

### 3. 弾性解析による検討

#### 3-1. 構造諸元

本論文で検討する新形式橋梁の一般図を図 3-1 および図 3-2 に示す。

構造諸元の主要な部分について以下にその概要を示す。

- 1) 支間割りは 80m+100m+80m とし、橋長を 260m とした。
- 2) アーチライズは支間の 1/6 で統一し、側径間は 14m、中央径間は 17m とした。
- 3) アーチの線形は放物線で設定した。
- 4) 横断構成は、片側 1 車線ずつ、合計 2 車線として全幅員 10.39m とした (図 3-2)。
- 5) 支点条件は、片側端支点のみ水平方向固定とし、その他の支点は水平方向可動とした。
- 6) アーチリブおよび補剛桁は箱断面とし、モデル A およびモデル B はアーチリブ、補剛桁ともに幅 1,200mm×高さ 1,500mm とし、モデル C は同じく 600mm×800mm とした。
- 7) アーチリブと補剛桁は剛結とした。
- 8) 床組みには縦桁 4 本と横桁を考慮し、縦桁の桁高は 1,200mm、横桁の桁高は 1,500mm とし、格点ごとに配置した。
- 9) アーチリブには横構を配置し、鉛直材と同様に 600mm×600mm の箱断面とした。

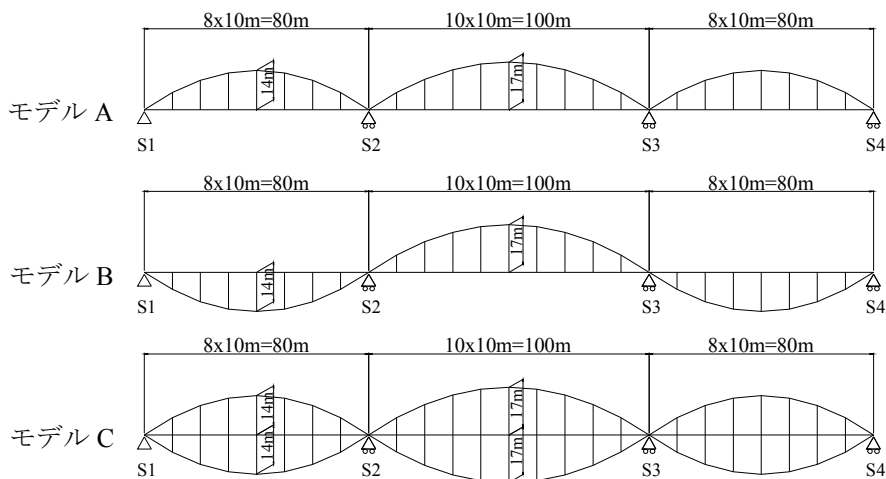


図 3-1 解析骨組み図 (側面図)

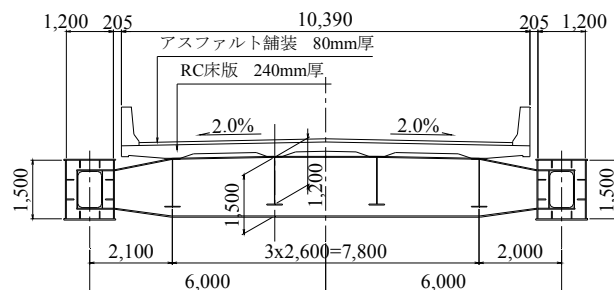


図 3-2 断面図 (単位 : mm)

### 3-2. 検討条件

検討に用いた荷重条件を以下に示す。

- 1) 死荷重：鋼重、RC床版荷重、橋面荷重（壁高欄および舗装）を考慮した。
- 2) 活荷重：固定荷重とし、図 3-3 に示す 5 ケースを考慮した。
  - Case-1：全載荷
  - Case-2：第 1 径間載荷
  - Case-3：第 2 径間載荷
  - Case-4：第 1・3 径間載荷
  - Case-5：第 1・2 径間に対して支間の半分に載荷

