

N-36 横圧力によって軌道に生ずる応力および変形の計算

金沢大学工学部 正会員 小野 一良

鉄道線路に敷設されたレールが横圧力を受けた場合にレールは横移動と同時に振れを受ける。この問題を解くために従来多くの論文が発表されているが次の各種の項目に対する取扱ひ方にそれぞれ特徴を持っている。

- (a) 1. レールの横移動および振れを別々に取出して解く方法, 2. 横移動と振れとを同時に考慮した解法。
- (b) 1. レールが横圧力を受けた場合にレールは等間隔に配置された枕木から集中的に反力を受け、枕木間においては反力を受けないとして解く場合, 2. 枕木より受ける反力を枕木間に分散させてレールは全長にわたつて支持されると仮定して解く場合。
- (c) レールが横移動をしたときにレールが枕木より受ける反力がレールと枕木との間の相対的移動量およびレールの小返りに比例し、枕木が道床中を移動したときに道床より受ける反力が枕木と道床との間の相対的移動量に比例するとして解くことは一般的に行われているが、1. この比例の常数を垂直荷重の大きさに無関係と仮定した場合, 2. これらの比例の常数が垂直荷重の大きさによって変化するとした場合。

著者はここに (a) 1, (b) 1, (c) 1 の組み合わせについてレールの横移動および振れの解法を誘導した。その理由として (a) 1, (b) 1 の組み合わせについて解いた報告は従来ないこと、また (c) 1 を採用した根拠として試験軌道のレール頭部に横圧力を加えた場合におけるレール底部の横移動、枕木の横移動ならびにレールの小返りを測定した結果を示す。これは枕木間隔の中央点に横圧力を加えた結果であるから単独の枕木に横圧力を加えた場合とは異なるが大体の傾向はこれより知ることができる。これらの図に示すごとくレール底部の横移動、枕木の横移動ならびにレールの小返りともに横圧力に比例して増加すると言ふよりはむしろ増加の割合が次第に急激になっている、また垂直荷重が大きければ横移動

図-1 横圧力と枕木の横移動との関係
木まくら木、碎石道床

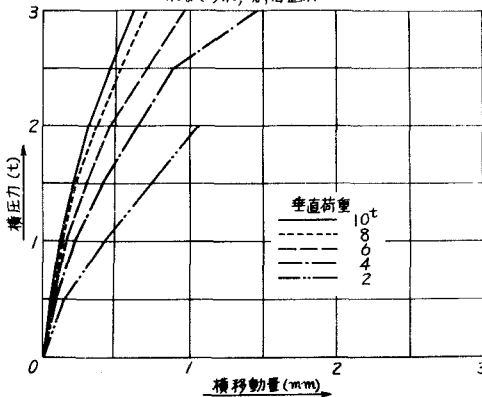
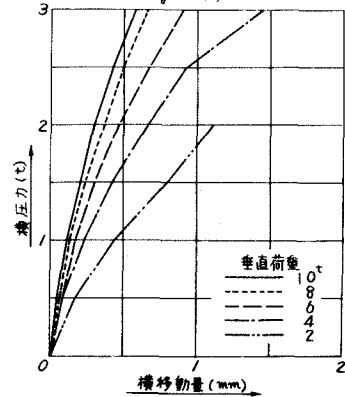
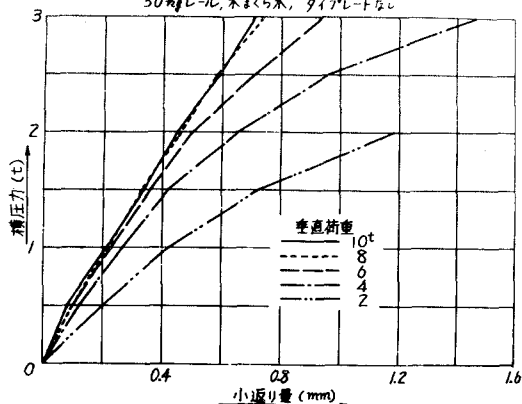


図-2 横圧力とレール底部の横移動との関係
50kgレール、タイアプレートなし



および小返りの増加割合が減少することが認められる。レールが横圧力を受けるときには必ず垂直荷重を伴い、また横圧力の作用点を離れるに従って枕木がレールから受ける垂直荷重ならびに横圧力が減少することを併せ考えれば枕木上におけるレールの横移動および小返りは横圧力に比例し、その比例の常数は垂直荷重の大きさに無関係と仮定しても大きな誤りはないと考えられる。またこのように仮定することによって差分方程式を適用することができる。

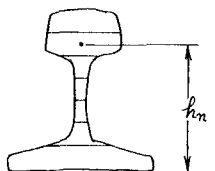
図-3 横圧力とレール小返りとの関係
50kgレール、木まくら木、タイガレートなし



レール断面を多数の水平線によって分割し、

n 番目の部分の垂直軸のまわりの断面二次モーメントを I_n とし、レール底面からの高さを h_n とする。しかるとき $I = \sum I_n$, $H = \sum I_n h_n$, $K = \sum I_n h_n^2$ と置く。またレールのねじり係数を J と置く。しかるときにはレールのねじり中心の高さは H/I によって与えられる。レールのねじり中心の高さで横圧力が作用し、この高さで横方向に支持されていればレールに振りを生じないが、実際にはレール頭部において横圧力を受け、レール底部において横方向に支持されているためレールにねじりを生ずるのである。レールと枕木との締結部における横方向の基礎係数を k_1 とし、枕木の移動に対する道床の基礎係数を k_2 とし、

図-4



$\frac{1}{k_3} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ と置く。またレールの小返りに対する枕木の基礎係数を Δ とする。し

かるときには次の4箇の係数が導かれる。

$$\alpha = a \left(\frac{G I J}{E L} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad u_i = \frac{k_i a^3}{3 E I}, \quad v = \frac{\Delta a}{2 G J}, \quad w = \frac{E H^2}{G I J a^2},$$

ただしここに a は枕木間隔、 E はレール鋼の弾性係数、 G は剪断弾性係数、 $L = I K - H^2$, $i = 1, 3$

左側レールのねじり中心の高さにおける横移動を η_4 とし、右側レールの横移動を η_2 とし、左側レールの小返りを φ_4 とし、右側レールの小返りを φ_2 とし、 $(\eta_4 - \eta_2)/2 = \eta_1$, $(\eta_4 + \eta_2)/2 = \eta_3$, $(\varphi_4 - \varphi_2)/2 = \varphi_1$, $(\varphi_4 + \varphi_2)/2 = \varphi_3$ とするとき η_i , φ_i は上記の4箇の係数を用いて計算することができる。軌道が垂直荷重を受けたときにはただ1箇の軌道係数を用いてレールのたわみその他を計算できたことにくらべてはるかに複雑になる。