

I-554

鋼 I 形断面ばりの衝撃挙動について

山梨大学 正員 岡村美好
 山梨大学 正員 深澤泰晴
 北野建設(株) 小川夏樹

1. はじめに

衝撃荷重や列車荷重のような高周波成分の卓越する外力が作用する鋼薄肉断面ばりの動的挙動においては、断面変形の影響が大きいことはよく知られている。著者ら¹⁾も、横衝撃荷重を受ける単純支持鋼 I 形断面ばりについて、有限帯板法とモード解析法を用いて弾性応答解析を行い、衝撃挙動における断面形状の変化およびひずみの伝播の様子を明らかにしてきた。

本研究では、単純支持鋼 I 形断面ばりについて弾性衝撃実験を行い、先に行った有限帯板法による弾性応答解析の妥当性について検討した。

2. 実験概要

図-1に示すような両端が単純支持された鋼 I 形断面ばりについて、弾性衝撃実験を行った。インパルスハンマーによりスパン中央断面の上フランジ自由縁(A点)に衝撃荷重を作用させ、荷重載荷断面より10cm離れた断面の上フランジ中央(①点)、上フランジ自由縁(②点)、および腹板(上フランジ接合辺より6.5cm下、③点)に加速度ピックアップを設置して、各位置での振動速度応答を測定した。

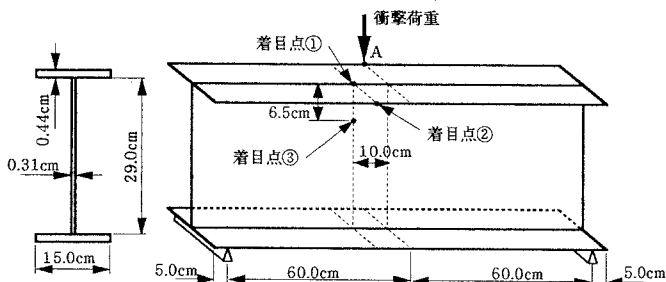


図-1 実験供試体

3. 解析方法¹⁾

図-1の実験供試体を16要素の有限帯板要素でモデル化(図-2)し、モード解析法を用いて動的応答解析を行った。モード解析法ではモード次数300次(項数29)までを用い、材料定数はヤング率206GPa、ポアソン比 $\nu=0.3$ 、単位質量 $\rho=0.785 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ 、減衰定数はすべてモードについて0.02とした。荷重は、衝撃実験で得られた衝撃力の波形を振幅 $P_0(\text{N})$ 、継続時間 $t_0(\text{sec})$ の半周期正弦波パルスで置き換えて作用させた。

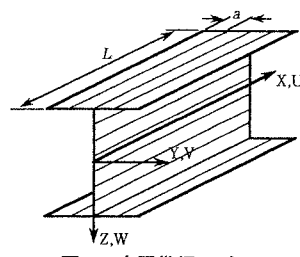


図-2 有限帯板モデル

4. 実験結果と解析結果の比較

図-3にインパルスハンマーによる衝撃力の波形を示す。荷重条件(1)は、インパルスハンマーの先端チップがビニールの場合であり、解析では $P_0=70\text{N}$ 、 $t_0=4\text{msec}$ とした。荷重条件(2)はインパルスハンマーの先端チップがプラスチックの場合であり、解析では $P_0=700\text{N}$ 、 $t_0=0.5\text{msec}$ とした。

荷重条件(1)のときの上フランジ自由縁(②点)の鉛直方向速度応答およびそのパワースペクトルを図-4に示す。実線が解析結果、破線が実験結果を表す。実験結果と解析結果を比較すると、応答波形は振幅、周期とも異なっている

