

## I-69 大形構造要素を用いた曲線箱桁橋の立体解析

大阪工業大学 正員 岡村 宏一、同大学院 学生員 正木 洋二  
 東洋技研コンサルタント(株) 正員 石川 一美、同 正員 古市 亨

1. まえがき: 筆者は、曲線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曲線薄肉箱構造の立体解析における、離散化の一手法として、大形かつ高精度の曲げ、ならびに面内力を受ける扇形板要素<sup>2)</sup>、ならびに円筒シェル要素<sup>1)</sup>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ゼーション法に属する分配法を併用<sup>4)</sup>すれば、比較的少ない自由度で曲線薄肉箱構造の全体系と局所系の挙動を同時に解析することが可能になると考えられる。これまでは、腹板に大形の円筒シェル要素をフランジ部分に大形の直交異方性扇形板要素を用いて曲線薄肉箱構造の基本的な解析を行った<sup>4)</sup>。今回は、ブラケット、ダイヤフラムを大形の矩形、台形要素<sup>3)、5)</sup>でモデル化した曲線薄肉箱構造の精密な立体解析を行ったので報告する。

2. 解析方法: 大形の扇形板要素、シェル要素の剛性マトリックス、ならびに今回、ブラケット、ダイヤフラムを構成した大形の矩形、台形要素の精度と適用性についてはすでに発表しているので、<sup>1)、2)、3)、5)</sup>ここでは省略する。図-1に解析方法の手順を示す。まず、部材座標での大形扇形板要素、円筒シェル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。その結果として、例えば、節線K1、K2の材端力と材端変位を未知量とした一方向の曲線箱構造(ブロック要素)の剛性マトリックスが導入される。また、ダイヤフラム、ブラケットについては、大形の板要素を組み合わせる直接剛性法を用いて接続し、周辺のみ材端力と材端変位を未知量としたダイヤフラム要素、ブラケット要素の剛性マトリックスを作成する。次に、このような要素の長手方向の接続に、リラクゼ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~K4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合条件と変位の連続条件によって反復修正する。

4. 計算例: 図-2に示す解析モデルは、単純支持された一室の鋼床版曲線箱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扇形板要素(鋼床版、下フランジ)、円筒シェル要素(腹板)、等方性矩形、台形要素(ダイヤフラム、ブラケット)を用いている。そこで、幅方向のブロック要素は6枚の各要素を接続した折板構造としている。また、ブラケット、ダイヤフラムは等方性大形板要素を、18枚、20枚接続している。長手方向にはダイヤ

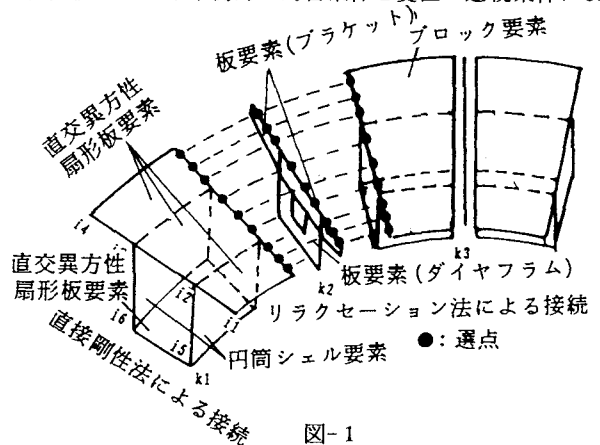


図-1

フラム間を2分割した56ブロック要素を接続している。また、端部の支持条件は、図のような2点で単

- 1) 岡村、石川、林: 大形薄肉円筒シェル要素の剛性マトリックスの作成、年次大会、1989
- 2) 岡村、石川、古市: 大形直交異方性扇形板要素の剛性マトリックス、第14回構造工学における数値解析法シンポジウム論文集、日本鋼構造協会、1990
- 3) 岡村、石川、古市: 多格間平板構造の一解法、土木学会論文集、第416号、1990.4
- 4) 岡村、石川、河田: 曲線箱桁の立体解析、年次大会、1991
- 5) 岡村、石川、赤松: 曲げを受ける大形斜板要素要素の剛性マトリックスの作成、年次大会、1989

