

道床の細粒化状態評価に関する研究 (その2)

— 実線道床における共振試験 —

東海旅客鉄道株式会社	正会員	長戸 博
同	正会員	宮本 秀郎
三菱重工業株式会社		大川 賢紀

1. はじめに

東海道新幹線の道床部はマクラギと路盤の間に砂利、碎石等の粒状体を敷き込んだ有道床軌道が大部分を占めている。有道床軌道の道床部は列車荷重やMTT（マルチプルタイタンパー）により、バラストの圧縮粉碎や摩損が生じ、稜角が失われる。このようにして、細粒化した道床は雨水により噴泥化し、乾くと固結することから支承体としての安定性に欠けるため、更換工事を実施している。従来、道床の細粒化状態は目視により判断しているが、道床の掘り起こし作業を伴うため作業効率が悪く、判定結果そのものも作業員に依存し、ばらつきがある。そこで、今回は地盤の弾性的な特性を推定する非破壊検査法の一つである共振試験を実施し、実線道床において道床表面から内部の細粒化状態評価手法について検討を行なった。

2. 計測概要

共振試験は実線のコンクリート高架橋上の細粒化深さの異なる3つの区間、すなわち、道床厚さに対するマクラギ下面から細粒化層までの深さの割合が 1) 100% の道床（以下細粒化道床）、2) 56% の道床（以下半細粒化道床）、3) 0% の道床（以下新道床）を対象に実施した。ただし、新道床及び半細粒化道床区間については路盤上にバラストマットが敷設されている。

共振試験^{1)~2)}は図1に示すように加振機を道床表面,あるいは,マクラギ上に設置し,加振機と道床(マクラギー道床)から構成される振動系の振動特性を調べることににより,系の伝達特性(イナータンス,機械インピーダンス)を得て,道床の弾性的な特性を評価する。共振試験に用いた加振装置の構成を図2に示す。道床表面,あるいは,マクラギ上に加振機ベースを介して,慣性型電磁式加振機を設置する。また,道床内部の加振領域は加振力の大きさに依存するため,加振機に取り付けた10kgのマス(加速度計1)をコントローラで制御することにより,加振力を10kgf(加速度1G)になるようにした。加振方法は正弦波スイープとした。

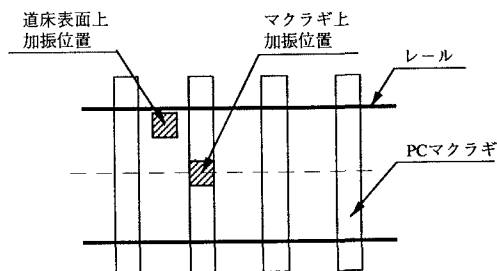


図1 加振機設置位置

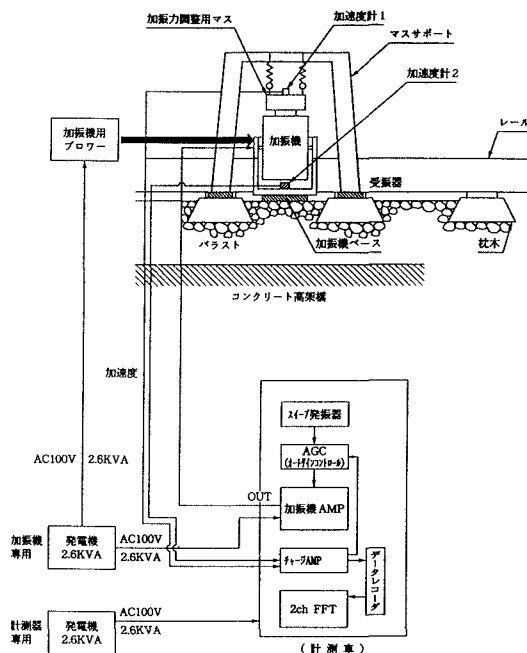


図2 共振試験概要

3. 計測結果

(1) イナータンス

図3に加振力と加振機ベース加速度(加速度計2)のポイントの伝達関数について、各道床の代表例をまとめて示す。同図において、各道床とも70 Hz付近に卓越したピークが認められ、この周波数 f_0 が最も低い共振周波数である。また、この共振周波数 f_0 におけるイナータンスは細粒化道床、半細粒化道床、新道床の順に大きい。また、共振点以降の伝達特性をみると、新