なお、活荷重は道路橋示方書に示す B 活荷重の等分布荷重  $p_2$  のみを考慮し、主載荷荷重と従載荷荷重を 4 本の縦桁に均等に固定載荷した。

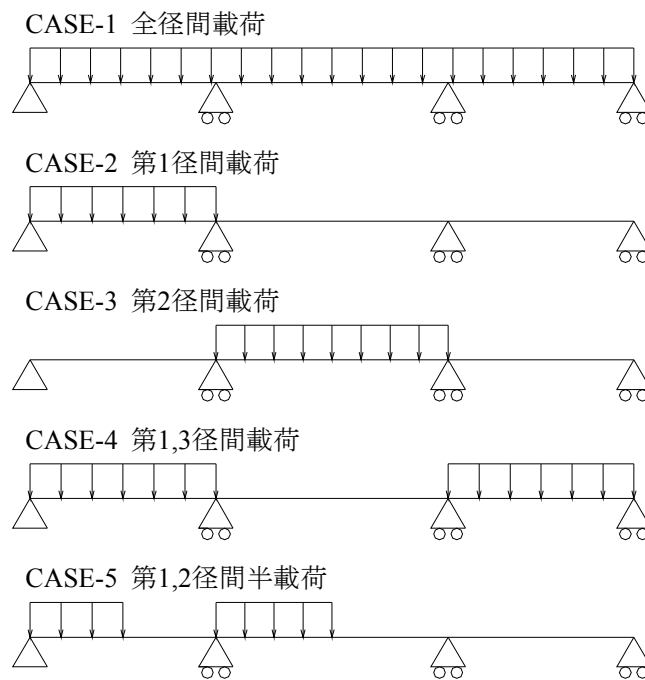
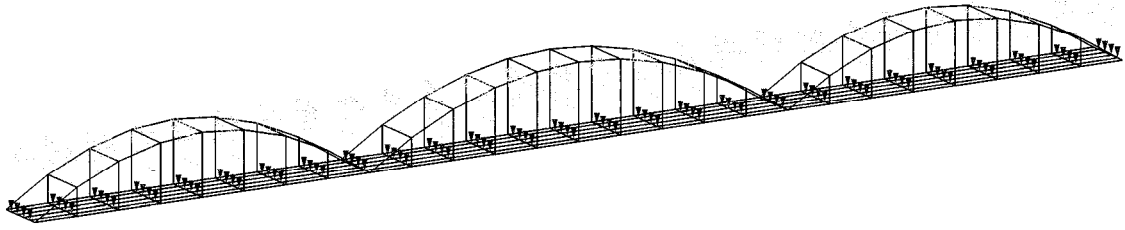


