

## 第 46 話 板の曲げははりの曲げとは違います 続編

2009 年 10 月 22 日 作成

萩原芳彦

第 45 話において、板の曲げははりの曲げとは異なること並びに有限板の応力状態は板幅方向に一様ではなく変化して分布することも明らかとした。本話では、前話において載せきれなかった板の形状の影響や力の作用の偏りによる影響の解析例を示しておこう。図 1 は前話において有限要素法で解析した正方形板の概略を示したものであり、 $b = 100 \text{ mm}$ 、 $l = 100 \text{ mm}$ 、 $h = 5 \text{ mm}$  とし、BF、CD を単純支持し、ABFE、CDHG 面に下側から面圧  $5.0 \text{ N/mm}^2$  を均等に作用させた条件で解析を行った。

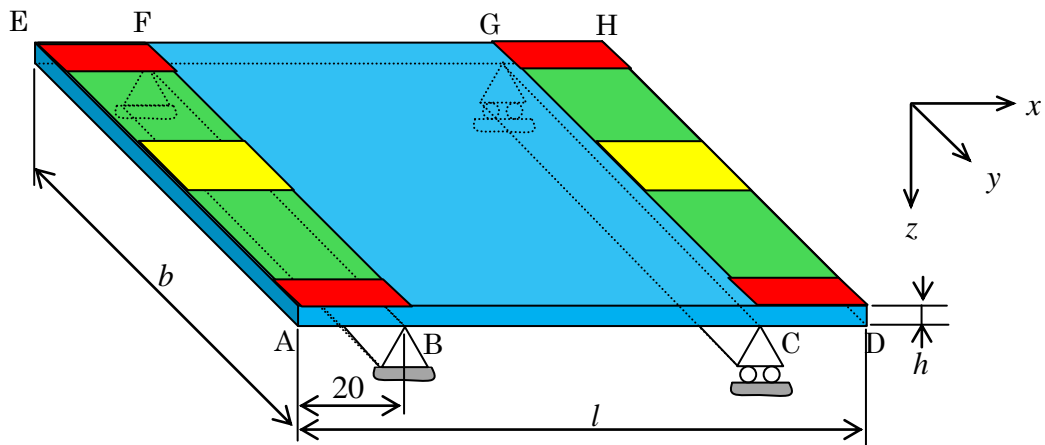


図 1

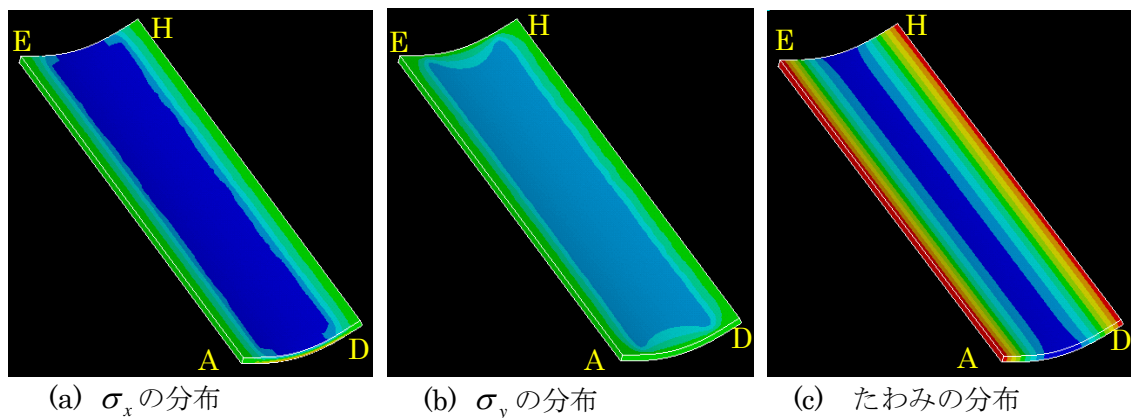


図 2

これに対して、図2の解析結果は、 $b = 400\text{mm}$  に変え、その他の条件はすべて変えずに解析したものである。AD、EH 端近くで応力やたわみはやや変わるが、板の大部分において応力やたわみの変化は一様であることが分かる。すなわち、このような条件での板の曲げにおいては板の曲げ理論から得られる結果をそのまま適用しても板のほとんどの場所で問題のないことが分かる。

一方、図3は $l = 400\text{mm}$  に変え、その他の条件は前話とすべて同じとした場合の解析結果である。この場合にははりの解析結果とほぼ同じ状況となり、 $\sigma_y$  は板のほぼ全範囲において零に近い値を示している。解析結果の図において応力分布の場合、板上面の応力を示しており、青色部分が最も応力は低く、圧縮応力であり、緑色の部分は応力がほぼ零の部分を示している。また、たわみ解析では赤色部が上方に大きく変位した部分であり、青色部が下方に大きく変位した部分である。黄緑部は変位がほとんどなかった支点近傍に生じている。

