ボギー車の振動 (第3報)⁽¹⁾

森

楨⁽²⁾

On the Vibrations of Bogie Railway Carriage (3rd Report)

by Tei MORI

I read previously the papers on the theory of the above problem, and in this paper I state how the conclusions of this theory are to be applied to the experimental results of vibration test made on the bogie carriage whose truck springs were designed by the engineers of Keihanshin Electric Railway Co., and on other rolling stock of the same line, especially with respect to up and down motion. Moreover, I investigated the effects on the amplitudes of vibration influenced by the weight of the carriage body and the weight of the rail. Then I have found that we can improve the riding quality of a running carriage by softening the plate oprings, hardening the coil springs, decreasing carriage weight and using heavier rails.

緒 言

第 1, 2 報⁽³⁾においてはボギー車の台車のばねと揺枕と車体の重心の振動との関係を計算的に述べたが、ここではそれを実験的に研究した結果を述べる。まず京阪神急行電鉄京阪線 700 型電車のばねの設計とその荷重および振動試験の成績を示した。

次に同線の各車両につきばねの最大内力、たわみと振動の関係を調べた結果、同線の車両のばねの改良、新京阪線の内外国製台車のばねのこわさなどと振動の関係などから前に発表した論文の結言⁽⁴⁾を証明し得たように思う。なおばねの上下にある車体およびレールの軽重が車体の振動におよぼす影響をも考えて見た。

1. 京阪神急行電鉄 700 型電車の

ばねの設計と試験

設計の方針として枕ばねの摩擦を多く、たわみを少くし、つりあいばねは柔らかくたわみを比較的大きく常につりあいばねで衝撃を吸収してつりあいばねの振動の大きい時にのみ枕ばねが作用するよう考えた。

その結果得たばねの諸数値は次のごとくである。

枕 ば ね						
列数	径り cm	板幅 cm	板厚 cm	板数	満載荷重時の最大たわみ 大内力 kg/cm ²	cm
3	89	7.6	0.76	11	4 600	8.6
つ り あ い ば ね						
位置	線直径 cm	らせん直径 cm	有効 巻数	満載荷重時の最大たわみ 大内力 kg/cm ²	8.9	
外 側	3.5	19.0	6	3 400		
中 央	2.38	12.6	9	3 600		
内 側	1.6	8.5	14	3 585

第 1 図

第 2 図

第 3 図

第 4 図

これらのばねを万能試験機によって加圧減圧したときのばねの高さを測定して荷重たわみ線図を描くと第1図ないし第4図のようになる。第1図は枕ばねの加圧減圧を徐々に行ったとき、第2図は同じものを加圧減圧の際木槌をもって振動を与えたときであって、後者はその差

が少くなる。第3図はつりあいばねを単独で、第4図は組合せて荷重を加減したときの線図である。次にこれらのばねを組合せて台車を台車荷重試験機によって台車心皿に圧力を加え各荷重における側受の高さをはかり次に完全圧縮から再び圧力を減じて無荷重まで各荷重における側受

第 5 図

の高さを測って荷重たわみ曲線を作れば第5図のごとくである。さて、この台車を電車にとりつけて京阪線において実地運転をして車両の速度と上下動、左右動の最大振幅との関係を図示すれば第6、7図のごとくである。つりあいばねが柔らかいために上下動の振幅が割合に大きくなった。

第 6 図

第 7 図

2. 台車のばねの最大内力、たわみと振動

京阪神急行電鉄京阪線車両の台車のばねの最大内力、たわみと振動の状態を比較すれば下のごとくである。

台車	車	枕ばね		つりあいばね		振動状態
		最大内力 kg/cm ²	たわみ cm	最大内力 kg/cm ²	たわみ cm	
(1)	ブリル 27E1	6 430	7.1	4 330	2.66	上下動、左右動共に多くかつ大きい
(2)	ブリル MCB2X	6 270	6.9	5 650	6.47	動揺は大きいが軟くがいして良好
(3)	ボルトウィン 75-25AA	6 230	11.9	4 975	5.5	細かい衝動はあるががいして良好
(4)	ブリル MCB2	6 850	7.3	{ 4 700 2 780	6.2	動揺比較的少くかつ軟く最も良好
(5)	S. T. ST-31	5 470	9.6	{ 4 870 4 030	5.45	動揺大きく細かい衝動も多い
(6)	N. S. K. D-18	4 600	8.6	{ 3 480 3 600 3 565	8.9	動揺は大きいが軟くがいして良好

この表の内(4), (5), (6)の上下動最大振幅と車両の速度との関係を比較すれば第8図のごとくになり, これより次の結果をうる。

第 8 図

(i) 枕ばねは MCB 型((2)(4))と Baldwin 型((3)(5))とでは前者が最大内力が高くっており, たわみは後者が多くなっている。MCB 型中(6)はばねの構造がちがうので除外してある。

(ii) つりあいばねは(4)が最も低く(2)が最も高く(3)がその中間にある。たわみは MCB 型のものが大きく Baldwin 型は少い。前者はやわらかく後者は細かい振動の起る原因であろう。

次に枕ばねの柔剛による振動の変化について下のようない事実がある。京阪神急行電鉄京阪線で ST-31 台車のばねの改造をしたとき, 枕ばねの最大内力を $4\,500\text{ kg/cm}^2$, つりあいばねのものを平均 $4\,000\text{ kg/cm}^2$ にとって設計したことがある。そのときの各ばねの諸数値は次のごとくである。

枕 ば ね					
径り cm	板 幅 cm	板 厚 cm	板数	胴締幅 cm	最大内力 kg/cm^2
87.5	7.6	1.1	12	7.6	4 200

つ り あ い ば ね			
線直径 cm	ら旋直径 cm	巻 数	最大内力 kg/cm^2
3.33	17.54	5.5	3 330
2.22	11.54	8.75	3 240
1.43	7.34	14	3 170

