

四国旅客鉄道(株) 正会員 長戸正二
四国旅客鉄道(株) 日高真人

1. はじめに

ロングレールの接続やE Jの撤去時には、設定替作業の省略や残留軸圧の除去を目的として、従来より加熱工法の導入やレール緊張器の使用が実施されてきた。当社においても、作業間合の制約や踏切通行止め等の関係から、ロングレール交換を2夜に区分して施工する必要が生じた。この場合、2本のロングレールの接続作業が必要になる。

本作業においては、不均等軸圧の発生を考慮して加熱工法を用いるとともに、温度降下時のレール溶接部の開先量を確保するため、レール緊張器を用いることとした。本研究は、この併用作業に関して、レール軸圧図を用いたパラメータ設定の検討、および、現場作業への適用について述べるものである。

2. 加熱工法について

ロングレールを接続する場合、新レールのみ設定温度まで加熱し、締結を行うと、レール温度降下後、接続部に不均等軸圧が残留する。この不均等軸圧は、レール温度上昇後もそのままの形で残留するため、張り出しに対して危険側となる。このため、一定区間を設定温度以上のレール温度で加熱、締結してこれを補償している。これを加熱工法という。

3. レール緊張器の併用に関する検討¹⁾

今回のロングレール交換は、2夜に分けての施工が計画されたため、溶接によるロングレールの接続が必要となる。このため、加熱工法を用いて残留軸圧の除去を実施するとともに、溶接（ゴールドサミット）時の開先量（24mm）を確保するため、併用してレール緊張器を使用することとした。この場合の加熱温度、加熱延長、軸圧均等化延長について、以下の通り検討した。

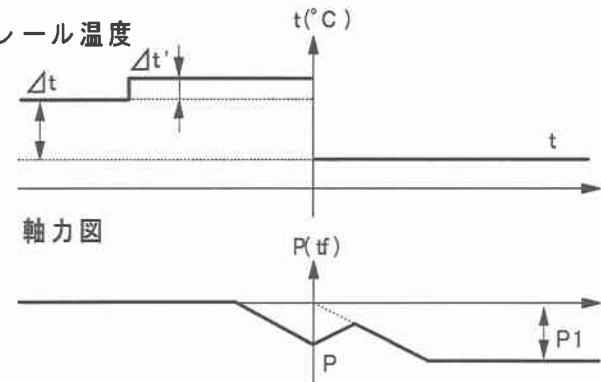


図1 レール締結時

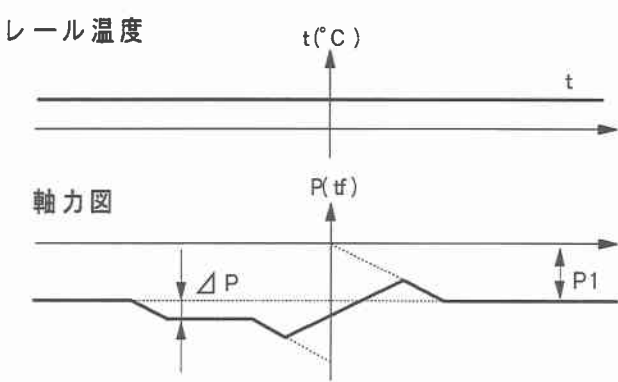


図2 レール温度降下時

図1に、レール締結時のレール温度図、軸力図、図2に、レール温度降下後のレール温度図、軸力図をそれぞれ示す。追加加熱された区間では、レール温度降下後、この追加加熱は軸力として内部に残ることとなる。レール締結時およびレール温度降下後の軸力図を組み合わせて示したのが、図3である。

