

### 点検時の通り抜けが容易となる鋼箱桁中間ダイアフラム開口寸法の検討

開発技建株式会社 正会員○品田雅人

正会員 近藤 治

長岡技術科学大学名誉教授 正会員 長井正嗣

#### 1. はじめに

鋼箱桁内の中間ダイアフラムに設けられる開口は、人の通り抜けが可能な最小寸法として縦 600mm×横 400mm 程度<sup>1)</sup>とされている。ダイアフラムは橋軸方向に6m程度の間隔で設置されるため、橋梁点検時にはダイアフラムの通り抜けが点検者にとって足腰の負担となる。

近年、維持管理性に配慮してダイアフラムの開口を拡大した鋼箱桁が、阪神高速道路で採用されている<sup>2)</sup>。この事例をもとに、本稿ではランプ橋で採用した逆台形断面の鋼箱桁について、開口寸法を拡大してもダイアフラムの性能に問題がないか検討した。

#### 2. 点検作業に適したダイアフラム開口寸法

##### 2.1 通常の開口寸法（基本構造）

ダイアフラムの開口は、鋼箱桁の上下フランジから開口までの離隔を 400~500mm 程度とすることがよいとされている<sup>1)</sup>。対象とする橋梁の断面において、この離隔を 500mm 確保し、さらにウェブとの離れを考慮すると、開口の寸法は縦 1,000mm×横 600mm となる。

##### 2.2 拡大した開口寸法（改良構造）

ダイアフラムの実寸模型を作成し、通り抜けの検証を行い、開口寸法を検討した（図1）。

高さ方向は、点検者が歩行姿勢のまま通り抜けが可能な寸法として 1,500mm とした。横方向は、点検者が荷物を背負っていても通り抜け可能な 600mm とした（図2）。

#### 3. 開口拡大によって発生する問題点

##### 問題①桁に生じる“そり応力”

荷重の偏載や曲線の影響により、主桁には“ずれ荷重”が生じる。この“ずれ荷重”によって箱桁断面は変形し、フランジやウェブに“そり応力”が発生する。ダイアフラムは、主桁の断面形状を保持して、断面変形に伴う“そり応力”を小さくするために設けられる。ダイアフラムの開口を大きくすると、ダイアフラムの変形性能が低下し、“そり応力”が大きくなることが懸念材料となる。

##### 問題②ダイアフラム内の応力

主桁の断面形状を保持するために、ダイアフラムは適切な間隔で設けられている。主桁を変形させようとする“ずれ荷重”により、ダイアフラム内に応力が発生し、開口の影響でダイアフラムの開口隅角部や縦リブのスカーラップ付近に発生する応力集中が大きくなる恐れがある。

