

大阪市土木局 正会員 加藤隆夫

同 同 丸山忠明

日本橋梁(株) 同 安部幸彦

1. まえがき 桁の断面内に発生する温度勾配によって桁の応力状態あるいはたわみ性状が影響をうけることはよく知られている。このような問題は通常、梁の初等理論によって検討されている。しかし、広中翼を有する鋼床版2主桁橋⁽¹⁾⁽²⁾においては、初等理論では十分に把握することのできない問題があるように思われる。

そこで、温度変化による鋼床版の立体的な挙動を把握するために、高自由度要素を用いた有限要素法により立体解析を行ない初等理論および模型桁(単純鋼床版箱桁)における実測値を参考にして検討を行なった。計算モデルとしては、大阪市によって架設された長柄橋⁽³⁾(4径間連続鋼床版2主桁橋)を使用した。

2. 解析法 本研究に用いた解析法は、広中翼2主桁橋のような大型薄肉構造物において、慣用計算法では考慮することのできない橋断面の変形性状を把握することを主目的として新たに開発された有限要素法(以下はKBFEMと称す)である。そしてその特長は以下のようなものである。(イ)比較的大きな要素分割を行ない設計上必要な点にのみ自由度を補足した高自由度要素を用いて、経路性を計った。変位関数としては4次式を用いた。(ロ)補剛部材(横リブ、方杖、垂直補剛材)は変位関数により各節点に内挿した。このことにより補剛部材は仮想部材として各節点剛度に加えられる全体の自由度数は大巾に減少する。(ハ)デッキプレートのせん断遅延を考慮できる。(ニ)温度変化の影響を考慮することが出来る。そして、温度分布による等価節点力は次式によって計算される。

$$F_e = \int_v [B]^T [D] \{\alpha\} T dv$$

ここに F_e : 等価節点力ベクトル, $[B]$: 節点変位-歪マトリクス, T : 温度分布

$[D]$: 応力-歪マトリクス, α : 線膨張係数, dv : 要素の体積微分を示す

3. 解析結果および考察 解析に使用した温度モデルを図-1に示す。ケースIに示す温度モデルは、初等理論との比較を行なうためのものであり、ケースIIのモデルは前記模型桁の実測値(ケースII基礎部)をモデル化したものである。

3-1 変位分布 図-2に変位分布の計算結果を示す。2ケースとも端支間において上方へ変位していることがわかる。下フランジの変位分布に関しては、KBFEMと初等理論の結果は比較的一致している。

デッキプレートの変位はケースI、ケースIIともに下フランジより大きくなっている。これは支点上の横析の梁作用による影響と思われる。

3-2 下フランジの応力分布 図-3に下フランジの軸方向応力分布の計算値を示す。下フランジの応力はすべて引張応力であり、その最大値は、ケースIで450 (Kg/cm²)、ケースIIで270 (Kg/cm²)となっている。

3-3 断面内応力分布 図-4に断面内の応力分布の計算結果を示す。

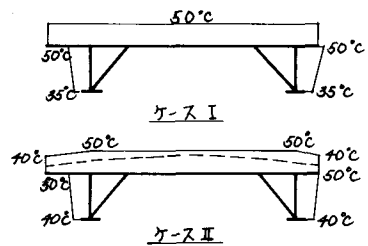


図-1 温度モデル

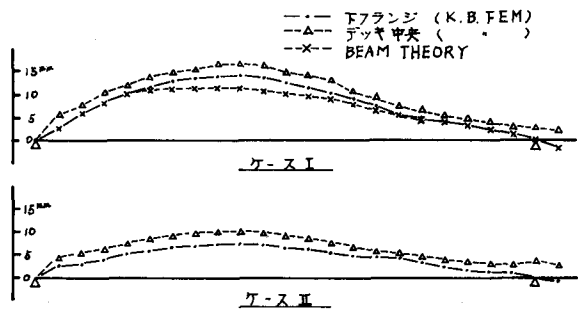


図-2 変位分布

ケースⅠに関して初等理論との比較を示す。ケースⅠの中間支点上断面のデッキの応力分布において、端部の応力のはね上がり現象がみられる。これは、中間支点上の充腹横桁の梁作用によりデッキプレートの脇腹が拘束されるためであると考えられ、支間中央付近ではその影響は消失している。

