超短支間桁の走行自動車による動的応答特性

神戸大学工学部フェロー川谷充郎(株)エース正員河田直樹神戸大学大学院学生員神薗卓海

1. **まえがき** 一般的な支間長の単純桁橋の走行自動車による動的応 答特性については,これまでに多くの実験的および解析的な研究が行 われてきている¹⁾⁻³⁾.しかし,車両の軸間距離に匹敵するような非常 に支間長の短い桁橋の挙動については,ほとんど研究が行われておら ず,その特性も明らかでない.そこで本研究では,そのような超短支 間長の桁を対象として走行自動車との連成振動解析を実施する.ここ で対象とする桁の支間長は車両の軸間距離より小さくとり,車両振動 の初期条件によって桁構造の挙動は大きく変化する.本解析は,これ らの初期条件の違いによる影響を適切に評価する,

2. 動的応答解析 2.1 構造モデル 単純桁を対象とし, Fig.1 のよう に二次元構造にモデル化する.その構造諸元を Table 1 に示す.着目点を橋梁モデル支間中央とし,解析の際に考慮する橋梁の振動次数を9次までとする.これは曲げモーメント応答を評価するのに必要な振動次数である.ここでは,超短支間桁の車両初期条件による動的挙動の特性に着目するため,路面凹凸を考えないことにする.

<u>2.2 車両モデル</u> 走行車両を Fig.2 のように前輪 1 軸,後輪 2 軸を有する 平面の 2 自由度振動系にモデル化する.その構造諸元を Table 2 に示す.車 両走行速度を 40km/h,60km/h,80km/h とし,単一走行とする.

3. 解析結果 <u>3.1 車両接地力変動</u> 車両の振動初期条件 0(車両振動のない状態),走行速度 40km/h の場合の後輪接 地力の走行距離による変化を Fig.3 に示す.ここでは,車 両振動の発達状態を調べるために,車両の後輪が桁構造を 通過(Fig.3 の横軸約 9m)する後も平滑路面上を走行する状 況を解析している.桁の支間長が短いため,車両が振動し ていない状態で桁に進入すると,走行車両の振動が発達す る前に車両が桁を通過してしまう.桁構造の走行車両によ る動的応答を安全側に評価するためには,車両振動が十分 に発達した状態で桁に進入する条件のもとで解析する必要 がある.そこで,以降の解析では,車両の初期条件として, Fig.3 に示す1~5 の動的挙動(鉛直方向の加速度,速度,変 位,回転方向の角加速度,角速度,回転角)を用いる.3.3 節では,この初期条件1~5(Fig.3)の違いによる桁の動的応 答に及ぼす影響について評価する. Analytical point



Fig.1 Analytical model

Table 1 Structural properties of beam

Span length	4.445m
Unit mass	0.903t/m
Young's modulus	$2.1 \times 10^7 \text{tf/m}^2$
Moment of inertia	$1.401 \times 10^{-4} m^4$
Damping constant (1st)	0.0175



Fig.2 Dimension of vehicle

Total mass	9.735t
Pitching inertia	$29.109t \cdot m^2$
Front mass	2.44t
Rear mass	7.295t
Damping constant of front wheel	0.3095
Damping constant of rear wheel	0.927
Spring constant of front wheel	107.04tf/m
Spring constant of rear wheel	320.25tf/m

Table 2 Dynamic properties of moving vehicle



Fig.3 Dynamic load at rear wheel (initial condition 0, v=40km/h)

キーワード:超短支間桁,橋梁交通振動,車両初期条件,動的増幅率 連絡先:神戸市灘区六甲台町1-1,Phone:078-803-6278,Fax:078-803-6069



Fig.4 Response of beam (initial condition 1, start position of vehicle=-0.942m, v=40km/h)

3.2 車両スタート位置の影響 Fig.4 は,走行速度 40km/h, 車両の初期条件 1(Fig.3)とする場合の解析結果を示す.同 じ条件で,車両のスタート位置を変化させる場合の動的増 幅率の変化を Fig.5 に示す.Fig.5 から分かるように,車両 のスタート位置によって動的増幅率は大きく変化する. Fig.4 は,動的増幅率が最大となるスタート位置での解析結 果を示している.これ以降の解析結果は,車両スタート位 置による桁の動的応答が最大となる場合を示している.

3.3 車両の初期位相による影響

車両の走行速度を 40km/h とし,初 期位相を変化させた場合(5 ケース) の解析結果を Table 3 に示す.Fig.3 において,車両の初期位相を動的接 地力の腹にとる場合(初期条件 2)は, 動的増幅率は大きくならない.しか し,初期位相を動的接地力の節また は節と腹の中間にとる場合(初期条件 1,3,4,5),そのどの初期位相でも, 振動は大きく,動的増幅率はほぼ同 じ値を示す.このことから,車両振 動の初期条件が超短支間長桁の動的 応答に大きな影響を及ぼすことが分 かる.

<u>3.4</u>車両の走行速度による影響 車両振動の初期位相を1として,走 行速度を40km/h,60km/h,80km/hと 変化させる場合の解析結果をTable 4 に示す.車両の走行速度を増加さ せていくと桁の振動も大きくなり, 動的増幅率は大きくなっている.



Fig.5 Relation of DIF vs. start position of vehicle (initial condition 1, v=40km/h)

Table 3 Response of beam						
initial	moving	start		maximum dynamic	dynamic increment	
codition	velocity	position		response	factor	
1		-0.942m	deflection	0.757mm	1.189	
			bending stress	489tf/m ²	1.199	
2		-0.92m	deflection	0.476mm	1.119	
			bending stress	305.5tf/m ²	1.125	
2	40km/h	262m	deflection	0.694mm	1.174	
3		-2.02111	bending stress	447.8tf/m ²	1.182	
4		-2.62m	deflection	0.705mm	1.176	
			bending stress	454.9tf/m ²	1.185	
5		-2.62m	deflection	0.652mm	1.163	
			bending stress	420.2tf/m ²	1.171	

Table 4 Response of beam							
initial	moving	start		maximum dynamic	dynamic increment		
codition	velocity	position		response	factor		
1	40km/h	-0.942m	deflection	0.757mm	1.189		
			bending stress	489tf/m ²	1.199		
	60km/h	-2.87m	deflection	1.29mm	1.323		
			bending stress	804.4tf/m ²	1.328		
	80km/h	-1.221m	deflection	1.573mm	1.393		
			bending stress	983.0tf/m ²	1.400		

参考文献

- 川谷充郎・小松定夫・佐々木孝:走行自動車荷重を受けるプレートガーダー 橋の動的応答特性に関する研究,土木学会論文集,第 392 号/I-9, pp.351-358,1988.4.
- 川谷充郎・西山誠治:路面凹凸を考慮した道路橋の走行車両による動的応 答特性,構造工学論文集, Vol.39A, pp.733-740, 1993.3.
- 川谷充郎・小林義和・高森和恵:新活荷重に対する各種短支間桁橋の不規則 振動解析による衝撃係数,構造工学論文集,vol.42A,pp.763-768,1996.3.