

# 鋼箱桁橋における拡幅桁交差部の応力解析(山田川橋)

## Analysis of Stress on the Widening Section of a Steel Box Girder Bridge (Yamadagawa Bridge)

山越 信也\*<sup>1</sup> 伊藤 徳昭\*<sup>2</sup> 吉元 大介\*<sup>3</sup>  
*Nobuya YAMAKOSHI Noriaki ITO Daisuke YOSHIMOTO*

### Summary

The Yamadagawa Bridge is a five-span, continuous box-girder bridge with a section widens. This widening is achieved by attaching a branch girder with I-shaped section to the box girder. The I-girder has priority over the box girder where they meet because the unilateral web of the box girder is fixed to intermediate diaphragms. The amount of stress around the above place was determined by FEM analysis because it was impractical to use plane grillage analysis in such a narrow area. The analysis showed that both the lap of the intervening web of the box girder over the I-girder and the rigidity of the intermediate diaphragms at both ends of the intervening web affected the stress at the crossing section. This information influenced subsequent changes in the bridge structure as specified by the master plan and other plans that followed.

キーワード：分岐桁，拡幅桁，FEM解析

### 1. まえがき

山田川橋（仮称）は、伊豆縦貫自動車道の北側（東駿河湾環状道路全長15.0km）に位置し、塚原インターチェンジ付近の山田川と三島市道が通過する谷部を横切る橋長294mの5径間連続鋼箱桁橋である。

