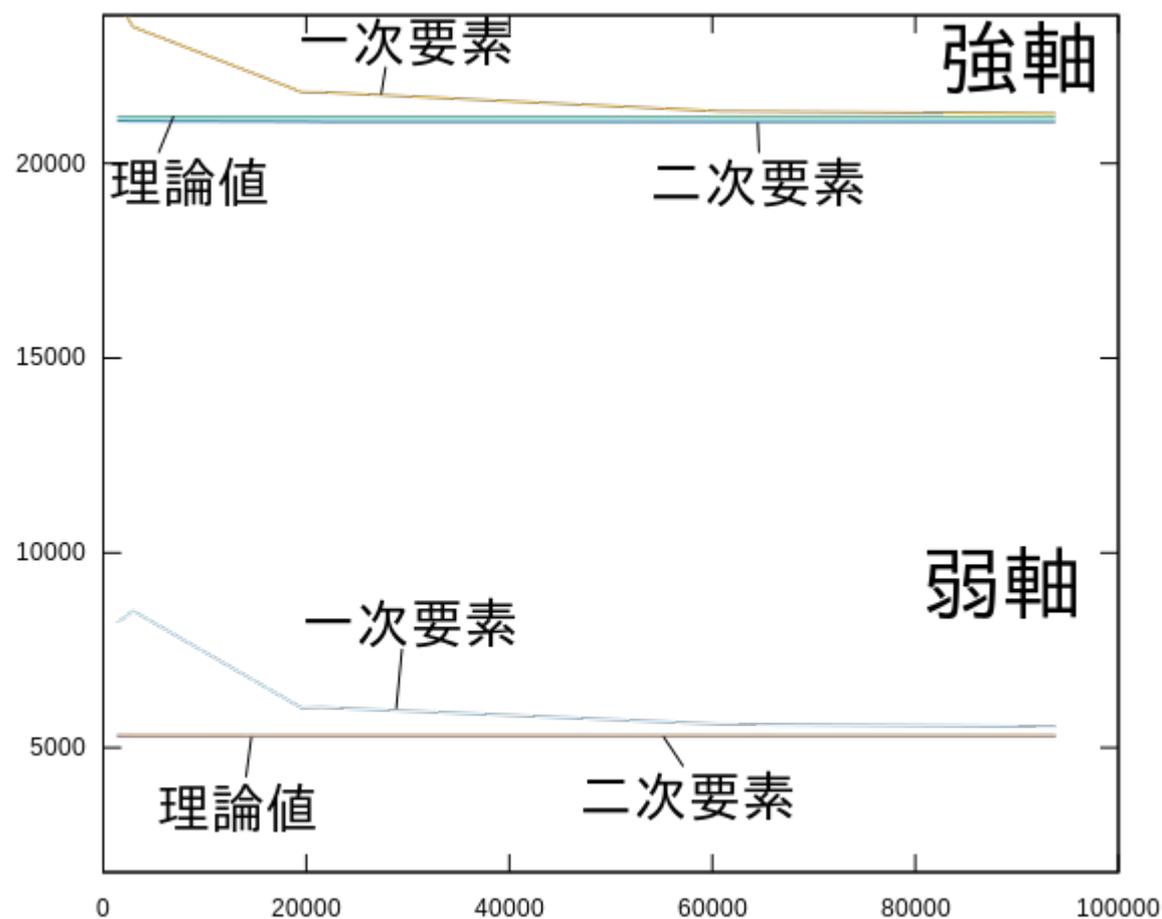
二次要素一次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	93797	5308.6	0.264	21067.75	-0.523
0.8	60625	5308.75	0.267	21068.15	-0.521
0.9	21520	5309.1	0.273	21069.35	-0.516
1.0	19543	5309.25	0.276	21070.3	-0.511
2	2928	5312.35	0.335	21081.60	-0.458
3	1379	5315.40	0.392	21089.3	-0.421

