

IV-272

レール端部曲上げの自動化

J R 東海 東海鉄道事業本部 正会員 早川清史
日本機械保線 開発部 鶴岡徹雄

1. はじめに 今日の鉄道的高速化時代においては、走行安全性の確保、軌道保守周期の延伸および列車安全確保の対策として、レール頭頂面の凹凸そしてレール継目部の管理が一層重要となってきた。特に、レール本体の折曲がりやを伴った継目部の落ち込みの抜本的な対策としては、レール更替を行うほかないのが実状であった。これを、より経済的に補修するために、継目板を解体して直接レール本体を曲げ上げる、レール端部曲上げ装置の開発を進めてきた¹⁾。この経験によれば、これを実用化するためには、作業を自動化することが必要であると考えられた。そこで、前報で報告したレール端部曲上げの効果を確認するとともに、この自動化を実施した経過について報告する。

2. レール端部曲上げとその効果 このレール端部の曲上げは、大きく折れ曲がった継目板についてはこれを新品に更替することを前提として、レール端部を直接曲げ上げて降伏させ、継目落ちを修正しようというものである。前報では、この曲上げを行うための装置を「可搬式レール端部曲上げ装置」として製作して、これを用いた試験の結果について報告した。この試験は、高山線（350 万トン／年）で実施された。その直後の形状を図1に示すが、その後の追跡調査の結果もこれとほとんど変化はなく、レール端部曲上げの効果は十分あると考えられた。

3. 装置自動化の構想 この成果に基づき、レール曲上げを実用化する際に必要と考えられた自動化した装置として図2に示すようなものを考えた。すなわち、まずレール計測部で供使状態におけるレール頭頂面の形状を測定し、次に継目ボルト自動締結装置によりこれを解放してレール頭頂面形状を測定し、この形状の曲率を表す2次微分が最大となる箇所を曲上げ箇所と定め、1次微分からこの曲上げ箇所を挟む勾配の変化により曲上げ量を定める。これらは、レーザセンサからデータを取り入れたパーソナルコンピュータ（PC）の中で行う。引き続き、曲上げ箇所に曲上げ装置を取り付け、これを上記の転送したデータによりPCでコントロールして所定の曲上げ量までイテレーション法により自動的に曲げ上げる。さらに曲上げ後この箇所を計測し、レールを継目ボルト締結装置で緊締した後、その形状を測定して終了する。この図では、曲上げの方向とレール別に4個の曲上げ装置を考えてい

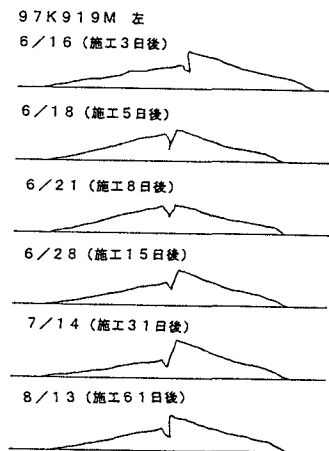


図1 曲げ上げたレール継目形状の推移

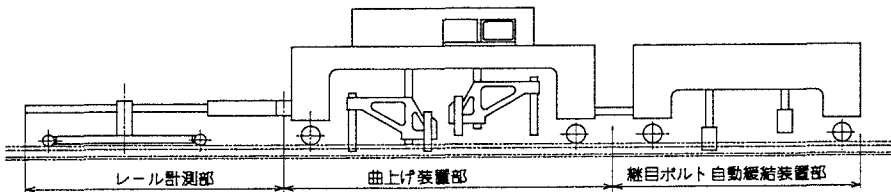


図2 自動化レール継目曲上げシステム

るが、経済性と能率を考えた場合、適当な個数があるものと考えられる。

このシステムはかなり複雑なものとなり、かなりの経費を要することも考えられたので、今回はこのシステムの基本部分となるレール計測部ならびにレール曲上げ制御部の自動化システムを製作し試験を行った。