ケースⅡにおいては、デッキ内で応力度の符号の反転がみられる。これは、橋軸直角方向にも温度勾配を与えているために張り出し部においては板の面内の曲げ変形をうけるためであると考えられる。参考までに模型桁の実測結果も示した。これは図-1の砥線部の温度勾配によるものである。

3-4 支点上横方向反力 本橋においては、経済設計の観点より、横リブと方杖のみで横断面を補剛しているために横断面の変形が起り、その結果支点上に横方向反力が発生する。図-5に横方向反力の計算結果を示す。参考のために、KBFEMによって求めた死荷重による横方向反力と本橋の設計計算に用いた地震時横方向反力を併記した。

4. まとめ 立体解析結果と初等理論および模型桁の実測結果との比較において、以下のことが明らかになった。(イ)下フランジの変位分布、応力分布に関しては、ケースⅠのような温度勾配を仮定すれば、初等理論でも十分な精度で検討可能である。(ロ)デッキプレートと下フランジの変位分布に差異があることがわかった。(ハ)下フランジ、デッキプレートともかなり大きな応力を生じており、設計時に考慮する必要があると思われる。(ニ)ケースⅡのような実際に近い温度分布を与えるとデッキプレートの応力は符号が反転することがある。(ホ)温度変化による横方向反力は、死荷重あるいは地震時のそれと比べて無視することのできないほどの値を示した。

5. あとがき 鋼床版2主桁橋の設計において、初等理論では把握することのできない有益な情報を得ることができた。とくに、実測温度分布によって発生する断面内の応力分布において、デッキプレート応力度が張り出し部において逆転すること。また、横断面の変形が問題となるような構造の場合、温度によって付加される横方向反力がかなりの値になること。実際設計においては、以上の点に十分注意する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会関西支部：鋼構造の補剛設計法の理論と実際、昭和54年9月
- 2) 加藤他：2主桁橋の設計に関する2、3の問題 53年度関西支部年次学術講演会概要集 1978年5月
- 3) 丸山 他：2主桁橋の載荷実験について 第34回年次学術講演会概要集 1979年10月

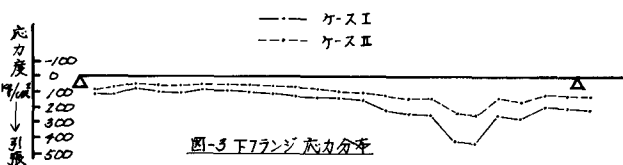


図-3 下フランジ応力分布

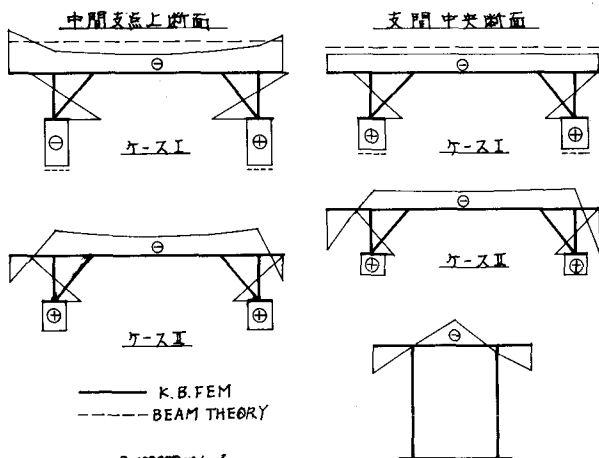


図-4 断面内応力分布

10.4 ton	11.3 ton	94.8 ton	117.9 ton	40.4 ton	← 地震時
4.1 ton	37.0 ton	37.1 ton	44.6 ton	6.4 ton	← 死荷重による
13.3 ton	51.3 ton	54.8 ton	55.6 ton	44.4 ton	← ケースⅡ
44.7 ton	45.9 ton	55.5 ton	44.1 ton	51.1 ton	← ケースⅠ

図-5 支点上横反力