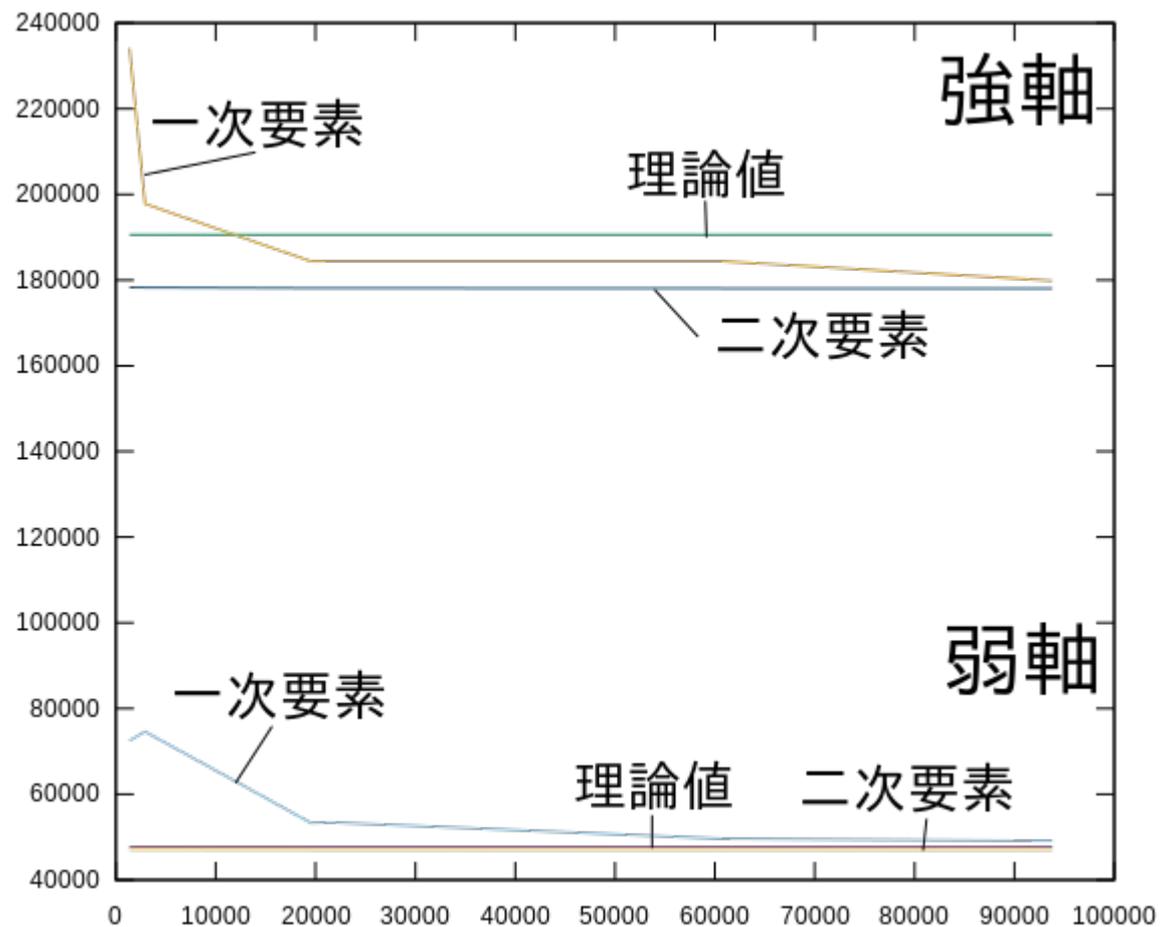
二次要素二次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	93797	47034.5	-1.295	178077	-6.574
0.8	60625	47035.95	-1.292	178080.5	-6.572
0.9	21520	47039.7	-1.284	178092	-6.566
1.0	19543	47041.25	-1.281	178099.5	-6.562
2	2928	47077.3	-1.205	178261.5	-6.477
3	1379	47110.8	-1.135	178282	-6.466