道床には細粒化道床よりもバラストの非線形な特性が認められる。これは細粒化道床が細粒分により空隙が充填され、連続体に近い状態にあるため、伝達関数は線形特性に近い傾向を示す。一方、新道床はバラスト粒子間の摩擦抵抗による非線形性が伝達特性に強く現れていると推定される。

図4にマクラギ中央及び道床表面を加振した場合の共振周波数 f_0 におけるイナータンスを示す。同図より、マクラギ中央を加振した場合、細粒化道床は他と比べてイナータンスが大きいが、新道床と半細粒化道床の差は明確ではない。これは半細粒化道床において、マクラギ上から道床下層部の影響を検出し得る加振が充分できていないと考えられる。しかし、細粒化が進みやすいマクラギ直下の情報を検出するためには加振位置として有効であるため、今後、加振条件を検討する予定である。一方、道床表面を加振した場合は細粒化状態による差が認められ、細粒化が進むにつれ、イナータンスが大きくなる傾向にある。したがって、加振領域が充分道床下部まで伝達すれば、道床内部の細粒化状態を差別化できる可能性があると言える。

(2) 機械インピーダンス

次に、系を線形近似することにより、インピーダンス特性を求め、共振周波数 f_0 における機械インピーダンスを評価する。道床表面を加振した場合の結果を図5に示すが、同図より、細粒化が進むと機械インピーダンスが小さくなる、すなわち、エネルギー損失が小さくなる傾向を示している。これは新道床ではバラストが動きやすいため、粒子間の摩擦によるエネルギー損失が大きいが、細粒化するとバラストが動きにくくなるため、損失が小さくなると考えられる。

4. まとめ

以上より、実線コンクリート高架橋上の道床を対象に細粒化深さの異なる3区間について共振試験を実施し、細粒化状態評価手法としての可能性を検討した。その結果、道床表面におけるポイントの伝達関数から道床内部の細粒化状態を差別化できる見通しを得た。

今後、最適な加振条件及び計測方法を設定するためにデータ蓄積と解析的検討を行ない、最適な評価手法を確立する予定である。

<参考文献>

- 1) 安達他：土の締固め管理のための非破壊試験法（その1）－小型加振機による共振試験－，第22回土質工学研究会，pp.1653 - 1656，1987年
- 2) 境他：土の締固め管理のための非破壊試験法（その2）－インピーダンスヘッドによる土の強さの測定－，第22回土質工学研究会，pp.1657 - 1658，1987年

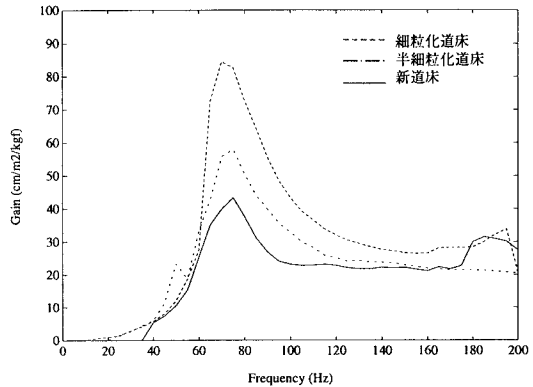


図3 共振試験伝達関数（道床表面加振）

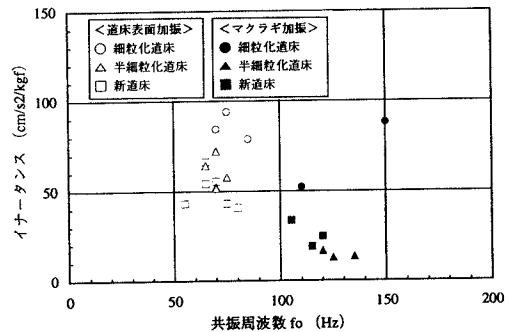


図4 共振周波数におけるイナータンス

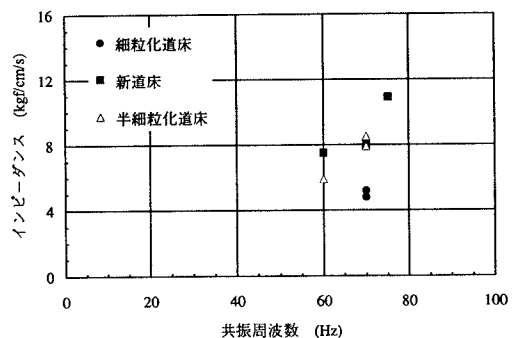


図5 共振周波数におけるインピーダンス