

IV-5 軌道用バネ釘の支持力について

大阪市立大学 正員 工学 岡部二郎

1. 試験の目的 軌道のように激しい衝撃荷重を受け、かつ大きな振動加速度を生ずる構造物において、各部を結合して一体化するためには適当なバネを使用して、弾性的に結合するのでなければ、必ず弛緩、破損を生ずることを免れない。犬釘またはねじ釘の代りに、バネ釘を使用するのもこの趣旨にはかならない。今回試験したバネ釘は藤原鍛工KK製のもので、その形状は図-1に示した。

2. 引抜抵抗 新しいうくり木に直径17mmもしくは13mmのねじ錐で深さ75mm穿孔してバネ釘を打ち込み、これを徐々に抜き上げて引抜抵抗を測定した。この場合抜上り量が増すにしたがって抵抗値は減少するが、当初の最大引抜抵抗だけをとりて比較すると表-1に示すとおりである。また普通犬釘の場合を100%として、その値を比率によって示すと表-2となる。

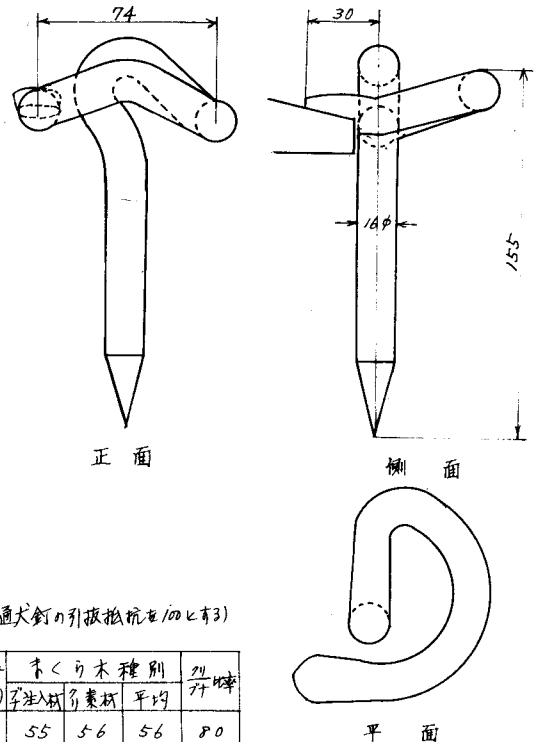


表-1 引抜抵抗試験成績(単位kg)

釘種別	ねじ錐 直径(mm)	釘頭 深さ(mm)	うくり木種別 径注入材	引抜抵抗
バネ釘	11	100	2,100	1,670
		120	2,535	2,045
	13	100	2,040	1,500
		120	2,285	1,940
普通犬釘	13	120	3,807	3,013

表-2 同比率(普通犬釘の引抜抵抗を100とする)

釘種別	ねじ錐 直径(mm)	釘頭 深さ(mm)	うくり木種別 径注入材	平均	比率
バネ釘	11	100	55	56	80
		120	67	68	80
	13	100	54	50	74
		120	60	63	86
普通犬釘	13	120	100	100	79

1) バネ釘と普通犬釘との比較 バネ釘は犬釘より周長が小さいだけ、引抜抵抗もまた小さい。引抜抵抗はまくり木とスパイキとの接触面積にほぼ比例するもののようにある。しかし、前表の値は静荷重に対するものであって、これから直ちに犬釘の支持力がバネ釘より大きいと結論することは誤りである。何と云へば、バネ釘の場合は引抜力がバネを介して本体に伝達されるのに反し、犬釘の場合は直接衝撃力を受けるからである。衝撃荷重に対する引抜抵抗の値としては、バネ釘は前表の値の70% 犬釘の場合は50%程