平面線形は、クロソイド～円曲線の曲線区間であり、上り線にオフランプ、下り線にオンランプがあることから橋梁の起点側から約半分まで幅員が変化している。

る。

標準部は、3箱桁を道路曲線なりに平行に配置しているが、幅員変化部は箱桁から同じ桁高の鈹桁を配置して対処している。

鈹桁と箱桁を併用するケースは、幅員変化部では多々あり、箱桁の腹板（箱桁形状は変化させない）を優先し、鈹桁を張り出す構造が一般的である。

本橋の場合、鈹桁と箱桁の交差部（以下、交差部と記す）において、鈹桁の腹板を優先しているため、箱桁の

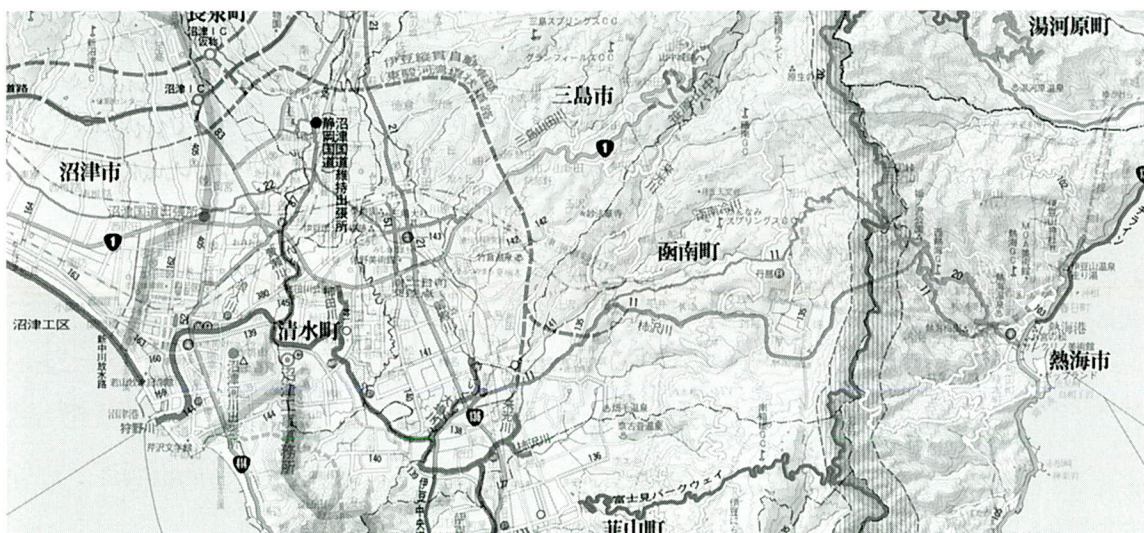


図-1 位置図

\*1 千葉工場設計部設計三課  
 \*2 千葉工場技術部技術課長

\*3 千葉工場設計部設計四課

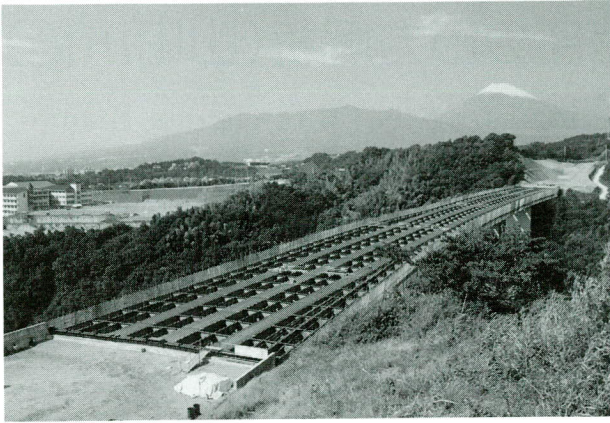


写真-1 完成写真

腹板間隔を変化させている。

この変化させている腹板（以下、中腹板と記す）は、  
 鈹桁の腹板が迫ってくることから中間ダイヤフラム位置  
 で止めている。

このような構造の場合、以下の点に留意する必要がある。

- ①途中で止めた中腹板（材質SM490Y、板厚11mm）の  
 応力が、中間ダイヤフラム（材質SS400、板厚9mm）  
 を介してスムーズに主桁へ伝達されているか。
  - ②交差部近傍での応力をスムーズに伝達させる上で、  
 鈹桁と箱桁のラップ区間が十分であるか。
- 又、ラップ区間を延ばした場合、応力の大きさや流  
 れ方が、どのように変化するか。

本文では、交差部近傍（オフランプ側に着目）におけ  
 る応力状態と構造上、配慮したことについて報告する。

## 2. 構造概要

山田川橋の橋梁緒元を以下に、橋梁一般図を図-2に  
 示す。

- 路線名：東駿河湾環状道路  
 道路規格：本線部 第1種第3級  
                   ランプ部 A規格  
 設計速度：本線部 80km/h  
                   ランプ部 40km/h  
 橋梁形式：5径間連続鋼箱桁橋  
 橋長：294.0m  
 支間長：43.9m+65.0m+70.0m  
                   +65.0m+48.7m  
 総幅員：30.068m~21.600m

平面線形：A=500~R=1100m

縦断線形：1.25%

横断線形：i=2.0%~±3.0%

床版：鉄筋コンクリート床版（床版厚23cm）

箱桁の標準断面は、桁高3m、腹板間隔2.4mである。

交差部においては、鈹桁の腹板が箱桁断面内にラップ  
 してくるため、腹板間隔0.450mと1.950mの2セル構造  
 となる。

写真-2に交差部断面を示す。

腹板間隔0.450mのセルについては、断面が非常に狭く  
 なるため、中腹板に溶接作業を考慮した大きめ（幅500  
 mm×高さ1000mm）のマンホールをパネル毎に設け（写  
 真-3）、ステップも追加した。（写真-4）

溶接作業時、水平補剛材が取り付けられていると作業ス  
 ペースにかなりの制約を受けるため本体溶接完了後、取り  
 付けることとし、品質の確保上、水平補剛材自身の溶接  
 は片面のみ（溶接姿勢の確保）とした。

