

I-423

浮上式鉄道橋りょうのたわみ制限に対する車端ダンパの効果

(財)鉄道総合技術研究所 正員 富田 健 司

(財)鉄道総合技術研究所 正員 松浦 章 夫

1. はじめに

浮上式鉄道は磁気ばね支持により高速浮上走行する鉄道である。浮上走行車両が橋りょうを通過することにより、磁気ばねがつくる連行分布荷重列がけたにたわみを発生させる。それゆえ、高速走行する浮上式鉄道においては、かなり厳しいたわみ制限を設けなければならないと予想される。けたのたわみ制限は主けたの剛性を左右し、建設費に直接関係する事柄でもある。このたわみ制限を軽減するために、例えば橋りょう部の縦断線形に予想されるたわみを相殺する反りを予めつけるなどの方策がとられるが、ここでは車体の連結部に設置される車端ダンパに注目し、けたのたわみ制限軽減効果について検討を加えた。

2. けたのたわみ制限の考え方

浮上式鉄道橋りょうのたわみ制限を求めるために、図1、2に示した2種類の列車・ガイドウェイモデルを構成した。いずれも連接方式5両編成列車で、図1は車端ダンパを考慮しない場合、図2は車端ダンパを考慮する場合の数値解析用モデルである。橋りょうは10mから150mまでの支間長を持つ5連、1連のものを対象とした。けたのたわみ曲線は半正弦波形状とし、500km/hで橋りょう部を走行する際の乗り心地を各車両客室部の最前部、中央部、最後部で評価した。客室各部位における乗り心地が、国鉄が制定した基準の乗り心地係数で1.5以下（振動乗り心地の評価で「よい」という評価が得られる区分）となるけたのたわみ量を求めた。

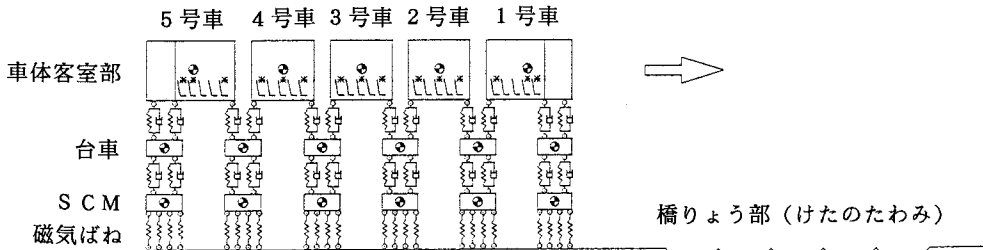


図 1 列車・ガイドウェイモデル（車端ダンパなし）

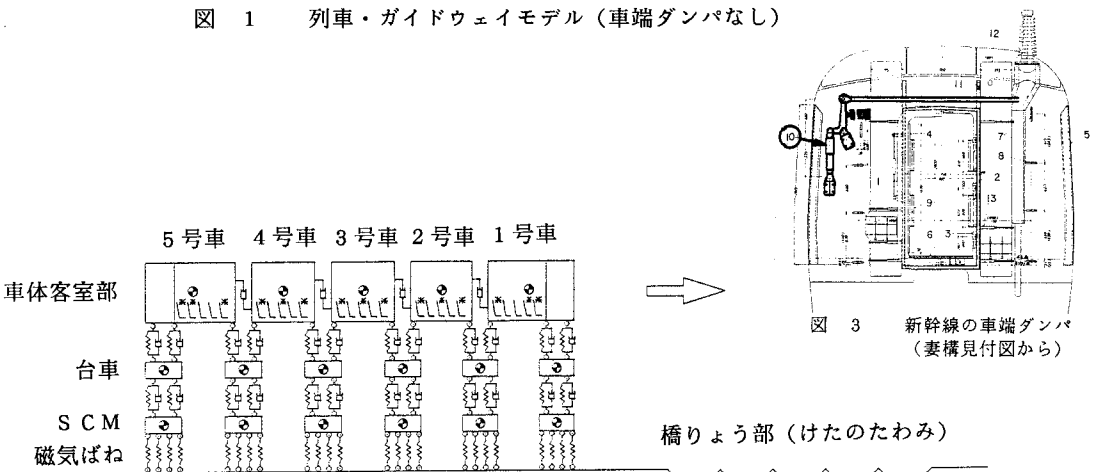


図 2 列車・ガイドウェイモデル（車端ダンパあり）

3. 車端ダンパ

車端ダンパは新幹線をはじめとする特急形式の車両の連結部に設けられている。高速走行にともなう車体の運動（とくにヨーイング・ローリング・ピッチング）を抑制する働きをする。図3に示したものは新幹線の車端ダンパである。粘性減衰係数として78.4 kN・s/mが得られる性能を有するもので、今回の検討対象とした浮上式鉄道用の車端ダンパもこれと同等の性能を有するものとした。

