

I - A 206

鋼 2 主桁橋の床版の設計断面力について

—断面変化, 床版のひび割れおよび横桁の拘束効果をパラメータとした比較検討—

(株) 横河ブリッジ 正員 白水晃生

1. はじめに

最近, 鋼橋合理化の一環として, 長支間の床版をもつ少数主桁橋の研究・開発や建設が行われている。プレストレストコンクリート床版をもつ鋼 2 主桁橋は経済性にも富むことからドイツでは 1960 年代から用いられてきた。そこで使われる床版の断面形状については主桁間を 2 次放物線で結び張出部の先端に向かい直線ですりつけるような図 1-3 に示す形が多い。これは, 床版の断面力算出についても同様の断面形状を有する版として計算された図表をもとに断面力を算出してきた影響が大きいと考える。

ここでは, 日本で見られることの多い支間部に向けて 1:5 のハンチ勾配をもった版(図 1-1 参照) と図 1-2 に示す等厚版, さらに図 1-3 に示す断面をもった版について, 設計断面力に強い影響を与える活荷重による曲げモーメント(以降曲げと呼ぶ)に着目した比較検討を行う。さらに, 中間支点上の床版に生じる橋軸方向のひび割れの影響や横桁による拘束効果を考慮した比較検討を行う。

2. 解析

解析モデルの概要を図 2 に示す。支点条件は相対する 2 辺を単純支持, あるいは横桁による拘束の影響を考慮する場合はその取り付け位置で橋軸回りを回転バネ支持した。版は等方性均質版, もしくは床版のひび割れを考慮した場合は直交異方性版として有限要素法により解析を行った。解析モデルの断面形状は図 1-1 から図 1-3 にそれぞれの断面を示す。図 1-1 のモデルを基本とし, 他の断面はこの図 1-1 の断面積と同じくするように定めた。ひび割れが生じ剛性の劣化する方向は, 橋軸直角方向をプレストレストすることから橋軸方向とし, 橋軸直角方向の剛性の 4 分の 1 として解析した。なお, いずれのモデルも幅 1000mm, 厚さ 50mm の鋼製上フランジと床版が合成していると仮定し, その下の腹板位置で支持している。

解析ケースは表-1 に示す 6 通りとした。モデル 1 からモデル 3 はそれぞれ図 1-1 から図 1-3 の断面を所持し, モデル 4 はモデル 1 が橋軸方向にひび割れが生じた場合をイメージしている。モデル 5 は中間横桁のある支間部を, モデル 6 は橋軸方向にひび割れを許した中間支点上横桁のある中間支点部をイメージしている。なおコンクリートの設計基準強度は 400kgf/cm^2 とし, その弾性係数は $3.10 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ とした。一方, 鋼の弾性係数は $2.10 \times 10^6 \text{kgf/cm}^2$ とした。横桁による拘束の影響は中間横桁と支点上の横桁とでは一般にその剛性が大きく異なることから, 中間横桁取り付け部の回転バネを $6000\text{tonf}\cdot\text{m/rad}$, 中間支点上の横桁の回転バネを $23000\text{tonf}\cdot\text{m/rad}$ として表した。また, モデル 5 の横桁設置位置はモデル中心より 10.0m 間隔で配置し, モデル 6 は下フランジの横倒れ座屈を考慮して, モデル中心に配置した中間支点上の横桁を挟んで 5.0m の位置に中間横桁を設けた。載荷荷重は単位荷重($P=100\text{tonf}$)とし, 支間中央部と張出部先端に集中荷重として載荷した。

3. 結果

表 2 には支間中央部と張出部先端に単位荷重を載荷したときの床版に生じる単位幅あたりの曲げを表した。支間中央部載荷についてはその位置での橋軸直角方向と橋軸方向の曲げを, 張出部先端位置に載荷した場合は腹板上とハンチ部(腹板より 1350mm 離れた位置)の橋軸直角方向の曲げを表した。表 3 には支間中央位置で載荷したときの支間中央部の鉛直たわみと張出先端位置で載荷した時の張出部のそれを示した。

①断面剛性による影響 (モデル 1 とモデル 2, 3 の比較)

支間中央部に載荷した場合, モデル 1 とモデル 2 ではどちらの軸の曲げについてそれほど明確な差はないが, 支間中央部の剛性の小さなモデル 3 はモデル 1 に比べ双方の軸の曲げとも 7 割程度となる。

キーワード: 鋼 2 主桁橋, 広幅員床版, 断面変化

連絡先: 〒273-0026 船橋市山野町 27 (株) 横河ブリッジ技術部 fax 0474-35-6160

一方張出先端位置での载荷においては、モデル1とモデル3の張出部での形状は同一であるため腹板位置での曲げにそれほど差はないが、モデル2はモデル1の9割程度の値となる。