又、塗装作業も困難なことから、溶接作業後、マンホ  
 ールを塞ぎ、密閉構造とした。

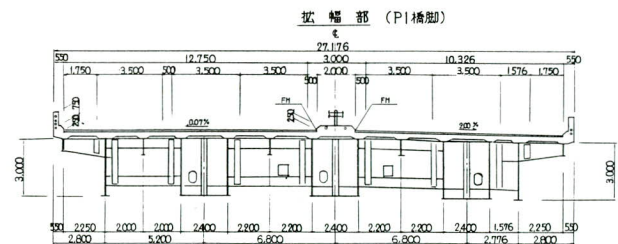


図-2-1 拡幅部断面図（PIの橋脚）

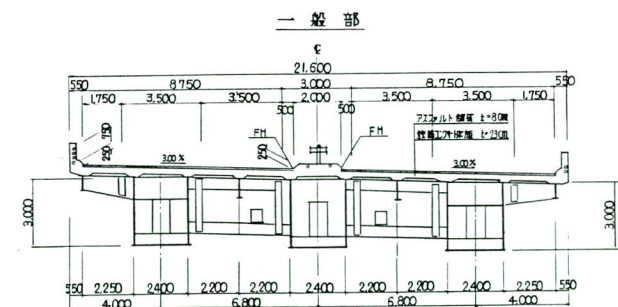


図-2-2 一般部断面図

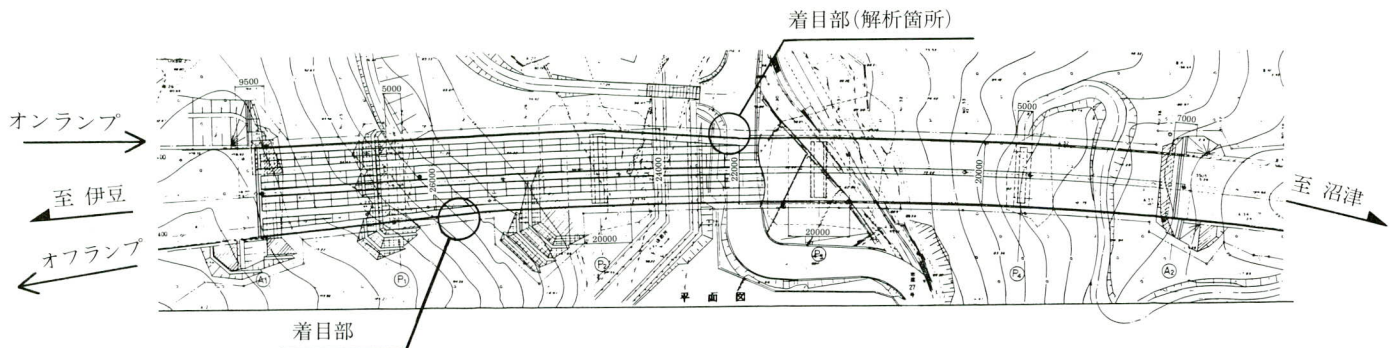
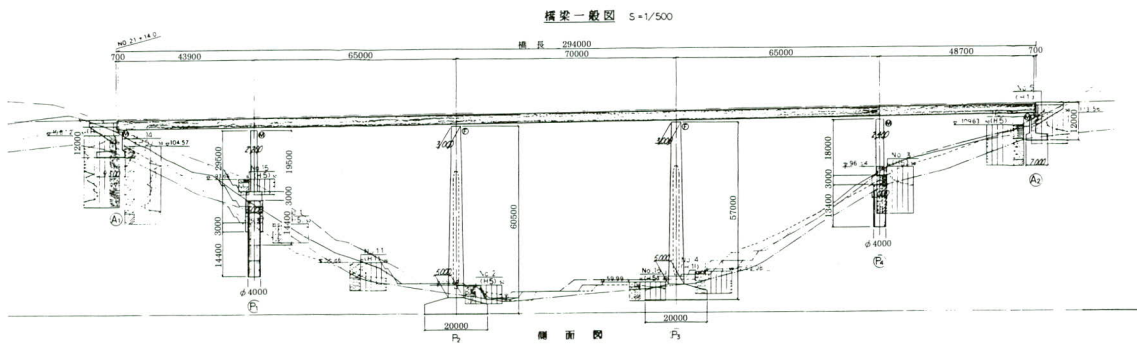


