

I-560

硬質ウレタン添加プレートガーダーの衝撃振動について

(株)宮地鐵工所 正員 太田貞次 山梨大学 正員 岡村美好
 山梨大学 正員 深澤泰晴 山梨大学 正員 杉山俊幸
 北野建設(株) 小川夏樹

1. はじめに

硬質ウレタンは鋼鉄道橋の騒音低減工法に用いられ、その効果は明らかにされているが、硬質ウレタンを添加したことによりプレートガーダーの振動特性がどのように変化するのかは解明されていない。そこで、著者ら¹⁾は、硬質ウレタンを添加したプレートガーダーの振動特性を明らかにするために、有限帯板法と有限プリズム法を併用した離散化モデルを用いて硬質ウレタン添加プレートガーダーの固有振動解析を行い、固有振動特性を明らかにした。

本研究は、硬質ウレタンを添加したプレートガーダーの振動特性を定量的に把握することを目的として、先に提案したモデル¹⁾を用いて硬質ウレタン添加プレートガーダーの衝撃応答解析を行った。

2. 解析方法

図-1に示すような硬質ウレタンを添加したI形プレートガーダーについて、プレートガーダー部分を有限帯板要素(16要素)、硬質ウレタン部分を8節線有限プリズム要素(8要素)で離散化した(図-2)。なお、有限帯板要素と有限プリズム要素を併用した場合、帯板要素とプリズム要素の境界において変位が不連続になるが、プレートガーダー部分も8節線プリズム要素で離散化したモデルについて固有振動解析を行い、本モデルとほぼ一致した結果が得られることを確認している。

応答計算はモード解析法を用いて行い、モード次数300次(項数21)までを使用した。解析モデルの断面寸法および材料定数を表-1、2に示す。減衰定数はすべてのモードに対して0.02とし、衝撃荷重は振幅 $P_0(N)$ 、継続時間 $t_0(sec)$ の半周期正弦波パルスとした。

3. 衝撃応答解析結果

図-3のような両端を単純支持した硬質ウレタン添加プレートガーダーのスパン中央断面の上フランジ中央(A点)または上フランジ自由縁(B点)に衝撃荷重を作用させ、スパン中央断面から10cm離れた断面における応答を求めた。

$P_0=70N$ 、 $t_0=4msec$ の衝撃荷重をスパン中央断面の上フランジ中央(A点)に作用させた場合の上フランジ自由縁(C点)の鉛直方向速度応答とそのパワースペクトルを図-4に示す。実線は硬質ウレタン添加プレートガーダー、破線はプレートガーダーの応答を表す。応答波形は、振幅に違いは見られるが周期はほぼ一致している。パワースペクトルでは、

いずれも約460Hzが卓越し、スペクトル振幅は硬質ウレタンの添加により約半分になっている。項数1の強軸回りの曲げ振動の固有振動数が硬質ウレタン添加プレートガーダーで465.8Hz、プレートガーダーで

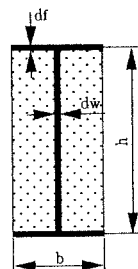


図-1 硬質ウレタン添加I形断面図

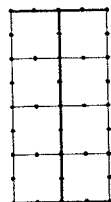


図-2 要素分割

表-1 断面寸法 (単位: cm)

h	b	dw	df
30.0	15.0	0.32	0.45

表-2 材料定数

	弾性定数 (GPa)	ポアソン比	単位質量 (kg/m ³)
プレートガーダー	206	0.3	7.85×10^3
硬質ウレタン	層方向	5.49	0.0
	層直角方向	2.55	

