

日本国有鉄道 正員 梅田 静也
本州四国連絡橋公団 〃 小林 正
 〃 〇北川 信

1. はじめに：本四連絡鉄道は海峡を長大橋梁でわたるため、従来の鉄道橋に比べて桁端の角折れが大きく、この変形に対応できる軌道構造が必要とされている。これに対処するため、本四公団では新形式の軌道締結装置を考案し、橋梁の許容折れ角を大きくとれるように配慮した。本報告は、この軌道締結装置の性能と耐久性を調べるために実施した試験内容の報告である。

2. 角折れ部レール締結装置の概要：本装置は図に示すように60kgレールの腹部と底部をゴムパッドで囲んだ構造であり、桁に生ずる角折れをゴムの変形で吸収しようとしたものである。レール締結間隔は50cmで、締付けはレールブレス締結ボルトと押え座金締結ボルトとを併用しており、ボルトの標準緊締トルクは3000kg-cmとして試験を実施した。

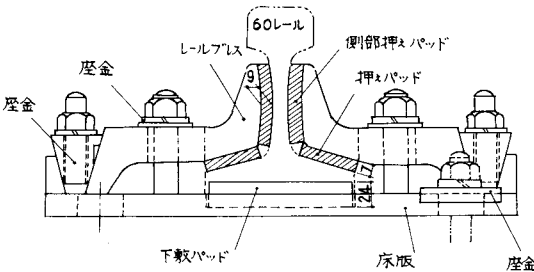


図-1 角折れ軌道締結装置外觀図

3. ゴムパッドのばね特性：従来の新幹線軌道のバネ定数は60t/cmであるが、本装置ではこの値が半分程度になるようにそれぞれのパッドが設計されている。10個の単体に対して静的圧縮試験を行ない、そのバネ定数をもとめたところ、表-1のようになった。すなわち、下敷パッドの場合、実測値は設計値に近似し、荷重に対して直線性が認められる。一方、押えパッド、側部押えパッドの場合は荷重に対する非線形性が著しく、1t以下では設計値に近いが、荷重が大きくなるにつれて、実測値が大きくなる傾向がある。

表-1 各パッドの静的ばね定数(JRS02405-2による)

	計算値	ばね定数(t/cm)					寸法(mm)	みぞ寸法(mm)
		0~1t	1~3t	3~5t	1~5t	1~10t		
下敷パッド	20	—	22.8	18.6	20.5	23.2	180×140×25	みぞなし
押えパッド	7.3	4.9	18.7	50.0	27.2	—	140×55×10	(16×12×6)2本
側部押えパッド	15	11.4	23.4	52.2	32.3	—	140×85×10	(15×5×5)3本

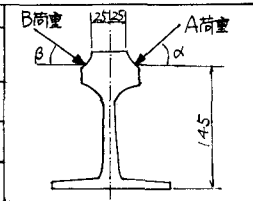
4. 試験方法：試験は2軸疲労試験機を用いて行なった。試験荷重としては、ごくまれに発生する最大列車荷重(A荷重)と通常発生する最大列車荷重(B荷重)を考え、以下の載荷ケースと想定する。

- ①列車荷重のみ載荷の場合(標準状態)
- ②列車荷重と同時に12%の鉛直角折れと想定する場合(鉛直角折れ)
- ③列車荷重と同時に9%の水平角折れと想定する場合(水平角折れ)

なお、ケース②③において角折れの影響は列車荷重の付加荷重と見なし、レールを弾性支承上のはりにモデル化して、角折れにともなうレール付加圧力をもとめ、この付加圧力が得られるように試験荷重を設定した。

疲労試験条件をまとめると表-2のようになる。この疲労試験において、ゴム材料については、連続荷重による熱劣化の影響を受けて苛酷な試験となり、現実のためには異なった劣化の様相を示すので、荷重制御によってゴムパッドの温度上昇を抑制した。すなわち、第1段階として、A、B荷重を一定回数交互にくり返した後、第2段階として低荷重にして温度低下を図ることとしたものである。

表-2 疲労試験の条件(カッコ内は残留荷重)