4. けたのたわみ制限

図4には、1号車から5号車までの客室のどの部位における乗り心地係数が1.5以下となるけたのたわみの限界値を、5連と1連の橋りょうについてそれぞれ車端ダンパを考慮した場合と考慮しない場合について図示した。これらは新幹線橋りょうのけたのたわみ制限の最も厳しい値（2連以上で支間長50～100 mの場合の $2/2500$ ）と比較しても、かなり厳しい値となった。

5. 車端ダンパの効果についての考察

車端ダンパの存在により、5連、1連いずれの場合も平均して10～20%程度のたわみ制限の緩和効果のあることが60 m以上の各支間長で確認出来た。しかし、30 m前後の支間長ではその効果はほとんど認められなかった。短支間のけたのたわみにともなって発生する車体振動は長支間の場合に比較して相対的に振動数が大きく（500 km/h走行時の支間長30 mは約4.6 Hz）、車端ダンパによる粘性減衰効果が十分に得られなくなるためと考えられる。

客室各部位の乗り心地係数を支間長60 m、たわみ量10 mmの5連と1連の橋りょう部を走行する場合について表1にまとめた。車端ダンパがない場合、中間車の後部の乗り心地がピッチングの影響で他の部位と比較して悪くなっている。車端ダンパがあると、その部位の乗り心地が改善されることが分かる。しかし同時に、部位によっては逆に乗り心地が悪化することも認められる。

車端ダンパがない場合、各車体は独立したピッチング運動をするために、とくに車体の前・後部の乗り心地が悪くなる傾向が強いが、車端ダンパがある場合、車体のピッチング運動は前後の車体の間の相対運動のなかで減衰されるケースが多く、乗り心地が平均化されると考えられる。

6. 今後の検討課題

走行車両の乗り心地を悪化させる構造物の変位はけたのたわみだけではなく、構造物境界での角折れ・目違いといったものもある。これらに対しても構造物の変位に対する車端ダンパの効果についての検討を行い、適正な制限値を求める。また同時に、振動に対する乗り心地の評価法についても検討を加える必要がある。

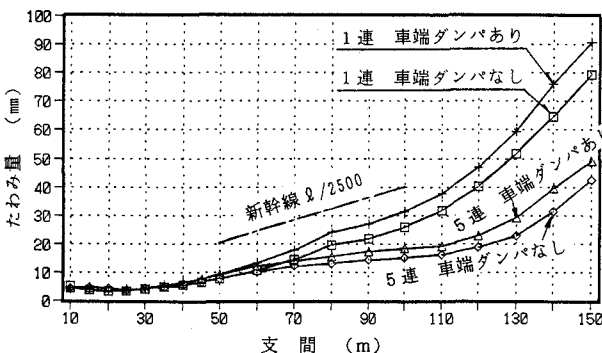


図4 けたのたわみの限界値
(走行速度500 km/hで乗り心地係数1.5確保)

表1 客室各部位の乗り心地係数(走行速度500 km/h、支間長60 m、けたのたわみ量10 mmの場合)

号車	部位	5 連		1 連	
		BED無	BED有	BED無	BED有
1	前	0.65	0.66	0.66	0.67
	中	0.47	0.51	0.49	0.54
	後	0.69	0.66	0.71	0.71
2	前	0.73	0.78	0.71	0.74
	中	0.48	0.54	0.49	0.57
	後	1.04	0.76	0.99	0.79
3	前	0.73	0.84	0.70	0.78
	中	0.47	0.56	0.49	0.55
	後	1.04	0.78	0.99	0.80
4	前	0.73	0.87	0.70	0.80
	中	0.47	0.56	0.49	0.54
	後	1.04	0.68	1.00	0.71
5	前	0.60	0.75	0.56	0.69
	中	0.50	0.58	0.59	0.65
	後	0.70	0.72	0.77	0.79
平均値		0.69	0.68	0.69	0.69
標準偏差		0.20	0.13	0.17	0.11