#### 4. 検討対象箇所

対象とする橋梁において、曲率半径が小さく、“ずれ荷重”が最も大きくなる区間を検討対象とした。図3の薄い着色区間が対象とするランプ橋であり、濃い着色区間が、最小

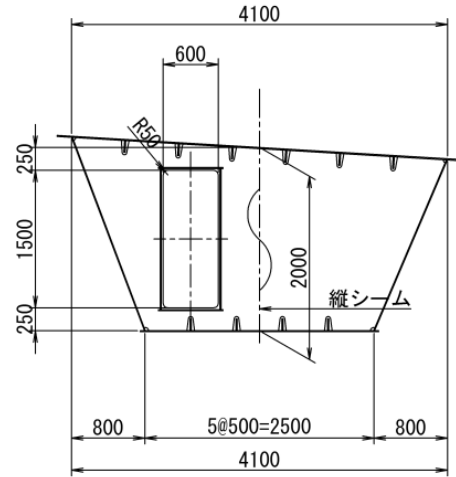


図1 拡大した開口寸法

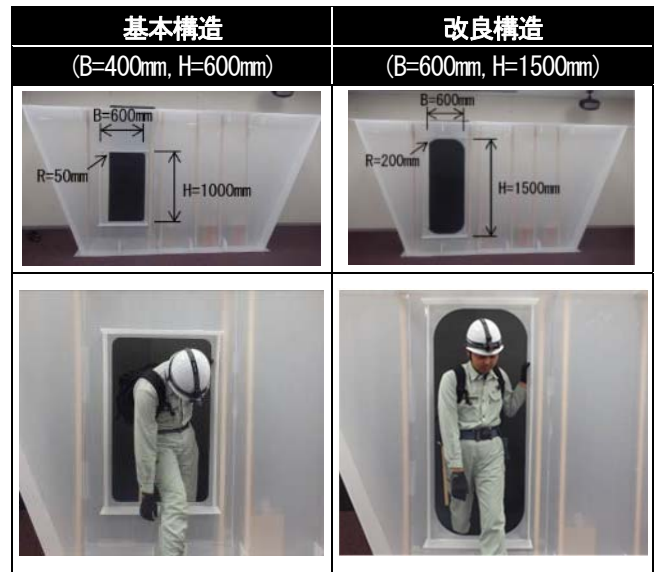


図2 ダイアフラムの実物大模型と通過状況

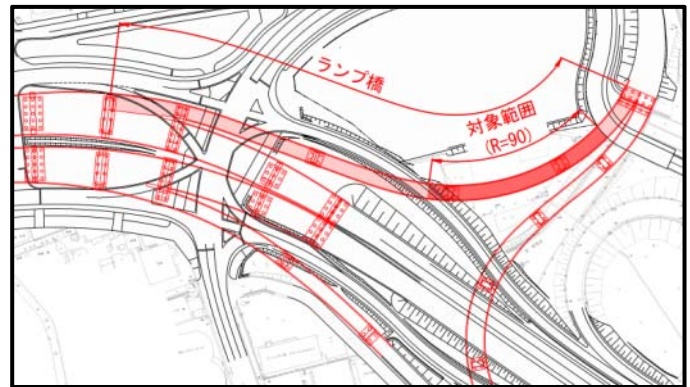


図3 解析モデル対象範囲

キーワード 鋼箱桁 ダイアフラム 開口寸法 FEM 解析

連絡先 住所 新潟県新潟市中央区紫竹山 7-13-16 開発技建株式会社 TEL 025-245-7131

曲率半径 R=90m となる。

5. 検討方法

前項 3. に挙げた問題点に対して、ダイアフラムの開口を大きくした場合、通常の寸法と比較してどのような影響があるか FEM 解析により検討した。

解析モデルは、部材を全て 3 次元シェル要素で構築し、主桁、縦リブ、横リブ、ダイアフラム、垂直補剛材、水平補剛材までをモデル化した。図 4 に検討モデルと荷重載荷を示す。断面変形に伴う“そり応力 ( $\sigma_{Dw}$ )”は、計算された“そり応力”から別途計算(剛なダイアフラムを配置)した“そり応力”を差し引くことにより求めている。なお、計算は、汎用ソフト midas を使用している。

6. 検討結果と対応

6.1 検討結果

問題①について、FEM 解析より求めた桁の“そり応力”を図 5 に示す。桁の“そり応力”は、基本構造と改良構造で大きな違いはなかった。その差は、最大で  $1.6\text{N/mm}^2$  程度であった。よって、今回検討したダイアフラムの開口の大きさについては、桁の“そり応力”に対して大きな影響はないと考えた。

問題②について、FEM 解析より求めたダイアフラム内の von Mises 応力を図 6 に示す。その評価方法は、基本構造と改良構造の応力を相対的に比較することで行った。開口を大きくした改良構造は基本構造に対して、縦リブのスカールップ部で 2.6 倍、開口隅角部で 2.1 倍の応力が発生した。

6.2 問題に対する対応

ダイアフラム内の応力集中に対し、下記のように対策を行った。その結果、基本構造程度の発生応力とすることができた(図 6-左下)。よって、逆台形断面の鋼箱桁においても、中間ダイアフラムの開口寸法を大きくすることができると考えた。