4. レール計測部 レール計測部は、赤外線式変位計を約2mの基準棒上を移動させ、レール頭頂部の高低を計測する。このデータをA/D変換によりパソコンに取り込む。計測位置をオーバーラップさせて、継目中央および前後の計3回計測し、データをパソコン上で重ね合わせることで、約4mのデータを得る。曲上げ前の計測により、所要曲上げ量、曲上げ位置を求め、曲上げ後の計測により、曲上げの適否を判定する。

5. レール曲上げ用油圧装置 曲上げ部本体には、前報で報告した油圧式のものを使用した。この装置は軽量化を計るため最高使用圧力 200 MPa (2000 kgf/cm²)の油圧シリンダを手動ポンプで操作する様になっていたが、これをパソコンからの指令で自動操作出来る様にするため、油圧ユニットを製作した。この油圧ユニットの特徴は次の通りである。

- (1) 油圧ポンプの駆動はインバータ駆動の電動モータを、切り替え弁は電磁弁を、圧力センサは電圧出力の得られるプレッシャヘッドを採用し、曲上げ操作をパソコンで制御可能とした。
- (2) 200 MPa の油圧は一般に手動操作のジャッキ等を使用されるものであり、直接微妙な制御を行うことは困難なので、油圧ポンプの最高使用圧力を 50 MPa とし、この圧力で各種制御を行い、油圧シリンダのロッド側（曲上げ側）には1：4の増圧シリンダで最高 200 MPa の圧力を供給出来るものとした。
- (3) インバータは 6～60 Hz まで可変とし、モータの低速運転を可能とした。これにより時間軸が拡大され、任意の圧力での曲上げ停止が可能となった。

6. 曲上げ制御部 曲上げ制御部は NEC PC98 シリーズのノートパソコンおよびインターフェースボックス（I/F ボックス）よりなる。データおよび操作の入出力はこの I/Fボックスを介しパソコンが行う。パソコンは計測部からのレールデータ取り込み、重ね合わせを行い、このデータに基づき曲上げ位置、曲上げ量の設定、曲上げ操作を行う。曲上げはパソコンより I/Fボックス内のリレーを介し油圧ユニットの電磁弁を切り替える。作動中の曲上げ量は油圧シリンダに取り付けられた変位計で測定し、設定値に達したところで曲上げを停止する。この曲上げはイテレーション法により図3に示すようなモニタ画面で、目標値に対して自動的に曲上げを繰り返し、3回程度で自動的に目標値に到達するようにしてある。

この図に見られる4本の柱状図は曲上げ時のアクチュエータの変位量による曲上げ量を示しているが、この図の下破線で示したのが目標曲上げ量、1回目は目標残留曲上げ量に対して十分少ない曲上げ量となるように曲げ上げ、これを戻した後2回目は目標値との差の2/3を曲げ上げ、3回目で所定の値となるようにしている。3回目までで所定の値に達しなければ所定の値に達するまで曲げ上げる。試験では、これらの曲上げはスムーズに行われ、所期の目的を達することができた。

7. むすび 前報で行ったレール端の曲上げに関して、これを追跡した結果十分その形状を保持することが認められたので、その汎用に備えて曲上げ作業を自動化し、継目落ちの形状計測、曲上げの油圧装置、曲上げ作業の制御を通じて進めた結果、曲上げ箇所の計測から、事後のレール状態の確認までの一連の操作が自動化できることを検証でき、今後の自動実用機の基本を定めることができたものとする。

文 献 1) 渡辺康人、越野佳孝、佐藤吉彦：”レール端部曲上げの実用化” 第49回年次学術講演会(1994.9)

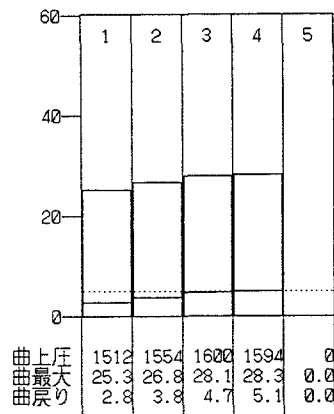


図3 曲上げ制御部のモニタ画面