

延長床版長さに関する基礎検討

土木研究所 正会員○長屋 優子 (社)日本橋梁建設協会 正会員 清田 鍊次
土木研究所 正会員 村越 潤 (社)日本橋梁建設協会 正会員 小澤 一誠
土木研究所 正会員 麓 興一郎

1. まえがき

延長床版とは、橋梁の床版部分を橋台裏込め土上まで延長しジョイントの位置を橋梁本体から土工部にずらすことにより、伸縮継手通過時の衝撃的な振動や車両のバネ上、バネ下の振動による強制振動を橋梁本体に入力させないようにする構造である（図-1）。伸縮継手部で生じる振動の軽減及び主桁端部の劣化損傷に対する耐久性向上の観点から新設・既設橋において既に採用され、振動やジョイント音の軽減効果も報告されている。しかし、その延長長さは橋梁毎で4m～10mと異なっており、別途検討する必要がある。延長床版長さへの要求性能としては、①伸縮継手部で発生した車両の振動が、車両の橋梁進入時に十分に低減されること、②主桁に作用する活荷重により延長床版端部が浮き上がらないことが挙げられる。

本文では、振動低減の実現を前提とした最適な延長床版長さについて、(独)土木研究所内の試験走路及び一般道路を対象とした大型車走行試験を行い、主に車両バネ下加速度応答値に着目して検討を行った内容について記述した。なお本検討は、(社)日本橋梁建設協会との共同研究において実施したものである。

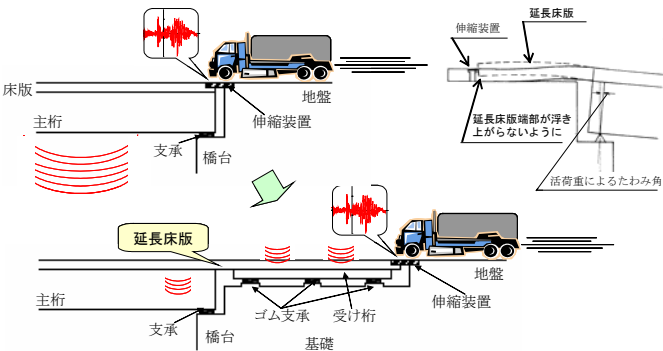


図-1 延長床版の概念図

2. 試験方法

(1)試験走路における試験方法

加速度計を取り付けた約 25tf・3軸の試験車（リーフサスペンション車及びエアサスペンション車）について、それぞれ車速（約40及び80km/h）、試験走路における舗装種類（アスファルト及び弾性舗装）、伸縮継手を想定した段差（0,10,20mm）を変化させて走行させ、動的計測を行った。計測項目を表-1に示す。

(2)一般道路における計測方法

加速度計を取り付けた試験車（上記と同一のリーフサスペンション車）を約70km/hに保って走行させ、動的計測を行った。また、場所の特定や路面のおおよその状態を観察するためのビデオ撮影、伸縮継手通過時の信号入力、音声による車速の記録も同時に行った。なお、70km/hを保てない等、計測条件の合わない場合を除いたサンプル数は201箇所であった。計測項目を表-1に併記する。

3. 試験結果

(1)評価値の提案

表-1に全データの加速度最大値（一般道路については統計的に中央値も算出）を、図-2に試験走路における加速度最大値を段差について整理したものを示す。図-2より、バネ上に作用する加速度の大小はサスペンションの影響を大きく受けることが確認できたが、特にリーフサスではバラツキが大きく、段差との関係は得られにくいと考えられる。バネ下に関しては速度の影響が大きく、サスペンション

表-1 試験条件及び結果一覧

試験条件				試験結果 加速度最大値 (G)			
試験方法	サスペンション種類	車速 km/h	舗装種類	段差 mm	後輪 バネ上	前輪 バネ下	後輪前軸 バネ下
土木研究所試験走路	エアサスペンション	40	アスファルト	0	0.09	0.33	0.68
				10	0.31	3.17	4.13
				20	0.39	5.91	7.26
			弾性	0	0.11	0.85	0.84
				10	0.28	2.85	4.05
				20	0.49	5.56	6.88
		80	アスファルト	0	0.10	0.89	0.73
				10	0.45	6.89	7.70
				20	0.73	14.09	13.51
			弾性	0	0.16	1.30	0.85
				10	0.45	5.38	7.33
				20	0.78	11.42	12.65
	リーフサスペンション	40	アスファルト	0	0.12	0.59	0.29
				10	0.72	3.13	5.62
				20	1.72	5.87	9.06
			弾性	0	0.29	1.20	0.97
				10	1.00	3.04	6.37
				20	1.95	6.16	9.29
		80	アスファルト	0	0.27	0.92	0.69
				10	1.26	7.40	7.91
				20	2.56	11.88	11.72
			弾性	0	0.64	1.31	1.35
				10	1.21	5.54	5.43
				20	2.44	11.87	11.74
一般道路 201箇所		70	※舗装データなし ※ジョイント ファンガー：110箇所 簡易鋼製：65箇所 ゴム：19箇所 不明：7箇所		最大値 1.10 中央値 0.36	最大値 11.17 中央値 4.20	最大値 9.37 中央値 3.76

キーワード 延長床版, 交通振動軽減, 車両バネ下加速度, 段差

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所構造物研究グループ橋梁構造チーム TEL029-879-6793

