

IV-8 レールのクリープに対するレール、枕木および道床の間の 抵抗力について

金沢大学工学部 正員 小野 一 良

レールのクリープは一般にレールが枕木上を滑ることによって生ずる。これを防止するためにアンチクリーパーをレールに取付ければクリープ量は減るが、枕木がレールとともに道床中を移動することがある。よってアンチクリーパーの強度は道床の抵抗力以上あれば充分であると考えられる。最近ではタイププレートにはばね釘またはばねクリップを使用する場合があります、このときにはレールが枕木にかたく締め付けられ、また使用中の緩みも少ないので充分にアンチクリーパーの効果があるといわれている。PC枕木の締結装置についても同様である。

レールと枕木との間の摩擦抵抗力は主としてこの間の接触圧力によって支配され、この接触圧力を増すには次の二つの方法がある。

- (1) レールの上に荷重を加える方法
- (2) ばね釘またはばねクリップを強く締め付ける方法

この外にレールと枕木との間の摩擦抵抗力に影響を与える要素として軌道の振動を考慮する必要がある。

レールと枕木との間の摩擦抵抗力を知るために長さ 2.3m の 50kg レール 2 本、木枕木 3 丁および F 型タイププレートを用いて試験軌道を作った。ただしタイププレートのばねクリップを緩めてこの影響の入らぬようにした。この上に種々の大きさの垂直荷重を加えた後レールに水平圧力を加えて枕木上で滑らせた。水平圧力の増加とともにレールは徐々に枕木上を移動するが、移動量が約 1mm に達したときに最大抵抗力に達した。このときの摩擦係数はレールと枕木間の接触圧力が 1000kg 以下では 0.4 であるが、これより大きな接触圧力に対しては摩擦係数が 0.3 に近づいた。

つぎにはばねクリップの締結力を種々の大きさに変更し、または試験軌道に振動発生機によって振動力を加えてレールと枕木との間の摩擦抵抗力を測定した。レールに加えた水平圧力が増すに従ってレールは徐々に枕木上を滑り、相対的移動量が約 1mm になったときに最大抵抗力に達した。移動量が 0.1mm, 0.3mm および 1mm となったときの片側レール当りの抵抗力とばねクリップの締め付けモーメントとの関係を図 1, 2 に示した。これらの図によれば移動量 1mm のときの抵抗力は締め付けモーメントにほぼ比例して増加することが認められる。ばねクリップの締め付けモーメントが 1000kg·cm となるときはばねクリップがレールを押え付ける圧力は計算上 2070kg であるが、図 1 によればレールの滑りに対する抵抗力を測定した結果は 1300kg となった。従って抵抗力の接触圧力に対する比は 0.63 となる。レールが枕木面上を移動するときにはレール底部上面とばねクリップとの間にも滑りを生ずるのでレール底部の上下両面における摩擦係数の和が 0.63 になると考えられる。

図 2 は振動発生機によって回転数 1750r.p.m., 起振力 600kg の振動を加えた場合の試験結果である。試験レールの移動量 1mm における抵抗力は振動を加えない場合の 80~90%

となった。

PC枕木2号型についてもばねクリップの締付けモーメントを種々の大きさにしてレールが枕木上を滑る時の摩擦抵抗力を測定した。静的試験を図-3に示し、試験軌道に振動を加えた場合を図-4に示した。これらの図によれば移動量0.1mm, 0.3mm, 1mmにおける抵抗力はすべて締付けモーメントに比例して増加することが認められる。ばねクリップの締付けモーメントが1500kg-cmとなる時両側のばねクリップがレールを押え付ける圧力は計算上1950kgであるが、図-3によれば移動量1mmにおける摩擦抵抗力が1230kgとなった。従って抵抗力の接触圧力に対する比は0.63となり、F型タイプレートの場合に一致する。

