

早稲田大学理工学部 学生員 ○森山 卓郎

早稲田大学理工学部 川口 喜史

早稲田大学理工学部 正 員 依田 照彦

1. はじめに 構造物の大型化に伴い、構造材料の低コスト化・軽量化が図られており、その一つの手段としてサンドイッチ構造が用いられている。サンドイッチ構造は、航空機を初めとして古くから利用されてきたが、近年、土木・建築分野における複合材料の適用という観点から、特に、座屈耐荷力に着目した研究がなされるようになってきている。そこで、本研究では、サンドイッチ板の表面材と心材のヤング率の比、および板厚構成比を変化させて座屈実験を行い、サンドイッチ板の座屈挙動について検討した。

2. 実験方法 実験用供試体としては、表面材にアルミ板、心材に表面材と比較してヤング率の無視出来るゴム、および無視出来ない樹脂を用いた。供試体の寸法は 270×70 (mm)であり、表面材の板厚および心材の板厚、材質をTable 1に示す。また、表面材と心材は接着剤により一様に接着させた。これらの供試体を、上下両端を固定し、側面の一方が単純支持、もう一方が自由の支持条件になるように治具に取り付けた後、アムスラー圧縮試験機により座屈試験を行った。このとき、試験中の各荷重レベルにおいて、鉛直方向のひずみを供試体表面の表裏8ヶ所に貼り付けたひずみゲージを用いて測定し、鉛直変位を試験機に取り付けたダイヤルゲージにより測定した。

3. 実験結果及び考察 Fig.1において、一枚板およびサンドイッチ板の曲げ剛性 D_0 、 D はそれぞれ次式で与えられる。

$$D_0 = \frac{E_1 t_0^3}{12(1-\nu_1^2)} \quad , \quad D = \frac{E_2 t_2^3}{12(1-\nu_2^2)} + \frac{E_1(t_1^3 - t_2^3)}{12(1-\nu_1^2)} \quad (1 a, b)$$

一枚板の座屈荷重 P_{cr0} に対するサンドイッチ板の座屈荷重 P_{cr} の比 P_{cr}/P_{cr0} は同一支持条件および同一板幅であれば D/D_0 にほかならない。ゆえに、

$$\frac{P_{cr}}{P_{cr0}} = \frac{D}{D_0} = \left(\frac{t}{t_0} \right)^3 \left\{ 1 - \left[1 - \frac{E_2}{E_1} \right] \left[1 - \frac{2t_1}{t} \right]^3 \right\} = 1 - \left[1 - \frac{E_2}{E_1} \right] \left[1 - \frac{2t_1}{t} \right]^3 \quad (2)$$

ただし、(1 a, b)において $\nu_1 = \nu_2$ 、 $t = t_0$ とした。(2)式を種々のヤング率の比 E_2/E_1 について表した関係をFig.2(a)に示す。この図より、表面材の割合、すなわち $2t_1/t$ が小さい場合、 E_2/E_1 の影響が顕著となるが、ある程度大きい0.8以上では E_2/E_1 によらず P_{cr}/P_{cr0} はほぼ1であることがわかる。次に、本実験で得られた荷重と鉛直変位の関係をFig.3に示す。この図および荷重とひずみの測定結果より各々の座屈荷重を求め、それぞれ P_{cr}/P_{cr0} を計算しプロットしたものをFig.2(b)に示す。ただし、 P_{cr0} はA材の座屈荷重130kgfとした。ここで、図中の実線は式(2)において、本実験と同様、 E_2/E_1 が0および0.04(以下、それぞれaシリーズ、bシリーズと記す)について、また、一点鎖線は表面材2枚を重ねた場合について表したものである。この図より、いずれの場合も P_{cr}/P_{cr0} の実験値は上述の実線よりも著しく低下していることがわかる。これは、a、bいずれも心材のせん断弾性係数が極めて小さいために、心材が載荷中、容易にせん断変形してしまうことに起因していると考えられる。これにより、表面材と心材とが一体となって座屈に抵抗しないために、座屈荷重の低下が誘起されたと推察される。また、特にaシリーズにおける P_{cr}/P_{cr0} は、表面材を2枚重ねただけの場合に酷似した傾向を示していることがわかる。以上のことから、心材のせん断弾性係数が著しく小さい場合、表面材2枚が単に独立した板として挙動し、心材は両者のせん断力を伝達しているだけにすぎず、圧縮荷重を分担しないことがわかる。

4. 結論 サンドイッチ板の座屈挙動について、以下のことが明らかになった。1)表面材の割合がある程度高い場合には、 P_{cr}/P_{cr0} は E_2/E_1 によらずほぼ1であり、逆に表面材の割合が低い場合には E_2/E_1 の大小の影響

