

I-140

偏平な方杖ラーメン橋の構造解析モデルについて

東日本旅客鉄道株式会社 建設工事事部 ○正会員 小林 薫
ジェイ・エル・東日本コンサルタンツ(株) 竹石 公之

1. はじめに

中央線深沢第二橋りょうは、甲斐大和・勝沼ぶどう郷間の横吹トンネル改良工事に伴うルート変更により、新深沢第二トンネルと新大日影トンネルの明り区間に計画されている橋長40mの橋りょうである。

本橋りょうにおける構造形式の選定は、架設位置の地質・地形、河川条件等を考慮した結果、橋長40m程度の鉄道橋としては珍しいRC構造の方杖ラーメン橋が採用された。さらに、景観的な配慮から橋りょう中央から脚支点にかけて曲線を取入れ、アーチ橋的な様相をかもしだすようにしている。図1に、橋りょうの一般図を示す。

本橋の構造的特徴は、脚支点位置を洪水時の流化物を考慮して決定した関係で、スパンライズ比 (f/L) が0.1となり、方杖ラーメン橋としては非常に偏平な形状となっている。

一般に、ラーメン橋の構造解析では、柱、梁を線材とした平面骨組モデルにより行われており、部材の接合部には剛域が考慮されている。本橋の場合は、方杖ラーメン橋としては非常に偏平な形状であることと、脚部材の隅角部の断面が橋りょう中央から脚支点にかけて挿入している曲線により、断面高さが連続的に変化し、構造解析上、剛域をどのように設定するかが問題となる。

そこで、本橋の設計において適切な構造解析モデルを設定するために、2次元平面要素によるFEM解析を実施し、3種類の平面骨組モデルによる解析との比較検討を行った。

本文は、偏平な方杖ラーメン橋の構造解析モデルについて述べる。

2. FEM解析

1) モデル化

FEM解析では、偏平な方杖ラーメンの中央径間から脚部材への応力の流れを把握することを目的に行った。解析に使用したモデルは、半橋モデルとし、片持ちスラブは板厚が異なる要素として考慮している。解析に考慮した荷重は、死荷重状態である。

2) 解析結果

図-2に、FEM解析結果による垂直応力度分布を示す。橋りょう中央付近では、全断面圧縮応力状態となっており、上縁応力度と下縁応力度の差が小さいことから、曲げモーメントの発生は小さく、軸力が卓越している状態となっている。

脚部材隅角部では、隅角部始点付近の垂直応力度分布が直線となっており、平面保持の仮定が成立しているが、脚部材側に近づくにつれて下縁側の垂直応力度が乱れ、脚部材に応力が伝達されている。

中間支点となる位置では、通常のラーメン橋は負の曲げモーメントが発生し、上縁引張応力状態となるが、本橋の場合では上縁でも圧縮応力状態とな

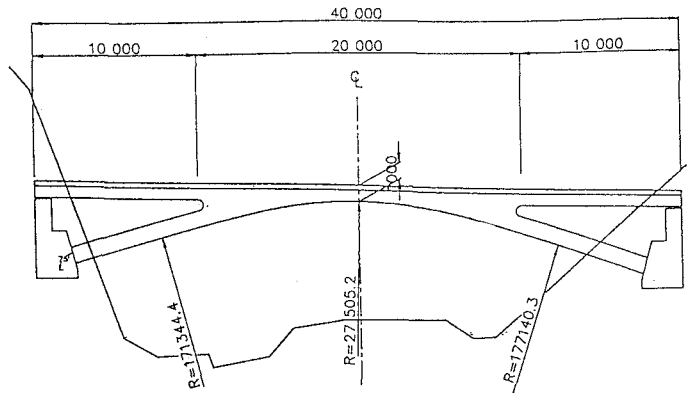


図-1 橋りょう一般図

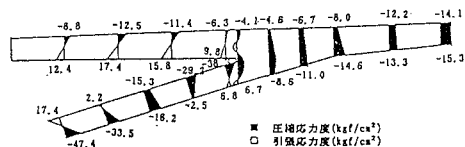


図-2 FEM解析結果による垂直応力度分布

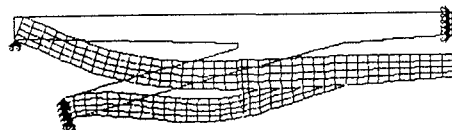


図-3 FEM解析結果による変位図

っている。

図-3にFEM解析結果による変位図を示す。この変位図では、下側に凸型のたわみ曲線を示しており、脚部材が上部梁部材のたわみを抑える効果は小さい。

以上のように、FEM解析結果による垂直応力度、および、たわみの状況から、本橋のように偏平となる方丈ラーメン橋では、ラーメン橋よりは桁橋に近い構造特性を有している。

3. 平面骨組構造解析モデルの検討

1) モデル化

今回、検討した平面骨組モデルを図-4に示す。

① モデル-1

モデル-1では、脚部材と上部梁部材の付け根位置に仮想部材 ($A=\infty, I=\infty$) を設け、仮想部材と上部梁部材は剛結されていると仮定し、脚部材隅角部には脚断面を4等分した軸力伝達部材 ($A, I=0$) を考慮したモデル。