試験ケース	荷重種別						荷重角度		
	第1段階			第2段階			荷重速度	α	β
標準状態	A荷重 4.4t~ (0.5t)	B荷重 (0.5t) 3.4t~	回数 900	A荷重 (1.2t~ (0.4t)	B荷重 (0.4t~ (0.9t)	回数 2100	300rpm	43°	53°
鉛直角折れ	7.0t~ (0.5t)	(2.0t) 3.4t~	同上	同上	同上	同上	同上	60°	53°
水平角折れ	5.7t~ (0.5t)	(0.5t) 3.4t~	同上	同上	同上	同上	同上	35°	53°

5. 疲労試験の結果:

表-2に示す条件によって試験を実施したところ、図-2~4のような結果を得た。

図-2は締結ボルトの発生応力振幅を示したものであるが、レール側の締結ボルトに、標準及び鉛直角折れの場合とも約25kg/mm²と相当大きな応力振幅が発生している。これはレールプレスカールを押えているため、レールの小送りに対しレールプレスカールの上下変位に追随せず、むしろ左右方向に変形したためボルトに曲げ応力が生じているためであろう。

図-3は各部の変位の変化を示したものであるが、変位の大きい水平角折れの場合について、レール変位とバッド厚さ変位とを対比すると、バッド厚さ変位はレール変位よりも小さく、バッドの変形は完全にレール変位に追随していない傾向がある。

図-4は各部バッドの温度変化状況の推移を示したものである。小送り変位の大きい水平角折れの場合の軌間外側のレール側部押え及びレール上押えバッドを除き40℃以下で、その温度の振幅も10℃以下であるので、荷重制御による温度制御は効果があったと認められる。

水平角折れの軌間外側のバッドはその変位が大きいので、最高温度及び温度振幅ともに高くなったが、最高65℃程度であり、バッドの劣化に対する試験機、荷重速度など試験方法に起因する熱劣化の影響はあまりないと推定される。

各条件について、初期目標の10万回くり返し疲労試験(10年分のくり返し数に相当)を終了したが、水平角折れの場合の外軌側のレール側部押えバッドに若干軟化の傾向がみられた他は、各部の損傷、変形はなかった。

以上より本装置の性能、耐久性を要約すると、

(1)構造が若干複雑なので、初期締結時のばらつきが発生しやすく、保守上の留意が必要である。

(2)締結ボルトに大きな曲げ応力が発生し、初期締結のばらつきを考慮すると、その耐久性が不安定であるので、締結ボルトの曲げ応力の軽減について検討が必要である。

(3)各部バッドの劣化は少なく、全般に耐久性のあることが認められた。但し、レール側部押えには若干、硬度の低下、軟化の傾向が見られるので、その品質形状について検討が必要である。

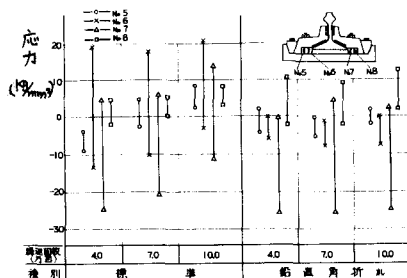


図-2 疲労試験(締結ボルト応力の変化)

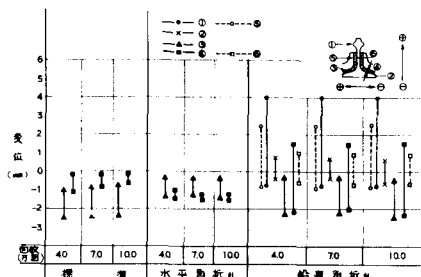


図-3 疲労試験(変位の変化)

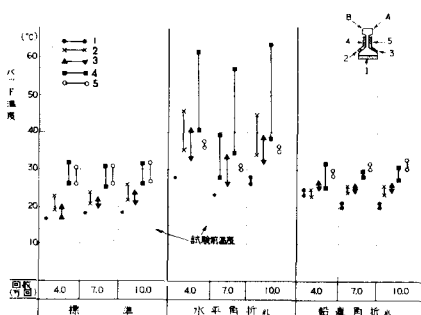


図-4 疲労試験(各バッドの温度変化)