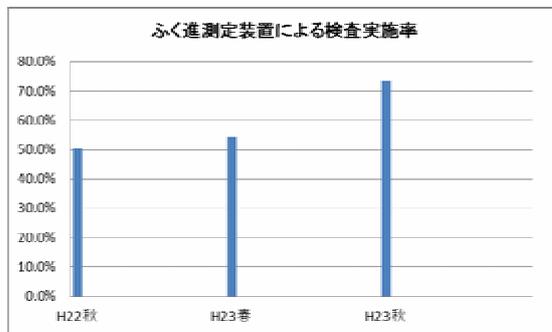


新たなロングレールの軸力管理方法の提案

西日本旅客鉄道株式会社	藤井 謙一
西日本旅客鉄道株式会社 正会員	田淵 剛
非破壊検査株式会社	森 雅司
非破壊検査株式会社	藤垣 博敏
三井物産プラントシステム株式会社	津田 芳裕

1. 現状の課題

現在のロングレールの軸力はレールの伸縮を測定することで軸力に換算し管理している。JR 西日本では近年ふく進測定装置を用いたロングレールふく進検査を実施している。ふく進測定装置は、線路外の不動点である杭とレールの双方に敷設した反射板(ターゲット)にレーザーを照射し、その位置関係を測定することから、レールの伸縮を把握し軸力を把握している。しかし、杭間の軸力を一定と仮定しており、実際の軸力分布は測定できていない。図-1は現在使用しているロングレールふく進検査装置を用いて1回の検査で有効な値の取れた検査実施率であるが、最も良好な平成23年度秋検査結果でも70%程度の検査実施率となっている。この主な原因として、ターゲットの汚れ等、測定に必要な付帯設備の管理に労力が必要であるのが現状である。また、近年夏季にレール温度が高温となり、ロングレールの軸力管理がますます重要であると考えられる。今回、付帯設備の管理労力軽減と詳細な軸力分布の把握をめざした、超音波を活用した軸力測定装置の開発に向けた基礎試験を実施した。



最も良好な平成23年度秋検査結果でも70%程度の検査実施率となっている。この主な原因として、ターゲットの汚れ等、測定に必要な付帯設備の管理に労力が必要であるのが現状である。また、近年夏季にレール温度が高温となり、ロングレールの軸力管理がますます重要であると考えられる。今回、付帯設備の管理労力軽減と詳細な軸力分布の把握をめざした、超音波を活用した軸力測定装置の開発に向けた基礎試験を実施した。

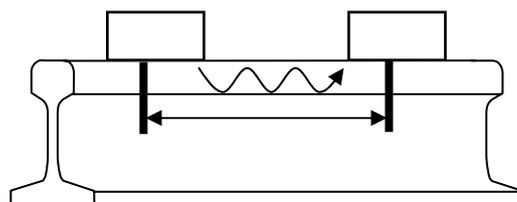
2. 目的

前述した課題を解決することを目的に、現状に変わるロングレール軸力管理手法として、新たなロングレール軸力測定装置を開発することを考えた。本研究では基礎実験を行い、測定装置開発の可能性を検討した。

3. 新たなロングレール軸力測定装置の基本概念

(1) 基本概念

物質内部を伝達する超音波の波速はその物質の応力と比例関係を持つ(音弾性効果)。この効果を利用して、レールに超音波を流し、その波速の変化を測定することでレールの軸力を算出することが



可能であると考えた。具体的な測定方法は図-2のように1m程度はなれた送信側、受信側探触子をレール頭頂部に当て、送信側から超音波(表面波)を放出し、受信側で受けるまでの波速の変化を測定し、軸力に換算する。

超音波(表面波)とは、材料の表面から1波長分の非常に浅い層にエネルギーの大部分が集中し、表面層のみを伝播していく波である。表面層を伝播するため、内部反射の影響が少ないと考えられる。また、伝播速度が縦波、横波と比較して遅く、測定精度の向上が期待される。

(2) 既往の研究

音弾性効果を利用した軸力測定方法の既往の研究では、使用された超音波の種類は縦波、横波である。これらの研究で、試験室での応力 伝播速度の関係性は良好である結果が得られているが、現場試験では、レールの表面状態や内部反射の影響により測定値に大きなばらつきが見られる結果となった。これらのことから音弾性効果を応用したレール軸力測定器で実用化に至ったものはない。

