

I-120 偏心直交異方性大形板要素を用いた 薄肉箱構造の立体解析

大阪工業大学 正員 岡村 宏一 同大学院 学生員○喜多島 礼和
東洋技研コンサルタント 正員 石川 一美 同 正員 古市 亨
㈱オリエンタルコンサルタンツ 正員 大内 隆志

1. まえがき: 筆者は、鋼床版箱桁橋などに見られるような、ダイヤフラム等の中間補剛材を持つ薄肉箱構造の立体解析における離散化の手段として、曲げならびに面内力を受ける大形かつ高精度の板要素の剛性マトリックスを採択し、さらにその接続に、直接剛性法とリラクセーション法に属する分配法を併用する方法を提案した。そこで、一室の薄肉箱構造の立体解析を行ない良好な結果を得た。¹⁾今回は、一室の鋼床版箱桁橋の箱桁部分を補剛材の偏心を考慮できる直交異方性大形板要素、ならびに等方性大形板要素を用いてモデル化し、さらにブラケット、ダイヤフラムを骨組構造にモデル化した薄肉箱構造の立体解析を行なったので報告する。

2. 板要素の剛性マトリックス: 図-1に示す大形の板要素は、鋼床版、下フランジをモデル化する時に用いる閉断面、開断面リップの偏心を考慮した直交異方性大形板要素で、4辺(i, j, l, m)に任意の材端力(曲げモーメント M_x, M_y , 換算せん断力 V_x, V_y , 軸力 N_x, N_y , せん断力 N_{xy})と隅角点を含めた任意の材端変位(たわみ w , たわみ角 θ_x, θ_y , 軸方向変位 u, v)を与えたもので、その剛性マトリックスは級数解法と選点法を併用して作成されている。ここで、材端力の分布は図の様な近似分布で与えられそれぞれの選点の材端変位と関係づけられている。この剛性マトリックスの作成方法は文献^{2), 3)}に示してある。また、腹板に用いる等方性大形板要素の剛性マトリックスは文献¹⁾に示したものをを用いている。さらに、梁要素についても偏心合成を考慮できる剛性マトリックスを同様の手法で与えている。

3. 解析方法: 図-2に解析方法の手順を示す。まず、部材座標(x, y, z 座標)での大形板要素の剛性マトリックスを座標変換マトリックスを用いて全体座標系(x, y, z 座標)ものに置き換え、幅の方向に1列に並んだこれらの要素を直接剛性法を用いて接続する。その結果と

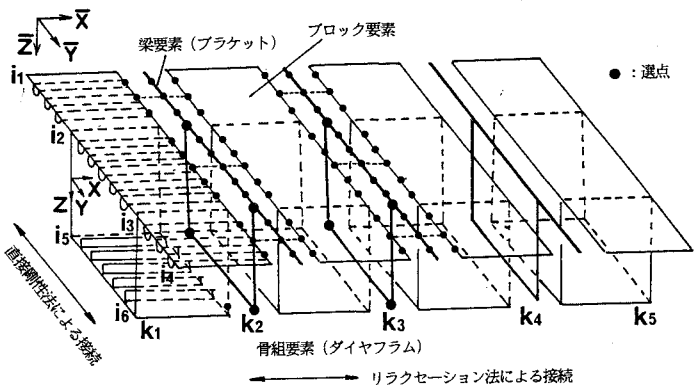
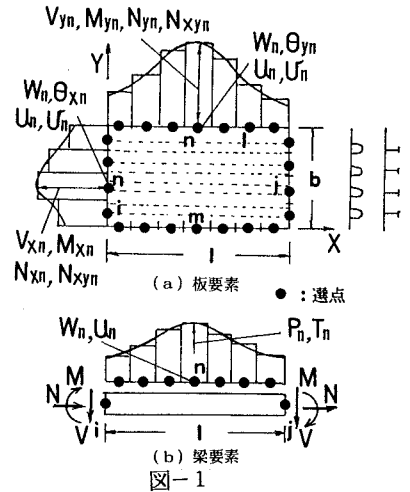


図-2

- 1) 岡村, 石川, 古市: 大形平板要素による薄肉箱構造の立体解析, 年次大会, 1988
- 2) 岡村, 石川, 野村: 補剛材の偏心を考慮した大形直交異方性平板要素の剛性マトリックスの作成, 年次大会, 1987
- 3) 岡村, 石川, 喜多島: 補剛材の偏心を考慮した直交異方性大形平板要素の剛性マトリックスの作成, 年次大会, 1988

