

I - 14 硬質ウレタンを添加した鋼板の振動特性

高松工業高等専門学校 学生員 ○藤川直毅
国土交通省 青木亮介
高松工業高等専門学校 正会員 太田貞次

1. はじめに

鋼橋とコンクリート橋とを比較すると、鋼橋は軽量化が可能であるとの利点がある反面、振動や騒音が発生しやすいとの欠点を有している。特に鉄道橋では、騒音を嫌ってコンクリート橋が採用されることが多いなど、鋼橋にとって騒音問題は避けては通れない課題である。本研究では、鋼橋の騒音源の一つである腹板から発生する構造音の低減を目的として、鋼板に硬質ウレタンを添加した試験体を利用して、加振方法の異なる2種類の振動実験を行い、その振動性状に及ぼす硬質ウレタンの効果を調べた。

2. 実験及び実験結果の考察

2.1 振動加振機による振動実験

(1) 実験概要

振動台上に試験体をセットし、加振機を用いて振動を与え、固有振動数を求めた。試験体を写真-1に、試験体の形状寸法及び支持条件を次に示す。

試験体：鋼板—500 mm×500 mm×4 mm

ウレタン厚—なし、50 mm、100 mm

支持条件：2辺単純支持、2辺自由

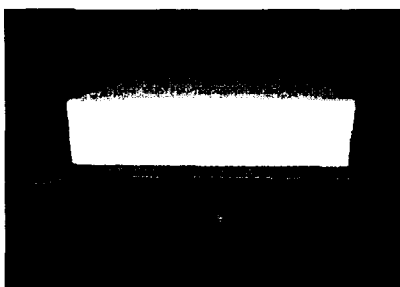


写真-1 試験体

実験では、加振機の振動数を変化させて、試験体中央に取り付けた小型加速度ピックアップを通じて得られる応答加速度がピークとなる振動数を求めた。

(2) 実験結果及び考察

加振機の振動数を増加させて得られるピーク値の小さいほうから2つの振動数をそれぞれ1次、2次の固有振動数と定義し、それらの値を表-1に示す。表より、1次の固有振動数は全て50Hz前後であり、ウレタン厚が増加

表-1 固有振動数

ウレタン厚(mm)	固有振動数(Hz)	
	1次	2次
0	52	169
50	49	172
100	48	233

してもあまり変化は見られない。一方、2次の固有振動数はウレタン厚の増加に伴って、増加していることが分かる。

2.2 衝撃荷重による振動実験

(1) 実験概要

試験体の真上50cmの高さから3種類のボールを自由落下させ、衝撃荷重により加振した。実験では2.1で使用した試験体の他に、ウレタン厚150mmの試験体を追加した。ボールの種類及び支持条件を以下に示す。

ボールの種類：

ゴルフボール、テニスボール、ソフトボール

支持条件：2辺固定、2辺自由

(2) データ処理

データは、試験体中央に取り付けた小型加速度ピックアップを通して入力し、振動計を介して振動加速度波形をデータレコーダーに収録した。振動加速度波形から減衰定数を求めるとともに、FFTアナライザーにより周波数分析を行い、得られたスペクトル図から卓越振動数を取り出してそれを固有振動数とした。

減衰定数 h は、振動加速度波形における隣り合う振幅を利用して次式により求めた。

$$h = \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \left| \frac{y_m}{y_{m+1}} \right|$$

ここに、 y_m 及び y_{m+1} は m 番目と $m+1$ 番目の振動加速度波形の振幅を示す。

(3) 実験結果及び考察

1) 振動加速度波形

実験結果の一例として、鋼板のみとウレタン厚150mmの2種類の試験体にゴルフボールを落下させて加振した

時の振動加速度波形を図—1 に示す。

この結果からはウレタンの有無による加速度振幅の違いは見出せないが、硬質ウレタンを添加することにより、振動が急激に収束する様子が分かる。

2) 減衰定数

3 種類のボールで加振させた時のウレタン厚と減衰定数の関係を表—2 に示す。ボールの種類によらず、ウレタン厚が増すにつれて減衰定数が大きくなっており、鋼板のみとウレタン厚 150mm の試験体を比較すると、ウレタンを添加することにより全てのボールの種類で減衰定数が 60%以上増加している。