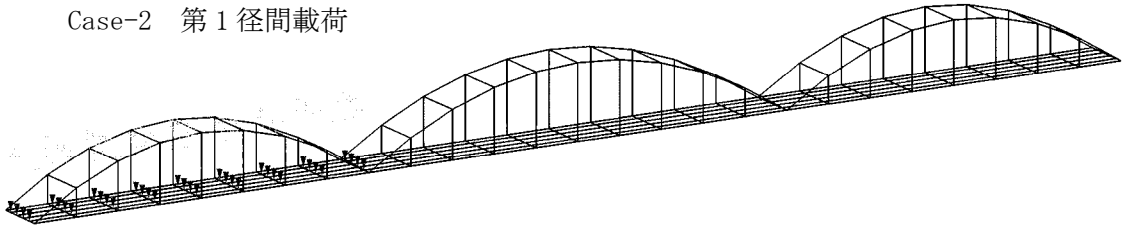
図 3-3 活荷重載荷パターン

これらの構造諸元および荷重条件に対して立体骨組みを構築し、微小変位理論による弾性解析を実施した。立体骨組みに対する活荷重載荷状態図を図 3-4 に示す。

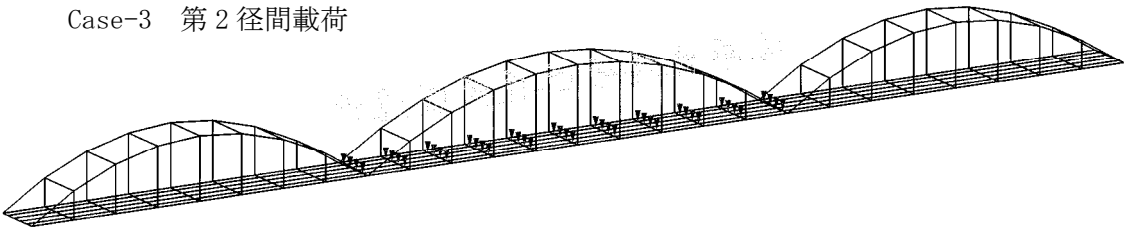
Case-1 全径間載荷



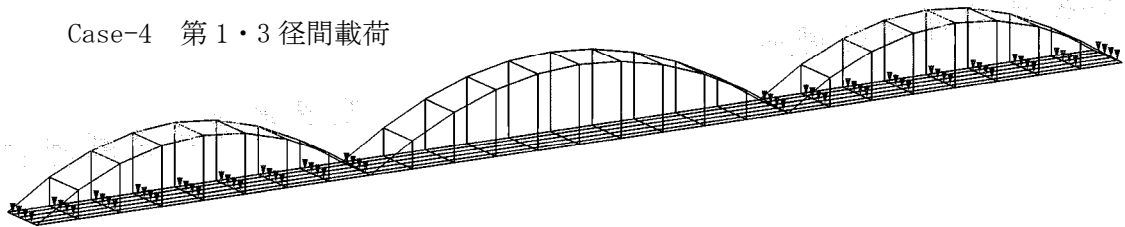
Case-2 第1径間載荷



Case-3 第2径間載荷



Case-4 第1・3径間載荷



Case-5 第1・2径間半載荷

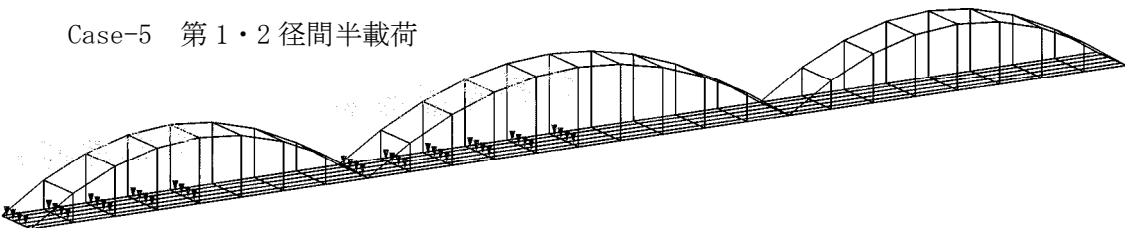


图 3-4 活荷重載荷状態図

### 3-3. 検討結果と考察

#### (1) 活荷重載荷 Case-1

##### 1) たわみ

活荷重載荷ケース Case-1 (全載荷) の補剛桁たわみを図 3-5 に示す。モデル A とモデル B のたわみはほぼ同じであるものの、支間中央部ではモデル B の方が 1mm 程度大きな値となっている。これは、モデル A は側径間と中央径間のアーチリブに作用する圧縮軸力が中間支点で相殺し、よりアーチ効果が発揮され補剛桁のたわみが抑えられる一方、モデル B は側径間アーチリブには引張軸力が作用し、中央径間のアーチリブには圧縮軸力が作用するため、それらが中間支点で相乗する方向に作用するためである。つまり、モデル B はモデル A よりアーチ効果が発揮されにくく、補剛桁が若干たわみやすい構造であると言える。一方、モデル C の補剛桁たわみはモデル A およびモデル B の 1/3 程度となり、ダブルアーチの補剛効果が顕著となる。

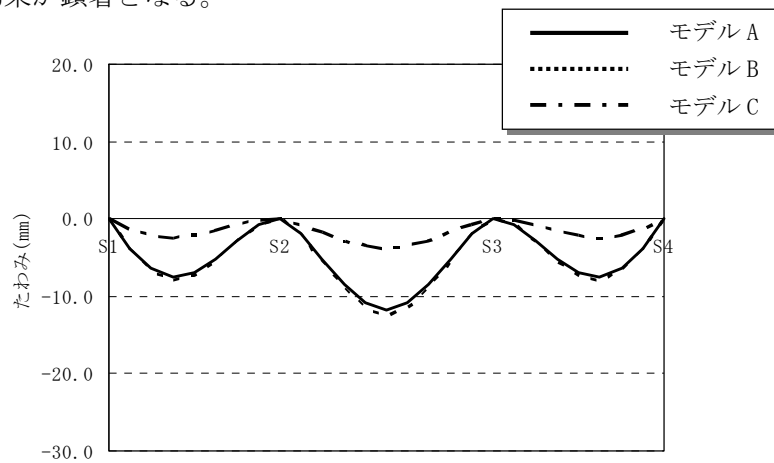


図 3-5 補剛桁たわみ図 (CASE-1)

## 2) 軸力

Case-1 のアーチリブ軸力図を図 3-6 に示す。モデル A とモデル B の中央径間はほぼ同一の圧縮軸力となる。側径間はモデル A では圧縮軸力、モデル B が引張軸力となるが、その絶対値は両者でほぼ同じである。

Case-1 の補剛桁軸力図を図 3-7 に示す。モデル A では全径間で引張、モデル B では中央径間が引張、側径間が圧縮となる。モデル B の補剛桁軸力は、中央径間では中間支点付近でモデル A より最大 23% 程度大きくなり、側径間ではモデル A と B では正負が反転するものの、絶対値比較でモデル B の圧縮軸力はモデル A の引張軸力に対して最大 43% 程度大きな値となった。これらは、今回の解析モデルは中間支点の水平方向を拘束していないことから、モデル B の相乗するアーチリブ軸力の水平分力が側径間補剛桁の圧縮軸力と中央径間補剛桁の引張軸力に置き換わった結果と判断できる。なお、モデル C は上下アーチリブのアーチ作用が相殺するため、補剛桁に軸力は生じない。

