

## 解析モデルの違いによる曲線方杖ラーメン橋の立体挙動について

高田機工(株) 正会員 ○谷 一成, 和田 均  
群馬県 藤岡土木事務所 神保 国比古

### 1. はじめに

一般の設計においては、格子解析が用いられているが、構造が複雑な場合には格子解析モデルと実構造の相違が大きくなるケースや詳細な挙動の再現が困難な場合も見られる。

一方で構造解析ソフトウェアの進歩は著しく、比較的大規模なモデルでもPCでFEM解析を容易に行える環境が整っている。例えば文献1)では実橋モデルを対象にFEM解析が行われ設計時の仮定との比較をおこなっている。本稿では、橋梁形式として適用事例が少ない曲線方杖ラーメン橋を対象に施工時の出来形精度の向上を目的として全橋モデルのFEM解析を実施したので、格子解析との比較結果を報告する。

### 2. 対象橋梁

解析対象は、図-1に示す支間長30.1m+48.0m+42.0m、橋長114.0mの曲線鋼方杖ラーメン橋である。既設道路との摺り付けを考慮して曲線半径160mのS字曲線を有する曲線桁であり、中央径間中間部付近から曲率半径が反転している。主桁は鉸桁形式となっており、主桁間に縦桁を1本設けた構造としている。

主桁も平面線形と合わせて曲線桁となっているため、主桁方向と橋脚の方向が一致せず、橋脚支点部では、表-1に示すように大きな反力差が生じている。また主桁断面については、常時における静的照査と地震時による動的照査の両方を満足する断面となっており、動的照査でほとんどの断面が決定されている。

### 3. 解析モデル

FEM解析と格子解析の双方を実施し、格子解析モデルは、横桁間を結んだ折れ桁としている。主桁は面外剛性およびねじり剛性は微小値として、面内方向の剛性のみを考慮し、面外方向およびねじり方向については横桁と上下横構で抵抗するモデルとしている。また、橋脚との剛結部に関しては、剛域とみなせる曲げ剛性を入力している。

FEM解析モデルでは、主桁、横桁および補剛材関係はシェル要素、上下横構はモデルの簡略化のため梁要素でモデル化した。境界条件について、端支点部は橋軸直角方向、鉛直方向の移動を固定し、中間橋脚部の基部は剛体要素を用いて、ピン支承部の橋軸回りの回転のみを自由としている。図-2にFEMモデルの概要を示す。

なお、実橋では縦桁が設けられているが、主桁に対して剛性が小さいことから今回の解析では両モデルともに省略して解析をおこなった。載荷荷重は死荷重(約13000kN)についてのみ着目し、FEM解析では主桁ウェブ上の節点に等分布荷重として載荷した。

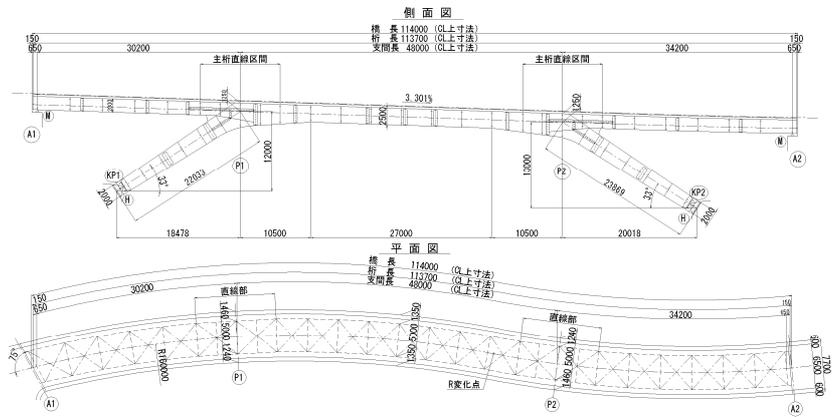


図-1 対象橋梁

表-1 支点部鉛直方向反力(kN)

格子解析	桁	S1	KP1	KP2	S2
	G1	556.5	4785.5	4172.4	459.4
G2	396.0	353.7	1507.2	666.2	
合計	952.5	5139.2	5679.6	1125.6	
FEM	桁	S1	KP1	KP2	S2
	G1	593.9	4682.0	4196.4	483.3
	G2	401.4	455.7	1409.0	651.3
	合計	995.3	5137.7	5605.3	1134.6

