

Ⅳ-8 レールのねじり係数の測定について

金沢大学工学部 正員 工博 小野 一良
 東京大学大学院 正員 ○ 森下 光政
 名古屋市役所 正員 小島 竹雄

レール頭部が走行車両によって横圧力を受けたときにはレールは小返りを生ずるとともに横移動を生ずる。レールの小返りの大きさは主としてレールに作用する垂直荷重ならびに横圧力の大きさ、レールの振り係数およびレールと枕木との間の締結方法によって定まり、レールの横移動は垂直荷重ならびに横圧力の大きさ、レールの垂直軸のまわりの断面2次モーメント、レールと枕木および枕木と道床との間の摩擦抵抗によって定まる。これら各種の項目の中でレールの振り係数は理論的方法によって計算することは困難であり、また実験によって測定したものもない。よって次に述べる2通りの方法によってレールの振り係数を測定した。またレールを振った場合にレールに生ずる剪断応力についても測定されたものが少ないので振りモーメントと剪断応力との関係についても実験を行った。

長さ100cmの新品に近いレールの両端に図-1に示すような腕を溶接し、この腕によってレールの両端を反対方向に振ってその振りモーメントと振り角とを測定した。腕に加えた力の大きさをループ式検力計によって測定し、これに腕の長さを乗じて振りモーメントを求め、またレールの両端近くに鏡を貼り付けてこの鏡で反射された物指の目盛りをトランシットで読んで振り角を求めた。レールを振った場合に最大の剪断応力はレールの腹部に生ずると考えられるので腹部の両面に格子型ワイヤストレーンゲージを貼り付けて振りによってレール腹部に生ずる剪断応力を測定

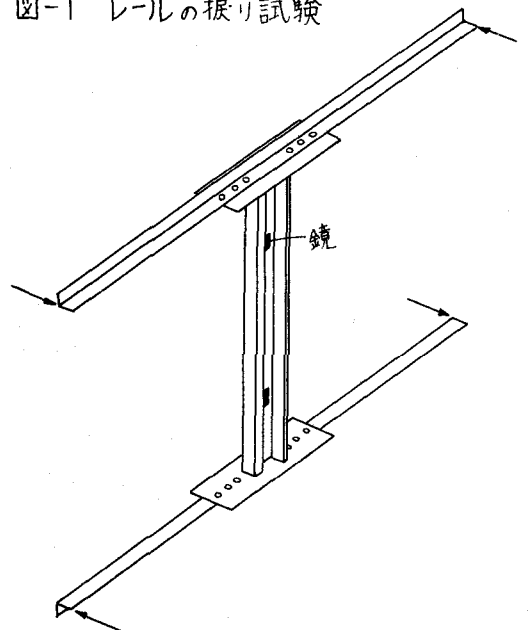
した。50, 37kgレールに対しては40,000～50,000 kg·cmの振りモーメントを加え、30kgレールに対しては20,000～30,000 kg·cmの振りモーメントを加え、各のレールについて5, 6回づつの測定を行ったが、その結果を表-1に示した。

表-1 レールの振り係数

レール重量	振り係数
50 kg	$149.5 \pm 3.5 \text{ cm}^4$
37	79.8 ± 1.0
30	50.7 ± 1.5

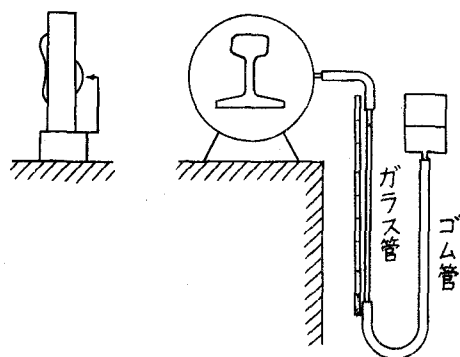
軸に加えた振りモーメントと軸の表面に生ずる最大の剪断応力との比を振りに関する断面係数と呼ぶことにすれば50kgレールの振りに関する断面係数として $95.6 \pm 1.8 \text{ cm}^3$ が得られた。

図-1 レールの振り試験



軸の振りを理論的に解く場合にあらわれる微分方程式の形および境界条件と薄膜のたわみを解く場合にあらわれる微分方程式の形および境界条件とは相似であり、薄膜のたわみを測定してこれより軸の振り係数または振りに関する断面係数を測定する方法が従来多く採用されている。この方法をレールに適用するために図-2に示すごとき装置を作った。円筒の一方の端面には円形孔を穿ち、他方の端面にレールと同一形状の孔を穿つ。この両面に同一の石けん膜を張り、この円筒内に空

図-2 薄膜の類似現象による振り係数の測定



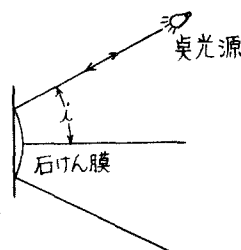
気を送って両面のふくらみの体積を測定すればこれらの体積の比によって振り係数の比が得られる。半径を α とすれば円形軸の振り係数は $\pi\alpha^4/2$ によって計算されるので、レールの振り係数を求めることができる。石けん膜のふくらみの体積を測定するにはまづレール断面形状の孔をふさいで円形孔のみに石けん膜を張り、図に示すごとくピーカーを持ち上げて石けん膜が一定の指標に達するまで空気を送った。この空気量はガラス管中の水位の上昇によって知ることができる。次に円筒の両面の孔に石けん膜を張って円形孔の石けん膜がさきの指標に達するまで空気を送った。今回の空気量から前回の空気量を差し引くことによってレール断面形状の孔に張った石けん膜のふくらみの体積が得られる。

次に円形の孔に張った石けん膜の円周に接した箇所における傾斜角とレール断面形の孔に張った石けん膜のレール腹部における傾斜角とを測定すればこれらの傾斜角はそれぞれ断面の振り係数 J と振りに関する断面係数 K との比 J/K に比例することが証明されているので、円形軸に対しては $J/K = \alpha$ となることに注意すればレールに対する J/K を容易に求めることができる。石けん膜の最大傾斜角を求めるには図-3に示すごとく膜面に点光源より光を当てて膜面で反射させ、これが点光源の位置に戻って来れば点光源より膜面におろした垂線の足は膜面内にあり、戻って来なければ膜面の外に出ることからこの限界の位置を知ることができた。以上に述べた方法を用いてレールの振り係数および振りに関する断面係数を求めた結果を表-2に示した。いずれも10～15回の測定値の平均である。

表-2 薄膜の類似現象より求めたレールの振り係数および振りに関する断面係数

レール重量	振り係数	振りに関する断面係数
50 kg	$168.9 \pm 0.8 \text{ cm}^4$	$80.7 \pm 1.4 \text{ cm}^3$
37	91.0 ± 2.0	17.37 ± 0.21
30	54.2 ± 0.9	6.35 ± 0.03

図-3 薄膜の傾斜角測定



ここに得られた数値はさきに実測によって得られた数値に一致しないが、この原因については今後の研究によって解明したい。