

V - 239

支承の健全度判定法に関する研究

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 久楽 博
 同 上 正会員 羽矢 洋
 同 上 正会員 西村 昭彦
 東京モノレール株式会社 正会員 引本 秀樹
 同 上 湯田 宏行

1. まえがき

現在、J R 各社においては、鉄道橋梁下部工の健全度判定に際して衝撃振動試験（鉄道総合技術研究所開発）が実施されている。これは健全度判定の指標として本試験により決定される固有振動数の実測値を利用するものである¹⁾。著者らは、橋梁下部工のみならず上部工への本試験の適用の可能性を検討するために、桁に対しても衝撃振動試験を実施し、その結果については一部既に報告している²⁾。

今回、モノレール軌道桁を支える支承の健全度判定法の確立を目的として、本試験法の適用性に関する調査を実施したので報告する。

2. 衝撃振動試験

東京モノレール羽田線車両基地の留置線の軌道桁を利用して衝撃振動試験を実施した。図1に試験の概略図を示す。まず、健全な支承において固有振動数を測定し、次に上支承から下支承に力を伝達させる円形芯が摩耗した支承（以降、非健全支承という）に取り替えた場合と円形芯を抜いた場合において同様に固有振動数を測定した。試験方法は桁のスパン中央(1/2点)および1/4点において鉛直と水平方向を打撃し加速度波形を読み取り、フーリエ解析を行って固有振動数を求めるものである。試験の結果得られた代表的なフーリエスペクトルおよび位相差スペクトルを図2に示す。また、表1にはフーリエスペクトルから求めた桁の固有振動数を示している。表1より、鉛直打撃による桁の固有振動数は、非健全支承および円形芯抜き支承の桁の方が健全支承の桁の場合よりも大きな値となっている。

これは、モノレール桁の支承が通常の支承とは異なった構造をしており、円形芯を抜いた方が上支承と下支承の接触面が大きくなり固定度が高くなったためと思われる。このことは、水平打撃の円形芯抜き支承の桁の場合も同様と考えられるので、解析においては、水平打撃を行った健全支承と非健全支承の桁の結果について行うものとした。

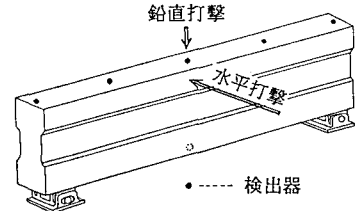


図1. 試験実施状況概略図

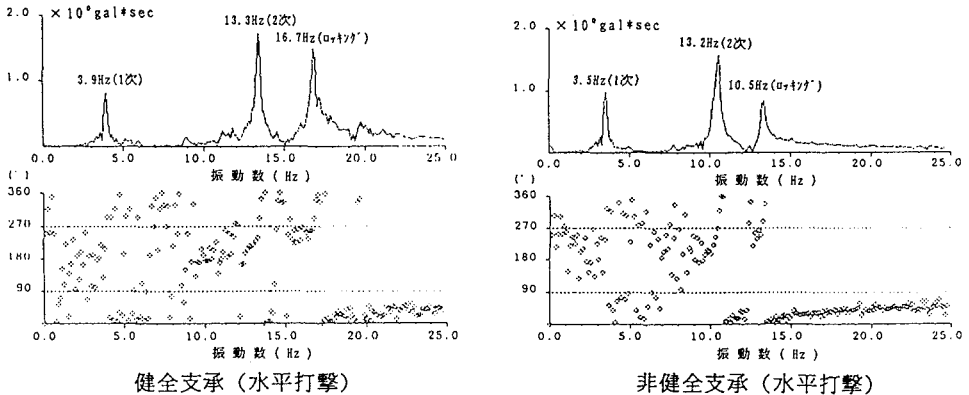


図2. フーリエスペクトルおよび位相差スペクトル図

表1. 鉛直打撃及び水平打撃による桁の固有振動数

	鉛直打撃			水平打撃		
	健全支承	非健全支承	芯抜き支承	健全支承	非健全支承	芯抜き支承
1次固有振動数	7.1Hz	7.8Hz	8.1Hz	3.9Hz	3.5Hz	3.9Hz
2次固有振動数	—	—	—	13.3Hz	13.2Hz	13.8Hz
ロッキング振動の固有振動数	—	—	—	16.7Hz	10.5Hz	—

注）ロッキング振動とは、水平打撃によって桁がほとんどたわむことなく全体が橋軸方向の軸回りに剛体のように振動する形態をいう。今回の試験では、桁の上部の応答加速度に位相差がないことと桁の上下において位相が180°ずれていたことにより確認している。

3. 固有値解析

固有値解析には鉄道総合技術研究所作成のプログラムを使用した。解析においてはあらかじめ桁の質量と曲げ剛性を設計図に基づいて算定するとともに支承のばね定数の値を仮定し、その値による固有値解析を行い固有振動数を求めた。水平打撃による桁の固有振動数の測定値と解析結果の比較を表2に示す。解析結果より、水平打撃による非健全支承の桁の固有振動数は、健全支承の桁の固有振動数より低くなった。この原因が支承の円形芯の摩耗によることの確認は、固有値解析で得られた健全な場合の支承のばね定数を低下させ、非健全支承の場合の実測値と一致することによった。解析により実測値と固有値解析の値が一致したため、円形芯の摩耗により固有振動数が低下したといえる。また、2次の固有振動数の測定値と解析結果が異なる理由としては、解析上は支承のばね定数の低下が1次・2次モードともストレートに影響するが、実際の振動は1次の方が振幅が大きく2次モードの振幅は小さいため、支承のばね定数の低下の影響度が小さくなるためと思われる。したがって、この結果から支承の摩耗状況を判定する場合、1次固有振動数かロッキング振動の固有振動数の低下により判定できることがわかった。

表2. 固有振動数の測定値と解析結果（水平打撃）

	固有振動数（測定値）			固有振動数（解析結果）		
	1次	2次	ロッキング	1次	2次	ロッキング
健全支承	3.9Hz	13.3Hz	16.7Hz	3.9Hz	13.3Hz	16.8Hz
非健全支承	3.5Hz	13.2Hz	10.5Hz	3.5Hz	9.0Hz	10.5Hz

4. あとがき

以上、衝撃振動試験による支承の健全度判定について述べた。この結果から、支承の健全度判定に衝撃振動試験が有効であることが判明した。今後、この判定を継続し測定例を積み重ねるとともに測定法および測定機器の工夫も行い簡易な測定ができるようにしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 西村昭彦・羽矢洋：「橋梁基礎の健全度判定法と判定例」、第21回地震工学研究発表会、1991年7月
- 2) 西村昭彦・羽矢洋・西田丈美・畑野米蔵：「衝撃振動試験による桁の固有振動数の把握について」、土木学会第45回年次学術講演概要集、1990年9月