図-2-3 橋梁一般図

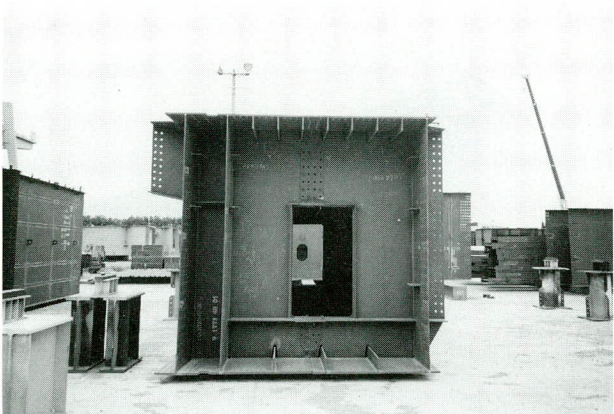


写真-2



写真-4

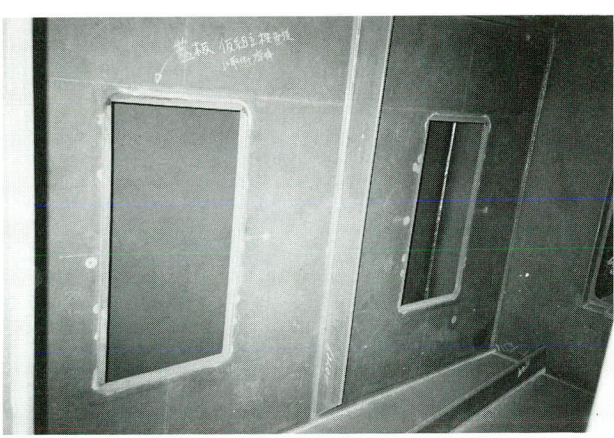


写真-3

### 3. 交差部近傍の応力解析

本橋の設計は、一般に用いられる平面骨組解析にて行っており、骨組は箱桁中心、鈹桁および横桁で作られる格子モデルである。

よって、交差部近傍のダイヤフラム、箱桁のフランジおよび腹板の応力状態を直接、把握することができない。

そのため、オンランプ部に着目して交差部近傍を立体モデル化し、FEM解析にて応力状態の確認をした。

立体モデルは、片持ち梁を想定し、途中から鈹桁を分岐させることとした。

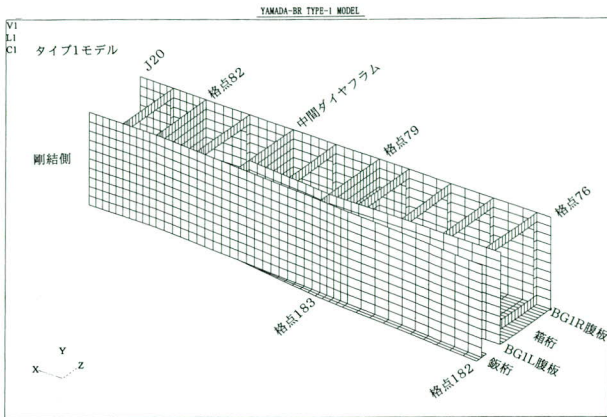


図-3-1

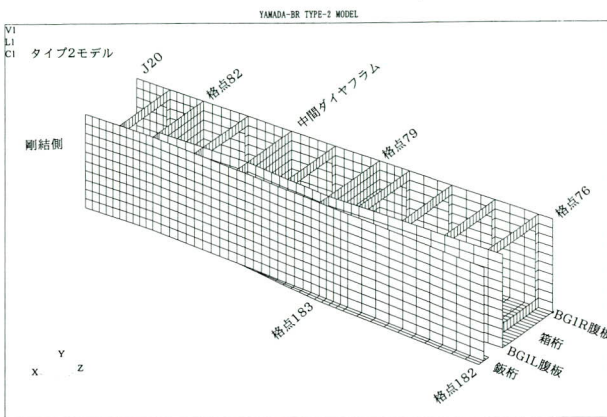


図-3-2

部材寸法は、実橋の寸法を使用した。

解析は、弾性域で行うこととし、比較する上で鉸桁と箱桁のラップ区間を1パネル(タイプ1)と2パネル(タイプ2)のモデルを用いて解析を行った。(図-3)

又、実橋では交差部を支間中央に設けているが、せん断力の卓越する中間支点近傍などに採用した場合を想定し、同一のモデルを用いて断面力(せん断力)を変えることにより応力状態を確認することとした。

立体モデルに載荷する断面力については、図-4の骨組モデルより算出した。

骨組モデルの各点184とJ20の断面力に着目し、各点182と各点76に集中荷重と曲げモーメントを載荷した。

解析を簡単にする上で、ねじり等は無視することとした。

1種類(断面力1)は、本橋の平面骨組解析状態を再現し、もう1種類(断面力2)は、せん断力が卓越している状態を再現した。

(曲げモーメントは、断面力1と同値とした)