また、硬いゴルフボールを落下させたケースでは特に減衰定数が大きく、鋼板だけの場合と比較して 61%増加し、減衰定数は 0.0412 となった。

3) 固有振動数

振動加速度波形を F F T 解析して得られた固有振動数とパワースペクトル密度を表—3 に示す。

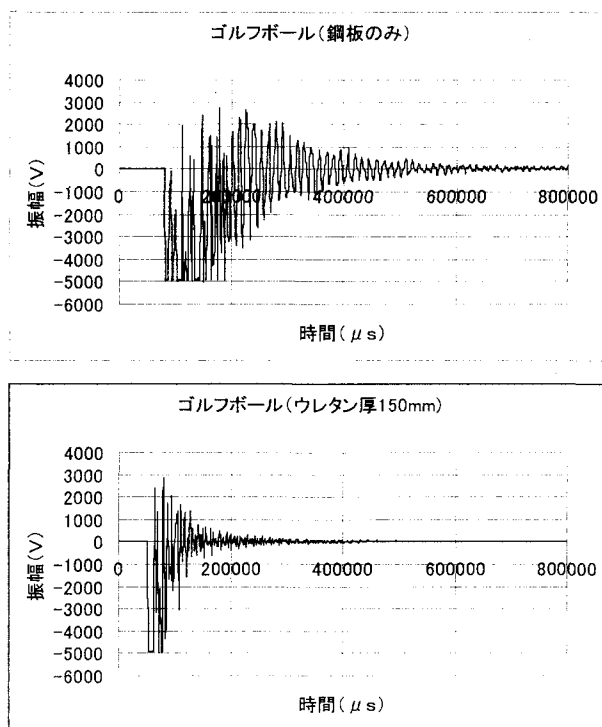
テニスボール、ソフトボールを衝突させたケースでは、2.1 の実験結果で得られた固有振動数を参照して 2 次の固有振動が卓越していることが分かる。また、ウレタンの影響について考察すると、ウレタン厚が増加するにつれて試験体の剛性が大きくなり固有振動数は増加している。それに対して、パワースペクトル密度はあまり変化しておらず、硬質ウレタンの添加が振動の抑制につながっていないことが分かった。

ゴルフボールを衝突させたケースでは、鋼板のみとウレタン厚 50mm の試験体は 1 次の固有振動数が卓越し、パワースペクトル密度はそれぞれ 50, 45dB となった。それに対して、ウレタン厚 100, 150mm の試験体では 1 次振動のパワースペクトル密度は 29, 28dB と非常に小さくなった。しかし 2 次振動におけるパワースペクトル密度の減少が小さく、振動全体のパワースペクトル密度はそれほど低下していない。また、2.1, 2.2 の実験結果を比較すると、2 次振動の固有振動数は両方の実験結果が近い値となっているのに対して、1 次振動の固有振動数では 50%程度の差が生じている。これは、両者の支持条件が異なるためと考えられる。

4. まとめ

2 種類の加振方法で振動実験を行い、硬質ウレタン添加の影響として次の知見が得られた。

① 振動加速度波形から、硬質ウレタンを添加しても振幅は変わらないが、振動が急激に収束する。



図—1 振動加速度波形の一例

表—2 減衰定数

ウレタン厚(mm)	0	50	100	150
ゴルフボール	0.0256	0.0268	0.0377	0.0412
テニスボール	0.0241	0.300	0.0314	0.0352
ソフトボール	0.0223	0.0225	0.0321	0.0347

表—3 固有振動数とパワースペクトル密度

ウレタン厚 (mm)	ゴルフボール		テニスボール		ソフトボール	
	Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
0	78	50	164	39	150	42
50	79	45	178	39	178	46
100	72	29	200	41	200	48
150	79	28	218	36	217	44

- ② 添加する硬質ウレタン厚を増すにつれて減衰定数が大きくなる。
- ③ 硬質ウレタン厚を 150mm とした時の減衰定数は、衝突させるボールの種類によらず鋼板のみの場合より 60%以上大きい。
- ④ ウレタン厚が増加すると固有振動数も増加するがパワースペクトル密度は変わらない。

参考文献

太田貞次：硬質ウレタンを充填した鋼・コンクリート合成構造の開発に関する基礎研究，1998。