

IV-152 鋼まくらぎ無道床軌道の開発

金沢大学工学部 正会員 小野 一 良
石川工業高専 正会員 ○伊藤 義 男

保守労力を軽減する目的をもってトンネル内および高架線上においては砂利道床軌道にかわってスラブ軌道が施工されるようになった。スラブ軌道は基礎コンクリートとコンクリートスラブとの間にセメントアスファルトモルタル（以後CAモルタルと記す）を填充することによって軌道に所要の弾力性を持たせたものであり、CAモルタルの開発に努めることが多い。しかしスラブ軌道においてはスラブの重量が非常に大きいので運搬および敷設に手数を要し、これにかわるものとして鋼まくらぎを使って新しい軌道構造ができないかと考えたのが鋼まくらぎ無道床軌道である。

鋼まくらぎは古くからヨーロッパの各鉄道で使用されてきたが、現在では一部に残っているだけである。最大の欠点は自動閉塞信号区間において中間に絶縁材をはさむ必要があり、構造が複雑になるためと考えられる。このような欠点は鋼まくらぎを縦まくらぎとして使用することによって解消され、特にコンクリート基礎上に鋼まくらぎを敷設するとすれば少数のゲージタイを併用することによって軌向を保つことが可能であろう。図-1に示すごとく鋼まくらぎとコンクリート基礎との間にCAモルタルを填充すればこの間に適当な弾力性が保たれ、衝撃によって基礎コンクリートが破壊されることが防止できると考えられる。鋼まくらぎ無道床軌道の構造に対する問題点をつぎに挙げてみよう。

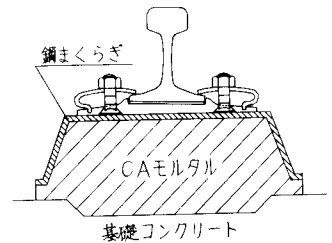


図-1 鋼まくらぎ無道床軌道

1) 軌道の精度を正しく敷設することができるかという問題に対しては従来のコンクリート道床軌道敷設と同様にまず仮の支持台によってレールを正しい位置に固定し、これに鋼まくらぎを取付けてその後鋼まくらぎとコンクリート基礎との間にCAモルタルを填充すればよい。しかしその際CAモルタルの中に入れる膨脹剤としてのAl粉末の量が問題となり、場合によっては軌道を押上げてしまう。最終的には可変パッドによる調整が必要となるであろう。

2) CAモルタルの強度は温度によって大きく変化する。特に高温時において強度が低下し、また繰返し荷重によって永久変形の累積する恐れがある。スラブ軌道に対するCAモルタルの標準配合よりセメント量を増し、あるいはアスファルト量をいくらか少なくして強度を増す必要があると考えられる。

3) 特に曲線軌道において横圧力が作用した場合にレールおよびまくらぎの横移動および小返りを生じ、繰返して横圧力が加わるとき永久変形が累積するおそれがある。この対策としては鋼まくらぎの形状を変更することになるであろう。 4) 軌道狂いを生じた場合の整正方法、 5) 軌向絶縁の問題、 6) 列車走行時の騒音。

今回は主としてオ2、オ3の問題点について検討した結果を述べる。

鋼まくらぎの底幅として40cmを標準とした。これはレールを鋼まくらぎに締結するのに必要とする最小の幅であり、かつ鋼まくらぎの代用としてYSPⅡ型の鋼矢板を実験に使用したためである。鋼まくらぎとレールとの取付け方法としてはすでに種々の方法が開発されており、またタイプレートとレールとの締結方法も参考となる。しかしこれは今回の主要な研究目的ではないので実験においては鋼まくらぎの上にC型タイプレートを60cm間隔に溶接した。レール締結部より鋼まくらぎが受ける荷重の大きさとしては軸重を16tとすれば車輪荷重は8tとなり、車両動揺による荷重の増加を30%見込んで10.4tとする。レール下に100t/cmのはね定数を持つ軌道パッドを挿入することとし、鋼まくらぎ下のCAモルタルの弾性を無視すれば、車輪の直下にある

締結部の荷重分担率は0.529となる。よってレールより締結部を通して鋼まくらぎが受ける荷重は5.5tとなる。この荷重がまくらぎの長さ60cmの間に一様に分布されると仮定すれば長さ30cmの試験まくらぎには2.75tの垂直荷重を加えればよいことになる。

