

日本道路公団 ○ 正員 佐野 信夫
 長岡技術科学大学 正員 小長井一男
 長岡技術科学大学 学生員 高橋 正美

1. まえがき

本報告では、地中の不規則な振動源直上の木造建造物の振動を軽減するため、木造建造物の基礎にコンクリートスラブを打設し、この上に動吸振器を載せる手法を提案し、この工法による防振効果について、現場計測結果をもとに検討を加えている。また、現場で観測される地盤振動の発震機構解明のための模型実験を行ない、この成果について一部報告している。

2. 動吸振器による防振効果

防振の対象とする構造物は、沖積層内の地中壁間に埋設された二径間ボックスラーメン直上に立地している。ラーメン上の土かぶり厚は、約5mである。木造建造物の基礎として、厚さ15cmのコンクリートスラブを打設し、この上に構造物と独立に動吸振器を載せる(図1)。コンクリートスラブを打設することによりスラブ底面から地盤内に波動が逸散し、このため、木造建造物、コンクリートスラブおよび地盤からなる振動系は、見かけ上大きな減衰定数を有する。動吸振器の質点として機能するコンクリートブロック(40cm×60cm×150cm)のコンクリートスラブ上の配置を図2に示す。コンクリートブロックは1個当り860kg全部で21個あり、基礎部の全重量とほぼ等しい。

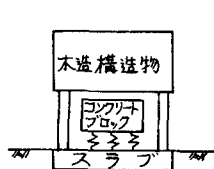


図1 動吸振器による防振工法

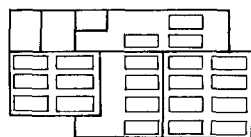


図2 コンクリートブロックの配置

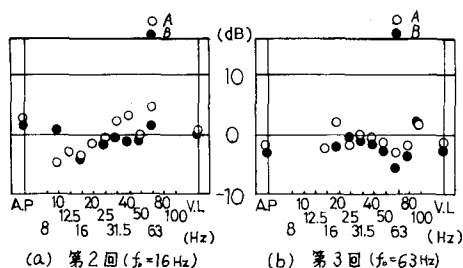


図3 動吸振器の効果

当該実験地では60Hzおよび、10Hzの周波数成分の卓越が著しいことが明らかになっている。したがって、この2つの振動数を固有振動数とする2種類の動吸振器の効果を検討した。測定は、3段階に分けて実施した。第1回測定では、コンクリートスラブ上で、第2回および第3回測定では、その上に10(16)Hzおよび60(63)Hzの動吸振器を載せ、コンクリートスラブ上での振動を測定した。ここで()内の値は、動吸振器の固有振動数の実現値である。図3に第1回測定で動吸振器を機能させない状態でのコンクリートスラブ上の加速度応答(1/3 oct)スペクトルを基準としたときの動吸振器設定後のスラブ上のスペクトルの変化を示す。図の横軸は、1/3 octの周波数帯域を、縦軸は動吸振器の設置によるレベル変動を表す。各々の動吸振器が設定された共振振動数で確実に機能していることが認められる。

各測定回での基準点(地盤上)とスラブ上との振動レベルの差をみると、第2回目の測定では-0.7dB、第3回目の測定では-4.3dBであり、第3回目の測定で認められたレベル低減が第2回目で観測された値よりかなり大きい。これは動吸振器の共振振動数を地盤で卓越する振動数に一致させることの重要性をものごといている。

また、10Hz成分の卓越が著しい時には、60Hz成分を除去しても有効な振動レベルの低下は期待できないことがわかった。

3. 発震機構の解明

地盤材料にゼラチンゲルを、ボックスラーメンおよび地中壁にアクリル盤を用いた模型実験を行った。これにより地盤内のせん断波速度と構造物の曲げ波速度を相似でき、現場で卓越する振動数を検証しうる。模型で観測される振動数に0.6を乗じたものが現場で観測される振動数に対応する。図4に模型の外形および測点の配置を示す。各測点の加速度応答の周波数分析結果(1/3 oct)を図5に示す。