グラフ 1次モード



グラフ 2次モード



単純梁

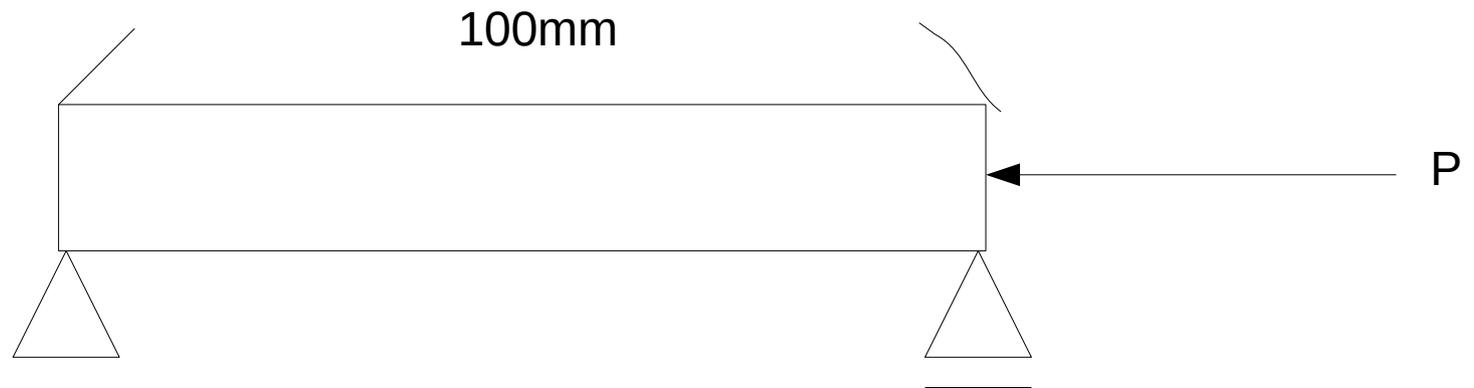
10mm×5mm×100mm

$P=50000\text{N}$

$E=206000\text{N/mm}^2$

$\nu=0.3$

梁の両端に支承があるものとして計算



理論値

一次モード理論値

弱軸方向 :21179N 強軸方向 :84714N

二次モード理論値

弱軸方向 :84714N 強軸方向 :338856N

単純梁

一次要素一次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	93797	21898	3.395	81855	3.375
0.8	60625	22141	4.542	82224	2.939
0.9	21520	23841	12.57	83786	1.095
1.0	19543	23781	12.29	83750	1.138
2.0	2928	33638	58.83	90036	6.282
3.0	1379	32035	51.26	91687	8.231

一次要素二次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	93797	85369	0.773	293753	13.31
0.8	60625	86179	1.729	312977	7.637
0.9	21520	92916	9.682	315815	6.800
1.0	19543	92782	9.524	315478	6.899
2.0	2928	129723	53.13	320761	5.340
3.0	1379	125641	48.31	330941	2.336

単純梁

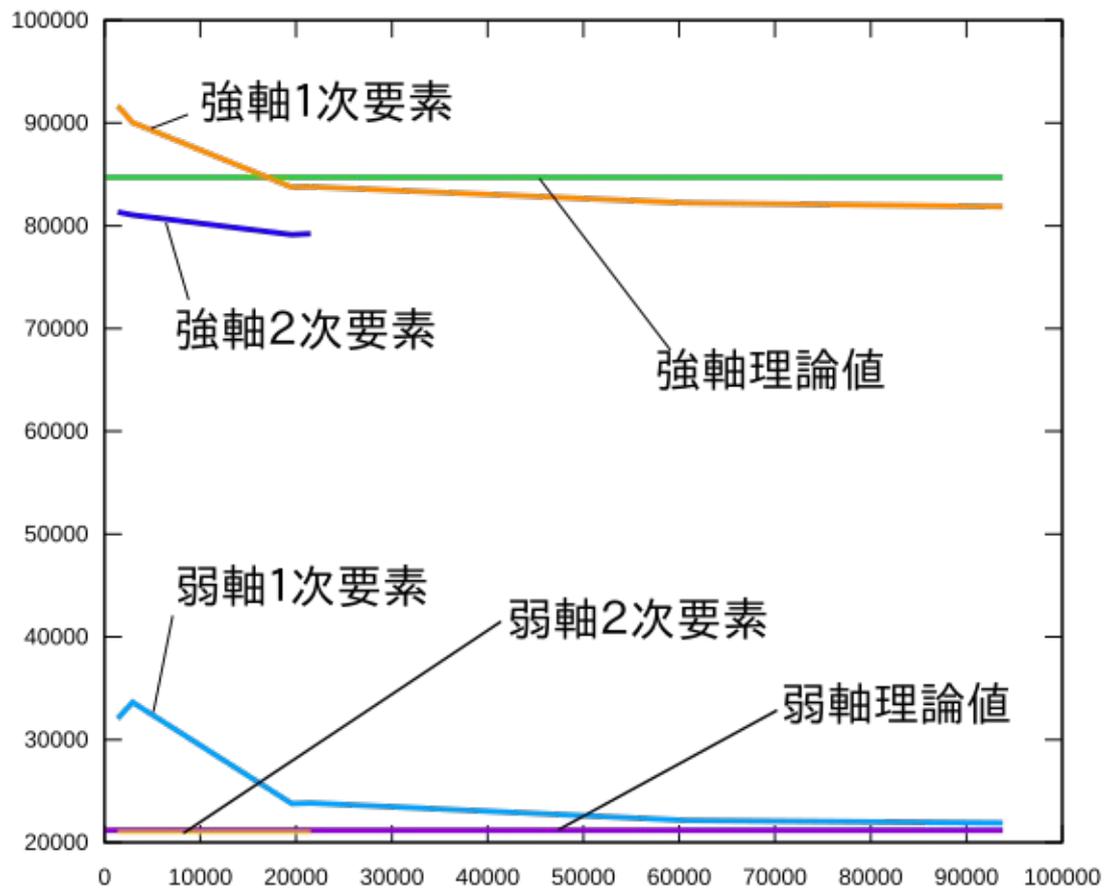
二次要素一次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	93797				
0.8	60625				
0.9	21520	20989	0.892	79224	6.481
1.0	19543	20990	0.888	79129	6.593
2.0	2928	20999	0.850	81044	4.332
3.0	1379	21004	0.826	81334	3.990

