

I-462

浮上式鉄道用低剛性桁の動的挙動

○ 国鉄技研 正員 川上博道

国鉄技研 正員 松浦章夫

1. まえがき

浮上式鉄道のガイドウェイ構造物の設計においては、建設コストの面から今までの速度パラメータの規制付与の考え方 ($\alpha = v/2f_b l_b < 1/3$, ここに、 α : 速度パラメータ、 v : 車両速度、 f_b : 桁の基本固有振動数、 l_b : 桁の支間長) の適否を検討する必要がある。そこで、浮上式鉄道実験線に剛性の低い桁（以下低剛性桁と称する）を架設し、浮上車走行時の低剛性桁の動的挙動を調べる試験を行った。本報告は、この試験結果と浮上車と桁の動的相互作用を考慮したシュミレーション解析の結果の比較について述べる。

2. 低剛性桁における浮上車走行試験

2. 1 低剛性桁の構造と測点位置

低剛性桁は、桁の剛性を小さくするとともに桁の動的応答の実験に則した形状とするため、案内路側壁部（以後側壁部と称す）と主桁部（以後桁部と称す）を分離し、桁部はP R C構造とした。低剛性桁における浮上コイル及び推進案内コイルの配置、桁部の支間中央部に設定されたたわみの測点位置を図1に示す。

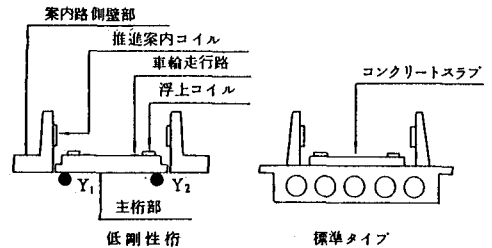


図1 低剛性桁の断面図と測定位置

2. 2 試験結果

(1) 桁部のたわみ波形 浮上車の走行速度 20~260km/hまで行われた試験から、桁部のたわみ波形例を図2に示す。これらの波形によると、車輪走行時の桁部のたわみ波形は、桁の基本固有振動数としての約4.3Hzの応答が見られるが、浮上走行時ではこの応答は見られず、なめらかな波形を示している。しかし、走行速度180km/hでは車輪走行にもかかわらず波形は浮上走行に類似している。

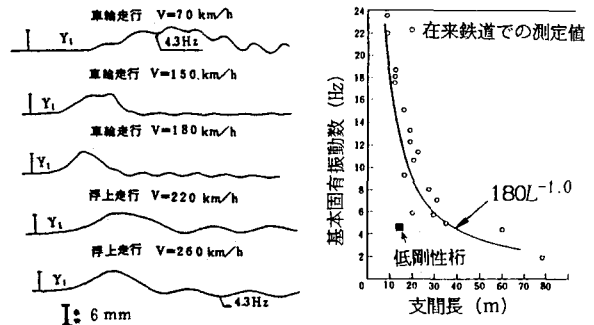


図2 桁部のたわみ波形と基本固有振動数

(2) 桁部のたわみの実測値

徐行時(20km/h)のたわみは6.3mmであり、最大値は車輪走行(150km/h)の7.2mmであった。これらの値は標準タイプの桁の10倍以上である。速度に対する傾向は動的係数として解析値とともに3.2に示す。

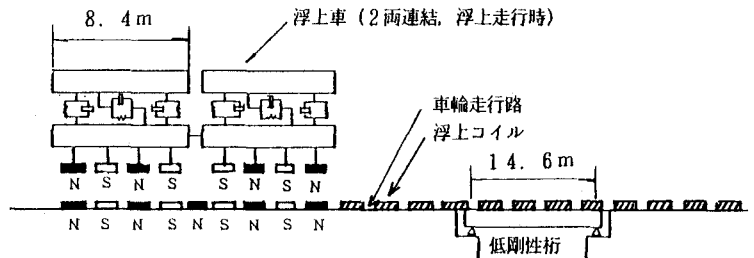


図3 浮上車と低剛性桁の相互作用解析モデル

3. シミュレーション解析

3. 1 浮上車両 (MLU001) と低剛性桁の相互作用解析モデル

低剛性桁の鉛直方向の動的挙動を求めるために図3に示すような鉛直方向の平面モデルを適用した。以下に各モデルについての概説を行なう。

(1) 車両モデル 浮上車1両は、ばね上質量とばね下質量からなる。ばね上質量とばね下質量の結合は鉛直方向において2個の上下空気ばね、前後方向において1個の前後空気ばねよりなされ、それぞれのばね