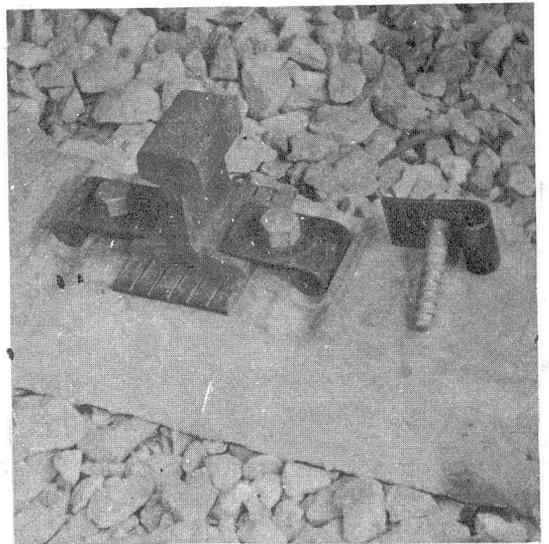
図-4は振動発生機によって回転数1750r.p.m., 起振力600kgの振動を加えた場合の試験結果である。この場合にもレールの移動量1mmにおける抵抗力は振動を加えない場合の80~90%となった。

著者はすでに枕木が道床中をレール方向に移動するときの抵抗力を測定し、その結果を土木学会第15回年次学術講演会および土木学会論文集第79号に発表した。試験軌道の上に種々の大きさの荷重を載せ、または振動力を加えてこれをレール方向に引いたのであるが、枕木が道床中を移動するときの抵抗力は移動の進むに従って増加し、移動量が0.03mmを超えた後に移動量の対数と抵抗力とは直線的の関係にあることが認められた。移動量が10~30mmとなったときに最大抵抗力に達した。試験軌道上に300kgの荷重を置いたとき最大抵抗力は木枕木において枕木1挺の片側レール当り480kgとなり、PC枕木においては640kgとなった。これらの抵抗力は軌道に振動を加えたときに急激に低下し、振動発生機によって回転数1390r.p.m., 起振力377kgの振動を加えた場合にそれぞれ150kgおよび290kgとなった。これは振動を加えない場合の31%および45%である。

木枕木F型タイプレート



PC枕木2号型



試験軌道の上に荷重を置いたときには枕木が道床中を移動するときの抵抗力がいちじるしく増加し、その増加量は荷重の大きさの1.4~2.0倍に達した。これは枕木底面と道床との間の摩擦抵抗が増すだけではなく、レール方向の移動と同時に試験軌道が浮き上るためと考えられる。

以上に述べた実験を併せて考察すればF型タイププレートまたはPC枕木のはねクリップを十分に締め付ければレールと枕木間の滑りに対する摩擦抵抗力は枕木が道床中を移動する場合の抵抗力より大きく、従ってばねクリップは十分にアンチクリーパーの作用を持つことが認められる。しかるに試験軌道の上に漸次大きな荷重を置くとときには枕木と道床との間の抵抗力が急激に増すためレールと枕木間の摩擦抵抗力を超過することが考えられる。

これまでの試験軌道に加えるレール方向の水平力を段々増してレールの移動または枕木の移動に対する最大抵抗力を測定した結果を述べたが、実際の線路においては何回も繰返

図-1 F型タイププレートにおけるばねクリップの締め付けモーメントと抵抗力との関係 静的試験

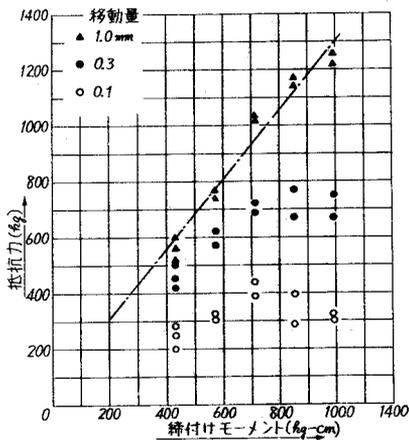


図-2 F型タイププレートにおけるばねクリップの締め付けモーメントと抵抗力との関係 動的試験 上下動 1750N.p.m.