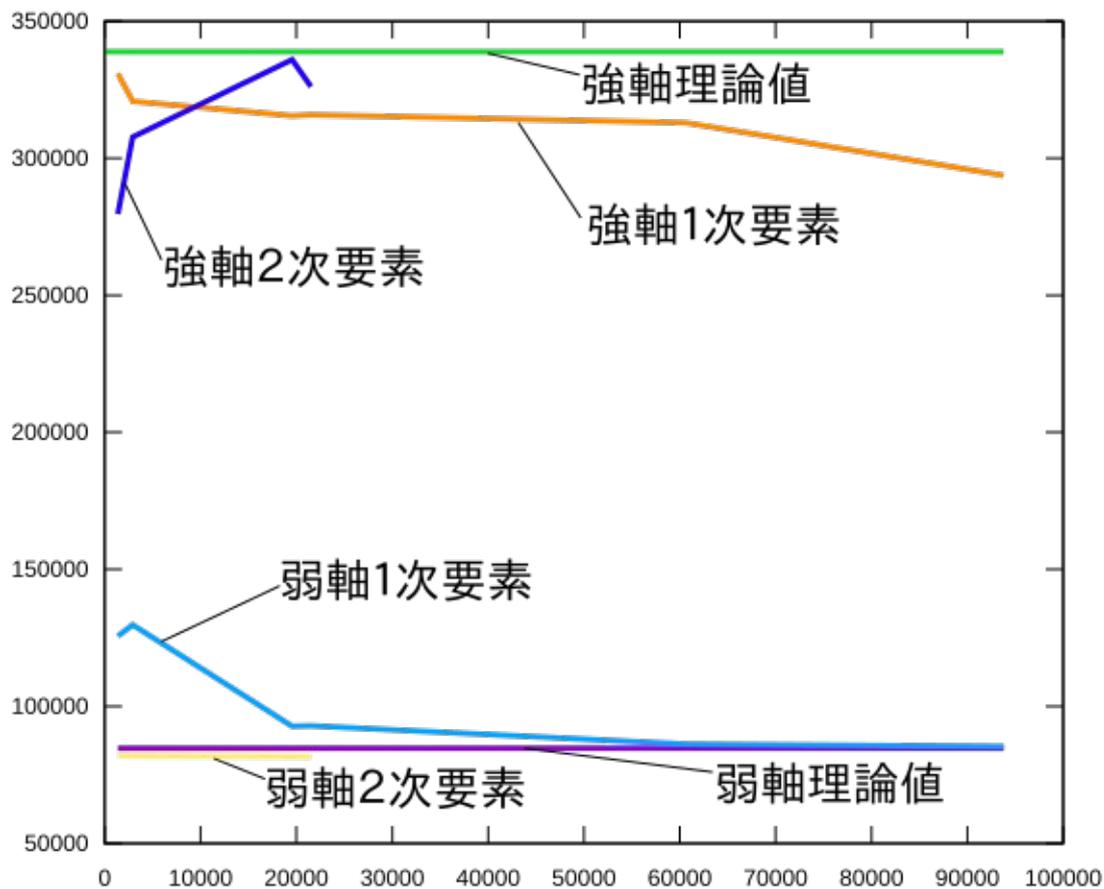
二次要素二次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	93797				
0.8	60625				
0.9	21520	81641	3.627	326113	3.761
1.0	19543	81673	3.590	335961	0.854
2.0	2928	81885	3.339	307703	9.194
3.0	1379	81978	3.230	279647	17.47