つぎにレールに作用する横圧力としては曲線部において外側レールが先頭車輪のフランジより受けるものが最も大きく、静的輪重の50%を考慮する。レール頭部がこのような横圧力を受けるときには横圧力および横圧力によって生じた偶力はレールの横曲げ剛性およびねじりに対する剛性によって分散されて鋼まくらぎに伝達される。また鋼まくらぎが横圧力および偶力を受けたときには鋼まくらぎおよびその下に填充したCAモルタルの弾性変形によってまくらぎの長さ方向に横圧力および偶力が分散される。これを模型によって表わせば図-2, 3に示すごとくなる。鋼まくらぎのねじりに対する剛性はレールよりはるかに少ないが横曲げに対する剛性はレールよりはるかに大きい。従ってレールが横圧力を受けたとき横方向の移動に対しては主として鋼まくらぎが抵抗し、横圧力に伴う偶力に対しては主としてレールが抵抗することになる。

このような模型によって計算すればレール頭部に4,000 kgの横圧力が作用したときには鋼まくらぎの中央部において長さ30cm当り500 kg程度の横圧力と15,000 kg・cm程度の偶力が作用し、鋼まくらぎの端部においては30cm当り700 kg程度の横圧力と18,000 kg・cm程度の偶力が作用することとなる。この値はCAモルタルの弾性係数によっていくらか変り、低温において硬くなれば大きくなり、高温時に軟くなれば荷重が広く分散されて小さくなる。

以上の計算結果を考慮に入れて長さ30cmの鋼矢板を用いて試験装置を作り、写真1, 2に示す方法で垂直方向または斜方向に4tの繰返し荷重を加えた。これは鋼まくらぎに作用する垂直荷重計算値の1.45倍に相当す

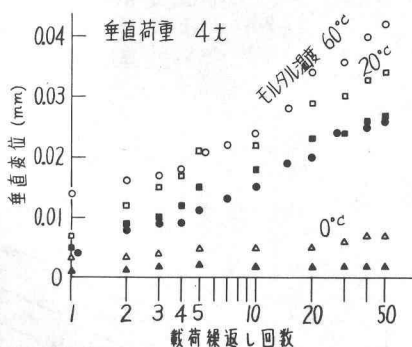


図-4 垂直繰返し荷重による累積変位

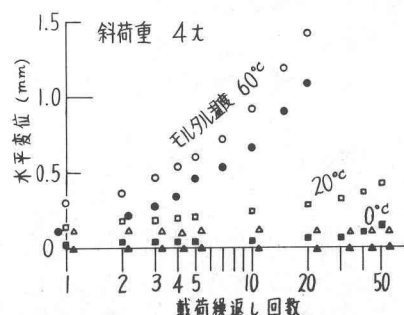


図-5 斜繰返し荷重による横方向累積変位

る。斜方向に4tの荷重を加えたときには鋼まくらぎ面に1,800 kgの横圧力と29,000 kg・cmの偶力が作用することになる。これは鋼まくらぎ端部に作用する横圧力計算値の2.5倍、偶力計算値の1.6倍である。実験結果を図-4, 5に示した。これらの図によればCAモルタルの温度が高くなれば変形が大きくなり、特に斜荷重を受けたときの水平変位が次第に累積することに注意しなくてはならない。しかし実際にはこのように大きな横圧力と偶力が作用することはないからまず安全と考えられる。

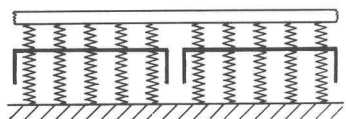


図-2 鋼まくらぎ軌道の側面図

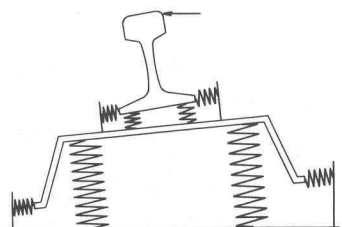


図-3 鋼まくらぎ軌道の断面図

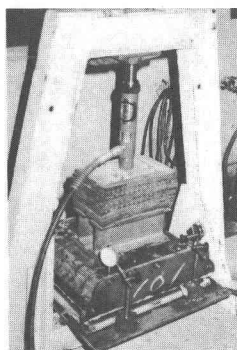


写真-1

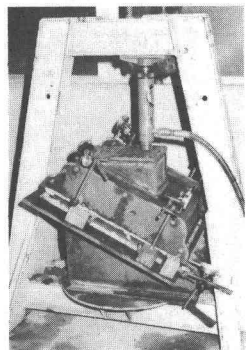


写真-2