

サンドイッチ構造鋼板の座屈・耐荷力に関する研究

信州大学大学院 学生員 ○古田 忍
信州大学工学部 正 員 清水 茂

1. はじめに

鋼橋と騒音振動の問題は、現状では避けられず、今後重要視されていくと思われる。

騒音振動を低減させる手法の一つに、その発生源のエネルギーを低減させることが挙げられる。この手法を応用した構造部材に、柔軟な芯材を有するサンドイッチ構造鋼板がある。この構造部材を橋桁に用いることにより、騒音振動の抑制が可能であると思われる。

本研究は、基本的なサンドイッチ構造鋼板の強度特性について、汎用有限要素法解析プログラム LUSASを用いて、数値解析をした結果をまとめ、サンドイッチ構造鋼板の強度特性の情報を補うものである。

2. 解析方法

解析モデルは、サンドイッチ構造鋼板の基本的な性質を明らかにするため、図1に示すような、平板モデルを採用した。平板モデルの寸法は、 $1000 \times 1000(\text{mm})$ で全板厚を 10mm とし、これらの値はこのモデルの全てに共通させた。境界条件は、四辺単純支持とし、x軸方向の単軸圧縮荷重を載荷した。また、パラメーターには、表面材と芯材の厚さの割合と、芯材のせん断弾性係数の値を採択した。本研究では、解析の利便性のため、芯材のヤング率の値を介して、芯材のせん断弾性係数を与えている。そこで、芯材のヤング率の値を表面材のヤング率の値の $1/1000$ 、 $1/100$ のモデルをそれぞれ $1/1000$ 系、 $1/100$ 系のモデルとし、芯材のヤング率にエポキシ系樹脂の値を用いたモデルをエポキシ系モデルとした。それぞれのモデル系において、表面材(f)と芯材(c)の割合(f/c)は $25/75$ 、 $33/67$ 、 $50/50$ 、 $67/33$ 、 $75/25$ とし、全15モデルを解析した。

また、全モデルにおいてポアソン比は 0.35 に統一した(表1参照)。また、実際の数値計算には、解析モデルの対称性を考慮し、4分の1モデルを用いた。

表1：解析モデルの名前一覧

表面材/芯材 (%)	1/1000系	1/100系	エポキシ系
25/75	c-3f25c75	c-2f25c75	ef25c75
33/67	c-3f33c67	c-2f33c67	ef33c67
50/50	c-3f50c50	c-2f50c50	ef50c50
67/33	c-3f67c33	c-2f67c33	ef67c33
75/25	c-3f75c25	c-2f75c25	ef75c25

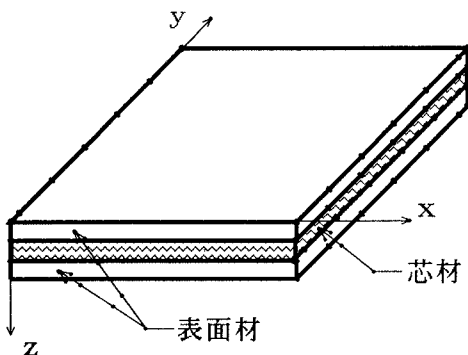


図1：サンドイッチ構造鋼板

芯材の材料特性

1/1000系

表面材ヤング率の値の $1/1000$ ($2.058\text{E}+2\text{N/mm}^2$)
せん断弾性係数 76.2N/mm^2

1/100系

表面材ヤング率の値の $1/100$ ($2.058\text{E}+3\text{N/mm}^2$)
せん断弾性係数 762N/mm^2

エポキシ系

エポキシ樹脂を想定したヤング率の値 7000N/mm^2
せん断弾性係数 2593N/mm^2

全てのモデルにおいて、ポアソン比 0.35

3. 結果

1/100系モデルについては、表面材の割合と終局強度がほぼ比例している(図2参照)のに対し、1/100系モデルでは、単純に表面材の厚さの割合を増やしても、それに伴う終局強度の増加は見られなかった(図3, 4参照)。エポキシ系モデルについても、1/100系モデルと同様のことが確認された。これらのことから、サンドイッチ構造鋼板の終局強度は、芯材のせん断弾性係数の値と表面材のその値との間に大きな差があると、芯材が容易にせん断変形するため、表面材のみの強度に依存するといえる。また、芯材のせん断のせん断弾性係数の値が表面材のせん断弾性係数にある程度近づいてくると、芯材部分による圧縮抵抗が、終局強度の増加に与える影響にかなりの効果があるといえる。

サンドイッチ構造鋼板における変形モードは、普通の平板に単軸圧縮を載荷した場合の変形モードと等しいことが確認された。

4. 結論

全板厚一定のサンドイッチ構造鋼板の終局強度について、芯材のせん断弾性係数と、全板厚に対する、表面材と芯材の割合を変化させた数値解析をしたことにより、以下のことが明らかになった。

- 1) サンドイッチ構造鋼板の全板厚が一定の場合、芯材の種類によっては、表面材の割合を単純に大きくするだけでは、終局強度が必ずしも大きくなっていくわけではない。
- 2) 芯材のせん断弾性係数の値を大きくして、終局強度を高めようとする、芯材のせん断変形による振動の吸収効率が低下すると考えられるため、注意が必要である。

5. 参考文献

- 1) 森山他：面内に圧縮荷重を受けるサンドイッチ板の座屈強度に関する実験的研究、土木学会第50回年次学術講演会、1995年
- 2) 宮崎他：制振鋼板を用いた鋼橋の設計施工に関する検討、土木学会第52回年次学術講演会、1997年
- 3) FEA. Ltd : LUSAS ver. 12 User Guide 1997年

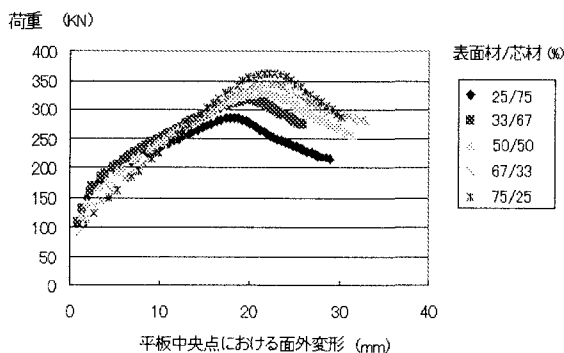


図2：1/100系モデル荷重-面外変形曲線

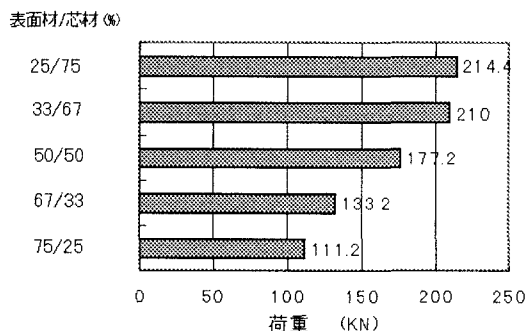


図3：1/100系モデル座屈荷重

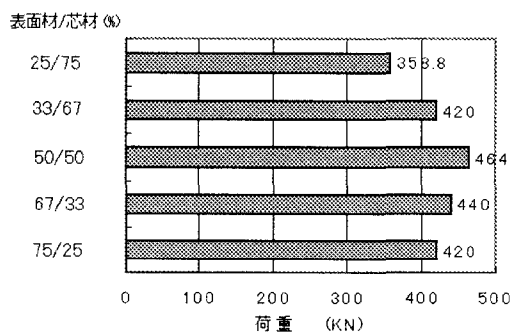


図4：1/100系モデル終局荷重