

IV-3

レール残留応力の実験的研究

東京大学 正員 工博 八十島義之助

東京大学 正員 ○町井 且 昌

1. 緒言

本報告は各種のレールの長さ方向の残留応力について実験的に研究しかつ理論的にも考察したものである。残留応力の検出はアサアケ法、X線による方法など数種類が掲げられるが、ここではMeier(独)の採用した切断解除歪測定法を適用した。但し彼が歪量を光学的に検出したのに対し、ここでは電気抵抗線歪計を用いた。いわば巨視的な残留応力を検出したものである。

2. 測定レール

普通レール(ハ幡製鉄製新品及び使用済み品、富士製鉄製新品)、無屈正レール、焼入れレール、徐冷レール(以上ハ幡製鉄製)、外国製レール

3. 測定方法

供試レールを予め60cmに切断しておいてからその中央の測定断面にレールの長さ方向に、電気抵抗線歪計を多数貼付する。

(図-1)次にその断面を中心にして長さ6cmに切断する(図-1)。切断の前後に各歪計の歪を測定し、その差より応力を算出する。測定精度を高める為に予めとるべき供試レールの長さ、細部の切断方法は予備実験の結果を参照して定めた。

4. 測定結果

図-2はレール断面对称軸上長さ方向の残留応力分布である。普通レール、無屈正レール及び徐冷レールはいずれも同じような分布を示し、頭部、底部は引張りで腰部が圧縮となる。頭部端では1100~1400 kg/cm²、底部端では-500~-1400 kg/cm²、腰部では-900~-1200 kg/cm²の値を示した。焼入れレール及び使用済みレールは頭部応力が殆ど圧縮側となりその大きさは-2400 kg/cm²~500 kg/cm²とになっている。図-3は底部底面の残留応力分布であるが、いずれも中央が引張応力として大きな値を示した両端に近づくに従って小さくなる。測定はすべてレール表面について行ったが、その数値よりレール断面内部の残留応力分布を推定すると

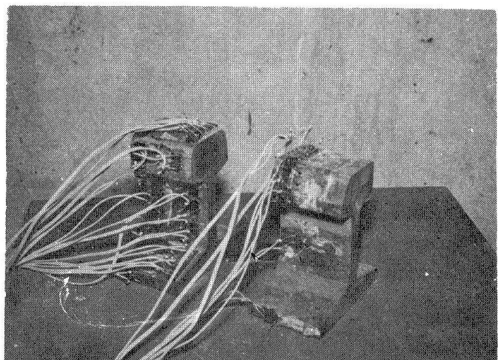


図-1 歪計貼付の状況

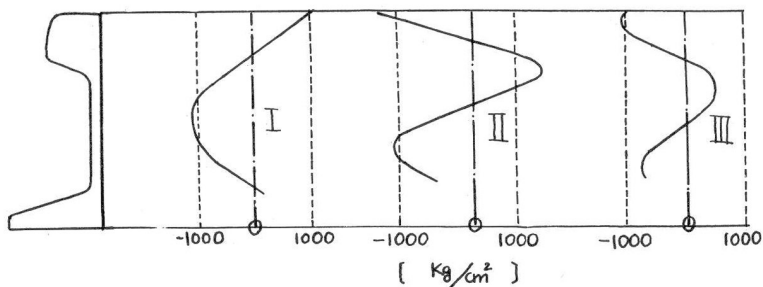


図-2 対称軸上の残留応力分布の例

I:普通, 徐冷, 無屈正レール II:ヤキイレレール

III:使用済みレール

図-4 のようになる。焼入れレールは著しい特徴を示している。頭部で最大圧縮応力 2870 kg/cm^2 、首部で引張り、腹部で再び圧縮となる。底部では圧縮から引張りにわたり変化している。これは冷却速度の大きい部分が圧縮残留応力を生ずるという熱残留応力の特徴を示しているものと思われる。使用済レールの分布は新レールと著しい差があり、頭部で最大圧縮応力 $1,000 \sim 1,800 \text{ kg/cm}^2$ を生じている。しかし使用済レール(山手線)のものと使用済レール(東海道線)のものはちがいが認められ、経歴に支配されるものと考えられる。外国レールについては参考程度の結果を得たにすぎない。

5. 考察

レール残留応力の発生機構は複雑でその原因は主として次のような場合に要約される。

1. 製造の過程 (圧延・冷却・矯正)

2. 使用の過程

既述の結果によれば、圧延・冷却の過程での残留応力は冷間矯正によるものに比較して余り大きな影響をもたないようである。従って残留応力はもっぱら矯正の過程に原因している。レール矯正は冷却中の不整曲りについて行なわれるものであるが、普通レールでは大きくて $D = 60 \text{ mm}/10 \text{ m}$ 程度であり、徐冷したレールでは $D = 40 \text{ mm} \sim 50 \text{ mm}/25 \text{ m}$ の大きさをもっている。ローラー矯正は抵抗曲げモーメント以上のモーメントを加え塑性的な変形を生ぜしめるのである。その時残留歪を生じ、矯正の目的を果すと考えられる。

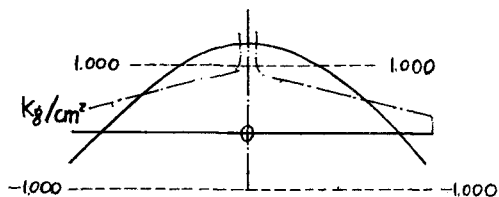


図-3 底部の残留応力分布の例

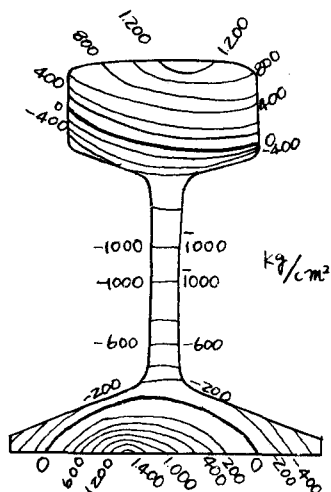


図-4

等残留応力線の例(フイツウレール)