

I - 651

衝撃荷重を受ける積層板の衝撃緩衝効果に関する実験的研究

早稲田大学理工学部 学生員 ○桑原 善浩

早稲田大学理工学部 正 員 依田 照彦

(株) ハザマ

一瀬 修志

1. まえがき

高い剛性と高い強度を持った積層板は、衝撃荷重を受けるとその高い剛性のため大きな荷重を小さな変形のもとに伝えることになる。しかしながら、衝撃荷重を受ける場合には、その高い剛性のため大きな荷重を小さな変形のもとに伝えることになり、衝撃力の緩和という観点からは常に理想的とは考え難い。そこで、本研究では軸圧縮力を受ける積層板の衝撃力を緩和する方策の一つとして、三層よりなる積層板の層間にスリットを入れ、座屈モードを制御することにより、衝撃力の緩和が可能であるかどうかを調べた。その結果、実験的研究により、スリットの位置や大きさを変化させることによって、積層板の衝撃緩衝効果が変化することが確かめられた。このことは、座屈荷重と座屈モードの制御により、座屈後の剛性低下を有効に利用でき、衝撃荷重の緩和が積層板に期待できることを示唆するものと考えられる。

2. 実験用供試体および実験の概要

2. 1 実験用供試体

実験用供試体には、アルミニウム板を用いた。今回の実験に用いた積層板の全体形状はいずれの供試体も縦27cm、横7cmの平板(内り25cm×5cm)である。また、積層板は、厚さ0.3mmのアルミ板3枚を接着剤で張り合わせて作成されている。スリットは、板厚を3等分する面内に長さ5cmのものを全幅に図-1のように配置し、スリットの位置や長さの変化が座屈モード、座屈後の剛性に及ぼす影響を調べるため、図-1(実験①・②・③)に示す3種類のスリットを採用した。

2. 2 実験の概要

実験は、上下両端固定(上下両端1cmづつを固定している)で、側面両側を2本のシリンダー支柱ではさむ(左右の縁より1cmのところに円形断面の支柱を設けている)ことにより単純支持の条件を満足させるようにした。供試体表面には、座屈モードを調べる目的から、ひずみゲージを8枚張り付けた。荷重の載荷は、圧縮荷重P(kgf)を加え、荷重の増加に合わせて、各荷重レベルでひずみと同時にダイヤルゲージを用いて荷重方向の縮み量d(mm)を測定した。

3. 実験の結果と考察

まず、実験①として図-1①のようなスリットを持つ供試体を用いて、静的載荷試験を行った。図-2に、圧縮荷重と軸方向変位の関係を示す。図-2の変形モードは、通常の座屈モードと類似している。データから、150kgf付近が座屈荷重であることも確認できる。

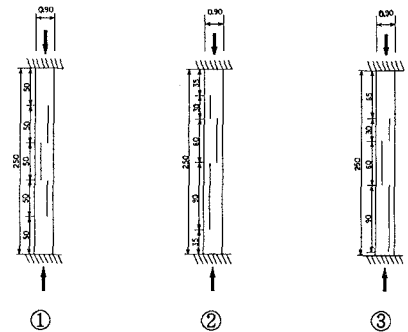


図-1 実験用供試体

次に、図-1②に見られるようにスリットの位置と大きさを変えた実験②を実施した。この実験②の結果である図-3より座屈荷重は、200 kgf 前後であることが分かり、座屈波形が伝播していく様子は図-3の変形モード図からも観察できる。このように、スリットの大きさと位置を変えることによって、座屈荷重と座屈後の荷重-変位曲線がある程度制御できることが分かる。

実験③は、実験②と同じようにスリットの長さを上から順に30 mm、60 mm、90 mmと1:2:3の比にした場合であるが、その位置は30 mmづつ下側にずれている。図-4に示す荷重-変位曲線も実験②の曲線と同様の傾向を示しており、座屈荷重は200 kgf付近と推定できる。全体的傾向は、実験②と似ているものの、図-4の変形モード図を見ると、座屈波形の伝播の様子があまりはっきりしない。今回のアルミ積層板の実験では初期不整を測定していないため、供試体そのものの製作精度の問題、供試体の固定方法の信頼性などの影響も無視できないと思われる。

