

Ⅳ—7 高速度試験列車による軌道の振動加速度について

大阪市立大学 正員 岡部二郎
 大阪市立大学 正員 ○安山信雄

1. まえがき

軌道の劣化は列車による振動加速度とその荷重の相乗作用によって進行するから、軌道の振動性状を知ることは極めて大切なことである。先に国鉄幹線局が東海道本線、藤枝-島田間に新しく試験用軌道を敷設し、「こだま」編成電車を使用して最高時速160kmに達する超高速度試験を実施した機会を利用し、列車による本線軌道の実際の振動加速度を測定したのでその結果について報告する。

2. 試験軌道の状況

位置 東海道本線藤枝-島田間203.1km 附近より本線(新設)
 築堤高 1.5m
 レール 50kg/m 連続溶接
 まくら木 国鉄標準2号型PCまくら木およびRS型コンクリートまくら木
 バラスト 碎石バラスト厚さ25cm

3. 測定項目と計器

まくら木加速度 PCまくら木 (共和無線製120A-20C型)
 バラスト加速度 PCまくら木区間およびRS型コンクリートまくら木区間の中間部何れもまくら木底面下10cmの位置 (新興通信製BA型加速度計)
 増幅装置 (新興通信製DS-6M型動歪計)
 記録装置 (三栄測器製電磁オシログラフ100A型)

4. 測定結果

A. 機関車

加速度 種別	機関車 型式	測定 列車 数N	100 km/h 換算 加速度 (g)												
			L ₁	L ₂	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	L ₃	L ₄	衡輪軸 平均
PCまくら木 加速度	EF58	8	1.20	1.28	2.46	2.22	2.19	2.11	1.73	1.90			1.39	1.26	2.10
	EF15	1		1.32	2.65	2.65	1.50	1.50	2.27	1.70			1.80		2.04
	EH10	6			1.67	2.18	1.94	2.29	2.58	2.94	2.40	2.57			2.32
PCまくら木 区間 バラスト 加速度	EF58	7	0.47	0.64	0.63	0.61	0.53	0.52	0.61	0.57			0.54	0.60	0.58
	EF15	1		0.57	0.57	0.86	0.71	0.57	0.71	0.71			0.57		0.69
	EH10	6			0.63	0.83	0.69	0.82	0.80	0.88	0.89	0.86			0.80
RSまくら木 区間 バラスト 加速度	EF58	6	0.55	0.60	0.61	0.63	0.56	0.52	0.54	0.50			0.66	0.65	0.56
	EF15	1		0.62	0.41	0.57	0.57	0.62	0.62	0.65			0.62		0.57
	EH10	5			0.51	0.69	0.60	0.68	0.87	1.16	0.61	0.66			0.72

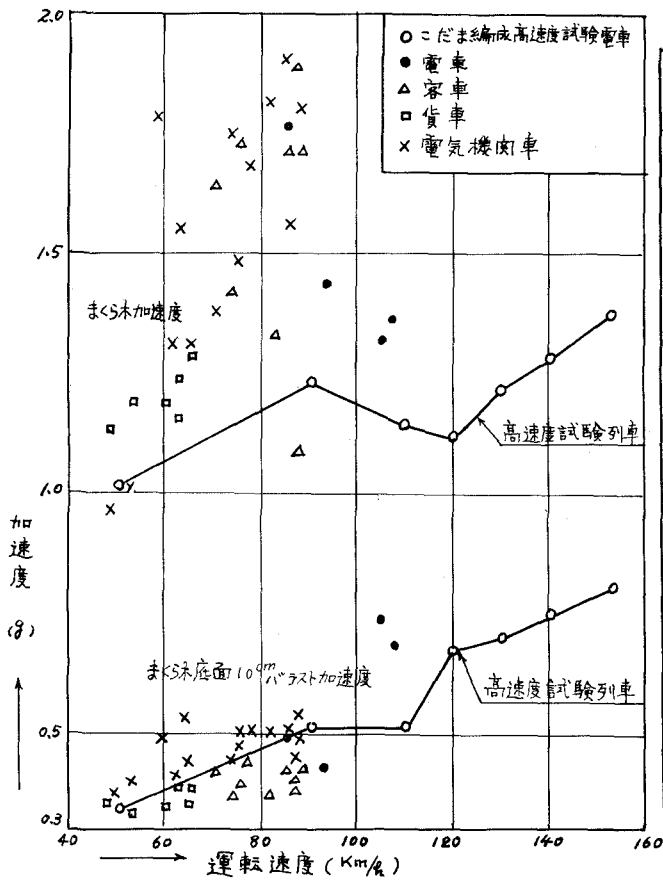


図-1. PCまくら木区間中間部加速度

(1). 列車速度と軌道加速度との関係

a. まくら木加速度

まくら木加速度には高周波振動加速度と低周波振動加速度の2つがあるが、Ac型加速度計で測定できるのは後者の低周波加速度で、この場合PCまくら木の固有振動数は300%内外であった。図-1に示すとおりまくら木加速度は列車速度に比例して増加するが、その増加率は車種によって異なり、「こだま」型の高速度試験電車によるまくら木加速度は他の車種に比較して著しく小さかった。まくら木加速度は共振のため90%で極大値をとり、110~120%で極小値をとることが知られる。したがって90%以下の速度に対する増加傾向線をそのまま延長して100%以上の速度に適用することは正しくない。しかし各種構造別のまくら木加速度を比較する場合、便宜上100%換算値を使用した。

