

本州四国連絡橋公団

正員 中村 守

日本国有鉄道

正員 池守 昌幸

本州四国連絡橋公団

正員 小林 正

1. まえがき 長大吊橋においては、活荷重・温度変化等により橋脚端に大きな伸縮および角折れが生じ、これらの変形に対処して列車の走行性を確保するために、大伸縮量をもつ軌道伸縮装置と折れ角を緩和する緩衝装置が必要となる。この両者の機能を合わせもつ緩衝桁の開発は、本四架橋が併用橋として調査を開始したときから進められてきた。伸縮装置については、差込み桁式(A案)・移動枕木式(B案)伸縮装置の2案が設計され、昭和47・48年度に実物大模型の試作および工場内実験が行なわれて、ほぼ実用化の見通しが得られた。本試験は、これら2案の伸縮装置の強度安全性および角折れに対する車両の走行性などを、高速奥車走行試験において確認することを目的として、昭和49年9・10月に山陽新幹線岡山-新倉敷間の試験線で実施した。

2. 試験装置の概要 試験桁は、図-1に示すようにA案・B案の伸縮装置とそれらを結ぶ中間桁および仮橋脚からなり、A・B両案の伸縮装置は、仮橋脚に反力をとらせた油圧ジャッキにより橋軸方向に同時に移動できる。

3. 試験条件 試験条件は、表-1のとおりである。角折れの設定は、仮橋脚部にパッキングを挿入することにより行ない、その時の軌道形状は、図-2のとおりである。

表-1 試験条件

試験条件	伸縮量	角折れ量	走行速度(Km/h)
1	B案開口 1.44m	角折れなし (7%直線内配)	5, 45, 70, 90, 110 130, 140, 150, 160
2	A案開口 1.44m	角折れ 3%	45, 70, 90, 110 ~180 (10Km/h毎)
3	B案開口 1.44m	“	45, 70, 110, ~150 (10Km/h毎)

4. 測定項目 (1)軌道: 軌道形状、A・B案のトングレールおよび受レールの応力・変位、A案ガードレール衝撃力、締結装置各部の応力、移動枕木の応力・振動加速度、B案パンタグラフの応力、角折れ部付近の輪重変動

