

東京大学土木工学科 正会員 宮田仁 日本国鉄道 宮下邦彦 正会員 日本国鉄道 内田浩二

1. 序

鉄道線路においてレールに傷が生じた場合には、レール更換を行い、除去する必要がある。コングレール区間で低温時に、不良レール更換を実施した場合には、図-1に示す通り、夏期のレール高温時に特に著しいレール圧縮軸力が発生する。この場合張出しに対する危険性が増大するため、軸力を解放し、均等にする目的で設定替を実施することが必要である。例えば新幹線総局では、昭和59年度、設定替を419件実施したうち、125箇所が冬期の不良レール更換を理由としたものであった。今回開発されたレール緊張器は、このような設定替を省略して経費の節減を目的としたものである。

レール緊張器は図1の②に示す軸力分布の不均一さを解消するため、冬期の不良レール更換時に、前後のレールを引寄せて緊張力を得るものである。今回緊張器を開発し、上記のレール更換方法を検討して実際にレール切断、溶接試験を行った。以下にその内容を述べる。

2. レール緊張器の役割

(1) レール緊張器の役割。

コングレール区間にあって、レール低温時にレールを切断すると、引張軸力の作用によりレールが両側に収縮し、切断部に開口が生じる。これに伴って、レール軸力は図1-②の状態のように解放される。しかしこの状態のまま溶接されて、夏季の高温になると、温度上昇分に加えて、③のように付加的な軸力が発生することになる。これを防止するには②の状態で前後のレールを強制的に引き寄せ、引張軸力を加えることにより、②の点線のように軸力分布を均一化することが必要である。この際単にレールに緊張力を加えても、レールに締結装置による伸縮抵抗力が作用するため軸力分布は均等にはならない。今回の開発では(1)-(2)に述べるような方法でこの問題を解決した。

(2) レール緊張器を用いた不良レール更換作業の手順

作業の手順としては、図2に示す方法が考えられる。これは
① 不良レールの切断箇所にかかるべき溶接開先量を考慮して印付する。

② ガス切断の後、高速レール切断機を用いて正しく切断し、新レールをそう入したら、レール緊張器をセットする。この際緊張器の取付のため、若干の延長の締結装置を緩解する。

③ レール緊張器により、徐々にレールを緊張するが緊張のベースを合わせて前後の締結装置を順次緩解し、軸力の均一化を図る。

④ 緊張が終了したら、レール締結装置を外側から緊張する。

⑤ レール緊張器の前後は、均一な軸力が達成されることになるが、

図-1. 冬季の不良レール更換に伴う軸力分布の変化

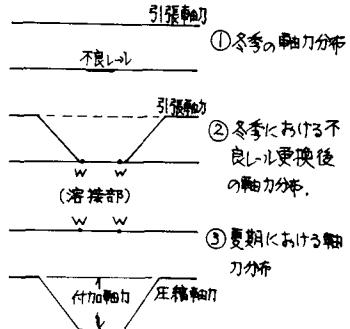


図-2 レール緊張器を用いた不良レール更換作業の手順 (同時種類式切断後緊張法)

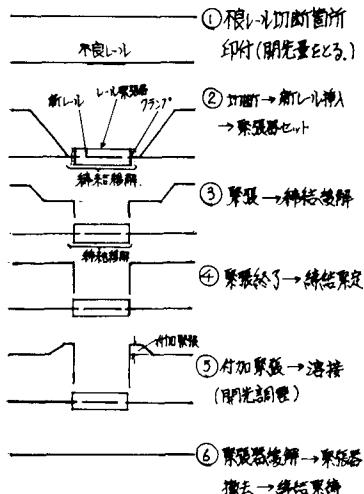
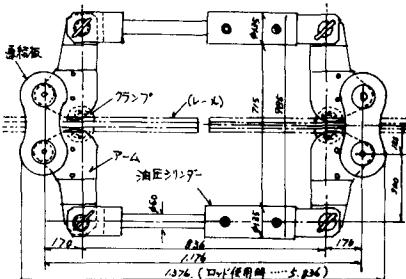


図-3 レール緊張器平面図



レール切断後は、緊張器のレールクランプ（レールをつかむ部分）の内側は緊張力を加えることができないため、④の状態のままで溶接し、緊張力を解放すると、この部分の軸力が低下する。このため、付加的に緊張力を加えて溶接する必要がある。