b. バラスト加速度

まくら木底面下10cmのバラスト内に埋設したBA型加速度計の測定値と列車速度との関係も同じく図-1に示した。この場合もまた90%で極大値をとり、110%で極小値をとる傾向はあるが、極大極小の較差は僅少で、一般に90%までの加速度増加率と座標原点を通る直線式と看做し、かつこれを160%まで延長適用して大きな誤差はない。

B. 客車、電車、貨車

加速度 種別	車両 種別	測定 列車 数N	100km/h換算加速度(g)					
			第1軸	第2軸	第3軸	第4軸	平均	
PCまくら木 加速度	営業電車	4	1.56	1.47	1.49	1.61	1.54	
	客車	9	2.05	1.97	2.00	2.05	2.02	
	ボギー貨車	3	1.92	1.98	2.19	2.10	2.05	
	単車貨車	6	2.03	2.36			2.20	
	試験車	9	1.17	1.20	1.18	1.16	1.18	
PCまくら木 区間 バラスト 加速度	試験車	9	0.49	0.59	0.51	0.54	0.53	
	営業電車	4	0.57	0.63	0.57	0.61	0.59	
	客車	9	0.45	0.52	0.47	0.57	0.50	
	ボギー貨車	3	0.66	0.54	0.56	0.55	0.58	
	単車貨車	6	0.64	0.64			0.64	
RS型 まくら木 区間 バラスト 加速度	試験車	6	0.53	0.52	0.51	0.51	0.56	
	営業電車	4	0.69	0.64	0.66	0.69	0.67	
	客車	6	0.62	0.65	0.66	0.63	0.64	
	ボギー貨車	3	0.70	0.88	0.72	0.72	0.75	
	単車貨車	6	0.79	0.78			0.79	
総平均 バラスト加速度		営業電車	4	1.85	1.93	1.76	1.81	1.84

この箇所におけるバラストの固有振動数は70-80%である。

(2). 車種と加速度との関係

まくら木およびバラスト加速度は大体において軸重の大きな車両ほど大きい。しかし軸重が同一の場合でも、轴距によって異なり、また先行軸の影響も受けるから発生する加速度の値は必ずしも同一でない。高速試験電車の軸重は客車より軽いわけではないが、まくら木の加速度は著しく小さい。おそらくバネ構造その位による振動特性が強く作用するものと思われる。要するに加速度は軸重のほか、車軸の配置、車台の構造等に支配され、かつ車両と軌道の共振速度の関係で変化するものである。今回測定したPCまくら木中間部の各車種平均加速度値は100km/hに換算し、まくら木1.81g バラスト0.58gであった。図-2は100km/hに換算した客電車の車軸別加速度値であり、図-3は電気機関車の軸別加速度である。

(3). PCまくら木中間部と普通継目部とのバラスト加速度比較

こども、つばめ等の営業列車について試験した結果によるとバラスト厚20cmの普通継目部のバラスト加速度は100km/h換算1.84gである。

これに対しPCまくら木中間部におけるバラスト加速度は同じく100km/hに換算し平均0.59gであるが、この場合バラスト厚さが25cmであるから、これをバラスト厚20cmの場合に換算すると0.69gとなる。すなわち普通継目部のバラスト加速度はPCまくら木中間部の267%に達する。