グラフ 1次モード



グラフ 2次モード



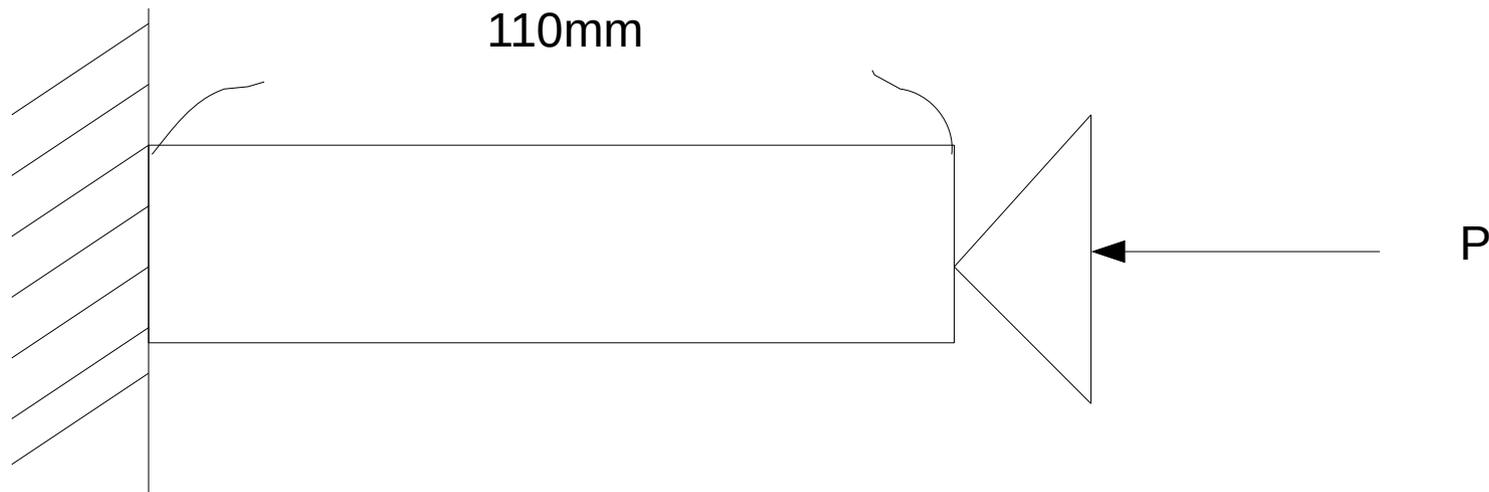
片方固定 他端回転

10mm×5mm×110mm

$P=50000\text{N}$ (0,0,100) と (10,0,100) を結ぶ直線をピン固定して解析した。

$E=206000\text{N/mm}^2$

$\nu=0.3$



理論値

一次要素 一次モード

弱軸方向 : 35720.2N 強軸方向 : 142880.9N

一次要素 二次モード

弱軸方向 : 142880.9N 強軸方向 : 571523.7N

片方固定 他端回転

一次要素 一次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	80513	32400.0	-0.093	118800	-0.169
0.8	61168	32650	-0.086	119000	-0.167
0.9	52074	32800	-0.082	119100	-0.166
1.0	20256	35400	-0.090	121550	-0.149
2.0	3102	40789.4	-0.142	130050.0	-0.090
3.0	1102	67349.0	0.885	136750.0	-0.043