キーワード 曲線方杖ラーメン橋, FEM 解析

連絡先 〒556-0011 大阪市浪速区難波中2丁目10番70号 高田機工(株) TEL: 06-6649-5170, FAX: 06-6649-2439

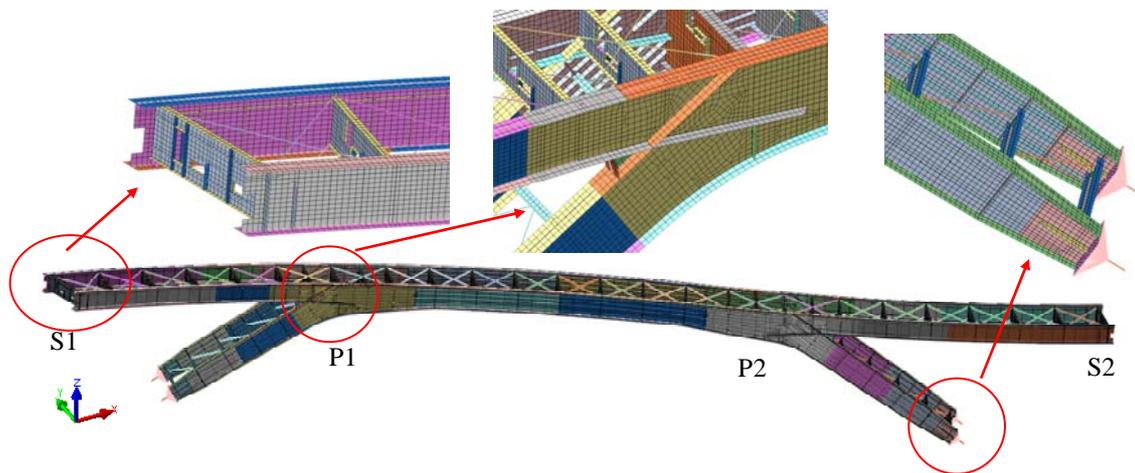


図-2 FEM 解析モデル

4. FEM 解析と格子解析の比較

FEM 解析と格子解析から得られた橋軸直角方向と鉛直方向の主桁たわみを比較したものを図-3に示す。なお、FEM 解析モデルはねじり変形により桁のたおれにより断面内の変位が一様でないため、ウェブ上下端の平均値を用いることとした。

図-3(a)に示す橋軸直角方向に着目すると、両モデルとも支点反力が大きく生じている G1 側に面外変形が生じており、G1 桁,G2 桁ともに 30mm 程度の変位となっている。FEM 解析と格子解析の値を比較すると、全ての各点において、FEM 解析の方が大きくなった。また、最も変位が大きい中央支間中間部で変位量の違いに着目すると G1 桁、G2 桁ともに FEM 解析で 30mm、格子解析で 27mm と格子解析の結果の方が 10%程度小さい結果となったものの概ね両者の解析結果は一致している。

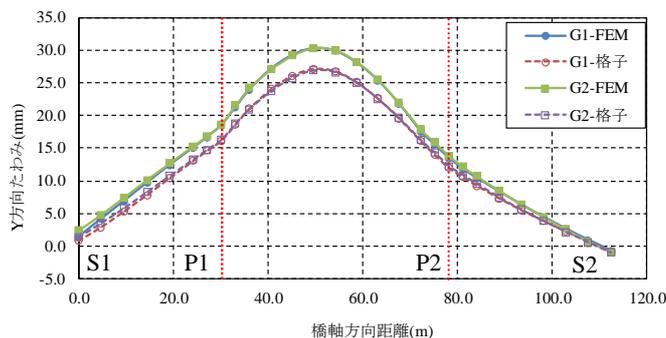
次に図-3(b)に示す鉛直方向に着目すると、G1 側に面外変形が生じているため G1 桁の方が、G2 桁に比べて大きく FEM 解析では、中央支間中間部においては G1 桁で 54mm、G2 桁で 47mm と 7mm のたわみ差が生じている。一方格子解析では G1 桁で 49mm、G2 桁で 36mm と面外変形の傾向と同じく FEM 解析の方が大きくなった。FEM 解析と格子解析の違いについて着目すると G1 桁では 10%程度の差であったが、G2 桁では 25%程度の差が生じており、G2 桁で差異が比較的大きくなった。この原因として、両解析のモデル化の違い、ウェブのせん断変形、荷重載荷方法の違いなどが影響しているものと考えられる。

5. まとめ

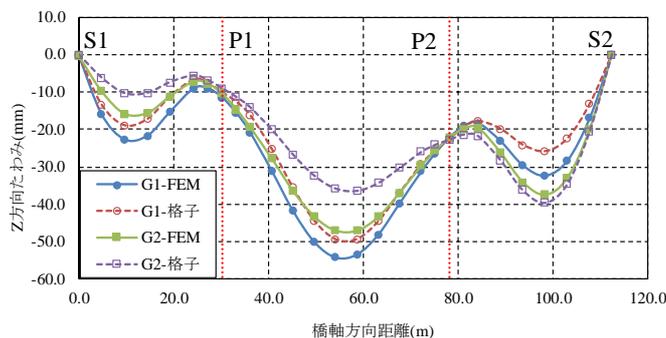
本稿では、曲線方杖ラーメン橋を対象に FEM 解析と格子解析の挙動の違いについて比較をおこなった。面外変形に関しては、概ね一致したが、鉛直方向については最大で 25%程度の差異が生じた。実施工においては出来形精度向上のため、FEM 解析の結果を踏まえ、ねじり等の影響を確認しながら施工する予定である。今後は発生応力の違いなどにも着目して、検討を行っていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 土木学会鋼構造委員会：3次元 FEM 解析の鋼橋設計への適用に関する研究小委員会報告書，土木学会，2007.7.



(a) 橋軸直角方向(Y方向)変位



(b) 鉛直方向(Z方向)変位

図-3 主桁たわみ