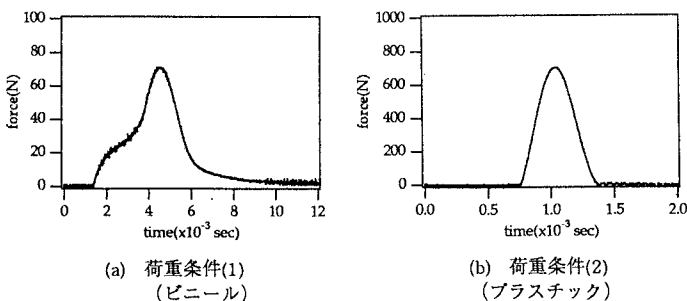
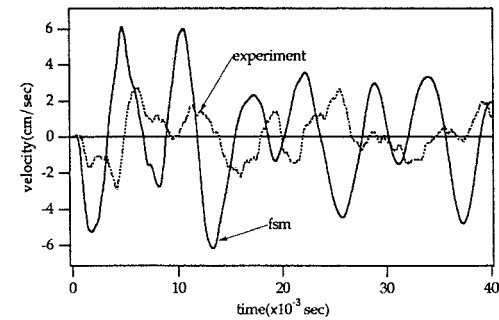
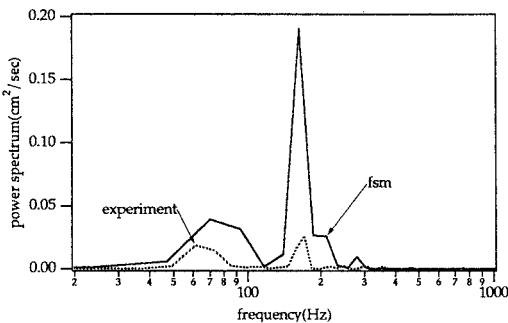


図-3 インパルスハンマーによる衝撃力の波形

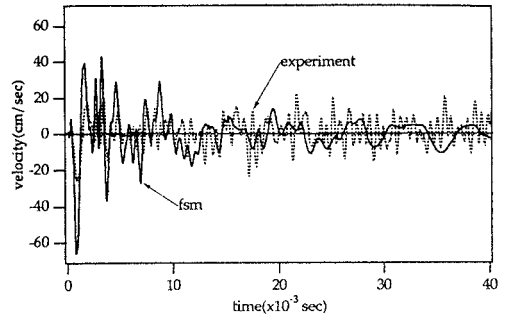


(a) 上フランジ自由縁の鉛直方向速度応答

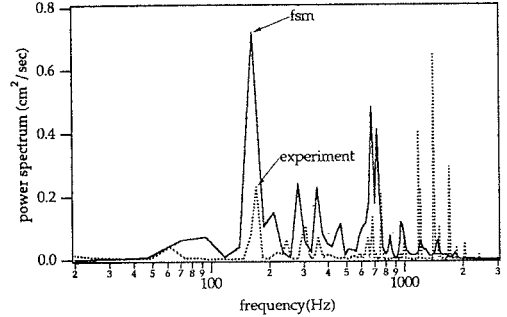


(b) パワースペクトル

図-4 実験結果と解析結果の比較(I)
(荷重条件(1))



(a) 上フランジ自由縁の鉛直方向速度応答



(b) パワースペクトル

図-5 実験結果と解析結果の比較(II)
(荷重条件(2))

が、パワースペクトルにおいては卓越周波数はほぼ一致(約80Hz, 160Hz, 280Hz)しており、本解析により妥当な結果が得られていることがわかる。なお、これらの卓越周波数は、固有振動解析の結果より、項数1の弱軸回りの曲げ振動(82.99Hz), 項数3の弱軸回りの曲げ振動(167.2Hz), 項数3の曲げねじり振動(281.1Hz)にそれぞれ対応しているものと考えられる。

図-5は、荷重条件(2)のときの上フランジ自由縁(②点)の鉛直方向速度応答およびそのパワースペクトルである。応答波形は、1msec程度までは解析結果と実験結果がほぼ一致し、10msec以降は解析結果のほうが振幅が小さく周期の長い低次振動を示している。これより、荷重の継続時間が短い場合の初期の応答は境界条件に影響されない局所的な変形に支配されていることがわかる。パワースペクトルにおいては、実験結果と解析結果の卓越周波数はほぼ一致し、約1000Hzを境に解析結果と実験結果のペクトル振幅の大小関係が逆転して1000Hz以上では実験結果のほうが大きなスペクトル振幅となっている。このようなスペクトル振幅の違いは解析において減衰定数をすべてのモードに対して一定としたために生じたものであり、本解析によりほぼ妥当な結果が得られたと考えられる。

5. まとめ

単純支持鋼I形断面ばりについて弾性衝撃実験を行い、有限帯板法による解析結果の妥当性について検討した。解析モデルと実験モデルの境界条件および減衰定数の違いにより応答波形は一致しなかったが、スペクトル解析により卓越周波数が一致することが確認でき、解析結果の妥当性を明らかにすることができた。

<参考文献>

- 1) 岡村美好, 深澤泰晴: 鋼I形断面ばりの衝撃挙動に関する基礎的考察, 構造工学論文集, Vol.40A, pp.749~758, 1994.3