一次要素 二次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	80513	110450	-0.227	198900	-0.652
0.8	61168	111350	-0.221	198150	-0.653
0.9	52074	111750	-0.218	198900	-0.652
1.0	20256	120400	-0.157	213800	-0.626
2.0	3102	167500.0	-0.172	-	-
3.0	1259	229175.0	-0.604	-	-

片方固定 他端回転

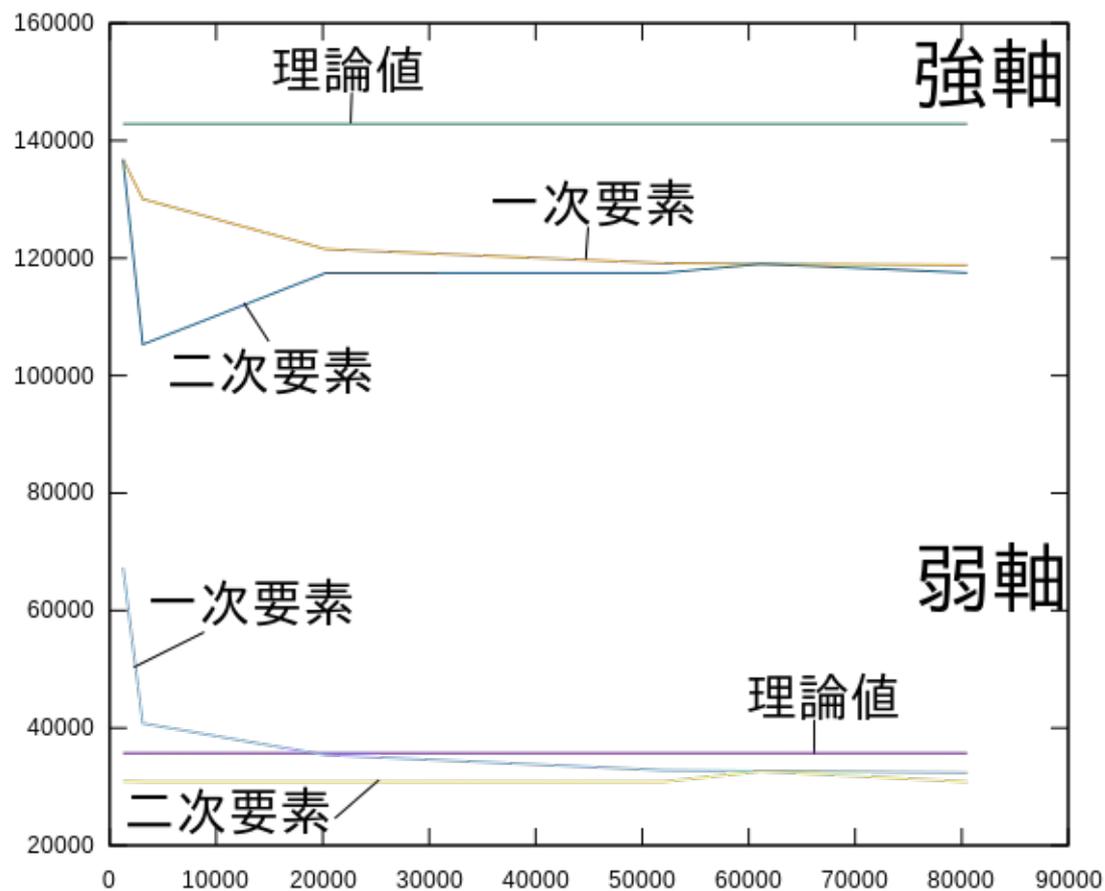
二次要素 一次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	80513	30830.2	-0.137	117500	-0.178
0.8	61168	32638.2	-0.083	119015.5	-0.167
0.9	52074	30832.3	0.137	117487.5	-0.178
1.0	20256	30836.0	-0.137	117479	-0.178
2.0	3102	30860.0	0.136	105310.0	-0.263
3.0	1259	30915.0	-0.135	136795.0	-0.043