図-4の骨組モデルより算出した載荷荷重と設計で考

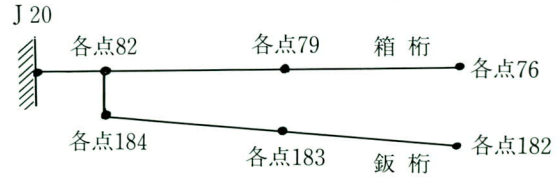


図-4

表-1 断面力

|                 | 載荷荷重 |              |                   | 設計断面力 |                   |              |
|-----------------|------|--------------|-------------------|-------|-------------------|--------------|
|                 | 格点   | 集中荷重<br>(tf) | 曲げモーメント<br>(tf・m) | 格点    | 曲げモーメント<br>(tf・m) | せん断力<br>(tf) |
| 断面力1<br>(曲げ卓越)  | 182  | 105          | 1947              | 184   | 716               | 105          |
|                 | 76   | 160          | 4022              | J20   | 2293              | 265          |
| 断面力2<br>(せん断卓越) | 182  | 105          | 1947              | 184   | 716               | 105          |
|                 | 76   | 365          | 6868              | J20   | 2293              | 470          |

慮している断面力を表-1に示す。

立体モデルへの荷重載荷は、骨組状態を忠実に再現するために剛体定義を利用し、箱桁(格点76)は箱桁中心に、鉸桁(格点82)は腹板中心とした。

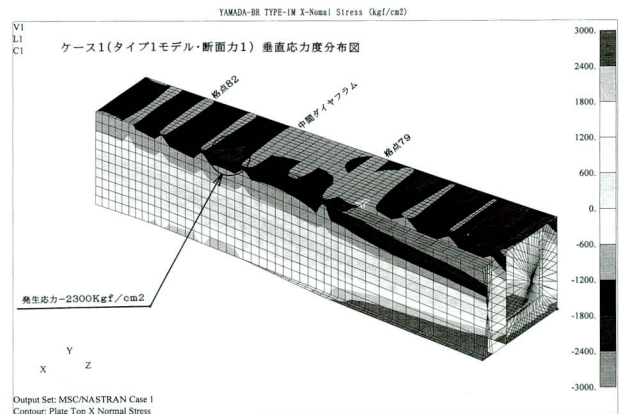


図-5-1

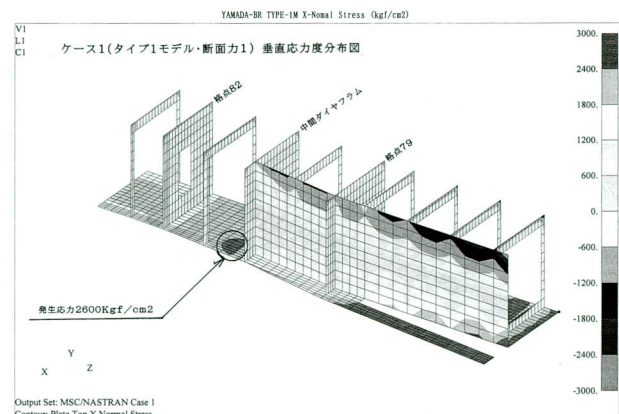


図-5-2

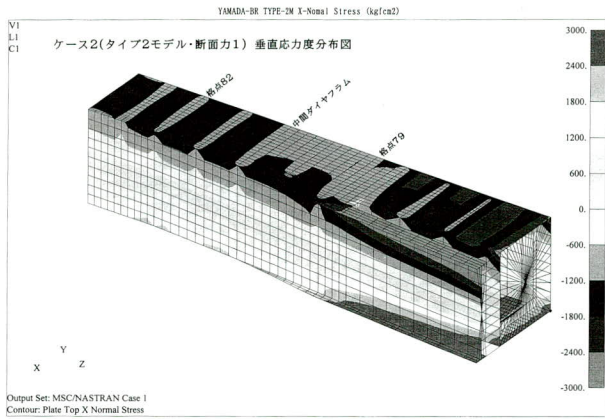


図-5-3

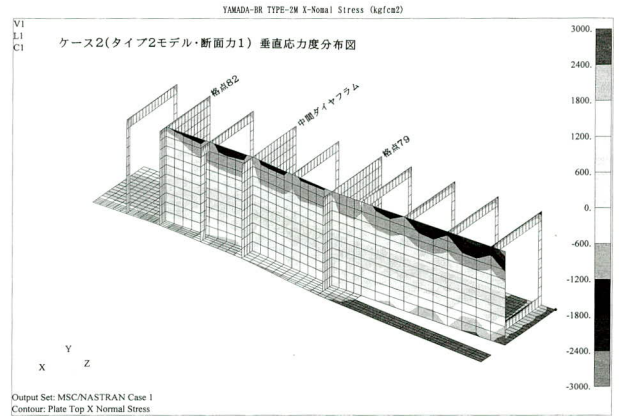


図-5-4

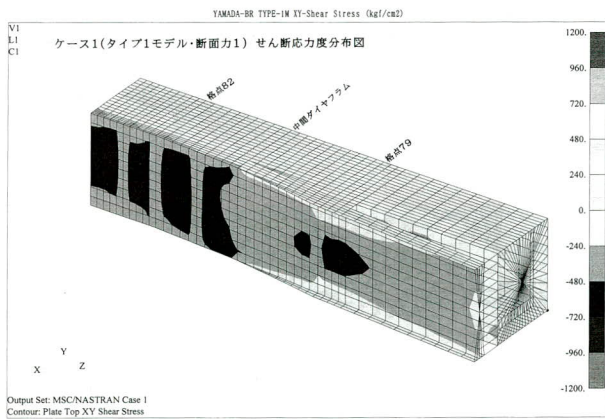


図-5-5

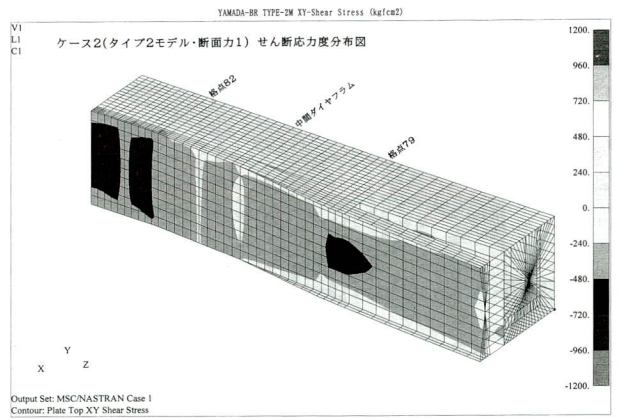


図-5-6

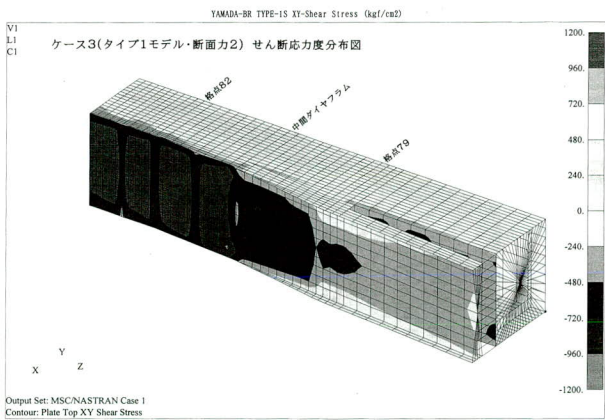


図-5-7

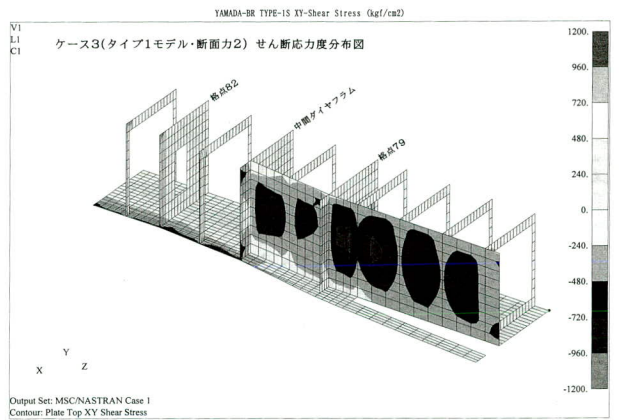


図-5-8

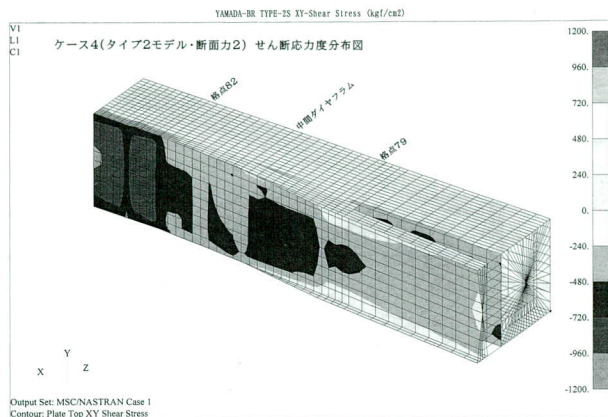


図-5-9

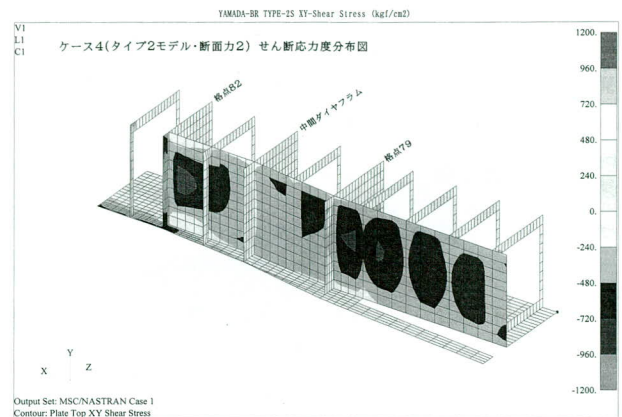


図-5-10

#### 4. 解析結果

解析結果を評価するに当たり、荷重点近傍（格点76-79間）は、応力が乱れが生じるため、格点79-J20間のみを着目する。

FEM解析による応力分布図を図-5に示す。

垂直応力の分布に着目すると、ケース1（図5-1、図5-2）では中腹板から流れた応力が上下フランジに卓越した応力（局部的ではあるが）として生じているのがわかる。

しかし、腹板のラップ区間を延長したモデル（図5-3、図5-4）ではこの卓越した応力が生じておらず、腹板の延長区間で垂直応力がスムーズに伝達されたことが確認できた。

鈹桁が取付いてこない側のBG1R腹板は、ケース1とケース2を比較すると垂直応力もせん断応力も同様な応力状態であり、腹板のラップ区間による影響はほとんどないと判断できる。