(2)桁: 伸縮装置を構成する各桁上下フランジの応力、変位

(3)車両関係: 輪重、車輪横圧、車体上下加速度、車体左右加速度

(4)その他: 電気特性(絶縁抵抗、ATC受信レベル、集電性能)、騒音、振動

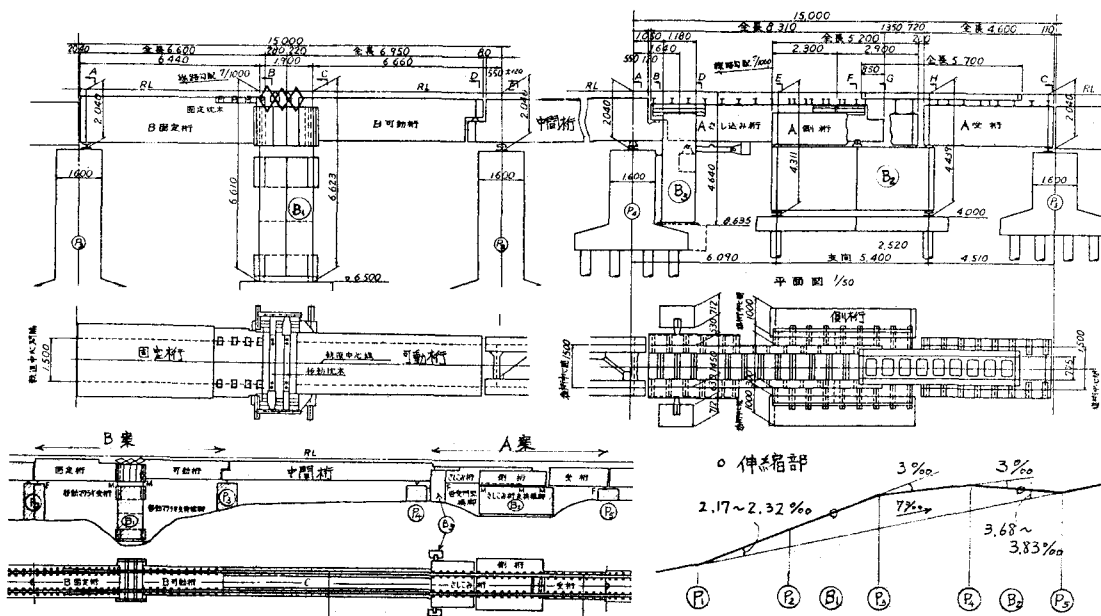


図-1 試験装置一般図

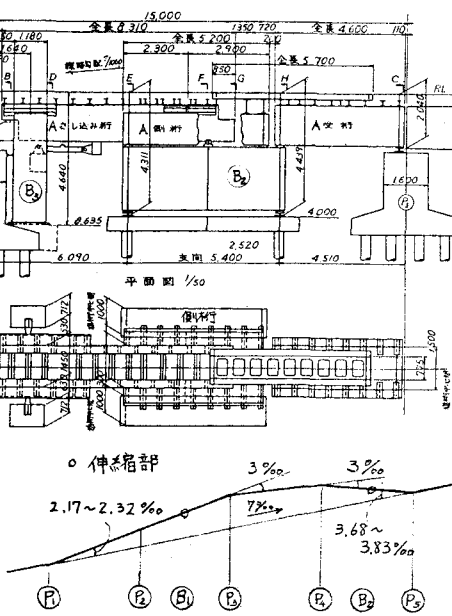


図-2 角折れ設定時軌道形状

5. 測定結果 A案受レールの断面変化部の動的応力を図-3に示す。レール応力は、A・B両案を通じて、最大 7.9 kg/mm^2 程度で、一般軌道のレール応力に比べて特に大きくなく、速度効果も認められない。A案ガードの衝撃力は、曲げ応力から推定すると最大 10.5 t とやや大きい。ガードへの車輪の接触率は、 $30 \sim 50\%$ で速度効果は認められない。締結装置のばねの平均応力と変動応力の関係を整理すると、図-4のようである。板ばねは、A案トングレール部、コイルばねは、中間桁の角折れ点近傍の測定値である。いずれも耐久限度内にあり問題はない。

移動枕木中央点の応力・加速度の最大値は、B案開口時に生じ、それぞれ $4.9 \text{ kg/mm}^2 \cdot 75 \text{ g}$ で、速度とともに増加する傾向にある。図-7に桁応力の一例を示す。桁の応力は、支間中央上下フランジで測定し、最大値は差込み桁において 200% であり問題ない。桁支間中央の最大たわみは、B案可動桁において 0.99 mm ($1/6500$)で、P-16に対する計算値 $1/28200$ に比べて大きい。これは支承部のすきま等の影響とみられる。レールの歪により測定した角折れ部の輪重抜けは、角折れ状態で速度とともに増加する傾向がみられるが、測点ごとに傾向が異なり一律にはいえない。表-2に車両側で測定した伸縮部付近での最大横圧、脱線係数および試験区間内での最大輪重減少率の試験条件毎の最大値を示す。またB案開口時のB案伸縮部における最大横圧発生時の脱線係数と速度の関係を図-6に示す。脱線係数は速度とともに増加するが、最大 0.6 程度で特に問題はない。

図-5にP3通過直後の車体上下振動加速度を示す。輪重減少率と同様に、車体上下加速度もA・B両案の開口による差はみられなかった。図-5では、測定値は3%の角折れに対する計算値を上まわっているが、平坦時の値を差引くと、実測値と計算値はほぼ一致する。

車体の左右振動加速度は、A案伸縮部で最大 0.29 (P-P値) であり、B案伸縮部での値より $1.25 \sim 1.4$ 倍大きい。A・B案の開口による差および角折れの有無による差は、少なかった。

6. 結論

- 1) 軌道および桁の強度上の問題はないといえる。
- 2) 角折れおよび伸縮部通過による輪重減少率・脱線係数は、折れ角 3% の範囲では、速度 180 km/h まで走行上問題ない。
- 3) 車体加速度については、A・B両案通過時(左右)、角折れ通過時(上下)とも走行上問題ない。

表-2 横圧脱線係数・輪重抜けの最大値

試験 条件	車輪横圧 Q (t)		脱線係数 Q/P	輪重抜け ΔP/P (%)
	A	B		
1	-5.6	4.8	0.52	—
2	-4.2	4.9	0.61	59
3	-6.9	5.0	0.51	66

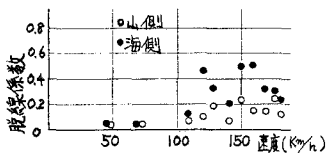


図-6 B案伸縮部付近の脱線係数

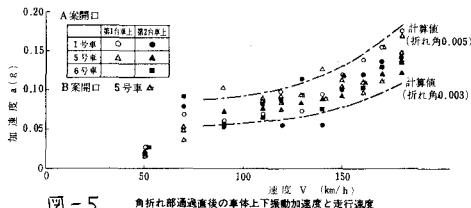


図-5

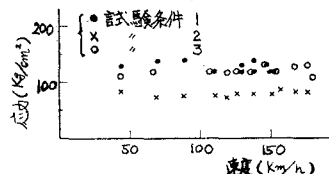


図-7 B案可動桁下フランジ応力

7. あとがき 本試験によりA・B両案伸縮装置の強度上・走行上の問題は特にないことが確認された。ただ本文では報告しなかったが、鋼桁直結軌道方式である本緩衝桁の絶縁性能について若干の問題点が発見されたことを附記しておく。現在、伏試装置は、絶縁材の改良等一部改造のうえ、経年耐久性試験を実施するため新幹線博多車両基地内に移設中である。最後に、本試験の遂行に尽力下さった国鉄技術開発室、大阪工務局岡山工務所、鉄道技術研究所の関係者の皆様に、深く感謝する次第です。

参考文献：本州四国連絡橋公団依頼による緩衝桁乗車走行試験報告 国鉄鉄道技術研究所 昭和50年2月

本州四国連絡橋の列車走行に関する研究緩衝桁分科会中間報告書 (社)日本鉄道施設協会 昭和50年3月