キーワード 音弾性効果, 表面波, ロングレール, 軸力管理

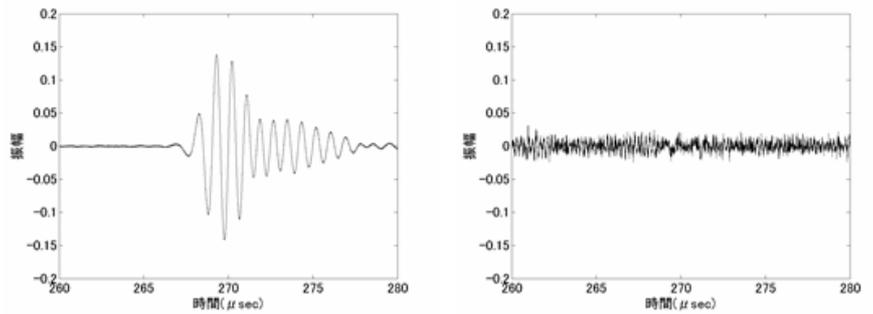
連絡先 〒543-0054 大阪市天王寺区南河堀町7丁目 西日本旅客鉄道株式会社 天王寺保線区 TEL 06-6772-5691

4. 装置開発のための基礎試験

新たに表面波を使用した軸力測定装置を開発するに当たり、以下の基礎試験を行った。

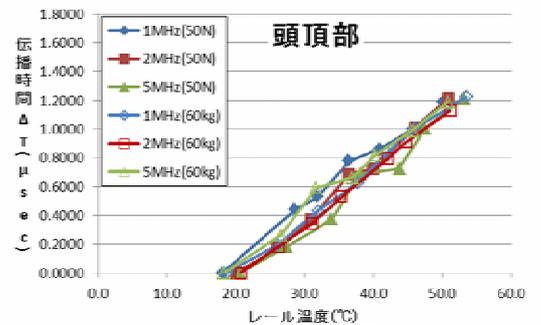
(1) 探触子周波数、測定位置の検討

周波数の異なる探触子（1MHz、2MHz、5MHz）でレール頭頂部、頭側部、腹部の3箇所の表面波伝播時間を計測し、測定可否を検討した。検討の結果、1MHz探触子及び2MHz探触子を用いた場合には、レール頭頂部、頭側部及び腹部のいずれの箇所でも計測が可能（図-3）であった。5MHz探触子を用いた計測では減衰が激しく50Nレール腹部では測定が不可能（図-4）であった。50Nレール頭側部及び60kgレール腹部においては伝播時間の計測は可能であったが減衰が激しかった。以上から1MHz探触子及び2MHz探触子を用いれば、レール頭頂部、頭側部及び腹部からの計測において、軸力計測を実施できる可能性があると考えられる。



(2) 温度影響の検討

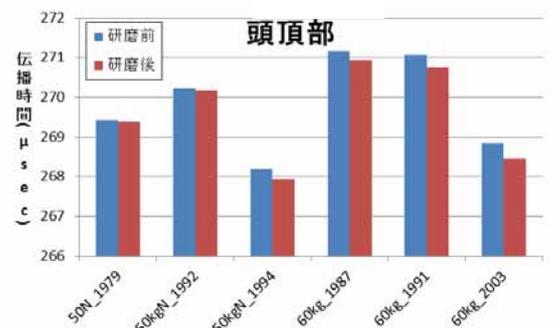
レール温度が計測に与える影響を検討した。結果の一部を図-5に示す。結果よりレール温度が上昇するほど表面波の伝播時間が長くなることがわかった。これはレール軸力計測の誤差要因となるため、現場適用の際にはレールの温度を計測し、レール温度に応じた補正をおこなう必要があると考えられる。



(3) レール履歴の影響の検討

レールの履歴が軸力測定に影響を与えるか検討した。試験方法は、レール履歴（通トン）の異なるレールの伝播速度をレール表面の研磨前後で計測した。結果の一部を図-6に示す。

結果より、レールの履歴が異なると伝播時間に違いが見られた。また、履歴による伝播時間の違いは、研磨処理後においても見られることから、表面の錆の付着以外に、原材料や製造方法等に関係した材質の違いが予想される。



5. まとめと今後の分析

- ・表面波を利用した軸力測定に適した探触子周波数は1MHzまたは2MHzであり、計測位置はレール頭頂部、頭側部、腹部のいずれでも計測は可能であることがわかった。
- ・レール温度が上昇するほど表面波伝播時間が長くなることがわかった。このことにより、レール温度に応じた補正を行う必要があると考えられるが、今後、レール温度に応じたレール軸力変化による伝播時間の変化を検討する。
- ・レール履歴の違いにより伝播時間のばらつきが見られた。今後、レール軸力変化による伝播時間の変化を明らかにした上で、ばらつきの有意性を検討する。

以上より新たなロングレール軸力測定装置の実用化の可能性があることがわかった。今後は上述した課題を解決し、実応力と超音波伝播速度の関係を検証していくこととする。