BG1L腹板の垂直応力とせん断応力も、タイプ1とタイプ2の相違は見られない。

鈹桁腹板のせん断応力は、ラップ区間が短いタイプ1（図5-5）の場合、卓越パネルが多く、ラップ区間を長くすること（図5-6）によって発生応力の低減に効果的であることが判る。

中間支点上近傍を想定したケース3、4（図5-7～図5-10）も、上記と同様の傾向を示しているが、せん断力が卓越した状態であるため、腹板全体が高い応力分布を示している。

又、中腹板を止めたダイヤフラムにおいても鈹桁腹板とBG1L腹板間で高い応力分布を示しており、ただの形状保持材として扱うのではなく、主要部材として考えて

いく必要がある。

合わせて、主桁腹板とダイヤフラムの溶接にも留意していく必要がある。

#### 5. まとめ

処置した結果を述べる。

当初は、タイプ1の構造であったが、上下フランジに局部的な許容応力度の超過箇所があったため、腹板のラップ区間を2パネルとしたタイプ2の構造に変更した。

また、中腹板が止まる格点82ダイヤフラムの板厚（9mmから11mmに変更）と材質（SS400からSM490Yに変更）をアップして対応した。

#### 6. あとがき

本橋の場合、交差部の配置が支間中央付近に位置していたことから曲げモーメントのみが卓越していたため、上下のフランジが一体化していれば垂直応力の伝達はスムーズである事が判明した。

線形条件の都合から交差部を中間支点近傍に配置した場合、鈹桁、中腹板そして中腹板を止めた中間ダイヤフラムのせん断応力に留意する必要がある。

しかし、ラップ区間を適正に設ければ十分採用に可能な構造と言える。

本橋の幅員は、30m～20mに変化しているため、4箱桁として計画することが一般的である。

主桁数を減らして鈹桁の枝桁で幅員の変化に対応出来れば、部材数の削減に大きく寄与し、コストの縮減が可能といえる。

1999.11.1 受付