3. レール緊張器

レール緊張器は次のようない性能が求められる。(1) 最大緊張力、温度差を50°C程度みこむと60kgレールで1°Cに1.86tの軸力変化が考えられるため、約100t程度まで必要と考えられる。(2) 緊張力の安定性、緊張力は数時間の作業時間中安定して得られること必要があり、油圧と緊張力が再現性高く対応することが要求される。(3) 作業性、レール切断、溶接作業などの作業空間が確保でき、作業時の高温や衝撃に対しても安定した性能が得られることが要求される。

以上のような性能を考慮して開発されたのが図3-1に示すような機器である。レールをつかむクランプ、緊張力を發揮する油圧シリンダー、それらを連結する部分から成っている。

4. 緊張器を使用したレール再溶接試験

(1) 試験の状況、試験は昭和59年3月29日から翌日に行われた。山陽新幹線、博多駅～博多総合車両基地間の下り回送線1071km、49.2m付近で行った。位置の選定については試験といふことで安全性等について次のことを考慮した。ア、ロングレール不動区間であること。イ、直線区間であること。ウ、低速区間であること。エ、作業時間短縮するためゴルドサミット溶接を用いた。試験にあたっての測定項目は開口量、レール移動量、レール温度などである。基本的には切断前、切断後軸力解放時、再緊張時に各項目を測定した。

(2) 試験結果、測定値については表-1の通りである。以下行程に合わせて順次説明する。ア、初期緊張 当該ロングレールの設定温度は27°C、当日の温度は12°Cであった。レールに作用している引張力は約28tと予想された。切断途中で破断するのを防ぐため、緊張器の内側の引張力を低減するように約30tで緊張し切断した。イ、緊張力緩解、緊張力を緩解するとレール軸力分布はレール破断時と同様になる。この時図4-(ア)における開口量をE₀とし、レール切断点から28m離れた点のレール移動量をE₂₈とする。E₂₈は従来から使用されているレール破断時の破断点からXmにおけるレール移動量の式、E_x = (EA_BΔt - Rx)² --- (1)、E、ヤング係数、A、レール断面積、R、道床抵抗抗力、A_B、鋼の熱膨張率、Δt、設定温度とレール温度の差、X、破断点からの距離から考えて図4-アのよう分布となる。これより開口量E₀と移動量E₂₈が実測できれば、軸力Pと伸縮抵抗力が求められる。図4-1は開口量11.5mm、移動量E₂₈ = 1mmとし、(1)式に P = EA_BΔt + Rx 代入し、軸力PとE₀との関係を求めたものである。2つの曲線の交点よりPは32t、E₀は0.85t/m程度と推定される。これは当初の推定値、P = 28tと若干異なるが、設定温度の誤差を考えると概ね妥当と考えられる。ウ、緊張、緊張力は図4-1より30t程度とし、付加緊張力は省略した。以上2-(2)に述べた手順に従い実際にレール切断、溶接試験を行った結果レール緊張器を用いた不良レール更换の基本的な作業方法が確立できたと思われる。

5 今後の課題

今後検討する事項として、(1) ゴルドサミット溶接の適用の是否を含め、溶接方法を検討すること。(2)、軸力の推定精度を上げて、ロングレールの軸力を確実に管理していく手法、等が考えられる。なお59年度 高崎局で在来線の伸縮締目撤去時に使用され良好な結果を得たことを報告しておく。

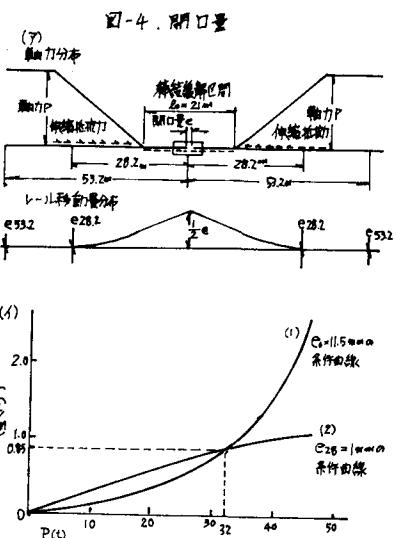


表-1. 測定項目と測定結果

項目	状態	切断前	軸力解放時	再緊張時
開口量 mm	0	11.5	0	0
レール移動量 mm	0	1.0	0	0
レール軸力 kN/mm	0	0	0	0
レール温度 °C	12	12	12	12