

鋼床版から発生する比較的低い周波数の騒音に関する一考察

中井商工(株) 正会員 ○連 重俊 (株)十川ゴム 正会員 井田剛史
 中央大学 正会員 平野廣和 大阪市立大学 正会員 北田俊行

1. はじめに

都市の高架橋での車両走行音, 構造音, 衝撃音等を要因として, これらに含まれる可聴域限界の低周波音(40Hz 以下)がある音圧レベルに達すると, 人体や住民環境に悪影響を与えることが報告されている¹⁾. また, 1970年代から用いられている鋼床版形式は, 補強材 U リブとデッキ床版との溶接部が過積載車などの輪荷重等が原因で, 疲労に起因する亀裂を生じ, その亀裂がデッキプレートを貫通することも発生している. また亀裂部から雨水が U リブ内に浸入, 滞留することでリブ内に腐食損傷が生じている²⁾. これら二つの問題は, 従来の静的な設計・検討では関連性が薄いように考えられるが, 動的な問題として捕らえた場合, 構造物が揺れることで共通点を見いだすことができる.

以上のことから, 本研究では, 鋼床版が振動することによって引き起こされる騒音と疲労は動的な問題であるとの一つの仮説の上に検討を行う. 具体的には, 構造解析によりモデル化した鋼床版の固有値を知り, 縮尺モデルを製作して加振機を用いての振動実験を行い, 両者の関連性に関しての考察を行うものである.

2. 実験モデル

鋼床版の挙動を確認するために, 阪神高速の鋼構造物標準図集を基に実際の大きさの約 1/10 の実験モデルを製作する. モデルは橋軸方向に厚さ 1.2mm の U リブを 61mm 間隔で 15 本配置した鋼床版形式である. 図-1 に全体図, 橋軸方向断面図, U リブ詳細図を示す. 材料は SUS304 とし, 材料特性を表-1 に示す. このモデルを汎用構造解析ソフト COSMOS を用いて固有値解析を行う. この時の境界条件は, 短辺の全自由度拘束とする.

固有振動数とモード形状を図-2 に 3 次(32.15Hz), 4 次(39.48Hz)モードをそれぞれ示す. これより加振実験時の器具設置箇所を決定する.

3. 鋼床版振動実験

鋼床版の加振振動による変位を確認するために, 鋼床版模型は短辺を加振実験装置の基礎部分に固定し, 中央の U リブの端から約 380mm の下部から振動を加える. その様子

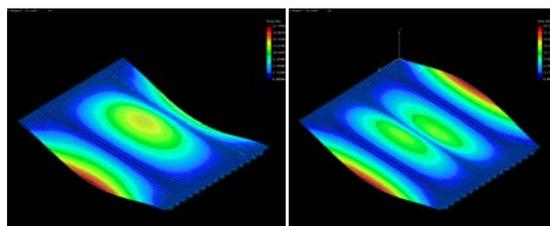
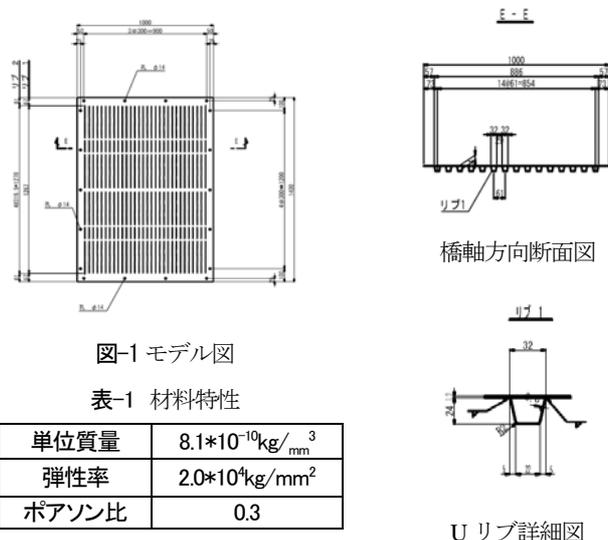
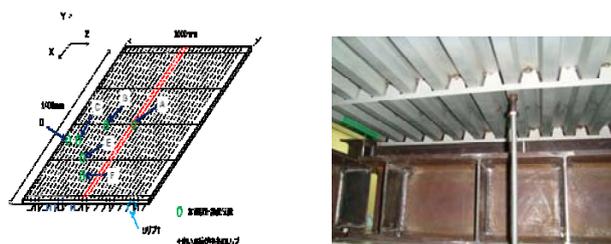


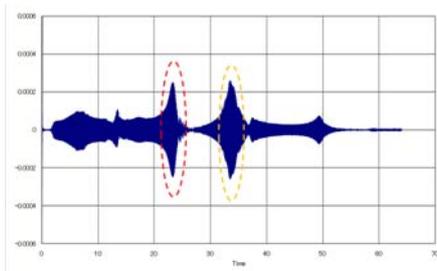
図-2 鋼床版モデルのモード形状図



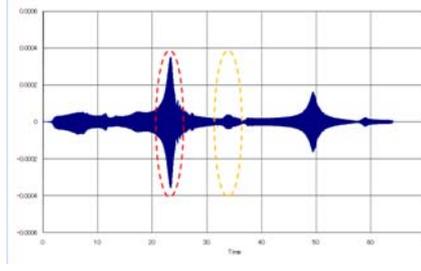
を写真-1 に示す. 解析結果より, モード形状の対称性を考慮して鋼床版の 1/4 の部分に加速度計を 6 箇所設置, 位置を図-3 に示す. なお加速度計は図-3 のように A から F で表示する. 加振する際の入力加速度は 200Gal と 500Gal の 2 状態とし, それぞれにおいてリニアスイープで 20~100Hz と変化させていく. 加振時間は 60s としサンプリング周波数を 1000Hz とする. また同時に低周波騒音計(NA-18)を用いて騒音の計測を行う. 設置位置は, 鋼床版短辺側から 30cm

