

早稲田大学理工学研究科 学生会員 ○中 田 隆
 早稲田大学理工学部 学生会員 高 橋 宏 和
 早稲田大学理工学部 正会員 平 嶋 政 治
 早稲田大学理工学部 正会員 依 田 照 彦

1. はじめに

鋼製箱桁に設けられる支桌上のダイヤフラムは、箱桁の断面形状を保持し、かつ箱桁に作用する荷重を円滑に支承部に伝達する役割を担う重要な構造要素である。

支桌上ダイヤフラムの設計法に注目すると、その内部の応力状態が複雑であるため、我国では道路橋示方書¹⁾や鋼道路橋設計便覧²⁾に基づき、簡単な梁理論を適用して応力を照査しているというのが現状である。

そこで本報告では、箱桁の大型化ならびに箱桁形状の多様化に追従できる有限要素法を用いて、ダイヤフラムを解析し、その発生応力を比較することにより、解析モデルの妥当性を示すとともに、設計上重要と考えられるパネルの応力分布状態を明確に把握し、合理的なダイヤフラムの設計法を作成するための資料を提供することと目的とする。また、通常、支桌上ダイヤフラムには架設時の利便性や補修・点検の必要性から開孔部が設けられているので、開孔部がダイヤフラム本体及び補剛材に与える影響については詳細に検討した。

2. 支桌上ダイヤフラムのモデル化

Fig.1に解析モデルと境界条件を示す。従来の研究の中には、ダイヤフラムのみを取り出し面内力を受ける板として扱っているものも見られるが、ダイヤフラムの強度が腹板の剪断耐荷力と密接に関係していることが明確にされていることを考慮し、桁寸法の差異に対応できるように主桁をも含めた片持梁モデルを想定した。また、ダイヤフラムは2支承形式で、ねじりが生じないものと見なし、荷重は支承反力として入力している。

ブーミングの問題に関しては、ダイヤフラムの縦横比 D/B が、0.67, 1.50なる2つのモデルを用いて調べた。

以後、前者をAタイプ、後者をBタイプのモデルと呼ぶことにする。また開孔部の検討に関しては、Aタイプのモデルを用いた。

Tab.1に解析モデルの諸元寸法を示す。境界条件はA, B両タイプとも同じにし、1支承当りの支承反力も双方 200_{ton} と同一にした。

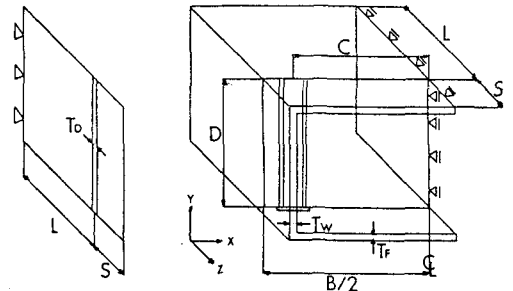


Fig. 1 解析モデル

Tab. 1 解析モデルの諸元寸法

	B	D	S	T_0	T_w	T_f	C	補剛材
A type	300	200	40	1.6	1.4	1.2	110	4-16X1.6
B type	200	300	40	1.2	1.2	1.2	60	4-16X1.6

cm

3. 有限要素解析のブーミングの問題とダイヤフラムの応力分布

Aタイプ、Bタイプそれぞれのモデルに対して主桁の取り出し長 L を変化させて数値計算を行った結果をFig.2に示す。ここに注目した応力は、ダイヤフラム底部の ①支承-腹板面パネルの剪断応力 τ_{xy} 、②支承直上補剛材面パネルの鉛直方向応力 σ_y 、③支間中央パネルの水平方向応力 σ_x の3つである。

Fig.2を見ると、支間中央パネルの σ_x は L によって大きく変化することがわかる。このことは、主桁の剛性がダイヤフラムの面内曲げに多大な影響を与えることを意味している。しかしながら、 $15 \leq L/B_0 \leq 20$ の範囲におい

ては、3応力ともに比較的安定している。このことより、実際の設計において有限要素解析を実施する場合には上述の範囲内でしを定めれば、ダイヤフラムの発生応力を正しく評価できると考えられる。