には、ダンパを伴う。ばね下質量と走行路面間については、浮上車は速度 180 km/h を境として車輪走行から浮上走行に移り変わるため、車輪走行の場合に1車両当たり2個の車輪支持ばねにより支持され、浮上走行の場合に4個の磁気ばねにより支持される。

(2) 低剛性桁 シミュレーション解析では低剛性桁を、桁の両端を単純支持とした場合の1次モードを考慮した等価質量、等価ばね及び等価減衰によりモデル化する。

(3) 走行路 シミュレーション解析において考慮する走行路の延長は低剛性桁とその前後区間である。走行路の断面において、磁気ばねに影響を及ぼす位置(浮上コイル)と車輪に影響を及ぼす位置(車輪走行路)があり、それぞれの位置において橋軸方向の線形は異なる。したがって、解析ではこの2つの走行路面形状として図4に示すように実際に測量で得られた路面不整のデジタル値を用いた。

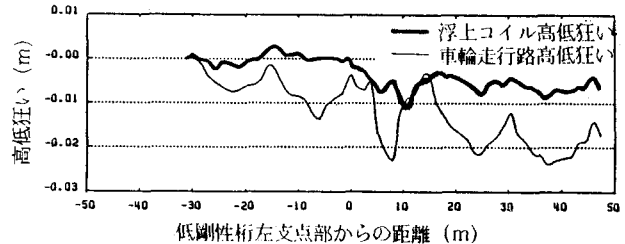


図4 解析で考慮した走行路の高低狂い波形

3. 2 解析結果

(1) 実測と解析波形の比較 図5に車輪走行(100 km/h)と浮上走行(220 km/h)について、実測波形と解析波形をの比較を示す。実測及び解析波形は、車輪走行時においてよく合致する。浮上走行時は、実測及び解析波形ともなめらかで特徴が少ないが、形状は両方とも似ている。

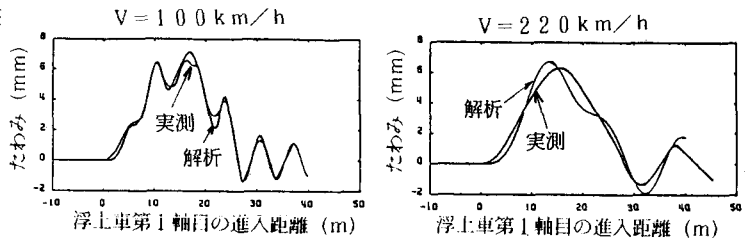


図5 実測波形と解析波形の比較

(2) 低剛性桁の動的係数 桁の動的係数は、桁の静的たわみに対する動的たわみの増加割合を示す値である。シミュレーション解析により求めた動的係数と、たわみの実測値から求めた動的係数の比較を図6に示す。実測値は最高速度が 260 km/h ($\alpha=0.58$) までしか得られていないが、車輪走行時に動的係数が大きく生じる傾向及び 200 km/h 付近で一時的に動的係数が下がる傾向は両者とも一致する。しかし、 200 km/h 以上の浮上走行では、実測値は速度に対してあまり増加しないのに対し、解析値は 400 km/h までは上昇を続けている。

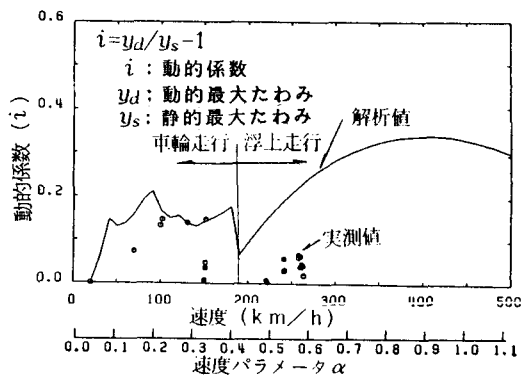


図6 速度と動的係数の関係

4. あとがき

低剛性桁のたわみの測定結果とシミュレーション解析の結果について述べた。動的係数については、解析値と実験値の浮上走行時の動的係数の増加傾向は必ずしも一致していない面もある。これは シミュレーション解析において、浮上車及び路面不整、特に高速走行時の空気揚力による影響が十分に考慮されていないことが原因と考えられる。この点については現在検討中である。また、宮崎実験線のような短い列車の編成でなく、長い編成の列車で、しかも超電導磁石が車端のみにある如く分散した場合についての設計衝撃係数のとり方についても検討を進めている。

参考文献 1) 松浦, 川上: ガイドウェイ構造物と浮上車 MLU001 との動的相互作用の解析, 鉄道技術研究所速報 No. A-85-116