

神戸大学工学部
神戸大学大学院

フェロー
正会員

川谷充郎
金 哲佑

(株) エース
神戸大学大学院

正会員
学生員

河田直樹
○坂田智基

1. まえがき これまでの研究により、超短支間桁について車両の桁進入時における振動状態が重要であることが明らかになっている¹⁾³⁾。本研究では、一般的な支間長の橋梁（以後一般桁とする）について、車両と橋梁の連成振動解析を行うことにより超短支間桁と比較することで、車両モデルおよび初期条件による影響を明らかにする。

2. 動的応答解析 **2.1 橋梁モデル** 対象桁は支間長 4.445m の車両軸間距離より短い桁橋と支間長 40.4m の単純桁の 2 ケースをはり要素にモデル化する。その構造諸元を Table 1 に示す。着目点は支間中央とし、超短支間桁では考慮する橋梁の振動次数を 9 次、一般桁では 5 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十分収束する振動次数である。ここで、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は考慮しないものとする。

2.2 車両モデル Fig.1 に車両モデルを示す。2 自由度系モデル(2-DOF)および車両ばね下振動の影響を反映する 5 自由度系モデル(5-DOF)の両ケースを用いる。総重量は 19.48tf である。Table 2 に車両の諸元を示す。超短支間桁については実桁の幅が 1m であり、左右輪が同時に載荷されることがないため、片側モデルとしている。

3. 解析結果 **3.1 車両接地力変動（初期条件なし）** Fig.2(a) に超短支間桁、Fig.2(b) に一般桁について 2-DOF および 5-DOF における車両初期条件"0"(車両振動がない状態)、速度 80km/h とした場合の後輪接地力変動を示す。超短支間桁では、支間長が車両の軸間距離よりも短いため車両振動が発達する前に桁を通過してしまうことが分かる。しかし、一般桁ではその傾向は見られない。また、車両ばね下を考慮した 5-DOF の接地力が大きくなっている。特に、超短支間桁において顕著であり、走行車両による超短支間桁構造の動的応答を安全側に評価するためには、車両の振動が十分に発達した状態で桁に進入する条件の下で解析する必要がある。また、一般桁においても車両初期条件の影響を確認する余地がある。

そこで、以降の解析では、車両初期条件として、Fig.2 に示す CASE-1~5 の動的成分(鉛直方向の加速度、速度、変位および回転方向の角加速度、角速度、回転角)を用い、桁の動的応答に対して、車両の初期条件による影響について検討する。

Table 1 Structural properties of girders

Properties	Ultra-short span	General span
L=Span length (m)	4.445	40.4
Unit mass (t/m)	0.903	7.552
Young's modulus (tf/m ²)	2.1×10^7	
Moment of inertia (m ⁴)	1.401×10^{-4}	0.2122
Natural frequency 1st (Hz)	14.2	2.35
Damping constant 1st	0.0175	0.02536

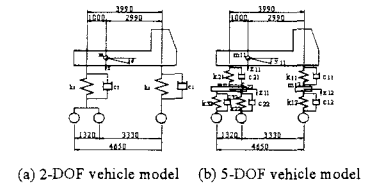


Fig.1 Dimension of vehicle Unit [mm]

Table 2 Dynamic properties of moving vehicle

Model	Properties	Rear axle		Front axle	
		Upper	Lower	Upper	Lower
2-DOF	Mass (t)	14.6		4.88	
	Natural frequency (Hz)	3.3		3.3	
	Spring constant (tf/m)	640		214	
	Damping coefficient (tf·s/m)	7.74		3.84	
5-DOF	Mass (t)	13	1.5	4.38	0.5
	Natural frequency (Hz)	3.3	17.9	3.3	17.9
	Spring constant (tf/m)	964	964	322	642
	Damping coefficient (tf·s/m)	6.82	4.1	2.28	2.72

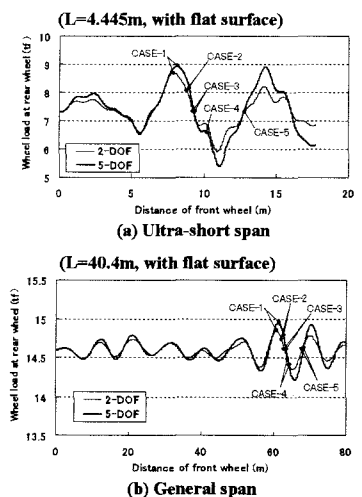


Fig.2 Dynamic load at rear wheel
 $v=80\text{km/h}$, Initial condition "0"