これらのばねを取り付け実地運転をしたところ, 振動はなほだしく到底営業運転にたえず, 工夫の結果, 枕ばねの最大内力を高くする意味でもとの ST-31 台車の枕ばねを再び取り付け試運転を行って見ると営業運転にさしつかえなくなった。

また, 同じ電鉄の新京阪線の100型電車に使っている K.S.K. 台車とブリル MCB4X 台車とのばねを比較すれば次のごとくである。

枕 ば ね (K.S.K. 台車)						
列数	径り cm	板幅 cm	板厚 cm	板数	胴締幅 cm	最大内力 kg/cm^2
4	86.4	7.6	1.11	7	7.6	5 360

つ り あ い ば ね (K.S.K. 台車)			
線直径 cm	ら旋直径 cm	巻 数	最大内力 kg/cm^2
3.5	17.46	4	3 650
2.7	10.4	6	3 760
1.6	6.2	11	3 625

枕 ば ね (ブリル MCB 4 X)						
列数	径り cm	板幅 cm	板厚 cm	板数	胴締幅 cm	最大内力 kg/cm^2
4	76	7.6	0.97	6	7.6	6 290

つ り あ い ば ね (ブリル MCB 4 X)			
線直径 cm	ら旋直径 cm	巻 数	最大内力 kg/cm^2
3.8	19.1	4	4 800
2.36	11.0	9	4 030

この両方の台車では後者の振動はやわらかく良好である。後者の つりあいばね の最大内力はむしろ高くなっているが, 枕ばねの最大内力が高いために成績がわるくない。

この節に述べたところを総合してみると, 振動状態をよくするには, 枕ばねの最大内力はできるだけ高くとり, つりあいばね の最大内力は低くとり, たわみも多くとればよいことになる。このことは, 第1報, 第2報に理論的に示した結言⁽⁴⁾に一致する。

これについて両方のばね共にこわい方がよいとの考え⁽⁶⁾もあるが私にはそういう結果は得られなかった。

3. 車体の振動振幅を減少させる

ばね以外の事項

この問題について実験的に考えて見た。

(i) 車体の重さ 京阪線において最も振動の良好な MCB 2 台車と最も悪い ST-31 台車とを取りかえて試運転をして振動の状態を見た。そのときの諸数値は次のごとくである。

車 体 と 台 車	最大セン タービ ン荷重 kg	枕ばね最 大内力 kg/cm^2	つりあい ばね最大 内力 kg/cm^2
(1) 木造車 300 型車体 に MCB2 台車	28 100	6 850	4 700 2 780
(2) 全鋼車 600 型車体 に MCB2 台車	30 800	7 600	4 980 2 970
(3) 木造車 300 型車体 に ST-31 台車	28 100	5 000	4 550 3 750
(4) 全鋼車 600 型車体 に ST-31 台車	30 800	5 420	4 870 4 030

(1), (2), (3), (4)の最大振幅と車両の速度と

第 9 図

の関係を比較すれば第9図となり、この実験から MC B2 台車に 600 型車体をのせると振動はやわらかいが振幅が大きくなりすぎる。また ST-31 台車へはいずれの車体をのせてもやはり振動がわるい。結局ばねがわるいのであろう。車体は軽くして枕ばねの内力を高くとってやわらかくすべきである。

(ii) レールの軽重 京阪線において全鋼車 600 型電車について車体の上下動の振幅とレールの重さとの関係を調べたことがある。その成績は第 10 図のごとくである。これからレールは重い方がよいことがわかる。

上述 (i) (ii) の事柄も第 1 報、第 2 報に述べた結言⁽⁴⁾と一致している。

4. 結 び

以上述べたところから次の結論を得た。

第 10 図

(i) ボギー車の車体の振動の振幅を減少させるには枕ばねの最大内力はできるだけ高くとり、つりあいばねは最大内力を低くすることは実験的にもよいことがわかった。

(ii) ばねのみならず、車体は軽くし、レールは重いものを用いることはやはり振動の振幅を減少させるのに有効なことが実験的にわかった。

注：一

(1) 昭和 23 年 10 月 仙臺地方講演會において講演、原稿受付 昭和 24 年 5 月 13 日。

(2) 正員、茨城大學工學部。

(3) 森、機械學會論文集、1 卷 2 號 (昭 10-5) および 5 號 (昭 10-11)。

(4) 森、機械學會論文集、1 卷 5 號、452 頁 (昭 10-11)。

(5) 森、車臺彈簧の設計について (昭 4-3)。

(6) 武蔵、鐵道業務研究資料、2 卷 19 號、6 頁 (昭 18-12)。

ボギー車の振動 (第 4 報)⁽¹⁾

・ 森

楨⁽²⁾

On the Vibrations of a Bogie Railway Carriage (4th Report)

by Tei MORI

The investigations on the vibration of a bridge caused by running vehicles, especially by locomotives, have often been published, while those of railway carriages running on a bridge can rarely be found, particularly in the case of carriages which have bogie trucks. I reported previously on the theory of the vibrations of a bogie carriages running on a track, and in this paper, I state how my theory works on the bridge, especially with respect to the up and down motion, and compared their results. Lastly I have found there was no remarkable difference between the amplitudes of the vibration of a carriage running on the bridge and on the ordinary track.

緒 言

走行車両、主に機関車による橋りょうの振動の研究は古くからあるが、橋りょう上の車両の振動の研究は

少く、特に橋りょう上のボギー車の振動の研究は見当らない。筆者は、先に、軌道上のボギー車の振動の研究⁽³⁾を発表したが今回は橋りょう上においてそれが