

鋼床版桁橋の設計の一案

滝上工業㈱ 正員 ○高木録郎

〃 〃 熊沢周明

1. 鋼床版の設計

橋梁の支間が大きくなると、鋼橋の場合、床版の死荷重の全死荷重に対する割合が大きくなり、橋梁を軽量化する意味から床版を軽くするためにいろいろな方法がとられる。床組構造と主桁構造と同時に兼ねた鋼床版が用いられるのもその一例である。

この鋼床版の設計を考えた場合、鋼床版と主桁腹板とが相互に密接な関係を持つ立体板構造物を構成しているため、荷重が作用することによって生ずる構造物の応力や変形の挙動は全体的に把握することが必要である。しかし、従来、これは不可能なことで、たとえ出来たとしても大変煩雑となっていたのである。したがって、著者等が現在行なっている設計とは、個々の部材が各々独立して荷重に抵抗する慣用設計法に従うのが常である。これは設計上、便利であり、設計を敏速に行なうために必要とされているからである。例えば、本題の鋼床版の設計の場合、次の各構造系に分けて応力を検討し、加え合わせて、許容応力に対する検討を行なうのが一般的である。

系Ⅰ 鋼床版と主桁構造の一部と考える。

主桁の上フランジの機能を持つ鋼床版の有効巾の決め方は主桁支間のタイプで決められる。この有効巾の決め方は合板桁や箱桁の場合と全く同じである。

系Ⅱ 鋼床版を床組構造の一部と考える。

縱りつ、横りつを補剛された鋼床版は、直交異方性板と格子構造の2つの構造系の見方がある。設計には、前者の場合、CORNELIUSの方法が有名であり、後者の場合はLEONHARDT / ANDRA、あるいはHOMBERG / WEINMEISTERの数表が使われるのが慣例になっている。

系Ⅲ 縱りつ、横りつをなされた小区間の鋼床版と考える。

これは床版全体の耐荷力に関係しないので設計上考慮しないのも多い。

本論は上述のように系統分けて設計する慣例に対して、鋼床版桁橋を立体板構造物として観察し、設計する方法として有限要素法による一試案を提案するのが目的である。

2. 立体板構造物としての適用

有限要素法の真価が発揮されるのは、立体構造物等の複雑な構造物の解析に適用した場合である。今、鋼床版桁橋を薄板の構造要素で構成された集合体と理想化した場合、有限要素法による解析手順は次のようになる。

要素の剛性行列 K_i は全体的挙動を求めるために、面内変形と面外変形を同時に考慮したものが必要である。したがって、要素各節点の外力成分、変位成分は各々次のように定義する。

$$\text{変位成分 } U_i = \{u, v, w, \theta_x, \theta_y, \theta_z\} \quad \text{外力成分 } F_i = \{P_x, P_y, P_z, M_x, M_y, M_z\}$$

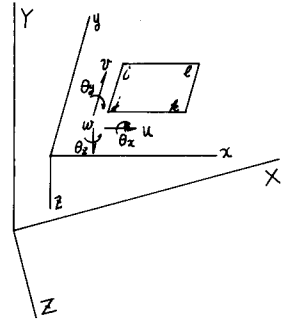
$$\text{故に要素のつり合い式} \quad f = K_i \cdot U$$

次に、連続体を解析する場合、各々の構造要素の座標系で求められた剛性行列 K_i を解析に都合の良い

ように基準座標系に座標変換すると便利である。これは、要素の座標系の基準座標系に対する方向余弦行列 L を用いることを解得できる。すなわち、変位成分、外力成分は次のように関係づけられる。

$$u = L \cdot u^* \quad \text{および} \quad f = L \cdot f^*$$

$$\text{ただし、方向余弦行列 } L = \begin{bmatrix} \cos(x \cdot X), \cos(x \cdot Y), \cos(x \cdot Z) \\ \cos(y \cdot X), \cos(y \cdot Y), \cos(y \cdot Z) \\ \cos(z \cdot X), \cos(z \cdot Y), \cos(z \cdot Z) \end{bmatrix}$$



したがって、つり合い式は $f^* = L^{-1} K_L L u^* = K_L^* u^*$

例えば、鋼床版桁橋の場合、鋼床版と主桁腹板との結合節点上での変形の適合が満足いくように基準座標系を設けた。そして、最終的には上述に従って求められた要素の剛性行列 K^* を重ね合わせることで、構造物全体の剛性行列 K を構成して、立体板構造物として近似的に解得することになる。また、構造要素を矩形ばかりでなく、平行四辺形を選ぶことにより、斜角を含む立体板構造物の場合にも適用できる。

こうした立体的に鋼床版桁橋を解得する意味は、鋼床版の現場溶接による、発生する強制変位の全体への影響、めんどうな線形を持つ鋼床版桁橋の鋪設施工時の問題等、従来把握できなかったことを加理解得すると思われる。

3. 計算例

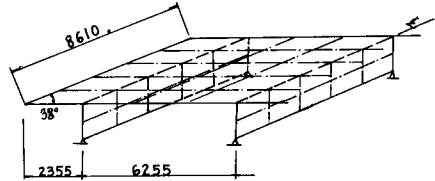
有限要素法による立体板構造物として鋼床版桁橋の解得の場合、構造物の理想化については次の仮定に立つことにする。

モデル化した例

① 鋼床版は等方性板の連続体とする。

② 主桁下フランジはエフランジ（鋼床版の有効中）

に対し、小さいのを無視する。

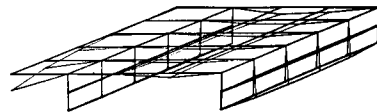


数値計算例として、右図の如く設計寸法の構造物を平行四辺形要素を用いて計算した例を図示する。

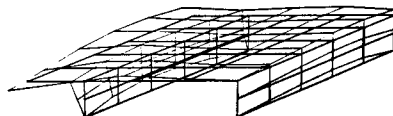
変位モード例

Case 1 は、鋼床版上に等分布荷重 270 kg/m^2 載荷した場合、Case 2 は鋼床版と主桁腹板との間に温度差 30°C 生じた場合の各々全体の変形状態を表わす。その他、応力の従来の設計法との比較は当日にゆずる。

Case 1. 等分布荷重 270 kg/m^2



Case 2. 温度差 30°C



—— 参考 ——

四野宮 高木 前島：平板結合体としてのスラッパ
ラーメンの応力解析，第24回年次学術講演集別冊
昭和44年9月。