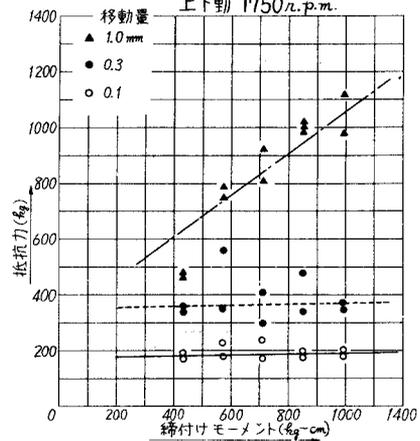


図-3 PC枕木2号型におけるばねクリップの締め付けモーメントと抵抗力との関係 静的試験

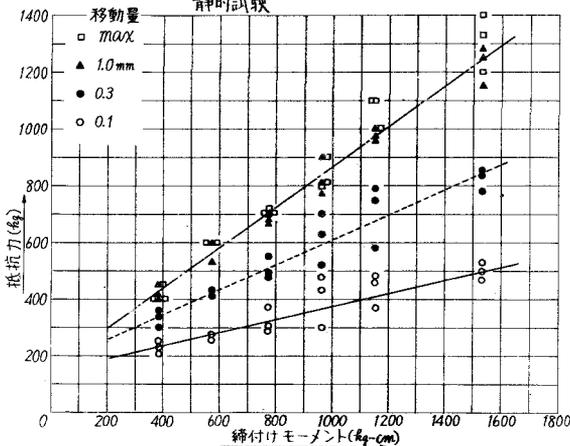
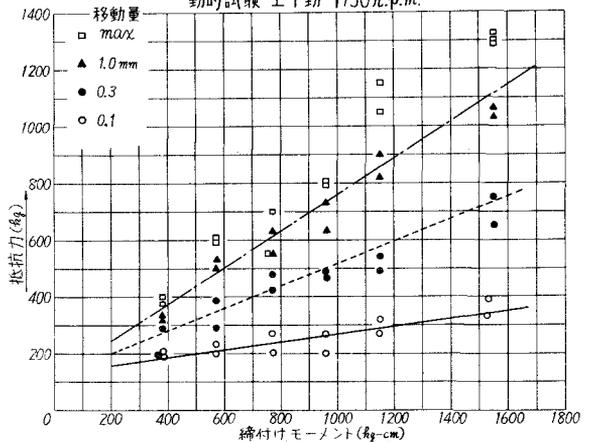


図-4 PC枕木2号型におけるばねクリップの締め付けモーメントと抵抗力との関係 動的試験 上下動 1750N.p.m.



して垂直ならびに水平力が加わり、この結果レールのクリープを生ずると考えられる。よって図-5に示すごとくレールに繰返して斜め方向の力を加えてレールの移動する過程を観測した。水平力と垂直荷重との比を0.3とし、垂直荷重を繰返し0から10^tまで上げたとき10^tおよび0におけるレールの移動および残留ひずみの累計を図-6に示した。この図に示すごとく当初は試験軌道に振動を加えなかったが、その後振動を加え、またはばねクリップの締結力を緩くして試験を繰返した。図に示すごとく振動数を増し、またはばねクリップの締結力を弱めてから第1回または第2回において大きく移動を生ずるが、その後は一定の割合で進行する。特にばねクリップの締結力の弱いときに大きな振動を加えればレールは毎回0.3mm以上進むことが認められる。この移動の大部分はレールと枕木との間の滑りによって生じ、枕木の道床中における移動は非常に少なかった。

図-5 試験軌道ならびに載荷方法

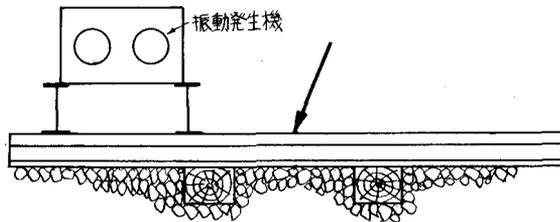


図-6 繰返し斜め荷重による試験軌道の移動量累積
レールの移動量 (木枕木, 砕石道床)

