

桁端部に切り欠きを有する鋼箱桁橋の3次元有限要素解析

九州工業大学 学生会員 ○山口 誠 正会員 山口 栄輝
学生会員 山本 悟 正会員 久保 喜延

1. はじめに

桁端部に切り欠きを有する鋼箱桁橋では、切り欠き部周辺に応力集中が生じるため、疲労亀裂が発生し、進展する場合があることが知られている。そこで、本研究では、この種の鋼桁内の応力分布を把握するため、3次元有限要素解析を行った。解析対象は、走行車両試験が実施され、計測結果のある鋼橋とし、解析結果と実測結果を比較検討した。なお、本解析にはMSC/NASTRANを用いた。

2. 解析手法

2.1 解析対象

本研究で対象としたスパン 62.8m の箱桁橋の代表的な断面を図-1に示す。幅員 15.55m, 箱桁間隔 5.4m, 床版厚は 23cm, 使用鋼材は SM490Y である。横桁, ダイヤフラム, ブラケットは 4.6m 間隔で配置されている。

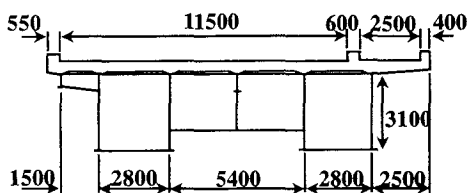
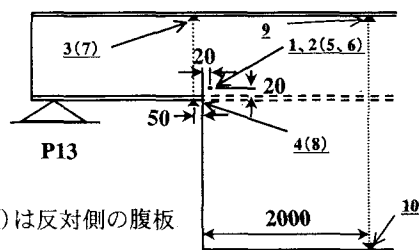


図-1 橋モデルの断面

2.2 解析モデル

箱桁, 横桁, 補剛材のモデル化には4節点シェル要素, 床版には8節点のソリッド要素を用いた。支承部のモデル化では, ソールプレートに8節点ソリッド要素, 文献1)を参考にして支承高さは剛性の非常に高い梁要素を用いることで対処した。コンクリートのヤング率は鋼の 1/7, ポアソン比は 0.167 とした。

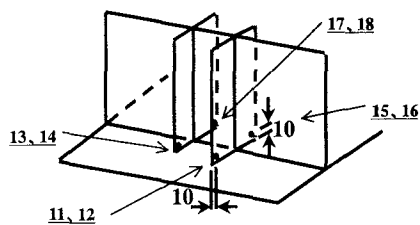


(a) は反対側の腹板

(a) 切り欠き部周辺

2.3 着目箇所

本橋では走行車両試験が実施され、ひずみが測定されている。その際のひずみ測定位置を図-2に示している。下線を付けた番号が測定点番号である。測定箇所は、歩道側の箱桁の切り欠き部, 切り欠き部の上下フランジ, 切り欠き部より橋軸方向に 2m 離れた上下フランジ, 支承直上ダイヤフラムのリブに設置された計 18 点である(図-2)。本解析ではこれらに着目箇所とし、解析によりひずみを求める。



(b) 支承上のリブ

図-2 ひずみ測定点

3. 支承モデルの影響

まず、文献1)を参考に、図-3に示す支承モデルAで解析を行った。その解析結果を測定結果とともに表-1にまとめている。これより、支承上のリブ(No.11~14)に生じたひずみは測定値と比べ小さいことが分かる。これは、支承モデルAが、上査と下査との間に円筒状のピンを挿入したピン支承を再現しているためと考えられる。この場合、ピンと上下査と



図-3 支承モデル

の間の滑りにより、上部構造の橋軸直角方向回転が可能である。これに対して、本研究の対象橋梁で用いられている高力黄銅支承板支承は、ベアリングプレートが下査の曲面上を滑ることにより回転が可能となっている。この両者の違いにより、支承モデルAでは支承部周辺で実際と異なる変形挙動をしたと考えられる。

そこで、高力黄銅支承板支承を再現した図-3に示す支承モデルBで解析を行った。その解析結果が表-2のcase1である。これより、切り欠き部周辺では支承モデルAと同様の結果が得られたが、支承上のリブでは引張と圧縮が逆となっていることが分かる。これは、case1ではベアリングプレートと下査との間の摩擦を考慮していないので、実際より回転しすぎたためと考えられる。

そこで、このタイプの支承では、下査とベアリングプレートとの間に摩擦が働き、必ずしも回転がスムーズにいかないこと²⁾を考慮し、回転バネを拘束点に入れる。このバネ定数を $8E+11(N\cdot mm/rad)$ とした場合をcase2、 $1E+12(N\cdot mm/rad)$ とした場合をcase3とする。それらの解析結果を測定値とともに表-2に示している。切り欠き部周辺では、支承モデルAやcase1の場合と同様の結果が得られた。これより、支承部から離れた箇所では支承モデルや拘束の方法の違いはあまり影響しないと考えられる。また、支承モデルAやcase1と比較して、支承上のリブで生じたひずみは測定値に近づいた。これは、バネの導入によって、支承部周辺の変形挙動を再現できたためと考えられる。さらにcase2とcase3を比較すると、バネ定数を大きくすることにより支承上の変形が拘束されて、リブのひずみが大きくなる傾向が認められる。このように、支承の適切なモデル化を行うことで、測定値に見合った結果が得られると考えられる。

4. おわりに

本研究では、箱桁橋で3次元有限要素解析を行い、測定結果との比較を行った。支承モデルにより解析結果に大きな違いの生じること、適切なモデル化により測定結果に見合った結果が得られることを示した。紙幅の関係上、ここで示せる解析結果は限定される。切り欠き部周辺の応力状態等、他の解析結果については、講演時に報告する。

参考文献

- 1) 山沢哲也他:立体挙動を考慮した連続合成桁橋中間支点部の合理化設計法の基礎的研究, 構造工学論文集, pp.1153-1160, 2001年.
- 2) 橘善雄, 中井博, 北田俊行: 橋梁工学, 2000年.

表-1 着目点でのひずみ(支承モデルA)

No.	測定値	解析値	No.	測定値	解析値
1	15	25.7	11	62	17.4
2	25	43.2	12	38	13.9
3	-4	-0.5	13	50	4.2
4	11	19.7	14	39	1.7
5	15	24	15	-67	-63.6
6	25	37.2	16	-52	-67.2
7	-5	-4.3	17	-98	-74.9
8	8	9.3	18	-96	-75.4
9	-4	-2.3			
10	4	6.5			

(μ)

表-2 着目点でのひずみ(支承モデルB)

No.	測定値	解析値		
		case1	case2	case3
1	15	27.5	23.7	23.9
2	25	45.7	40.5	40.8
3	-4	-0.5	-0.6	-0.6
4	11	21.1	18.2	18.4
5	15	23.7	23.2	23.3
6	25	37.5	35.2	35.4
7	-5	-4.3	-4.5	-4.5
8	8	9.2	8.7	8.7
9	-4	-2.3	-2.4	-2.4
10	4	6.7	5.9	6
11	62	-80.3	48.1	54.3
12	38	-75.6	43.8	49.6
13	50	-73.6	31.4	36.6
14	39	-64.7	28.1	32.7
15	-67	2.2	-87.6	-94.7
16	-52	10.2	-94.9	-100.1
17	-98	15.4	-104.9	-110.3
18	-96	22.5	-106.1	-112.3

(μ)