

日本国有鉄道 構造物設計事務所 正員 井口光雄

同 上

正員 稲葉紀昭

1 まえがき

一般に鋼鉄道橋では、特に桁下空頭の制限のない場合には上路プレートガーダーを使用するが、この場合支間が40mくらいになると箱桁形式をとる場合が多い。これは、少なくとも4枚の薄板が組合わさることによって剛性が大幅に増すという利点を利用しているのであるが、この設計に関して封鎖状、特にダイヤフラムに関して鋼鉄道橋設計標準では、従来の設計の経験から「箱形断面の上路プレートガーダーの場合は腹板中心間隔の4倍以下とし、8m以下に設ける」と規定してあるだけである。このため、通常の設計業務において配置間隔、必要剛度、応力計算等は全て設計担当者の経験的断面算定にのみ依存していた。したがって、一例のみではあるが箱桁中間たがひフレームにある種のクワソフの発生した例もあることを含めて、標準的な構造ディテールを作成するために行ったFEM解析の報告とする。

2 検討方法

解析モデルは、WDG840 (活荷重KS-18・支間40m)の標準設計図を参考としてFig.1の寸法とした。

解析作業の手順は、大別して(1)基本的な荷重状態による性状は握るための概略計算と(2)実際の設計業務で取扱われている荷重載荷法による詳細計算とに分けた。

- (1) 概略計算の場合の荷重ケースはFig.2に示すとおりである。モデルは全体モデルとし、端たがひフレームも $b = 20\text{mm}$ とする荷重ケースごとに
- 中間たがひフレームのない場合
 - 支間中央に1個配置した場合
 - 支間1/4の箇所に3個配置した場合
 - 支間1/8の箇所に7個配置した場合
- について検討した。中間たがひフレームは板構造とし、開口のない場合とした。板厚は10mmとし、
- (*に続く)

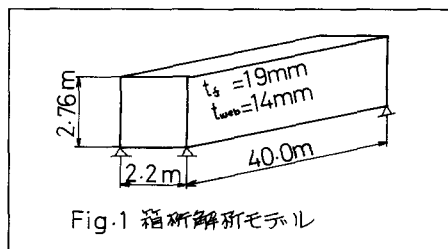


Fig.1 箱桁解析モデル

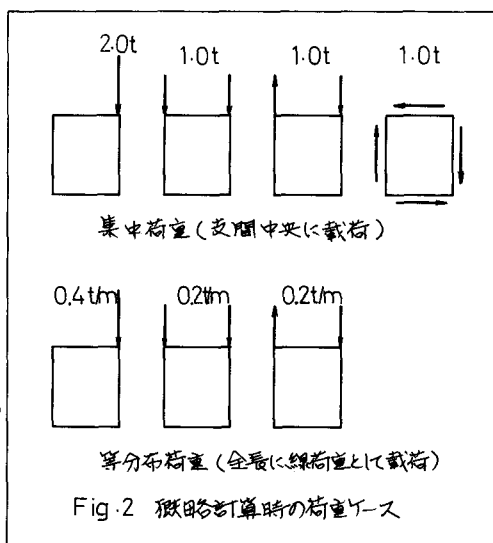


Fig.2 概略計算時の荷重ケース

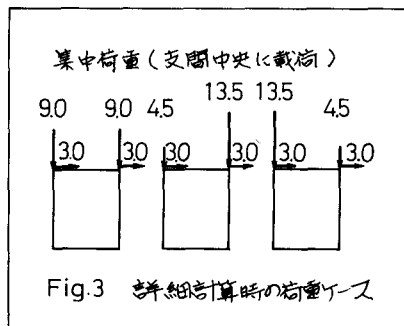


Fig.3 詳細計算時の荷重ケース

* $1/2$, 2 倍の場合も検討した。支間長も同様とした。

(参考文献)