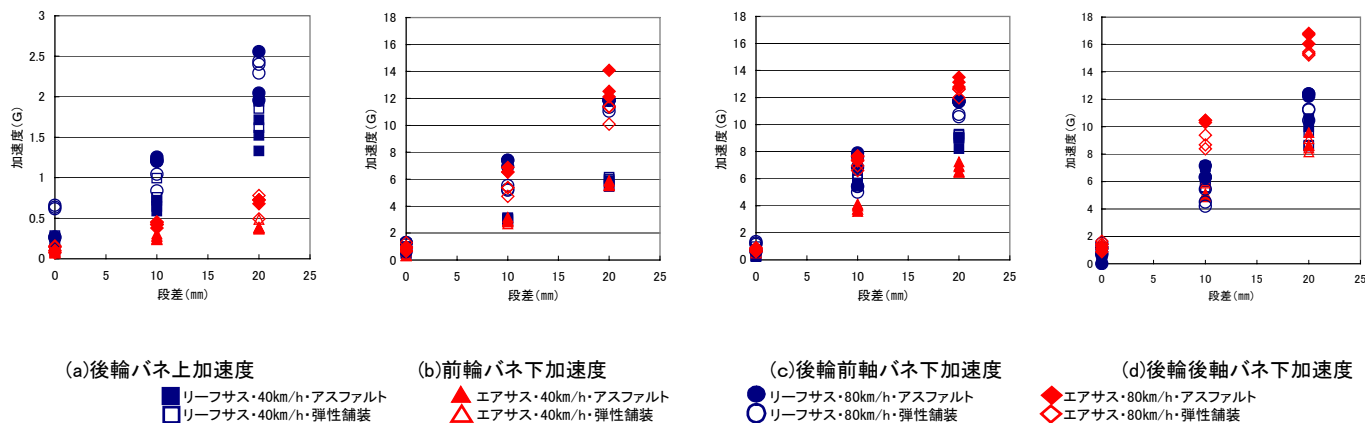


図-2 試験走路における加速度最大値

及び舗装の影響も若干伺える。数値は前輪及び後輪前軸が近くなっており、後輪後軸で大きくなる傾向となった。各ケースでそれぞれ段差との相関が確認できることから、車両バネ下加速度について車速で整理した値を用い延長床版長さを評価することが考えられる。条件の厳しい車速 80km/h、段差 $h=20\text{mm}$ では最大 16.81G の加速度が生じており、例えばその 30%である 5G は段差 5～10 mm の範囲に相当する。一般的に伸縮継手部に生じる段差の補修管理値¹⁾は 10～20mm 程度であり、5～10mm はその半分程度となることから、80km/h 走行時のバネ下加速度が橋桁進入時に 5G となれば減衰が十分であると考えることができる。なお、一般道路における 70km/h での走行結果から中央値は 4G 程度、最大値は 11G となり、評価値の妥当性が理解できる。

(2) 算出方法

車両バネ下加速度について、車両が延長床版部を走行して橋梁進入時の振動加速度まで自由減衰振動するものと仮定すると、この間のバネ下振動の対数減衰率は以下で表される。

$$\delta = (1/n) \log_e(A_L/A_o)$$

ここに、 δ ：車両のバネ下振動の対数減衰率

n ：伸縮継手部～橋桁進入時のバネ下振動の波数

A_L ：伸縮継手部で発生するバネ下振動加速度[G]

A_o ：桁進入時のバネ下振動加速度[G]

延長床版長さにおける波数は以下で表される。

$$n = L \cdot f / V_m$$

ここに、 L ：延長床版長さ[m]， f ：バネ下固有振動数[Hz]， V_m ：車両速度[m/s]

よって、 A_L と A_o の関係が以下で表され、 L を算出することができる。

$$A_L = A_o \cdot e^{L \cdot f \cdot \delta / V_m} \quad L = \log_e(A_L / A_o) \cdot V_m / (f \cdot \delta)$$

図-3 に段差 2 mm の場合の速度とバネ下加速度の関係を示す。 A_L に関する回帰式は、最終的に延長床版長さを安全側とするため最大値により決定した。車両の振動特性について、25t 車(後輪)で $f=11.77\sim11.99\text{Hz}$ 、 $\delta=0.28\sim0.30$ の既往の報告²⁾もあるが、公表データが少ないことからここでは本試験により得られた $f=11.3\text{Hz}$ 、 $\delta=0.26$ を使用した。以上の式及び数値より算出した延長床版長(数値は繰上っている)の例を表-2 に示す。

4. まとめ

延長床版長さについて、伸縮継手部で発生する車両バネ下振動の低減を前提とした場合、車速で整理したバネ下加速度を指標に評価することが考えられ、その値を提案した。また、バネ下加速度データによる回帰式及び対数減衰率の理論式を用い、延長床版長さの算出方法及び算出例を示した。

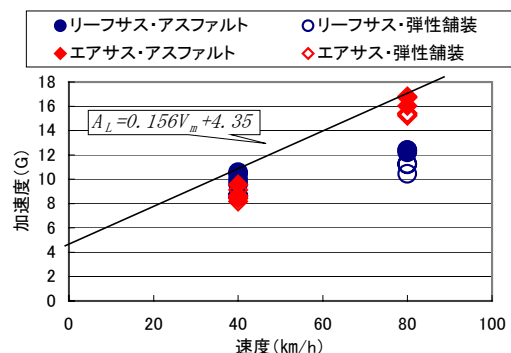


図-3 車速とバネ下加速度の関係

表-2 延長床版長さの一例

車速 (km/h)	延長床版長さ (m)
40	3
60	6
80	10

参考文献：1) 道路維持修繕要領，(社)日本道路協会，昭和 53 年 7 月

2) 本田，橋野，田中：振動実験による 20tf および 25tf 大型貨物車の振動特性と 3 次元車両モデルの諸元，振動コロキウム論文集，1997