度と考えるのが妥当であろう。

ii) 未くり木材種別比較 クリ素材未くり木の引抜抵抗はブナ注入未くり木のほどもである。犬釘の場合もまた同様であった。クリのように比較的堅いがぬばりの少ない材傾の場合、スパイク打込みの際、未くり木繊維方向に割れを生じ、引抜抵抗が減少する傾向が見られる。たとえ割れが表面にまで表出されない場合でも、未くり木内部に軽微な割れを発生していることがクリ未くり木の引抜抵抗を減少させる主要な原因と思われる。

iii) ねじ錐直径の影響 径 11^{mm} と径 13^{mm} のねじ錐を比較すると、前者の引抜抵抗は後者より3~11%大きい。その差は必ずしも大きいとはいえない。ことに割れを生じやすいクリ未くり木の場合、径 11^{mm} のねじ錐を使用すると、未くり木が割れて引抜抵抗がいちじるしく減るおそれが多い。したがって使用するねじ錐の直径は 13^{mm} の方が安全である。

iv) バネ釘の打込深さ 打込深さ 120^{mm} の場合は、同じく 100^{mm} の場合に比較して引抜抵抗が12~31%、平均22%大きい。バネ釘の寸法を長くすると、長さに比例して引抜抵抗が増すことは明りかであるが、レール底を押えるバネ圧力と衝撃荷重によるバネ圧力の変化量などの値に比較して引抜抵抗には充分の余裕があるから、バネ釘の長さをこれ以上長くして打込量を増すほどの必要性はない。

3. レールに対するバネ圧力 バネ釘がレール底を押えているバネ釘圧力を測定した結果は表-3に示すとおりで、バネ釘を普通程

表-3 バネ釘のバネ圧力とふく進抵抗測定値

度で打込んだ場合、300~400 kg、特に深く打込むと350~450 kgに達する。タイパッドまたはタイプレートを使用すると、バネ釘の撓みを幾分大きくするこゝで、この場合のバネ圧力は、普通の打込みで350~450

タイプレート	タイパッド	バネ釘圧力(Kg)			ふく進抵抗(Kg)				平均抵抗 B/A	記号
		左	右	計(A)	I	II	III	平均(B)		
+ふし	なし	315	250	565	510			510	0.903	打込量普通
		510	300	810	650	640	630	640	0.791	打込量大
	厚さ6mm タイパッド 使用	330	315	645	795	770	760	775	1.201	打込量普通
		380	555	935	890	890	870	883	0.944	打込量大
水平タイ プレート使用	なし	395	330	725	700	760	760	740	1.021	
	厚さ6mmタイ パッド使用	175	425	600	540	660	620	607	1.011	

kgである。特に深く打込んだ場合400~500 kgである。

4. レールふく進抵抗 表-3にふく進抵抗および摩擦係数を示した。

i) バネ圧力とふく進抵抗の関係 タイパッドまたはタイプレートを用いない場合の摩擦係数はバネ釘を普通に打込んだ場合0.903で、特に深く打込んだ場合0.791であるから、後者はバネ圧力が大きい割合にはふく進抵抗はほぼ大きくならないということができる。しかしいづれにしても、摩擦係数の測定値が一般の場合よりいちじるしく大きいことは、バネ釘とレールフランジとが平面で接触せず、相当大きな凹凸のある面で噛み合っていることを示すもので、したがって、ふく進抵抗が両者の接触圧力に直接には比例しないのである。バネ圧力の小さ過ぎるのは望ましくないが、無理に深

く打込んでバネ釘に通大ねきみを与えても、効果は少ない。

ii) タイパッドの影響 厚さ 6mm のバネ常数の小さなタイパッドを挿入した場合の摩擦係数は 0.944 ~ 1.20 / 度、前記の場合より 20 ~ 30% 大きい。しかしバネ圧力が高い場合ほど摩擦係数の小さいことは前と同様である。

iii) タイプレートの影響 水平タイプレート使用の場合の摩擦係数は i) と ii) の場合のほぼ中間の値をとる。レール底とタイプレートとの間に厚さ 6mm の軟かいタイパッドを挿入して試験したが、この場合タイパッドの影響はありわなかった。