加熱温度等から加熱延長を算出すると、

図3より

伸び： $\delta = L2 \cdot p1 / EA + L3 \cdot p1 / 2 EA \dots (3.1)$

縮み： $\delta' = L1 \cdot p2 / 2 EA \dots (3.2)$

$p2 = 2 L1 \cdot r \dots (3.3)$

$p1 = 2 L3 \cdot r \dots (3.4)$

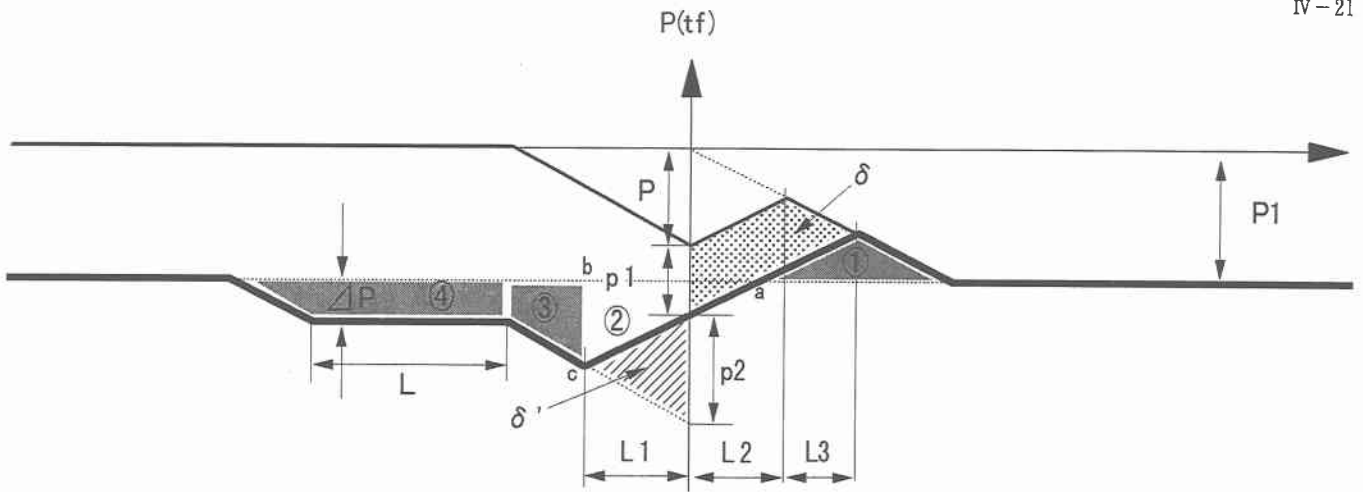


図3 残留軸圧力の算出

$$P = 2 L_2 \cdot r \quad \dots (3.5)$$

$$p_1 + p_2 = P_1 + \Delta P \quad \dots (3.6)$$

$$\text{温度降下後の伸び量}(\delta) \text{と縮み量}(\delta') \text{は等しいから、} \delta = \delta' \quad \dots (3.7)$$

(3.1)、(3.2)に(3.3)～(3.5)を代入して

$$\delta = P \cdot p_1 / 2 r EA + p_1^2 / 4 r EA \quad \dots (3.8)$$

$$\delta' = p_2^2 / 4 r EA \quad \dots (3.9)$$

$$(3.7) \text{より} \quad P \cdot p_1 / 2 r EA + p_1^2 / 4 r EA = p_2^2 / 4 r EA \quad \dots (3.10)$$

$$2 \cdot P \cdot p_1 + p_1^2 = p_2^2 \quad \dots (3.11)$$

(3.6)を適用して

$$2 \cdot P \cdot p_1 + p_1^2 = (P_1 + \Delta P - p_1)^2 \quad \dots (3.12)$$

$$2 \cdot P \cdot p_1 = (P_1 + \Delta P)^2 - 2 (P_1 + \Delta P) p_1 \quad \dots (3.13)$$

$$p_1 = (P_1 + \Delta P)^2 / 2 (P + P_1 + \Delta P) \quad \dots (3.14)$$

(3.14)を(3.1)～(3.6)に代入して、 p_2 、 $L_1 \sim L_3$ が決まる。

ただし、 r ：レールの縦抵抗、 E ：ヤング率、 A ：レールの断面積

この考え方より、加熱延長および軸力均等延

表1 今回の条件による算出結果

長を算出した結果を表1に示す。これによると軸力均等化延長は、約110mとなっている。今回のロングレール接続箇所は、半径600mの曲線の緩和曲線内に位置するため、通り狂いの発生等を考慮し、レール温度が設定温度近くまで上

計算条件		算出条件
ロングレールの設定温度	: 28° C	加熱区間 : 35.2m
作業時のレール温度	: 4° C	軸力均等延長 : 113.3m
緊張器による付加軸力	: 250kN	温度降下時の 最大引張力 : 1034 kN
追加加熱する温度	: 13° C	

昇するまで、見合わせることにした。なお、厳寒期（レール温度：-10° C）における最大軸力（引張力）は1000kN程度であり、破断の心配は無いと考えられる。なお、この計算はパソコンの表計算上に作成しており、天候の急変等、条件が急に変わった場合でも、加熱温度等の自動計算が可能である。

4. 終わりに

ロングレール化を推進していく中で、現場へのロングレール管理の定着が重要である。本研究は、ロングレールの温度管理、軸力管理の一端をパソコンの活用により手軽に算出した例である。現場第一線へのこの種の理論の定着のためには、手軽なデータ処理が必要であると考えている。その意味において、今回の成果が、ロングレール管理定着化の一助となれば幸いである。

[参考文献]

- 1) 線路工学、佐藤・梅原、1987、日本鉄道施設協会、P. 341