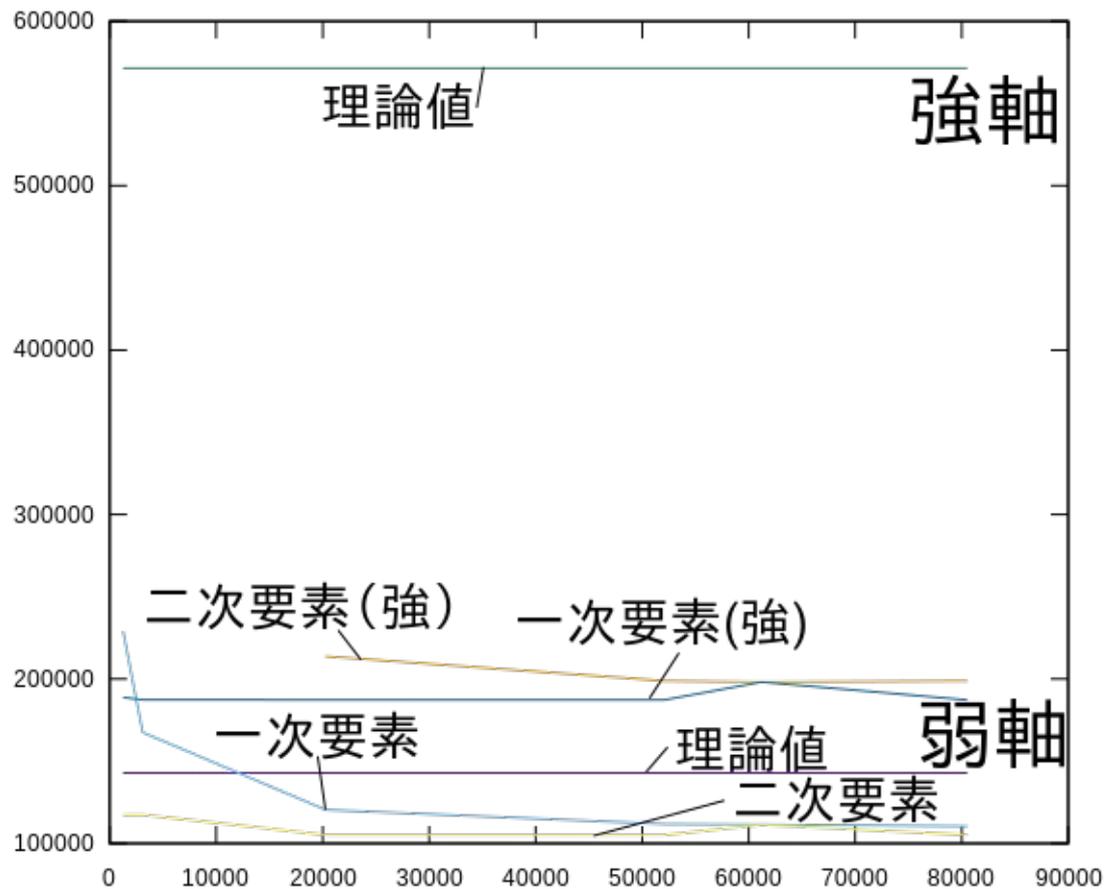
二次要素 二次モード

メッシュサイズ	要素数	弱軸方向[N]	相対誤差[%]	強軸方向[N]	相対誤差[%]
0.7	80513	105156	-0.26	187217	-0.672
0.8	61168	111326	-0.22	198137.5	-0.653
0.9	52074	105164	-0.264	187238.5	-0.672
1.0	20256	105180.5	-0.264	187285.5	-0.672
2.0	3102	117430.0	-0.178	187650.0	-0.672
3.0	1259	117255.0	-0.179	188695.0	-0.670

グラフ 1次モード



グラフ 2次モード



考察

強軸のほうが理論値と離れている

→ 強軸は座屈が起こりにくい方向で理論値と解析値とは誤差が大きくなってしまった

片持ち梁は理論値に近づくが、他端固定や単純梁に関しては強軸理論値と離れている

→ 固定箇所が増えて複雑になった

考察

両端固定の解析ができなかった

→ 両端固定は有効座屈長が短く、座屈荷重が一番大きいため座屈が起こりにくく解析が困難だった

改善策として断面形状を工夫する