

曲線鋼鈑桁橋の上部構造のモデル化が支承部の動的応答に及ぼす影響

九州大学大学院 学生員 ○下野 将樹

九州大学大学院 正会員

崔 準祐

九州大学大学院 フェロー

大塚 久哲

1. はじめに

曲線橋は動的挙動が複雑であることから、動的照査法による耐震性照査が望ましいとされている。そのため、現在は、橋梁全体系モデルによる3次元地震応答解析を行うことが一般的であるが、その際には曲線橋の構造条件や振動特性を考慮して適切にモデル化を行わなければならない。本研究では、鋼鈑桁を有する3径間連続曲線橋を対象とし、地震応答解析における上部構造のモデル化が支承部の動的応答に及ぼす影響について検討を行った。上部構造の構成部材を一本の梁要素に換算した「簡易モデル」と、それぞれを独立した部材としてモデル化した「詳細モデル」を作成し、地震応答解析を行った。各モデルに対し、支承部最大反力を比較し、上部構造のモデル化の違いによる影響について検討を行った。

2. 解析対象橋梁

本研究に用いられた対象橋梁を図-1に示しており、内曲側と外曲側の2つの橋梁から構成される3径間連続曲線鋼鈑桁橋である。橋梁の諸元を表-1に示す。各橋梁には、外曲側からG1, G2, G3, G4の4本の主桁が配置されており、各橋脚において、G1, G2, G3, G4に対し、G1支承, G2支承, G3支承, G4支承がそれぞれ配置されている。支承は鋼製支承を採用しており、拘束条件はP2橋脚の支承部のみ固定である。

3. 解析モデル

本研究で用いた簡易モデルと詳細モデルのモデル図を図-2に示す。簡易モデルと詳細モデルにおいて、上部構造以外の部材に対しては、同一にモデル化を行った。上部構造及び橋脚部は梁要素、支承部に対しては、6方向成分を有する線形バネ要素を用いてモデル化を行った。

3.1 簡易モデル

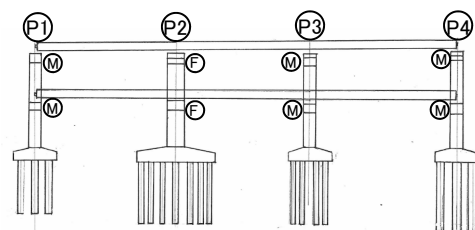
本橋梁の上部構造は、主桁、床版、横構、横桁等により構成されているが、簡易モデルでは、それらを一本の梁要素に換算してモデル化した。鋼鈑桁を有する橋梁に対して動的解析を行う際、直線橋の場合、横構、横桁の有無が動的応答に与える影響は小さいという報告がある¹⁾。しかし、曲線橋では、上部構造に大きなねじりモーメントが生じやすいため、横構、横桁が橋梁全体の動的応答にどのような影響を与えるか、不明なところが多い。そこで、横構、横桁を無視し、開断面として断面定数を求めた簡易モデル(以下「簡易モデル①」と称す)と、横構、横桁を考慮し、閉断面として断面定数を求めた簡易モデル(以下「簡易モデル②」と称す)を作成し、両者の比較検討を行った。

3.2 詳細モデル

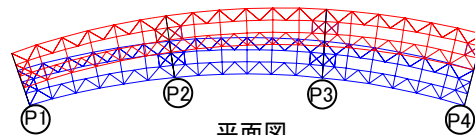
詳細モデルでは、主桁、床版、横桁、横構をそれぞれ独立した部材としてモデル化を行った。簡易モデルでは、上部構造の総質量を一本の梁要素に分配しているのに対し、詳細モデルでは、各部材の質量をそれぞれの部材に分配しており、両者の質量分布が異なっている。

4. 解析条件

解析手法はNewmark β 法、積分時間間隔は0.005秒とした。減衰はRayleigh減衰を用い、入力地震波は道路橋示方書の標準波(タイプII)を用いて、3方向同時加震による検討を行った。