iv) 普通犬釘使用の場合のふく進抵抗 犬釘のふく進抵抗測定値は 600 ~ 1,300 kg の間で変化し、バラツキが生わめて大きい。この場合ふく進抵抗は必ずしも犬釘打込みの強さに比例するとは限りず、偶然的な條件に支配されて大幅に変動する。またビブロジールで疲労試験を行ない、15万回繰り返し加圧後（垂直方向レール圧力は 3,600 kg で水平力と垂直力の比率は約 40%）再びふく進抵抗を測定した結果、当初に比較して約 20% 減少するこゝが知られた。バネ釘で同様の疲労試験を行なった場合のバネ圧力の減少率は最大 5% で、しかもバネ釘の場合、バネ圧力に反比例して摩擦係数がぐあって増加することから考えて、バネ釘のふく進抵抗は不変と考えてよい。

v) バネクリップのふく進抵抗 国鉄その他で使用する PC まくり木用バネクリップ（興和化成型）について測定したふく進抵抗は標準タイパッドを併用し、ボールトルクを 1,500 kg-cm とすると、1,800 kg で摩擦係数は 1.00 となり、バネ釘にタイパッドを併用した場合の値とほぼ同一である。

vi) 許容ふく進抵抗値と必要なふく進抵抗 以上は新しいまくり木に対し、スパイギ類を打込んだ直後の測定値で、年月を経過するとまくり木面の圧縮や列車荷重の衝撃により、程度の差はあつても、ある程度減少するものと考えなければならぬ。バネ釘とバネクリップの場合には前記の値の 80%、普通犬釘の場合にはその 60% を以て許容値と決定すると、許容ふく進抵抗は表一4のとおりである。一方まくり木自体のふく進抵抗測定値は、標準軌間用並木まくり木（23X15X240^{cm}）と碎石バラストを組み合せた場合、新設の際まくり木1本片側に換算して 250 kg 程度で、営業線で相当落着いた状態にあるときでも 400 kg 以下と考えるのが適当である。すなわち、犬釘は弛緩した時ふく進抵抗が不足するが、バネ釘は最悪の場合でも必要量を満たしているといふことができる。

表一4 許容ふく進抵抗の値

釘種別	ふく進抵抗測定値(kg)	許容ふく進抵抗(kg)
バネ釘	500 ~ 800	400 ~ 640
犬釘	400 ~ 1,200	240 ~ 720
バネクリップ (興和型)	1,500 ~ 1,800	1,200 ~ 1,440

5. 繰り返し荷重によるバネ釘疲労試験 図一2に示すようなビブロジールによって15万回繰り返し負荷の前後においてバネ圧力の変化を測定した。ビブロジールの回転速度は 1,025 rpm で、この場合の垂直圧力計算値 P は最大 3,600 kg、最小 400 kg である。また水平方向に作用する横力 H の値は P の約 40% に相当する。疲労試験によるバネ圧力の減少率は、タイパッドがない場合、5% で、タイパッドを使用した場合は 1% に過ぎなかった。すなわちバネ釘を普通程度に打込んでおけば、列車通過による弛緩はほとんど起

うなものと考えてよい。また疲労試験中においてレール小返りまたはまくり木面タイパッドの圧縮等にも関わらず、バネ圧力が変化するが、その量はタイパッドがない場合13%以下であり、タイパッド使用の場合はタイパッド圧縮の関係で最大23%に達するが、これによってバネ作用に何等な影響をおよぼすものとは思われない。

表-5 疲労試験前後におけるバネ圧力の変化

タイパッドの有無	疲労試験前後の別	バネ釘位置				
		I	II	III	IV	平均
なし	前	390	495	475	425	446
	後	335	470	490	392	422
	差	△55	△25	15	△33	△24
あり	前	367	425	482	490	441
	後	355	445	450	495	436
	差	△12	20	△32	5	△5

△は減を示す

表-6 疲労試験におけるバネ圧力の変動率

タイパッドの有無	疲労試験前後の別	バネ圧力 A (kg)	変動量 B (kg)	変動率 B/A (kg)
なし	前	446	25	5.6
	後	422	53	12.5
あり	前	441	93	21.5
	後	436	99	22.8

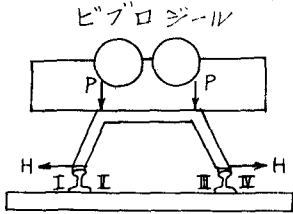


図-2 バネ釘疲労試験装置