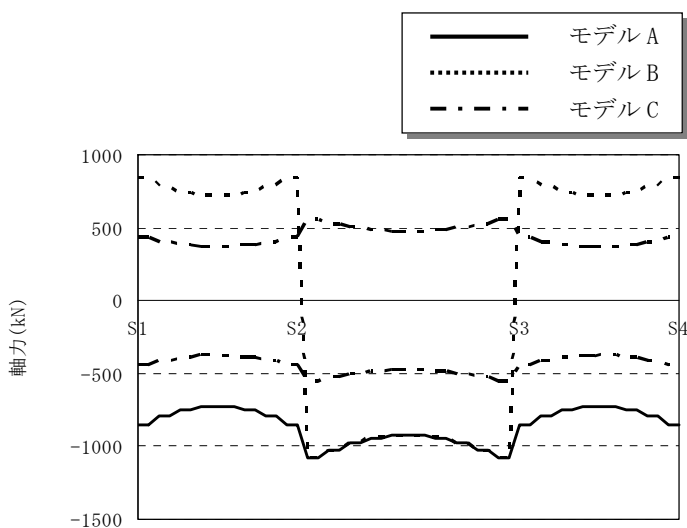


図 3-6 アーチリブ軸力図 (CASE-1)

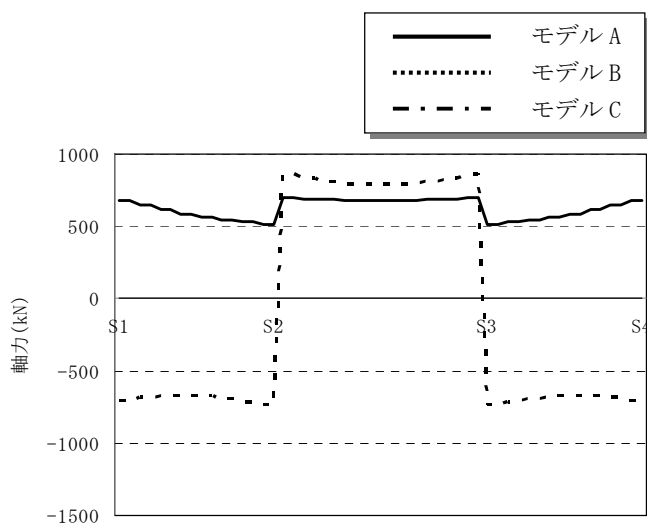


図 3-7 補剛桁軸力図 (CASE-1)

### 3) 曲げモーメント

Case-1 のアーチリブ曲げモーメントを図 3-8 に、補剛桁曲げモーメントを図 3-9 に示す。モデル B の曲げモーメントはモデル A より、中間支点部ではアーチリブで 10%程度、補剛桁では 7%程度大きくなる。これも、アーチ作用の相殺相乗効果の一つである。

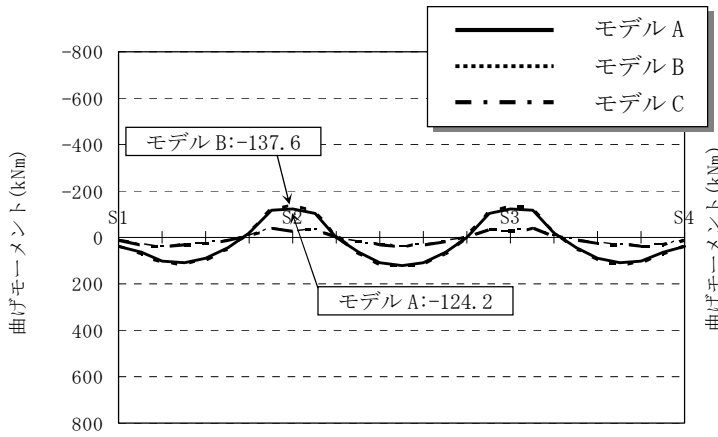


図 3-8 アーチリブ曲げモーメント図

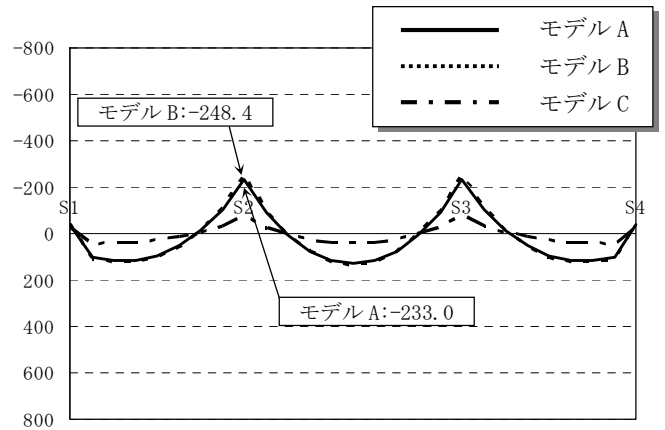


図 3-9 補剛桁曲げモーメント図

## (2) 活荷重載荷 Case-2~5 の比較

活荷重載荷ケース Case-2~5 の補剛桁たわみを図 3-10~図 3-13 に示す。いずれのケースにおいても、活荷重載荷径間の補剛桁たわみは、モデル A、モデル B とともに同値となるが、隣接する径間のたわみはモデル B がやや大きい値となる傾向にある。前述の通りアーチ作用の相乗効果によりモデル B はモデル A よりも全体に若干たわみやすい構造であることが確認できる。