正面図

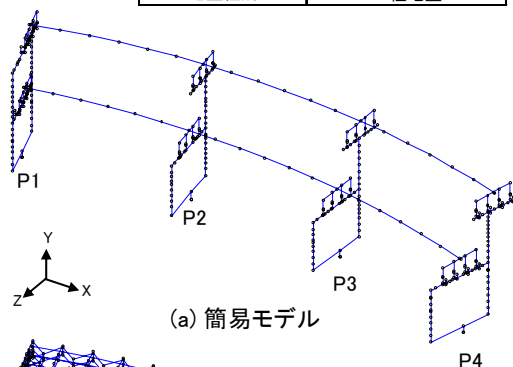


平面図

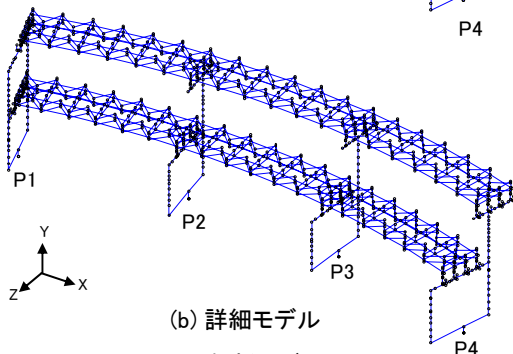
図-1 解析対象橋梁

表-1 橋梁の諸元

橋長	内曲側	90 m
	外曲側	91 m
支間長	内曲側	30m+30m+30m
	外曲側	30.5m+30.5m+30m
曲率半径	内曲側	150m
	外曲側	160m
支承形式	鋼製支承	
下部工形式	P1,P2,P3,P4: RC橋脚	
地盤種別	II種地盤	



(a) 簡易モデル



(b) 詳細モデル

図-2 解析モデル

キーワード 曲線鋼鈑桁橋, 地震応答解析, 上部構造のモデル化, 支承部の動的応答
連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744番地 TEL 092-802-3374

5. 固有値解析の結果

各モデルに対して固有値解析を行い、主要卓越モードの固有周期を表-2に示す。面内変形モード及び鉛直変形モードでは、各解析モデルの固有周期はほぼ差がないものの、面外変形モードでは、簡易モデル①に比べ、詳細モデルの固有周期が約0.05sec程度長い。また、簡易モデル②は、簡易モデル①よりもねじり剛性が大きいことから、簡易モデル①よりも、ねじり変形モードの固有周期が約0.04sec程度短くなる結果となった。このように、各モデルの振動特性が異なるモードも現れており、これが橋梁全体の動的応答特性にも影響を与えと考えられる。

表-2 固有値解析の結果

	固有周期(sec)		
	簡易①	簡易②	詳細
面内1次	1.145	1.139	1.138
面内2次	0.970	0.964	0.959
面外1次	0.743	0.736	0.774
面外2次	0.604	0.597	0.658
鉛直1次	0.571	0.561	0.568
ねじり1次	0.640	0.604	0.604

6. 動的解析の結果

6.1 簡易モデル①と簡易モデル②の動的応答比較

接線方向及び法線方向の支承部最大反力は、両モデルでほとんど近似している(図-3(a),(c))。一方、鉛直方向の支承部最大反力は、P1橋脚のG3支承、G4支承、及びP2橋脚のG1支承においては、応答値の差異が見られるが、他の支承部のほとんどにおいては、両モデルの応答値の差は小さい傾向にある(図-3(b))。

6.2 簡易モデル②と詳細モデルの動的応答比較

接線方向の支承部最大反力は、両モデルでほとんど近似している(図-4(a))。一方、鉛直方向の支承部最大反力においては、全体として簡易モデル②に比べ、詳細モデルの応答値が大きい傾向にあり、その差が最大となるのは、P4橋脚におけるG1支承部の約41%程度である(図-4(b))。これは、両モデルにおける固有周期の違いや質量分布の違いが影響していると考えられる。また、法線方向の支承部最大反力は、簡易モデル②に比べ、詳細モデルの応答値が小さい傾向にある(図-4(c))。これは、詳細モデルにおいては、横桁、横構をモデル化しているため、法線方向へ作用する慣性力を主桁、床版だけでなく、横構、横桁によっても担うことによるものと考えられる。