3.2 車両スタート位置による

DIFの違い Fig.3

Fig.3に2-DOFおよび5-DOFについて両桁橋における各初期条件を与え、車両スタート位置を変化させた場合の曲げモーメントに対するDIFを示す。超短支間桁では、2-DOFよりばね下を考慮した5-DOFの方がDIFは大きく、スタート位置によりDIFが大きく変化していることがわかる。一般桁では、超短支間桁よりDIFは小さく初期条件の影響はないと考えられ、各車両モデルでの差も見られない。したがって、超短支間桁では、初期条件および桁との共振の可能性がある車両モデル（ばね下を考慮した5-DOFモデル）を用いて橋の動的特性を評価する必要があると考えられる。

3.3 車両スタート位置による桁の最大変位の違い

同様に、Fig.4に桁の最大変位を示す。超短支間桁においては、2-DOFより5-DOFの方が大きく、スタート位置により桁の最大変位が大きく変化する。しかし、一般桁において、最大変位はほぼ一定であり、車両の桁進入時における振動状態およびスタート位置の影響は無視できると考えられる。

4. まとめ 一般的な支間長の橋梁において、路面凹凸を無視し、走行速度 80km/h の場合には超短支間桁に見られるような車両振動状態による影響が見られず、桁の動的応答に対して影響が小さいことが分かった。今後の課題として、一般的な支間長の橋梁において路面凹凸を考慮した場合の検討を要する。

【参考文献】

- 1) 川谷充郎・河田直樹・神薗卓海：超短支間桁の走行自動車による動的応答特性，土木学会第56回年次学術講演会，1-A147，2001.10.
- 2) 川谷充郎・河田直樹・神薗卓海：超短支間桁の走行自動車による動的応答解析，橋梁振動コロキウム'01，pp.87～90，2001.10.
- 3) 川谷充郎・河田直樹・神薗卓海・何興文：超短支間桁における動的応答の車両モデルによる影響，土木学会第57回年次学術講演会，1-552，2002.9.

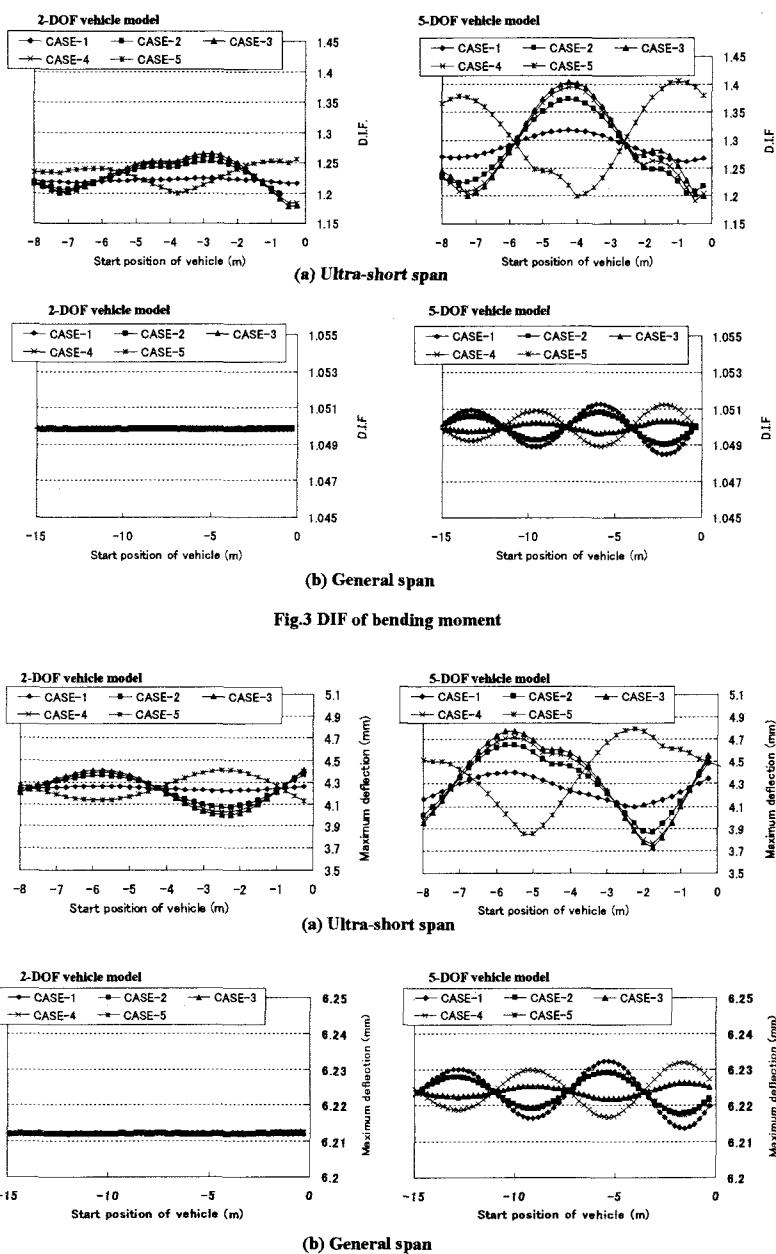


Fig.4 Maximum deflection depending on start position of vehicle