

阪神高速道路公団 正員 井阪 清

1 はじめに

阪神高速道路の鋼げたから重車両走行時に不定期に金属的な衝撃音（以下S音と記す）が発生するとの地元苦情があり、原因究明のため各種調査を実施した。S音発生の代表的橋梁構造は鋼単純合成I型げたで、ベアリングプレート支承を使用した公団標準構造であり、重車両が高速で走行し支間中央附近に進入した時突で発音するケースが多く、S音は80~90 dBで500~1000 Hzの音域が卓越している。周波数分析結果の1例を図-1に示す。

また重車両走行時及対向車線耳主桁附近から発音すること、同一走行条件での発音の再現性に乏しいこと、発音は冬期夜間が鮮明なこと等が調査を進めて行くに従い判明してきた。

この為実橋におけるS音発生位置探索方法として橋げた各点に設けた検出器に伝達される衝撃波記録の時間差より起振源を標定する手法を使用しS音の発生機構の解明を行ったので報告する。

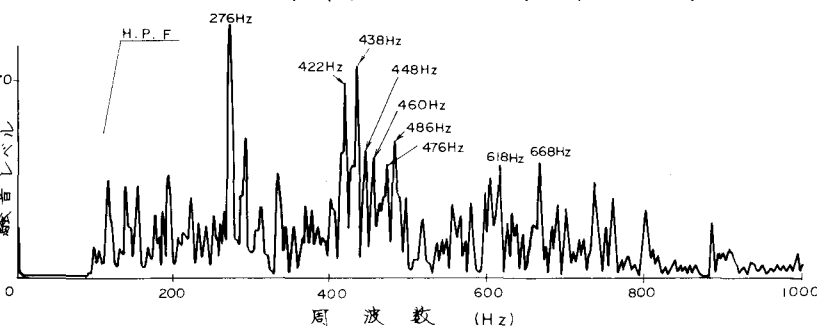


図-1 S音の周波数分析結果の1例

2 衝撃波伝搬試験

実橋における計測に先立ち室内において図-2に示す鋼板による供試体を用い図-3に示す計測手法により平面部、L型部複合構造部の一部にハンマーにより衝撃投を発生させ衝撃波伝搬計測の実用性について検討を加えた。その結果打撃点より検出器までの距離が2m以内であれば、その衝撃投伝搬速度はほぼ鋼材の表面投伝播速度 $V_R = 2.93 \text{ km/sec}$ と横投伝播速度 $V_S = 3.19 \text{ km/sec}$ の間でばらつき、供試体が複雑になるにつれ、また打撃点から検出器までの距離が遠くなるに従って投形の立上り特性が不明確になる傾向を示す。基礎的な検討の後この計測システムを用い既使用橋梁を対象に計測を実施し、構造的に複雑かつ常時雑音が存在する実橋に於いての計測の可能性を検討した。測定された衝撃投伝播速度は $V_R = 2.93 \text{ km/sec}$ より小さい値を示し、通行車両によるノイズが影響し投形の立上り特性が顕著でなく本手法では精度上問題があるが打撃点に近い計測点から順次衝撃投が伝搬し、その時間差が大きめに把握し得る程度の精度が得られることが判明した。

