

鉄道線路の継ぎ目部における荷重の影響範囲に関する研究

Research on the influence range of the load in the joint part of a railroad track

北海学園大学工学部土木工学科
北海学園大学大学院
北海学園大学工学部

○学生員
学生員
正員

吉田和史 (Kazufumi Yoshida)
皆木孝英 (Takahide Minaki)
上浦正樹 (Masaki Kamiura)

1. はじめに

鉄道線路の「継ぎ目部」は軌道構造の弱点とされており、車両が軌道狂いを起こしてしまうため、軌道保守量の多い箇所と言える¹⁾。本研究では、現場での実験結果と構造解析プログラム「PLANE」を用いて、鉄道線路の継ぎ目部における挙動解析を実施した。

2. 研究目的

軌道狂いを起こす鉄道線路の継ぎ目部を補強し、軌道狂いを抑制させるため、継ぎ目部からの荷重の影響範囲により、現在検討中の縦型の鉄枕木の長さを検討し、継ぎ目部の剛性を高めることを目的とする。

3. 研究方法

JR 苗穂駅において、PC 枕木の継ぎ目部で小型 FWD を用いて実験を行ない、継ぎ目部のたわみを測定し実験値を求める。また、構造解析プログラムの「PLANE」を用いて、継ぎ目部を含む鉄道線路を 1 本の弾性支持の不静定梁で表現したモデルを作成し、解析を行い、継ぎ目部のたわみ曲線の理論値を求める。その結果、理論値と測定値の比較・検討を行ない、継ぎ目部の剛性を高める検討をする。

ここで小型 FWD 装置の概要を示す。小型 FWD とは、FWD を小型・簡略化し持ち運びを可能にしたもので速度計とロードセルにより測定した変位量と荷重より弾性係数 E や地盤反力係数 K を推定する機器である。鉄道において小型 FWD は、狭隘で道路の平板載荷試験や FWD による測定が困難な箇所や施工延長が短く測定数の少ない盛土工事などの品質管理に用いることを基本としている。小型 FWD 概要図を図-3 に示す。

4. 実験結果及び解析結果

JR 苗穂駅において、PC 枕木継ぎ目部で荷重の影響範囲を測定した。載荷荷重は 3kN と 5kN の 2 種類であり、荷重の載荷場所は、継ぎ目部のレールの端である。また、小型 FWD の第 2 センサは各枕木上のレールの上に設置した。

次に、プログラムによる解析概要であるが、継ぎ目を含む鉄道線路を 1 本の弾性支持の不静定梁で表現したモデルを作成し、各枕木下のみでバラストによる地盤支持バネが作用しているものとする。継ぎ目部に 5kN の荷重をかけた 2 つのたわみ曲線を比較したものを図-4 に示す。図-4 から、理論値、測定値がほぼ一致していることがわかる。



図-1 レール継ぎ目部



図-2 実験風景

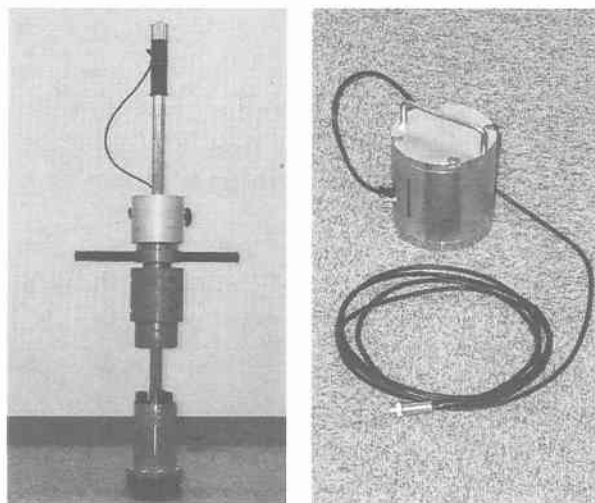


図-3 小型 FWD 概要図

5. 考察

5.1 現状の継ぎ目部の荷重による沈下

図-4 において、測定と理論のたわみ曲線がほぼ一致していることから、継ぎ目部を含めたレールを弾性支持の不静定梁と表現できることが立証されたと思われる。ここで、荷重を列車と同じ 60kN に替えることにより、実際のレールのたわみを表現することができる。図-5 に継ぎ目部に 5kN と 60kN の荷重をかけたときのたわみ曲線の比較を示す。図-5 から、荷重の値に大差があるにも関わらず、たわみの影響範囲はほぼ同一ということがわかる。このことから、継ぎ目部は他の場所と比較し、沈下は大きいが、荷重の大きさによる影響範囲は変わらないということがわかった。