・ 橋・小坂 鋼橋の理論と計算。坂井・豊井 鋼箱桁橋の中間たがひフレーム設計法に関する一考察。JNR-STAPS マニュアル 他

(2) 詳細計算は(1)での結果含みながらより实际的な荷重効果を適用するため、鉛直力と水平力の組合さった場合について考えることにした。

荷重は、Fig. 3 に示すとおりとし、支間中央に作用させた。鉛直力はKS-荷重-動輪重であり、水平力は車輛横荷重とし合計力とした。鉛直荷重は合計を変えずに左右50%の変動を考えた。分布荷重は3カ/mとし同様にアースを考えた。

FEMによる解析手順は次のとおりである。

- a) コンピューターの容量による制約から箱桁全体の1/2を解析モデルとし(1)と同様に中間タイフラム配置を変えた場合
- b) a)の各タイプごとに中間タイフラムの開口率を変えた場合
- c) 各タイプごとの固有振動数(中間タイフラムの面外振動)
- d) 想定列車モデルによる応答解析
- e) 開口コーナー部の破壊解析

ただし、e)の如く全ては線形解析とした。また、端タイフラムは面内剛性は無限大とした。

3. 結果と考察

支間中央断面の変形は中間タイフラムのない場合、非常に大きな値となるが、1ヶ所ととも中央に1個配置されれば大幅に改善される。箱桁全体がスムーズなねじり状態を示すためには1ヶ所ととも1/4の箇所にはタイフラムを配置すればよいことが認められたが、逆に支間中央における水平方向の変位は増える。また、中間タイフラムを配置していない箇所への載荷は主桁に局部的変形をもたせ大きな応力集中を引き起こしている。開口率を変えた場合のタイフラムの面内変形状況ははっきりとしており、特にタイプ2の場合コーナー部に応力が集中する。

タイフラムのタイプ別の固有値を求めたが、1次振動数は5~19 Hzの範囲にあるが、実際は周辺浴槽、補強リブの取付けによってもう少し高くなる。しかし走行列車の固有振動数から判断すれば、比較的に共振しやすいと推測される。このため、実際上は座底対策を著しする必要がある。

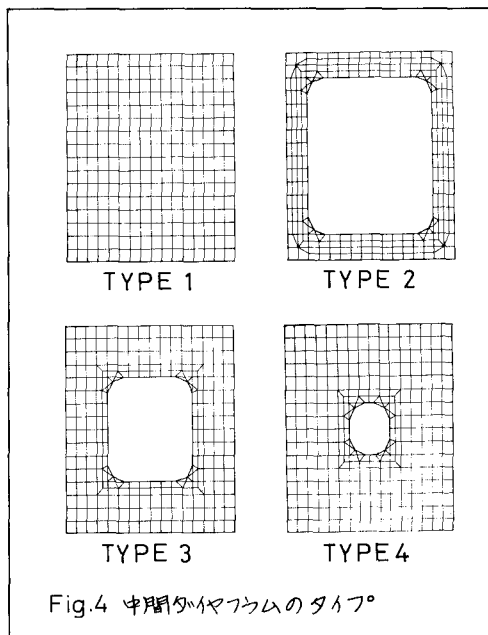


Fig. 4 中間タイフラムのタイプ

これらを総合して、鉄道橋において支間40~50mの箱桁が一般的であるため、断面変形拘束のための主タイフラムは支間の1/4~1/3の箇所にタイプ3程度のものを配置すればよいことが認められ、したがって鋼鉄道橋設計標準の配置間隔の規定の妥当性は認められたが、タイフラムのない箇所への載荷による応力集中、製作、架設等を著しすると2~3mの間隔でタイプ2程度の2次タイフラムの必要性が認められる。

4. あとがき

本報告に類する研究は多くの人たちによって進められているが、これらを参考にしながら今回示した応答解析、破壊解析、安定解析を加えて鋼鉄道橋の実際の設計に際しての標準的なディテールの検討を進める予定である。なお、数値計算はJNR-STAP5を使用した。