活荷重載荷ケース Case-2~4 においては、モデル A・B のたわみに対してモデル C のたわみは 30% 程度であったが、Case-5 においては 70% 程度となり、ダブルアーチによる補剛効果が 1/4 点載荷に対しては低減する。

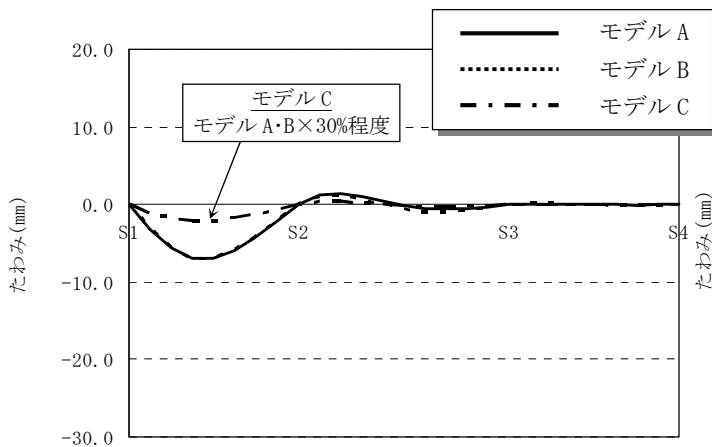


図 3-10 補剛桁たわみ図 (CASE-2)

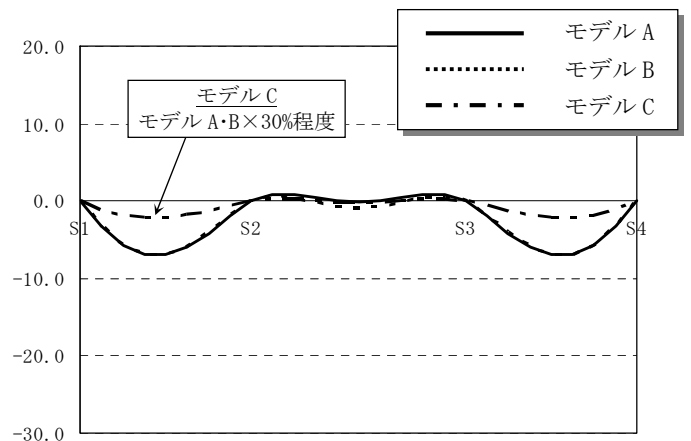


図 3-12 補剛桁たわみ図 (CASE-4)

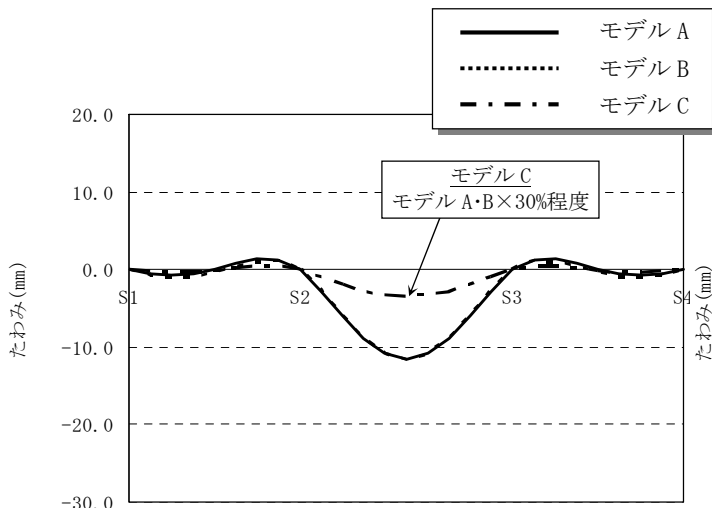


図 3-11 補剛桁たわみ図 (CASE-3)

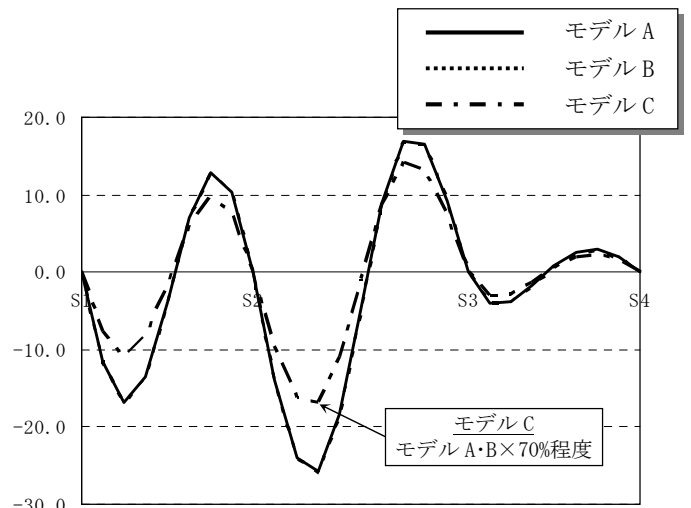


図 3-13 補剛桁たわみ図 (CASE-5)