(1) 開口隅角部に発生する応力の低減

開口隅角部の半径(R)を大きくする。(R=50mm → R=200mm)

(2) 縦リブスカールップ部の応力の低減

スカールップ部の応力については、従来のスカールップ構造からスリット構造として縦リブを貫通させ、ダイアフラムとすみ肉溶接する構造に変更する。

7. おわりに

ダイアフラム開口寸法の拡大は、鋼箱桁内の点検作業の負担を軽減し、維持管理性の向上に有効であると考えられる。本稿で示した検討方法は、煩雑で労力がかかるため、今後は箱桁寸法に応じて開口寸法を標準化する等、拡大寸法の開口の適用を容易にする必要がある。

また、本稿では中間ダイアフラムを検討対象としているが、支点上ダイアフラムにおいても、拡大した開口寸法を適用できるか検討することが望まれる。

参考文献

- 1) 日本橋梁建設協会：鋼橋構造詳細の手引き, H25.6
- 2) 石井博典, 篠原聖二, 杉山裕樹, 金治英貞, 金澤宏明, 長井正嗣: 維持管理作業性に配慮した鋼箱桁ダイアフラム開口形状の設計と解析的検証, 鋼構造論文集 vol.21, No.83, pp31-42, 2014

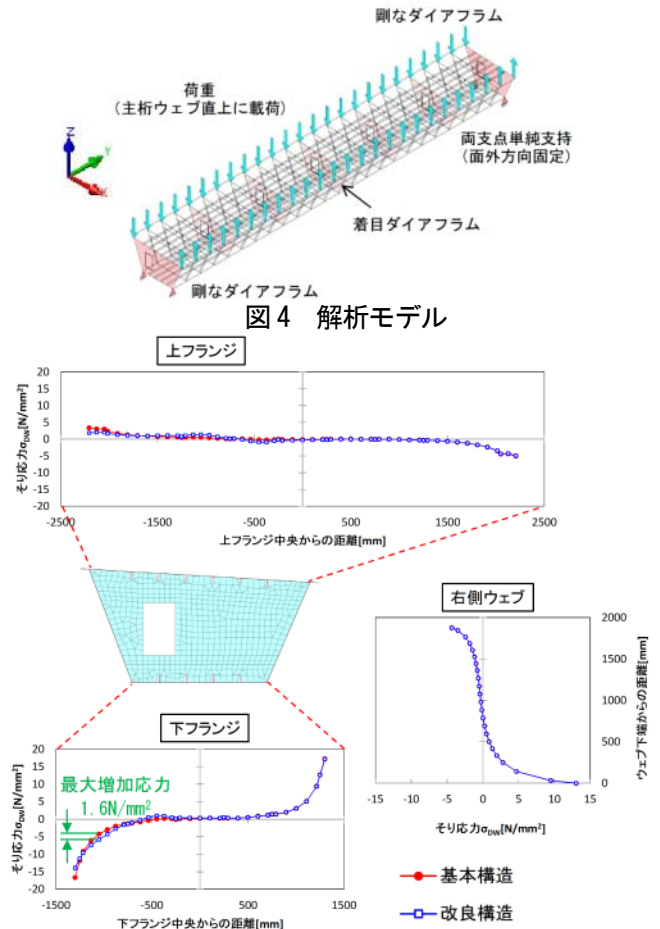


図 4 解析モデル

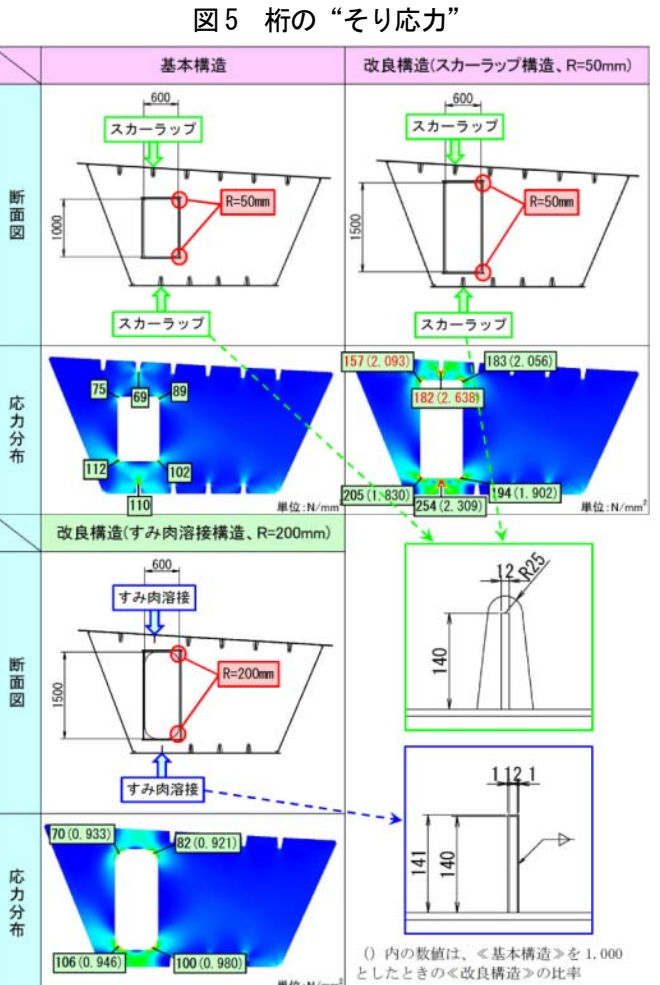


図 5 桁の“そり応力”

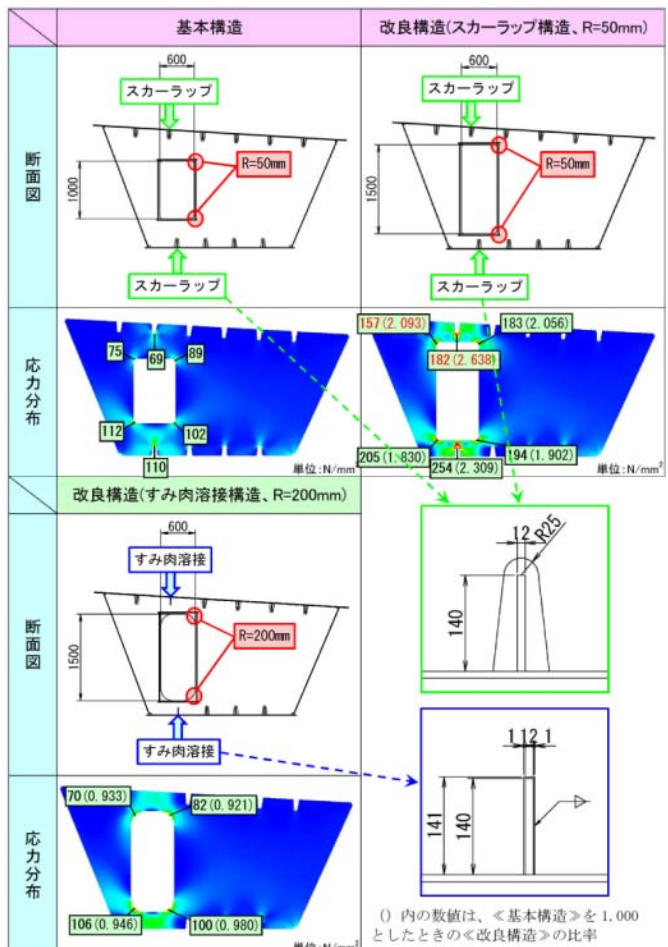


図 6 ダイアフラム内の応力