以上の実験①、②、③の結果から、スリットの位置と大きさを変化させることによって座屈荷重を制御できる（実験①では座屈荷重約150 kgf、実験②では約200 kgf、実験③では約200 kgfである）ことが分かり、座屈点以降の荷重と変位の関係もある程度制御できることが定性的に確かめられた。今回の数少ない実験結果から判断すると、スリットの入れ方としては、実験②の供試体の場合が望ましく、衝撃力の緩和という面ですぐれていると考えられる。つまり、積層板の層間に初期の状態からスリットを適切に配置しておくことにより、衝撃緩衝効果を高めることができると判断される。

参考文献

- 1) 依田・梅田・多田：衝撃荷重を受ける複合材料積層板のエネルギー吸収機構に関する実験的研究，土木学会第47回年次学術講演会，1992，9，pp. 1100-1101.
- 2) Yoda, T., Aoki, T. and Ando, K.: Crashworthiness Design of Laminated Plate Structures with Multiple Delaminations, 1st International Conference on Advanced Composite Materials in Bridges and Structures, 1992, pp. 569-575.

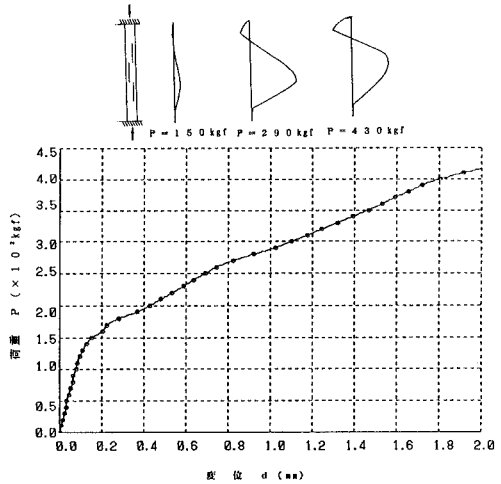


図-2 荷重-変位曲線とモード図（実験①）

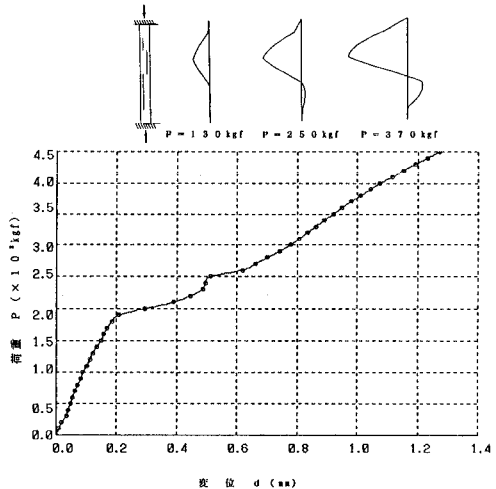


図-3 荷重-変位曲線とモード図（実験②）

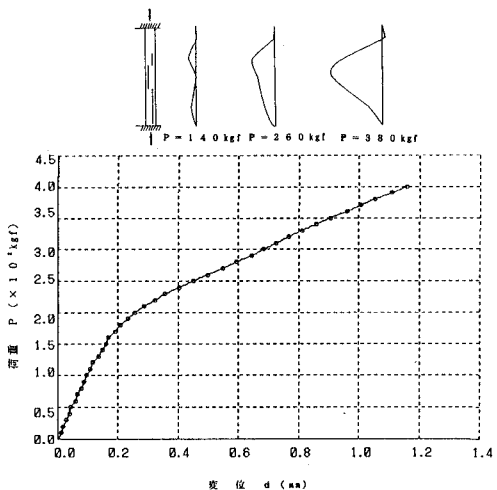


図-4 荷重-変位曲線とモード図（実験③）