### (3) 活荷重載荷 Case-1、4、5 の比較

#### 1) たわみ

モデル A、B、C における活荷重載荷ケース Case-1、4、5 の補剛桁たわみを図 3-14～図 3-16 に示す。第 1 径間に着目すれば、Case-1 と Case-4 のたわみはほぼ同じ値であるのに対し、Case-5 は Case-1、4 に対して 2 倍以上の値となっている。第 2 径間も同様に、Case-1 のたわみの 2 倍以上となっている。特に、モデル C における Case-5 に着目した場合には、第 1 径間、第 2 径間共に Case-1、4 の 4 倍以上のたわみとなっており、支間の 1/4 点載荷に対してはダブルアーチによる補剛効果が小さくなることが改めて確認できる。

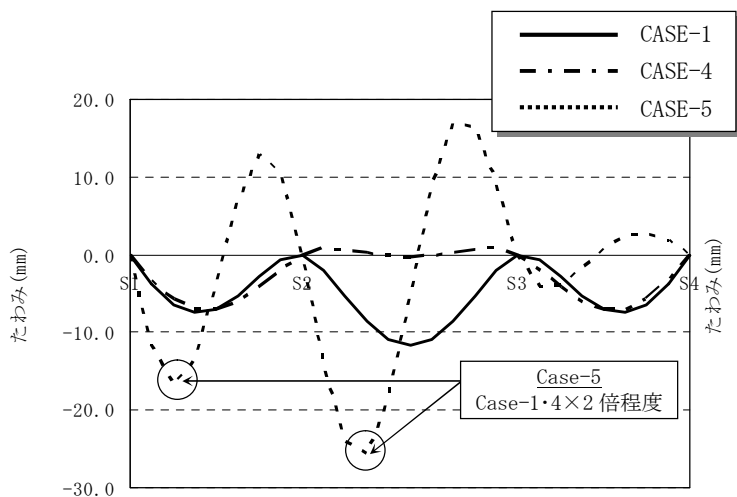


図 3-14 補剛桁たわみ図 (モデル A)

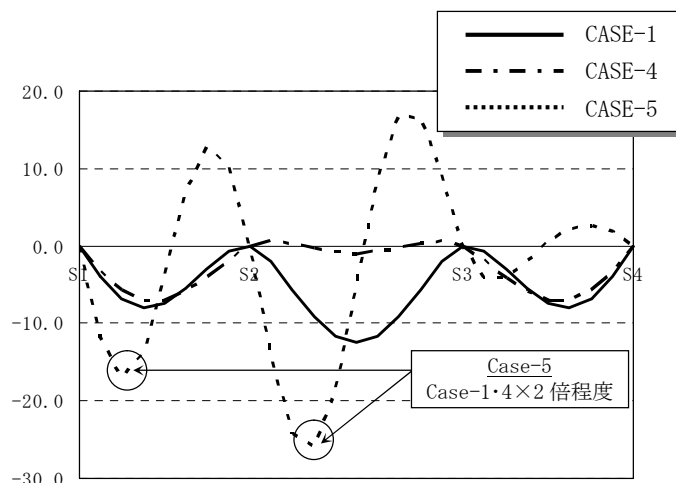


図 3-15 補剛桁たわみ図 (モデル B)

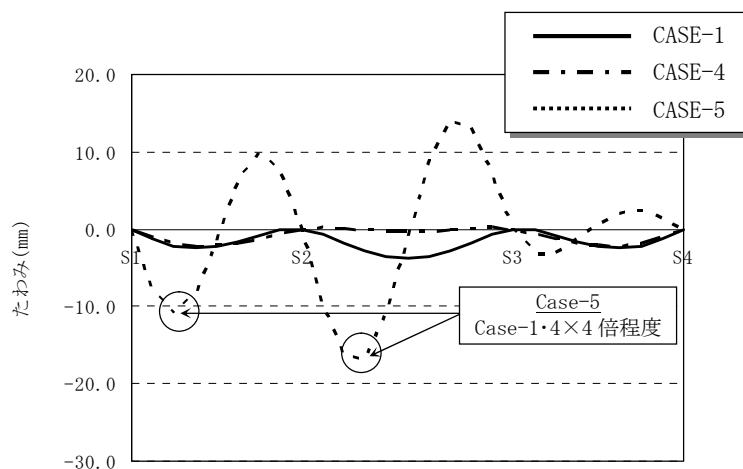


図 3-16 補剛桁たわみ図 (モデル C)