7. まとめ

簡易モデル①と簡易モデル②における支承部最大反力の差は小さく、簡易モデルにおいて、横桁・横構の有無が支承部の動的応答値に与える影響は小さいことが分かった。また、簡易モデル②と詳細モデルでは、支承部の動的応答が異なることが明らかとなった。特に支承部の鉛直方向反力への影響が大きく、簡易モデルでは、支承部の鉛直方向反力を過小評価する可能性がある。

したがって、曲線橋の地震応答解析を行う際には、詳細モデルを用いることにより上部構造のモデル化を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 辻角学, 高橋昭一, 山中治, 橋吉宏, 牛島祥貴, 米田昌弘: 2主桁橋の横構省略に対する耐震設計上からの検討, 第51回年次学術講演会概要集, 1996

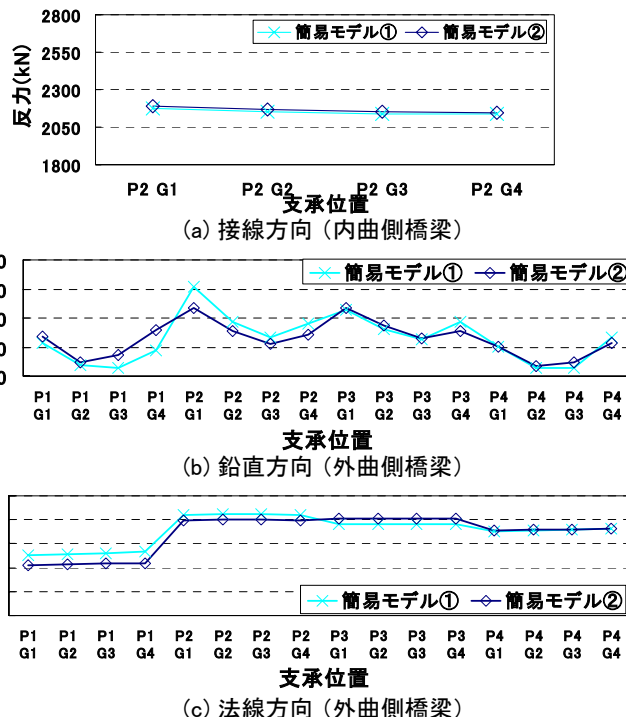


図-3 簡易モデル①及び簡易モデル②における支承部最大反力

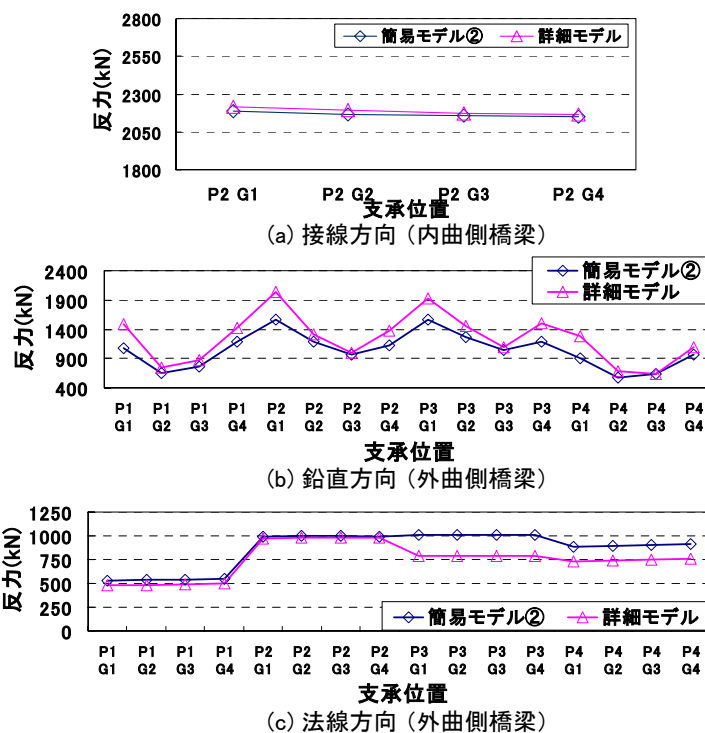


図-4 簡易モデル②及び詳細モデルにおける支承部最大反力