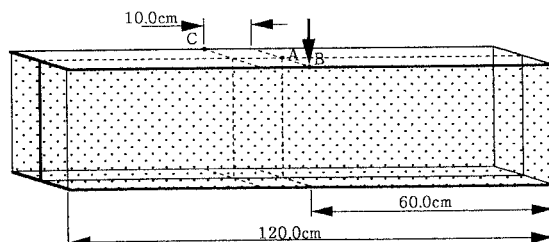
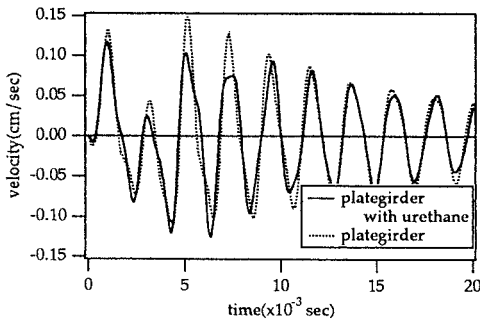
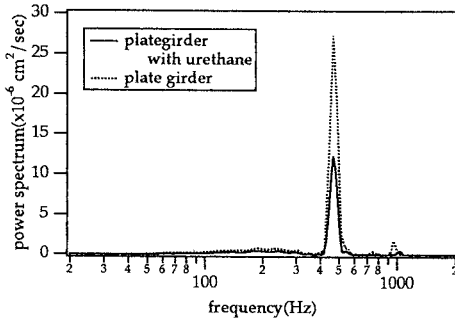


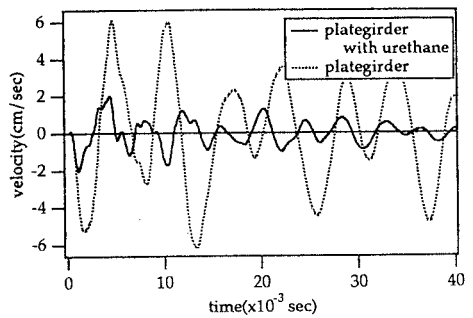
図-3 解析モデル



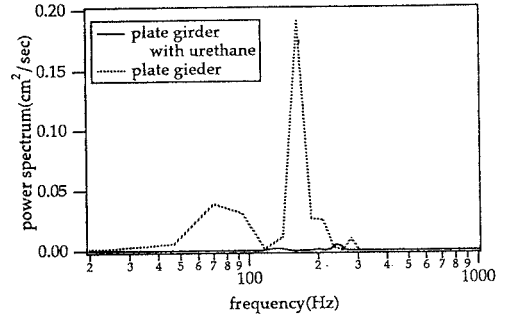
(a) 着目点Cの鉛直方向速度応答



(b) パワースペクトル

図-4 硬質ウレタンの影響(I)
(中心載荷)

(a) 着目点Cの鉛直方向速度応答



(b) パワースペクトル

図-5 硬質ウレタンの影響(II)
(偏心載荷)

466.2Hzであることから、卓越周波数はこれに対応するものと考えられる。

同様の荷重をスパン中央断面の上フランジ自由縁(B点)に載荷した場合の上フランジ自由縁(C点)の鉛直方向速度応答とそのパワースペクトルを図-5に示す。偏心載荷の場合には、初期の応答はほぼ一致しているが、その後は硬質ウレタンの影響が顕著に現れ、硬質ウレタンを添加したことにより最大振幅は30%程度に小さくなり、周期も短くなっている。また、パワースペクトルより、硬質ウレタンの添加によって卓越周波数が約160Hzから約240Hzと大きくなり、スペクトル振幅は1割以下にまで減少することがわかる。なお、項数3の弱軸回りの曲げ振動の固有振動数がプレートガーダーで167.2Hz、硬質ウレタン添加プレートガーダーで244.4Hzであることから、卓越周波数はいずれも項数3の弱軸回りの曲げ振動に対応していると考えられる。

4. まとめ

以上より得られた結果をまとめると次のようになる。

1) 硬質ウレタン添加プレートガーダーの解析モデルとしてプレートガーダー部分を帯板要素、ウレタン部分を8節線プリズム要素で離散化したモデルを用いることにより、硬質ウレタンの影響を考慮した衝撃応答解析を行うことができた。

2) I形プレートガーダーの衝撃挙動に対する硬質ウレタンの影響は中心載荷よりも偏心載荷のときに顕著に生じ、振動速度の最大振幅は30%程度に抑えられる。

本報告は衝撃荷重の継続時間や減衰定数が限られた場合の結果を示しただけであるので、今後は、荷重の継続時間による違いやプレートガーダーと硬質ウレタンの減衰定数および硬質ウレタンの物性値の違いも考慮した解析を実行する予定である。

<参考文献> 1)岡村, 小川, 深澤, 太田:硬質ウレタンを添加したプレートガーダーの固有モード特性, 第49回年次学術講演会講演概要集, I-592