②橋軸方向ひび割れの影響（モデル1とモデル4の比較）

支間中央部がひび割れの影響により橋軸方向の剛性が小さくなると、橋軸方向の曲げは小さくなり、床版支間方向の曲げは大きくなる。張出位置先端での载荷についても腹板上の橋軸直角方向の曲げはひびわれを考慮しないモデルに比べ大きくなる。

③横桁の拘束効果（モデル1とモデル5、6の比較）

中間支間部に横桁があれば、支間部の曲げは橋軸直角方向も橋軸方向も小さくなる。橋軸直角方向は床版の回転変形が横桁で拘束されるため、断面力が腹板上に集まる傾向があると考えられる。モデル6は橋軸方向のひび割れも考慮しているが、中間支点上の横桁の剛性が大きいので、橋軸直角方向の曲げはモデル5よりも小さく、橋軸方向の曲げはモデル5よりも一層小さくなる。

4. おわりに

床版の断面変化が断面力に与える影響が大きいことがわかった。また、仮定上の問題はあっても、床版のひび割れや、橋軸方向の回転を拘束する横桁が曲げモーメントに与える影響を定性的につかめたものとする。これらより、床版の活荷重による曲げモーメントを算出するには、計算モデルと実構造の一致が望ましいことがわかった。さらに、境界条件の異なる床版端部や道路橋示方書Ⅰ共通編 2.1.3に規定されるT荷重とL荷重の载荷についての比較検討を進める計画である。

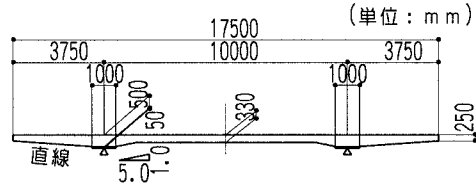


図1-1 1:5のハンチ勾配を持つ断面

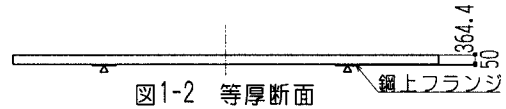


図1-2 等厚断面

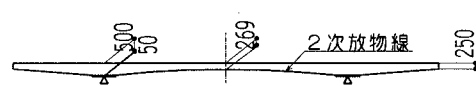


図1-3 2次放物線勾配を持つ断面

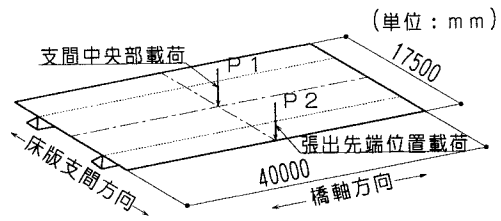


図2 解析モデルの概要

表1 モデルの種類

解析モデル	断面形状	ひびわれの考慮	横桁の拘束効果
モデル1	図1-1	考慮せず	考慮せず
モデル2	図1-2	考慮せず	考慮せず
モデル3	図1-3	考慮せず	考慮せず
モデル4	図1-1	考慮	考慮せず
モデル5	図1-1	考慮せず	考慮
モデル6	図1-1	考慮	考慮

表3 鉛直変位の比較（単位:mm）

	支間中央部载荷		端部先端位置载荷	
	支間中央部鉛直変位	モデル1に対する割合	端部鉛直変位	モデル1に対する割合
モデル1	12.2	1.00	27.4	1.00
モデル2	10.1	0.83	27.9	1.02
モデル3	13.7	1.12	26.5	0.97
モデル4	12.7	1.04	28.1	1.03
モデル5	8.9	0.73	24.3	0.89
モデル6	5.4	0.45	20.8	0.76

表2 曲げモーメントの比較

（単位:tonf・m）

	支間中央部载荷				端部先端位置载荷			
	支間中央部橋軸直角方向	モデル1に対する割合	支間中央部橋軸方向	モデル1に対する割合	腹板上橋軸直角方向	モデル1に対する割合	ハンチ屈曲部橋軸直角方向	モデル1に対する割合
モデル1	31.3	1.00	21.3	1.00	-132.1	1.00	-20.8	1.00
モデル2	32.5	1.04	22.6	1.06	-122.8	0.93	-20.8	1.00
モデル3	21.7	0.69	14.2	0.66	-138.1	1.05	-25.5	1.23
モデル4	35.2	1.12	15.5	0.73	-145.8	1.10	-21.4	1.03
モデル5	25.4	0.81	17.4	0.82	-155.7	1.18	-19.8	0.95
モデル6	17.8	0.57	12.7	0.60	-195.8	1.48	-17.0	0.82