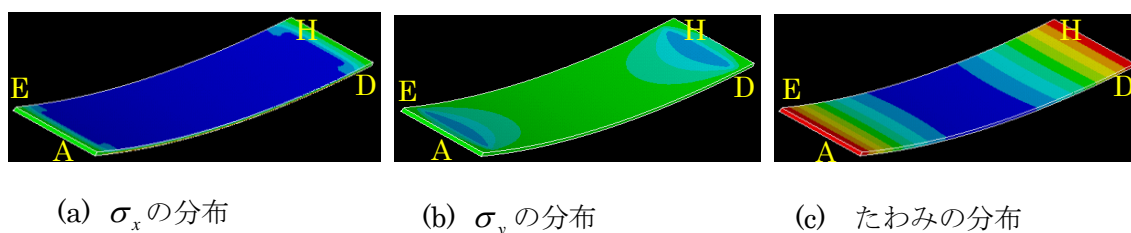


図3

以上のように、板を曲げた場合の応力のはりの曲げの式から得られる値とは状況によってかなり異なるものとなる場合があるのである。概算の応力を求める場合にははりの応力の式を用いてもよいが、厳密な応力計算が必要な場合にはその形状を見定め、板の曲げの計算式を念頭に置くことが必要であり、状況に応じて有限要素法解析をすることもよいであろう。

以上は板の形状の影響について示したものであるが、外力の作用の仕方の影響もはりの場合よりも生じやすい。前話と同じ正方形板に作用する面圧を一部に集中して作用させた場合の解析結果を図4、5に示す。図4は、図1に黄色で示した板幅 $100\text{mm}$ の中央部の $20\text{mm}$ の範囲だけに面圧 $25\text{N/mm}^2$ を作用させた場合であり、図5は図1に赤で示すように、板の両端 $10\text{mm}$ の範囲だけに面圧 $25\text{N/mm}^2$ を作用させた場合である。すなわち、いずれも板幅全体に面圧 $5\text{N/mm}^2$ を作用させた場合と等価な外力を作用させた状態である。

図 4、5 からわかるように、外力の作用のさせ方によって応力分布も変形も異なっていることが分かる。例えば、図 4(a)の中央部①の上面の応力 $\sigma_x$ は約 $-260\text{MPa}$ であるのに対して、板の端②では約 $-220\text{MPa}$ となる。また、図 5(b)の場合では、中央部①の上面の応力 $\sigma_x$ は約 $-210\text{MPa}$ であるのに対して、板の端②では約 $-280\text{MPa}$ となる。第 45 話で板幅全体に一様に外力を作用させた場合の有限要素法結果では中央部分①で $-237\text{MPa}$ 、板の端部分②で $-250\text{MPa}$ となり、板の曲げ応力の理論解析の結果である $-240\text{MPa}$ にかなり近い範囲で分布したものと比べると大きな違いが生じている。なお、図 4、5 において $\sigma_x$ の分布図と $\sigma_y$ の分布図では色の範囲が異なるので同じ色が同じ応力状態を示しているわけではない。

以上、第 45 話と本話において板の曲げ解析例を示した。板の曲げを解析するときの注意点がある程度理解できたであろう。さらに詳しくは前話で示した参考書や有限要素法での解析によって調べるとよいであろう。

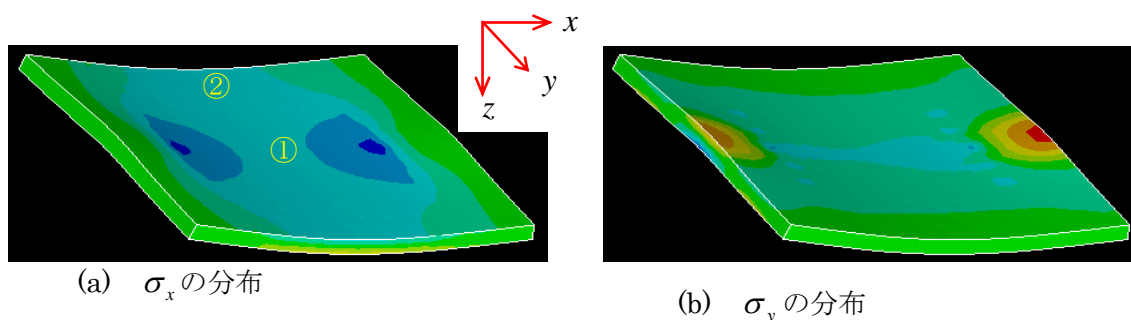


図 4

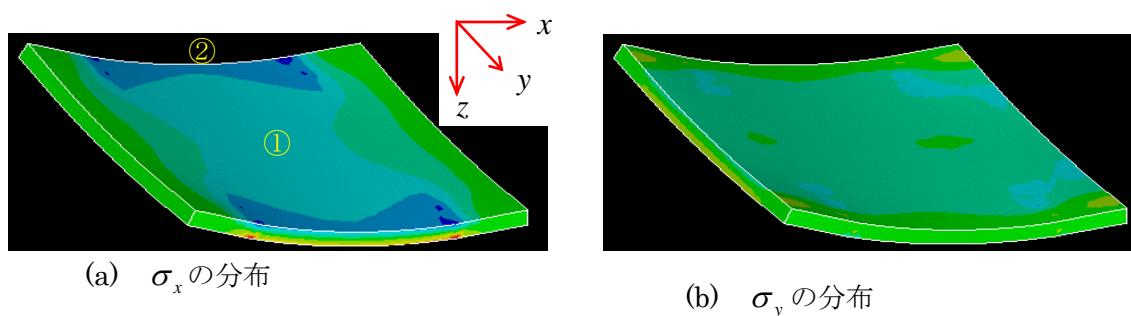


図 5