## 2) 軸力

モデル A、B、C における活荷重載荷ケース Case-1、4、5 のアーチリブ軸力分布を図 3-17～図 3-19 に示す。アーチリブの軸力は載荷径間のみが生じ、Case-4 の第 2 径間や Case-5 の第 3 径間など、無載荷径間には殆ど生じない。また、軸力は載荷する活荷重に比例するため、Case-5 のように支間の半分に活荷重を載荷したケースでの発生軸力は、支間全長に載荷した Case-1 の約半分となる。

また、モデル B は当然ながら、側径間のアーチリブが引張軸力を負担することになる。モデル C の上下アーチリブにはそれぞれ圧縮力と引張力が作用し、発生する軸力はモデル A、B の約半分となる。

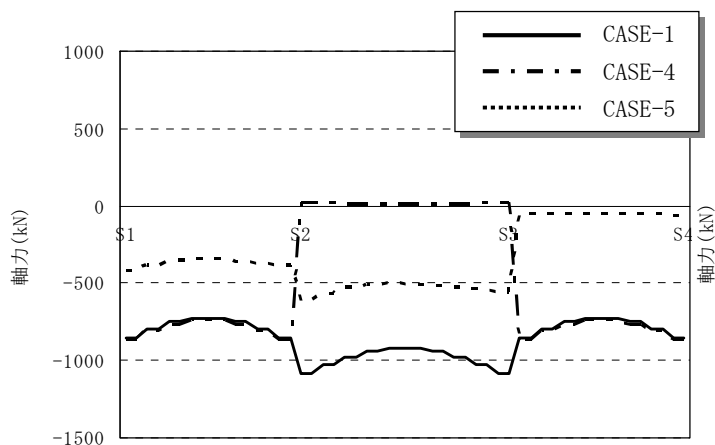


図 3-17 アーチリブ軸力図 (モデル A)

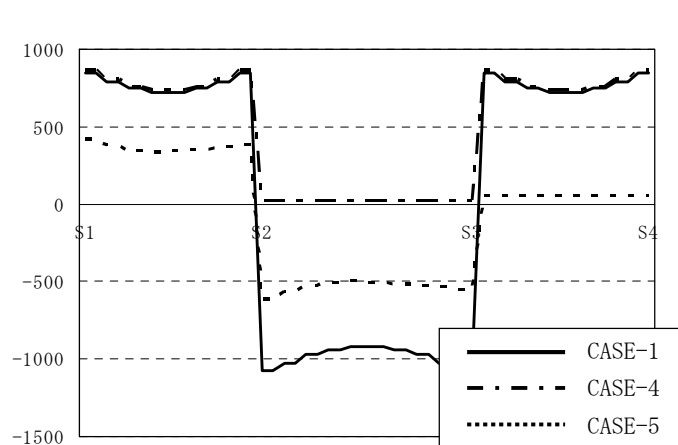


図 3-18 アーチリブ軸力図 (モデル B)

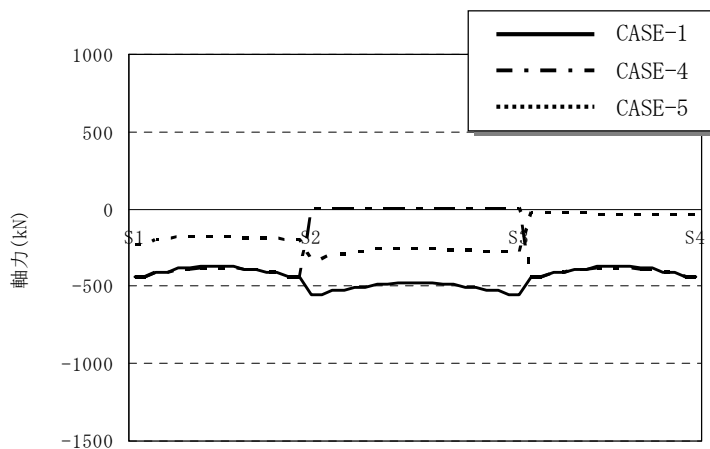


図 3-19 アーチリブ軸力図 (モデル C)