(4). PCまくら木区間とRS型まくら木区間のバラスト加速度比較

各車種を平均してRS型まくら木区間のバラスト加速度は100km/h換算0.65g PCまくら木区間0.58gであるから、前者の方が12%大きい。

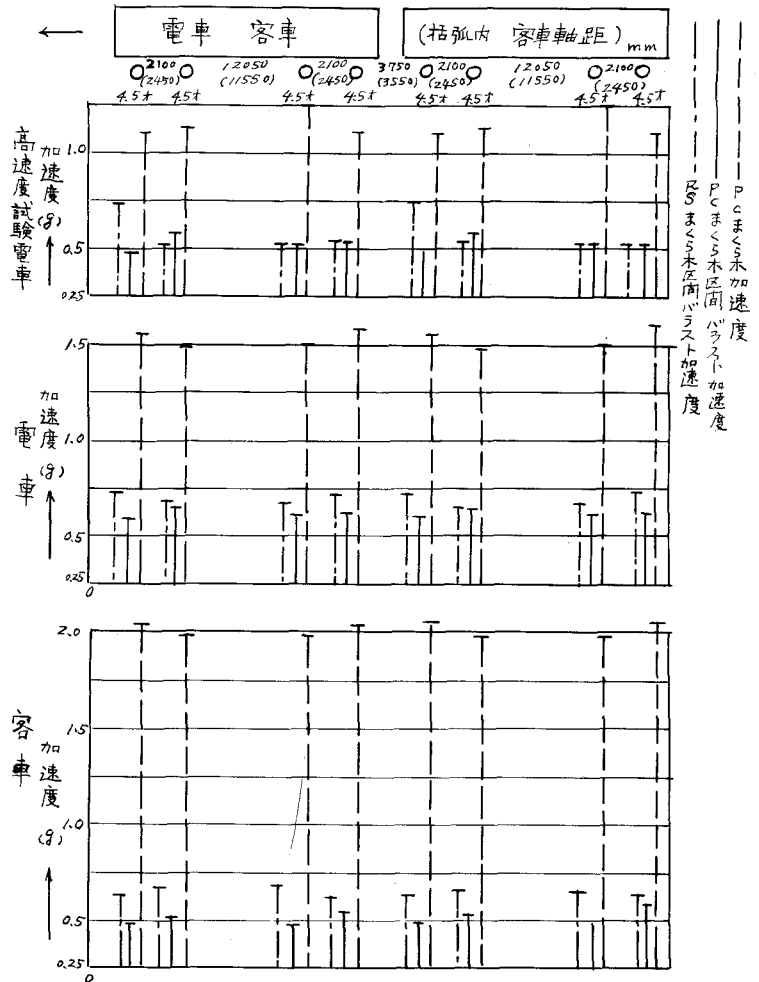


図-2 車輪軸別加速度(100km/h換算値)

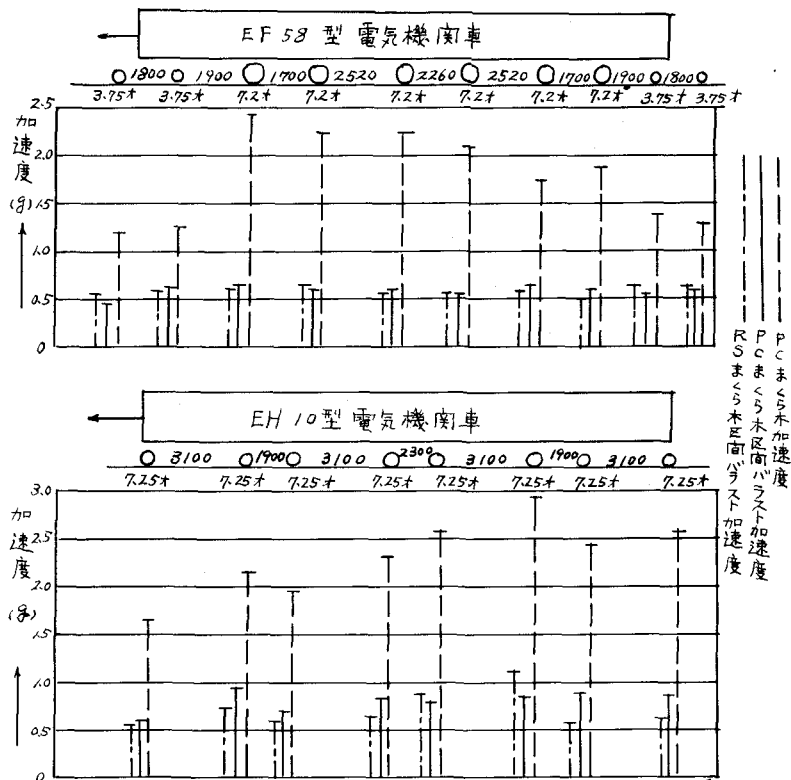


図-3. 車輪軸別加速度 (100 Km/h 換算値)

5. あとがき

本測定において得られた数値については今後機会あるたびに調査を続けて比較してみることがあると思うが、軌道の振動が列車速度、軌道構造、まくら木種類によつて相違する他車種や軸距の影響も受ける事実を明らかにすることができたと考えられる。

現場測定については、国鉄幹線総局ならびに静岡鉄道管理局施設部の方々に種々御配慮を煩し、記録の整理については大阪市立大学工学部学生大曾根利彦、大嶋聖治の両君の御協力を得たことと附記して感謝の意を表する次第である。尚本測定は文部省科学研究費の補助を受けた研究の一部である。