構造物では、16 Hzおよび63~80 Hz成分の卓越が著しい。地盤上でも、この2つの振動数が認められる。この2つの振動数は現場換算した場合、10 Hzおよび40 Hzに相当する。これとは別に地中壁の先端を基盤に固着した場合、高周波成分が著しく減少することも観測された。これらより、16 Hz成分はボックスの上下動に関連し、80 Hz成分は地中壁をも含めた構築のロッキングに関するものと考えられる。高周波側の卓越振動数が現場で観測される振動数より低いのは、2次元モデルで計測を行ったためと考えられる。

現場地盤上で図6に示すように測線をとって各点の加速度を収録した。この記録の10 Hz成分のみを抽出したものが図7である。地中壁直上を節とするモードが認められる。これに対し、60 Hz成分(図8)は地中壁上の振幅が極大となる。測点番号の小さい方の地中壁側で60 Hz成分の振幅が小さいのは、アスファルト舗装の影響と考えられる。

4. 結論

ボックスラーメン直上(地中壁の内側)では地中壁の外側と異り、60 Hz成分のみならず10 Hz成分の卓越が著しい。10 Hz成分はボックスラーメンの上下動に関連し、60 Hz成分は地中壁をも含めた構築のロッキングに関連するものと考えられる。動吸振器の共振振動数は、ボックスラーメン直上で卓越する2つの振動数に一致させるべきであるが、当報告では高周波側(60 Hz)で理想的な動吸振器を実現できた。その結果低周波側(10 Hz)の振動が小さい場合に、コンクリートスラブ上で大きなレベル低減が認められた。しかし、10 Hz成分の卓越の著しい場合、レベルの低減は小さく、この点がボックスラーメン直上の木造構造物に動吸振器を用いる上での問題点である。

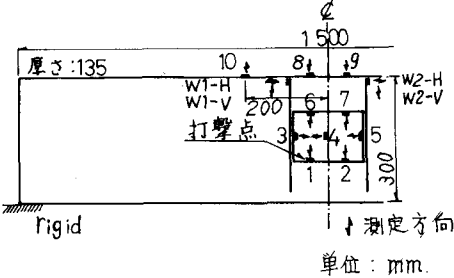


図4 測定位置 および 測定方向

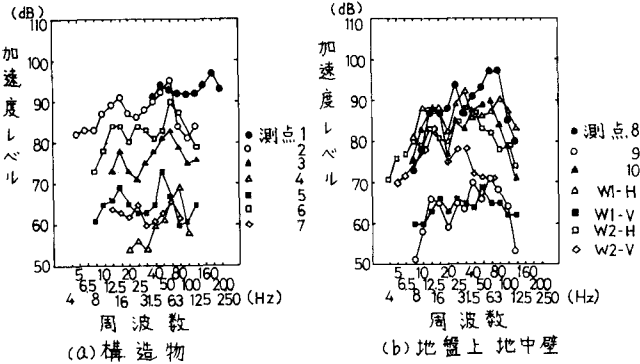


図5 模型実験の周波数分析結果

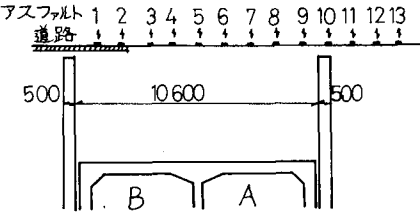


図6 現場地盤上の測点位置と測定方向

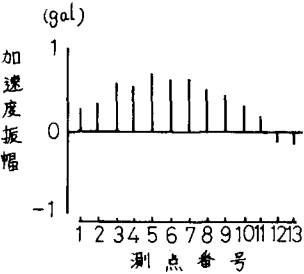


図7 地盤上の10 Hz帯域(1/3 Oct.)の加速度振幅とその位相

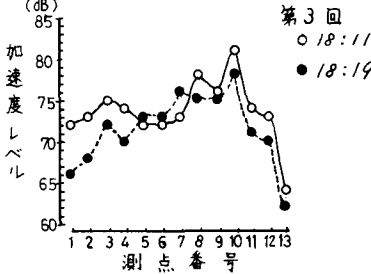


図8 地盤上の60 Hz帯域(1/3 Oct.)の加速度レベル