して、例えば、節線K2, K3の材端力と材端変位を未知量とした一方向の折板ブロック要素の剛性マトリックスが導入される。次に、このような要素の長手方向の接続に、リラクセーション法に属する一種の分配法を用いる。すなわち、節線K1~K5...上の選点において、導入された初期概算値による不平衡力を釣り合い条件と変位の連続条件によって反覆修正する。

4. 計算例：図-3に解析モデルを示す。これは、偏心した等分布荷重を受ける単純支持された一室の鋼床版桁橋をモデル化したもので、閉断面リブを有する直交異方性大形板要素(鋼床版)、開断面リブを有する直交異方性大形板要素(下フランジ)、等方性大形板要素(腹板)、偏心を考慮したラーメン要素(ダイヤフラム)、はり要素(ブラケットを持つ横ばり、垂直補剛材)を組み合わせている。幅方向のブロック要素は6枚の各板要素を接続した折板構造とし、長手方向にはダイヤフラム間を4分割した48のブロック要素を接続している。なお、長手方向のリラクセーションを行なう際に、各節線K1~K49に導入した初期値は初等的な梁の解である。図-4は、等分布荷重が偏心载荷した時の長手方向の選点(X印)における変位の分布を示している。これは7回の反覆によって3桁の収束による値を示したもので、初期の段階で導入された梁の解が反覆によって修正されている。図-5は、その時の断面A-A, B-B, C-Cにおける全体変形と断面の局所変形の模様を示している。本解析において、全体変形とともに、ダイヤフラムや、ブラケットを持つ横ばり、垂直補剛材などの補剛効果が各断面の局所変形の微妙な変化として捉えられていることがわかる。

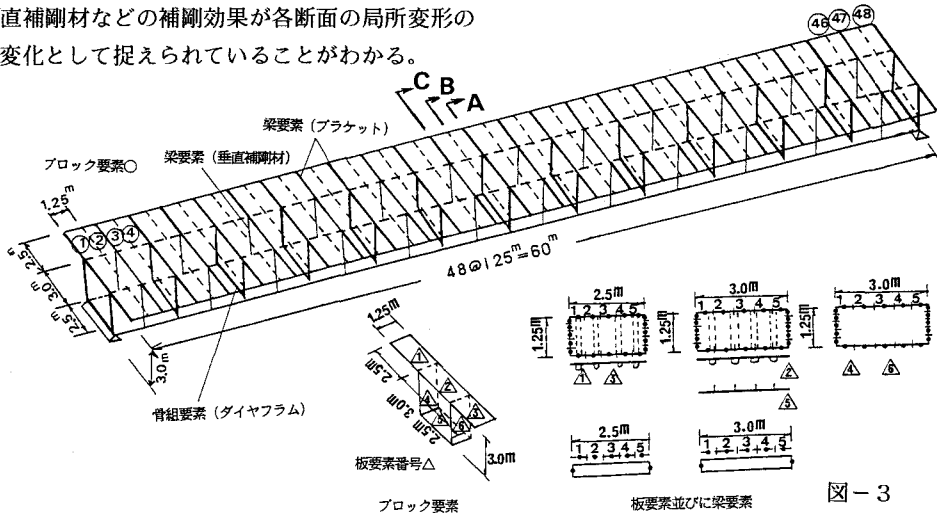


図-3

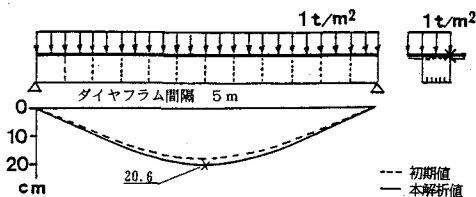


図-4

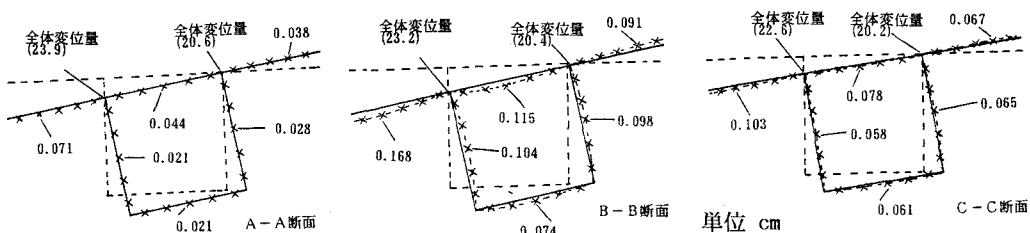


図-5