### 3) 曲げモーメント

モデル A、B、C における活荷重載荷ケース Case-1、4、5 のアーチリブ曲げモーメント分布を図 3-20～図 3-22 に示す。一般に単純下路アーチに活荷重を全載荷した場合の曲げモーメントは支点部も含めて正となるが、今回のモデル A、B、C では中間支点で負の曲げモーメントが生じ、連続梁と同様の分布となる。モデル A・B では Case-1 の最大曲げモーメントが支間長に比例し、側径間に対して中央径間が約 10%程度増加する一方、モデル C では側径間と中央径間でほぼ同じ値となる。また、Case-1 の中間支点部における負の曲げモーメントは、径間部の正の曲げモーメントと比較してモデル A・B で約 5%増加する一方、モデル C では約 25%減少する結果となった。これらは、モデル A・B と比較してモデル C のアーチリブ断面が小さく剛性が低いため、支点部での負の曲げモーメントが生じにくいことによると考えられる。Case-1 と Case-4 の違い、すなわち中央径間への荷重の有無により、側径間では Case-1 が Case-4 の最大約 1.4 倍、中間支点では約 1.8 倍となり、アーチリブ連続化の影響と判断できる。モデル A の第 1 径間では、Case-5 の活荷重載荷部で Case-1 の 6 倍程度の正の曲げモーメントが生じ、同一径間内で正の曲げモーメントの約 95%の負の曲げモーメントが生じる。

また、中間支点では、無荷重位置である S3 支点において中央径間の最大曲げモーメントの約 70%に達する正の曲げモーメントが生じており、支間 1/4 点荷重に対しては、アーチリブ連続化の影響がより顕著となった。ここまでの傾向はモデル B もモデル A と同様であり、最大曲げモーメントの値も Case-4、5 ではほぼ同じ値である。モデル C も曲げモーメント分布の傾向はモデル A・B と同様と言えるが、最大曲げモーメントの値はモデル A・B の約 70%程度に減少する。

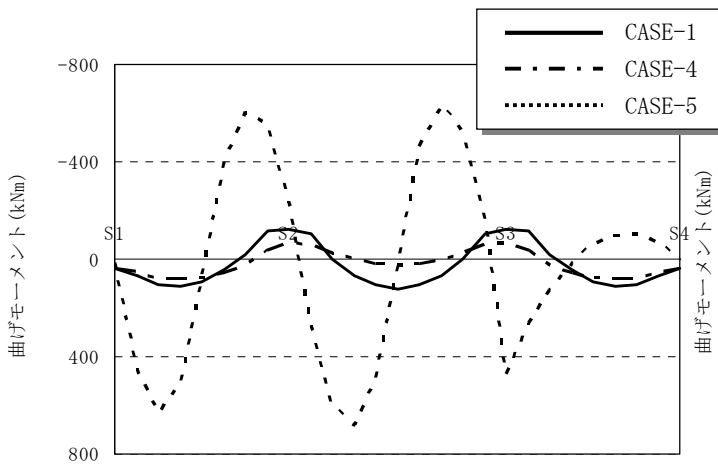


図 3-20 アーチリブ曲げモーメント図 (モデル A)

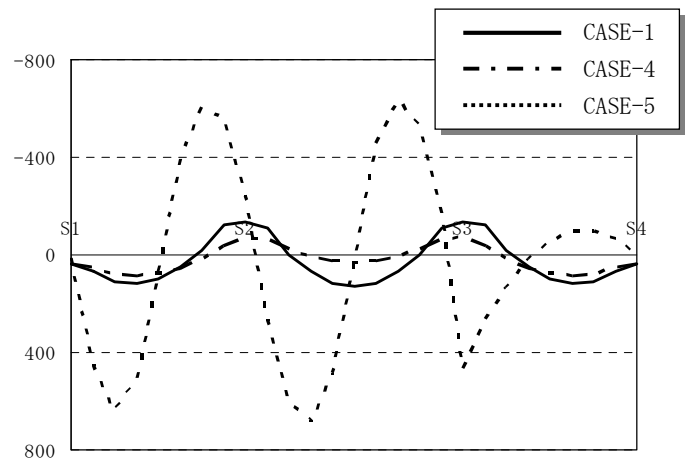


図 3-21 アーチリブ曲げモーメント図 (モデル B)

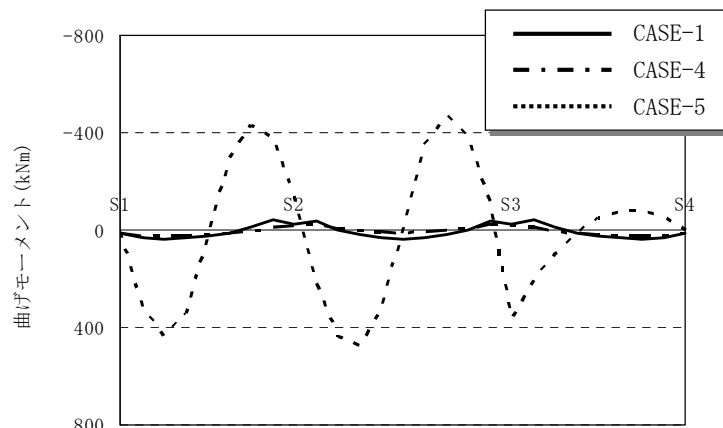


図 3-22 アーチリブ曲げモーメント図 (モデル C)