② モデル-2

モデル-2では、仮想部材 ($A=\infty, I=\infty$) の位置はモデル-1と同様に配置し、脚部材隅角部の平均断面の断面定数 (A, I) を上部梁と脚部材に1/2ずつ振り分けたモデル。

③ モデル-3

モデル-3では、仮想部材 ($A=\infty, I=\infty$) の位置を脚隅角部中心に挿入したモデルで、仮想部材は上部梁部材と剛結されていると仮定している。

2) 検討結果

図-5に、FEM解析結果と平面骨組解析結果との検討位置を示す。検討位置は、図-2に示したように、脚近傍の隅角部の垂直応力度が乱れることから、平面保持の仮定が成立している箇所で断面力（曲げモーメント・軸力）について検討を行う。表-1に、断面力の検討結果を示す。なお、表中の値は、平面骨組解析結果をFEM解析結果で除した値である。

橋りょう中央径間中央の応力では、平面骨組解析の方がFEM解析結果の約3倍大きな値となっているが、この位置での発生曲げモーメントは小さく、設計上、問題とはならない。

側径間では、モデル-1、モデル-2がFEM解析結果との対応が比較的良好だが、脚部材ではモデル-3の方がFEM解析結果を反映している。

軸力については、各モデルともFEM解析結果と大差なく、比較的良好な相関を示している。

たわみについての検討結果を図-6に示す。この結果によれば、モデル-1、モデル-2がFEM解析結果とほぼ同じたわみ値となっている。

4. まとめ

FEM解析結果と3種類の平面骨組モデルとの比較検討した結果、モデル-1がFEM解析結果に近い挙動を示すとともに脚部材については大きめの断面力を与え、設計上安全側となることから、深沢第二橋りょうの構造解析モデルとしてモデル-1が適当であると思われる。

参考文献

- 1) 上田・幸左他：P.C斜版付き箱桁橋の形状特性について，第2回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム
- 2) 石橋・大庭・竹内：P.C斜版橋設計—東北線名取川橋梁—，日本鉄道施設協会誌，1989，4

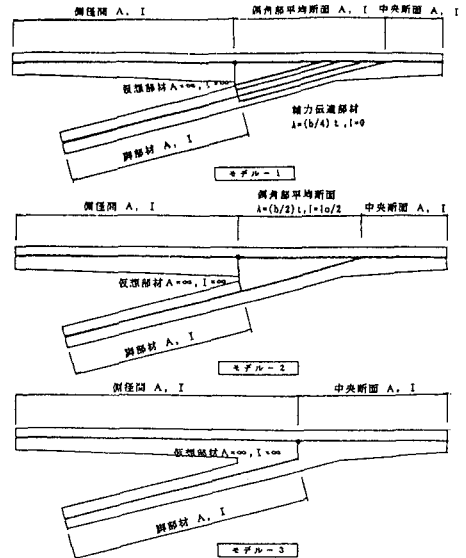


図-4 平面骨組モデル

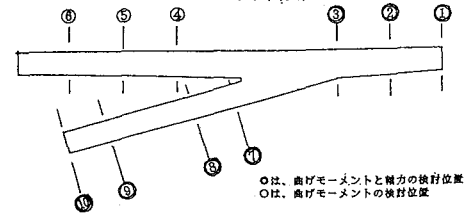


図-5 断面力比較検討位置図

表-1 断面力比の比較

部位	断面位置	モデル1	モデル2	モデル3
橋梁中央	①	3.07 (0.99)	2.95 (1.01)	3.39 (1.02)
	②	1.01 (1.00)	0.00 (1.01)	2.97 (1.03)
	③	0.85 (0.78)	0.34 (0.47)	1.86 (1.03)
	④	0.87 (0.99)	0.87 (0.99)	1.32 (1.30)
側径間	⑤	1.11 (1.46)	1.11 (1.47)	1.35 (0.92)
	⑥	1.17 (1.17)	1.19 (1.19)	1.20 (1.20)
	⑦	1.52 (1.17)	1.53 (1.19)	0.86 (1.20)
	⑧	1.03 (1.19)	1.05 (1.21)	1.15 (1.22)
脚部材	⑨	1.38 (1.26)	1.40 (1.28)	1.35 (1.29)
	⑩			

数値は、曲げモーメントの比較を表す。
ただし、() は軸力の比較を表す。

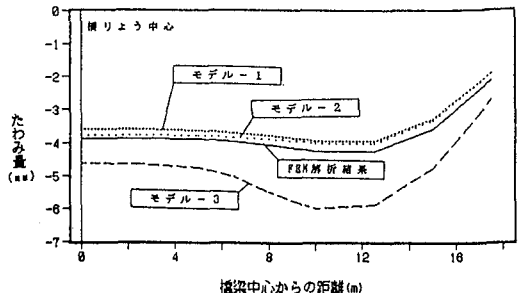


図-6 たわみの検討結果