支持とした。なお、長手方向のリラクセーションを行う際に、各節線K1~K57に導入した初期値は初等的なはりの解である。図-3は、等分布荷重が上面載荷したときの長手方向のa点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-4は、等分布荷重が全面載荷、偏心載荷した時のダイヤフラムのない断面(A-A断面)の変形を示しているが、微妙な局所変形が捉えられている。各載荷の局所変形の重ね合わせを行うと、表-1のようになり、リラクセーションにより局所変位が十分な精度で捉えられていることがわかる。図-5にはダイヤフラム(B-B断面)の周縁のせん断力と内部の軸力の分布を示している。重ね合わせの結果はほぼ満足すべきものであるが、今後さらに詳細な応力分布を求める必要がある。

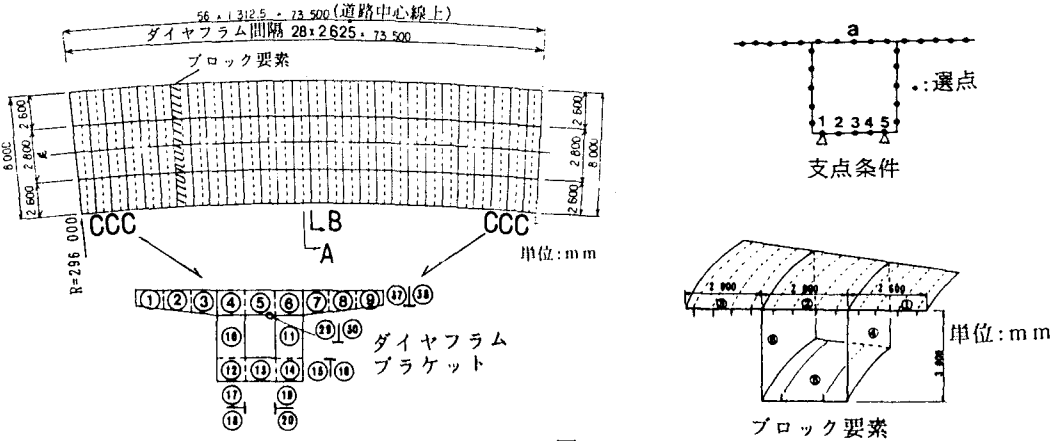


図-2

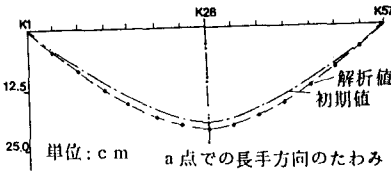
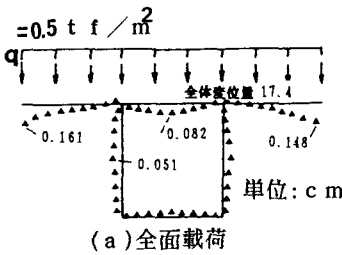


図-3

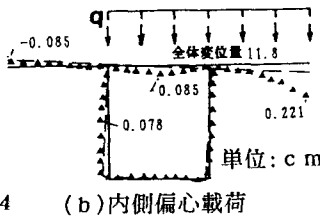
表-1 局所変形(A-A断面) 単位:cm

内側偏心載荷	-0.085	0.085	0.221	0.078
外側偏心載荷	0.248	-0.004	-0.079	-0.025
Σ	0.163	0.081	0.142	0.053
全面載荷	0.161	0.083	0.148	0.051

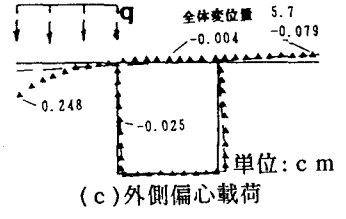


(a) 全面載荷

図-4



(b) 内側偏心載荷



(c) 外側偏心載荷

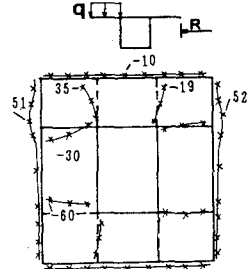
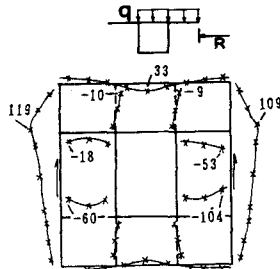
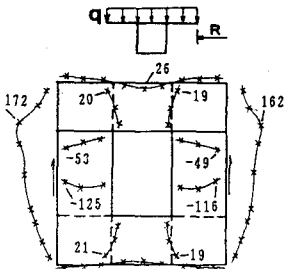


図-5 ダイヤフラム周辺のせん断力と内部の軸力の分布 単位: t f / m