

N-28 木まくら木の経年と犬くぎの支持機構について

京都大学工学部	正員	工博	後藤尚男
岐阜高専	正員		○渡部卓郎
株式会社 奥村組	正員		金沢善顕

1. はしがき

軌道構造近代化の一環として、P.C.まくら木化が逐次実用されつつあるが、国鉄・私鉄全体をみれば木まくら木が圧倒的に多く、その補修・更換の年間投入量は莫大な数に上っている。しかも木まくら木の更換限度はほとんど例外なく信頼度の低い官能判定に依存している現状にある。そこでわれわれは、木まくら木の耐用命数を科学的に判定する一方法を見出すため犬くぎの支持機構に注目して、現地軌道における調査測定と室内における実物試験を行ない、特にまくら木の経年と犬くぎの支持機構の関連について究明しようとした。

2. 現地軌道における犬くぎ水平支持機構の調査測定

国鉄京都駅構内の東海道本線、山陰本線などにおいて、樹種と経年以外はなるべく同様な条件下にある合計 111 丁の並まくら木において犬くぎの横圧試験を実施し、なお走行列車荷重による犬くぎの横圧をも測定した。これらの試験測定には金子計器製作所製の犬くぎ横圧ならびに支持力測定器を使用し、すべて軌間外側犬くぎの頭部における横圧を対象とした。

(1) 犬くぎの横圧 H と水平変位 η : 犬くぎ頭部の横圧 H と水平変位 η との測定結果を示した一例が図-1 で、これより経年大なるものの方が経年小なるものより同一の H に対して一般に η が大きい傾向にあり、また全体的にみて $H-\eta$ 関係は 2 つの折線で近似できそうな傾向が多く出た。

(2) まくら木の経年 Y と犬くぎ頭部の水平ばね定数 k : 図-1 のように $H-\eta$ 関係を 2 本の折線で近似することは、さらに多くの実験調査を行なった後、真重に取扱うべきであろう。それらは今後検討することにして、ここでは取敢ず図-1 の第 1 直線状比例限度とみなされる横圧則定値 H_e と同じく水平変位測定値 η_e との比をとり、これを一応犬くぎ頭部の水平ばね定数 $k_e (=H_e/\eta_e)$ とみなした。かかる測定値 k_e をまくら木の経年 Y に対して図示した一例が図-2 である。これより本測定によって得られた範囲内においては、 k_e-Y 関係はかなりのばらつきがあるが、大局的には指数的な減少傾向にあらうとみてよさそうである。

(3) 列車速度 V と犬くぎ頭部の横圧 H_e : 営業列車の速度 V とこれより犬くぎ頭部

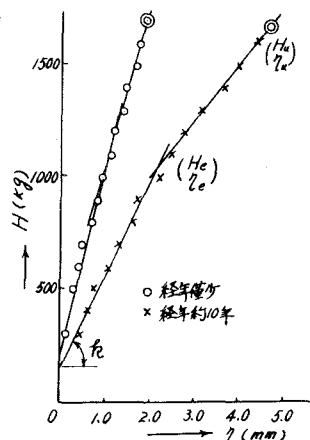


図-1 犬くぎの横圧試験による横圧 H と水平変位 η 、フナ、実軌道

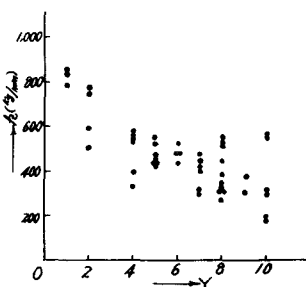


図-2 まくら木経年 Y と犬くぎ水平ばね定数 k_e 、フナ、実軌道

にかかる横圧力 H_L の関係は、いずれも測定数が多くないので確言はできないが、 H_L は V に対してあまり大きくは変動しないようであり、また直線部と曲線部とでもそれ程は大差ないようである。

3. 犬くぎの支持機構に関する室内実験

実軌道における犬くぎの水平支持機構をさらに詳しく調べ、かつ引板に対する犬くぎの鉛直支持機構をも明らかにする目的で、現地軌道のまくら木を実験室内に供試した。供試されたまくら木は国鉄京都保線区より提供されたブナ、カシ、クリ3樹種のそれぞれ新品、経年5年、同10年の計9丁である。これらのまくら木にそれぞれ実験室内において、すべて新品犬くぎを打込み、その後横圧実験は金子式測定器により、また引板抵抗実験は圓井製作所製のプルービングリング付測定器によって実施した。さらに犬くぎにストレインゲージを接着して、犬くぎ鋼枝の長さ方向のひずみをも測定した。

(1) 犬くぎの横圧 H と水平変位 η の静的繰返関係：犬くぎの力-変位の復元力特性にも注目して、図-3 のような静的繰返試験を行なった。これらの H - η 関係では明らかに履歴現象を呈し、その特性には図-4 の力学モデルの復元力特性の傾向がかなり強く現われている。(2) 横圧 H -水平変位 η 繰返関係の処女包絡線：ばね定数 k をこれらの処女包絡線より求めると、測定数が余りにも少ないためか、 k は必ずしも経年に応じて減少しているとは限らないが、経年10年の k が新品および経年5年のものよりはるかに小さく出ている。(3) 横圧試験による弾性変位 η_e と塑性変位 η_p ：杭の載荷試験結果の整理におけると同様に、犬くぎ頭部の水平変位を弾性変位 η_e に分けて図示した一例が図-5 である。これより経年10年の塑性変位が大きいことが目立つ。(4) 犬くぎ頭部に上向きの引板力 P を与えた場合：経年10年のものが新品や経年5年のものより遙かに劣る傾向が認められた。

ひずみ測定結果および2, 3の考察は講演時にゆずるが、破壊試験に相当する犬くぎ頭部の水平ばね定数 k が、まくら木の耐用命数判定上の一物理量として注目してよさそうである。

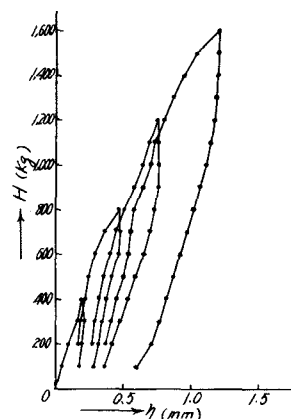


図-3 犬くぎの横圧 H と水平変位 η 、ブナ、新品、室内

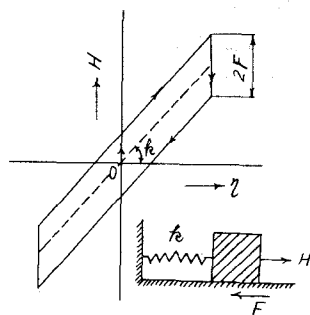


図-4 ばねと固体摩擦を有する力学モデル

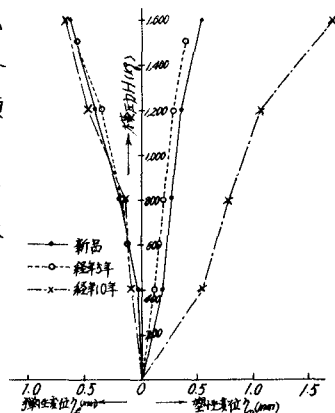


図-5 横圧試験による弾性変位と塑性変位、ブナ