キーワード 鋼床版 振動 疲労 騒音

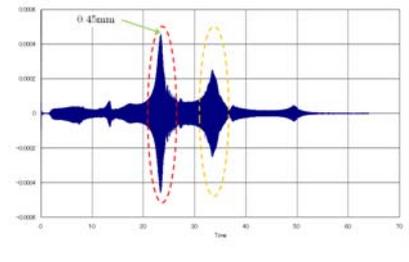
連絡先 〒537-0023 大阪市東成区玉津 2 丁目 1-5



計測点 B



計測点 C 図-4 鋼床版の変位波形



計測点 D

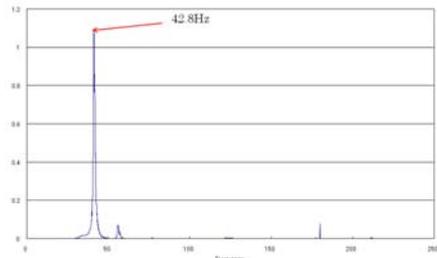
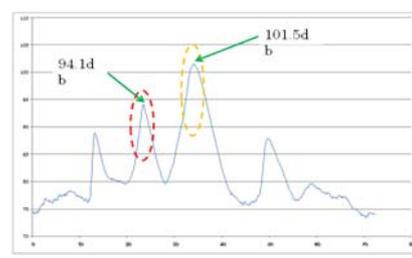


図-5 計測点 D でのパワースペクトル



F 特性

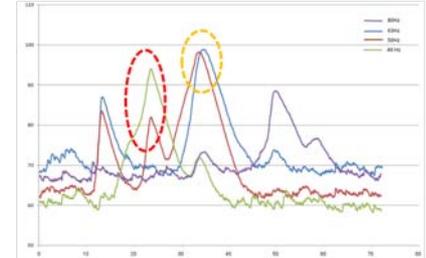


図-6 低周波騒音計のデータ

1/3 オクターブバンド分析

外側，高さ 1m の位置に設置する。

解析は加速度より変位を算出し，さらにパワースペクトルで卓越する周波数帯を確認する。また，騒音計は F 特性と特定の周波数帯について 1/3 オクターブバンド分析を行う。これが本研究の課題であり，加速度計のデータと騒音計による計測結果を比較することによって，鋼床版の振動と音に関する検討を行っていく。

4. 実験結果と考察

変位波形を算出した結果の一例として 500Gal 時のデータを採用して以下に述べる。その中でも特に最大変位が大きい B, C, D の 3 箇所の変位図を図-4 に示す。図中の x 軸は秒，y 軸は m で表示している。各のグラフに点線を 2 箇所しているが，同色の点線は同時刻の変位であり，特徴的な波形を示しているのこの 2 箇所に着目する。

各グラフの赤点線部を見ると各グラフで一番大きな変位となっている。これから鋼床版全体が低次のモードで比較的大きく振動していると考えられる。一方，各グラフの黄点線部では B と D の変位に比べ C の変位が小さい。加速度計の位置関係と変位の大小から鋼床版内で複数の凹凸が発生していることが分かる。この凹凸が溶接部と重なった時に疲労が蓄積される可能性がある。しかし，モデルの最大変位でも 0.45mm と小さな変位なので，振動が長時間継続しなければ疲労に大きな影響を与える可能性は低い。

次に鋼床版の固有振動数と騒音の関係性について検討する。鋼床版の固有振動数を見るための一例として D のパワースペクトルを図-5，騒音計の計測値から算出した F 特性

および 40, 50, 63, 80Hz の 1/3 オクターブバンド分析波形を図-6 に示す。図-6 中の x 軸は秒，y 軸は db である。図-4 と図-6 中の点線部は同色で同時刻であり，変位図，F 特性，特徴ある波形を示している。これは鋼床版の振動により騒音が発生，特に F 特性では黄点線部のように 100db を超える比較的高い音圧が発生していることを示している。一方，図-5 と 1/3 オクターブバンド分析図を比較すると，図-5 よりモデルの固有振動数が約 43Hz となり，また 1/3 オクターブバンド分析では両点線部より 40, 50, 63Hz 帯の騒音が発生していることが分かる。固有振動数と 1/3 オクターブバンド分析の計測値が近いことから，鋼床版から発生した音であると判断される。

5. おわりに

鋼床版の振動と騒音の確認のために加振振動実験を行った。振動による変位は比較的小さいので疲労強度の大幅な低下を生じる可能性は，本モデルの検討範囲では少ないと考えられる。しかし騒音に関してはモデルの固有振動数である 40Hz 付近と計測した音の周波数帯が概ね一致したことから，振動が音の発生原因と判断される。

謝辞：本研究を行うに際し，大西諒氏（東工大院，研究当時中央大学）の協力を得た。また本研究の一部は，(独)日本学術振興科学研究費・基盤研究(A) (研究代表者：北田俊行)の給付を受けた。

参考文献

- 1) 麻生稔彦他：橋梁伸縮装置から発生する騒音に関する横浜国立大学工学部研究報告
- 2) 貝沼重臣他：鋼床版のデッキプレートとUリブの溶接部亀裂に対する試験システムの構築 土木学会第62回年次学術講演会