また、この時にレール長は第 2 センサが届く範囲、つまり継ぎ目部から左右に 4m ほどで、全長約 8m の長さとして解析してきた。そこで、レールの長さが実際の長さになった場合、たわみ曲線の形が変わるかどうかをプログラムを使い解析した結果が図-6 である。図-6 は、レール長を 20m で、列車と同じ荷重の 6t を継ぎ目部に載荷したものであるが、レール長が変わってもたわみ曲線に変化は見られず、影響範囲にも変化が見られないことから、プログラムで解析するにあたり、レール長は現状のままの全長約 8m で解析できることがわかった。

5.2 継ぎ目部の補強

継ぎ目部で列車が軌道狂いを起こしてしまうため、補強を行ない、軌道狂いが起こらないようにする必要がある。そのために、継ぎ目部から縦枕木をレールの下に設置するが、その長さを継ぎ目部から左右に 1m ずつの全長 2m とする。縦枕木を設置した状態をプログラムで解析し、その結果と現状を比較したものを図-7 に示す。図-7 から、縦枕木を設置する前と設置した後では約 67% の沈下が収まることがわかった。また、荷重による影響範囲も継ぎ目部から左右に 1m ずつ、全長 2m の範囲でたわみが収まることがわかった。

6. 結果

実験結果を以下に示す

- ① 継ぎ目部のたわみを測定するのに小型 FWD を使用することが可能である。
- ② 構造解析プログラム「PLANE」によって継ぎ目部を含んだレールを解析することができた。
- ③ 継ぎ目部を補強することによって約 67% のレール沈下を抑えることができた。

7. 展望

一般箇所の荷重の影響範囲を調べ、継ぎ目部と比較し、また、荷重を継ぎ目部だけでなく、列車の車輪と同様の間隔で載荷し、たわみ曲線を比較・検討すること。

最後に今回御協力頂いた JR 貨物北海道支社保全課の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 若林謙司：軌道継ぎ目強化の理論と方法

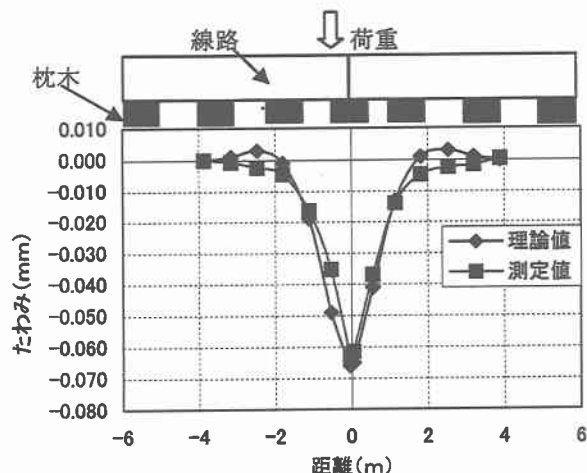


図-4 理論値と測定値の比較

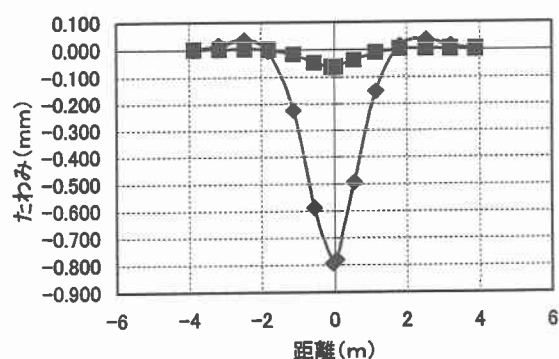


図-5 理論値と測定値の比較

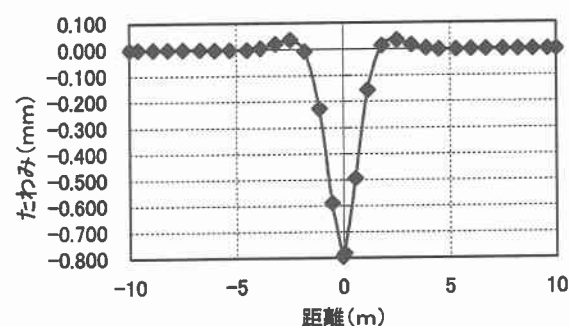


図-6 60kNレールにおける影響範囲

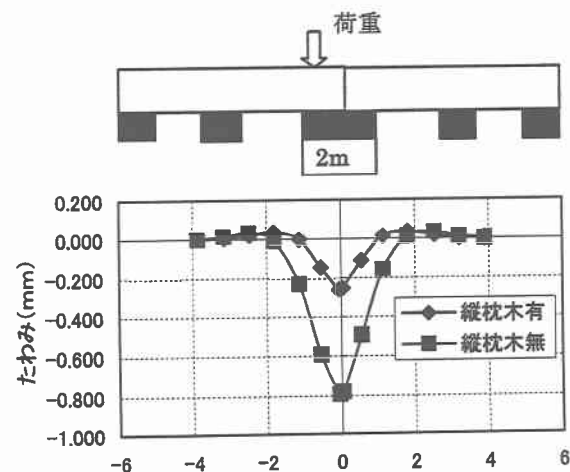


図-7 縦枕木の有無による比較