3 橋げた各部材の固有振動数計測試験

S音の狭帯域周波数分析結果より卓越周波数成分に相当する

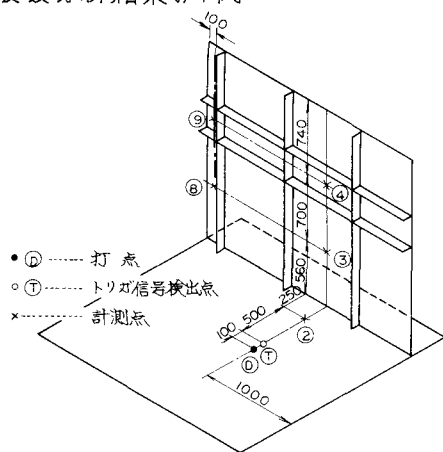


図-2 衝撃波伝搬試験(室内)供試体

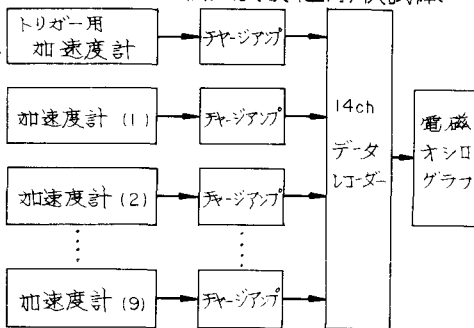


図-3 衝撃波伝搬試験計測ブロック線図

実橋構造部材の固有振動数を計測する目的で主桁、端部傾橋の各部の300~700 Hzの周波数領域内に存在する固有振動数を重畳的に取り上げタツピング法と正弦波加振法により計測した。この結果橋げた各部材には多くの固有振動数が存在し、かつこれらの固有振動数は部材のある特定の部分のみに認められるものではなく、部材の特定の局部のみが単独で振動しているのではなく、部材全体の一部としてその局部が振動しているためと考えられる。また腹板部材の振動が大きくS音の卓越成分に寄与していることが判明した。

4 S音発生位置の調査試験

前記2.3の基礎試験手法を元に図-4に示す多渠同時記録システムを用い試験用重車両を走行させて計測した。これら計測の結果下記の事柄が判明した。

- ・同一走行条件で実施しても日によってS音の発生が変動する。
- ・S音の発生原因となる衝撃は主桁支承部から発生する。
- ・S音は図-5に示すように必ず支承の上下者の相対変位が100~200 μ ステップ状に変位した時に発生する。
- ・S音の発生回数が多く日は夜中から翌朝にかけて気温変化が大きく、気温の変化量と発音回数に密接な関係がある。
- ・S音は複数の周波数から構成されており、これらの各周波数の音は橋げたの各々の部材からの振動放射音が寄与しているものである。

5 S音の発生機構について

S音は温度変化にスムーズに追従すべきすべり支承のすべり面が機能せず気温の変化による橋げたの伸縮が拘束され橋げた内部にエネルギーとして蓄積され、過飽和状態となると大型重車両等の走行が引き金となって支承すべり面で瞬間的に100~200 μ 移動し内部エネルギーを解放する。この瞬間的エネルギーの発散があたかも鋼けたをハンマーで打撃したと同様な作用力となりS音が発生すると思われる。S音の発生機構を図化すると図-6の様になる。

6 ベアリングプレートの摩もう状況

支承部のすべり面を調査するためベアリングプレート(以下B.P.と記す)の取替工事を実施したところ供用後7年程度で可動側支承のB.P.が写真-1に示す様摩もうが激しく、摩擦係数も増大し上巻(S.S-41)の錆をまき込んだ状況であった。

なお試験的にこれらのB.P.をテフロン系支承板に変更したところその後S音の発生が無く、すべり面の異状がS音の原因と判定できる。

7 まとめ

S音の発生原因について調査の結果、半永久的と考えられていたB.P.が上巻の発錆等から摩もうが激化し摩擦係数が増大して発音することが判明した。この報告が今後の支承構造改善の一助となれば幸いである。最後に本調査に関して多数の方々にご指導及び御協力をいただき深く感謝致します。

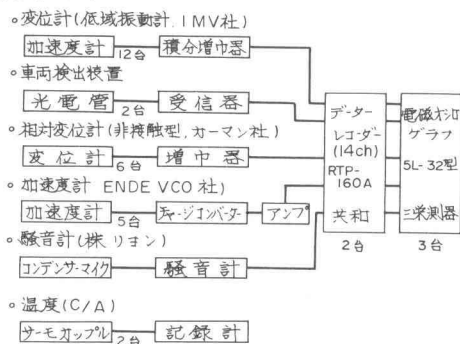


図-4 計測ブロック線図

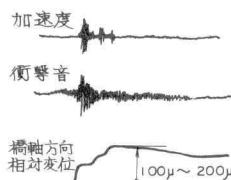


図-5 衝撃音と支承相対変位

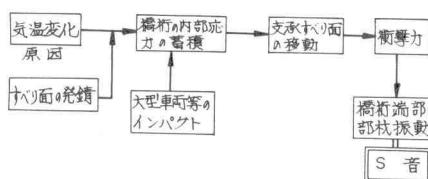


図-6 S音の発生機構

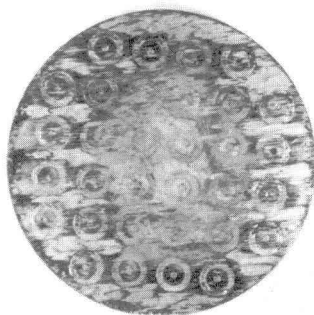


写真-1 ベアリングプレートの摩もう