Fig.3に $l^2/bd=1.75$ 、縦横比0.67のときのダイヤフラムの応力分布状態を示す。日本の慣用設計法では、 σ_y 、 σ_x の計算については単純な梁理論を適用し、 τ_{xy} の計算についてはダイヤフラムの有効幅を考慮して柱理論を適用しているので、応力の変化はいずれも直線となる。 σ_y 、 τ_{xy} に関しては、慣用設計法を用いて良いと考えられるが、 σ_x に関しては、ダイヤフラム底部に比較的大きな剪断応力が発生するので注意が必要と思われる。

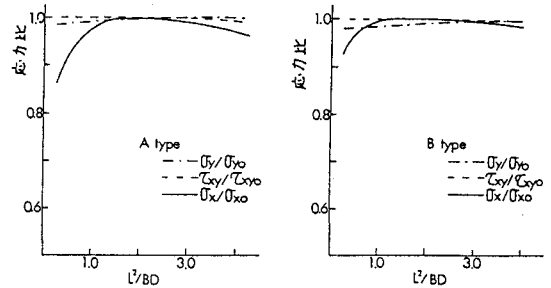


Fig. 2 スリーミング

4. 開孔部を有する支桌上ダイヤフラム

まず開孔部のないダイヤフラムについて、ミーゼスの降伏条件を用いて単一パネルの相当応力を計算すると支承補剛材間パネル及び支承-腹板間パネルの応力レベルが著しく高いことがわかる。また、実用的な見地から開孔部の寸法は縦70cm、横30cm程度のものが望ましいとされていることを考え、縦75cm、横32cmなる無補剛開孔部をFig.4に示す領域内で移動させ、ダイヤフラム本体ならびに補剛材の相当応力の増加率を調べた。その結果をFig.5に示す。

Fig.5より開孔位置の変化がもたらす応力増加は補剛材の応力において顕著であることがわかる。例えば、目安として、応力増加率を10%程度にとどめるものとする、開孔部縁は内側の補剛材より20cm程度離れていれば良いことになる。また道路橋示方書の荷重集中梁の補剛材に関する条文を参照すると、内側補剛材より、 $12T_0=19.2\text{cm}$ を柱材の有効幅と考えている。以上のことより、支承反力をうけもつ柱材とみなされる領域に開孔部を設けないように配慮することが望ましいと思われる。

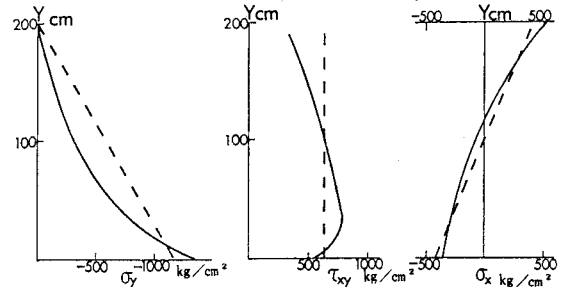


Fig. 3 支桌上ダイヤフラムの応力分布

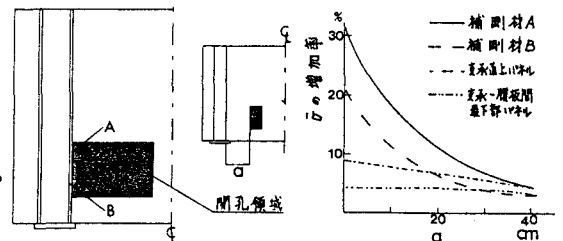


Fig. 4 開孔位置の詳細

Fig. 5 相当応力の増加率

5. まとめ

有限要素解析の結果より、以下の結論が得られた。

- (1) ダイヤフラムの応力状態を調べるためには、 $1.5 \leq l^2/bd \leq 2.0$ の範囲と満足するLの片持梁モデルを用いた有限要素解析が望ましい。
- (2) ダイヤフラムを柱部材や梁部材と見なして設計する場合には、支承-腹板間下部パネルの剪断応力について注意を払う必要がある。
- (3) 開孔部を有するダイヤフラムの設計では、2支承形式に関する限り、支承反力をうけもつと考えられる領域に開孔部を設けないように配慮すべきである。

<参考文献>

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編），1982年2月。
- 2) 日本道路協会：鋼道路橋設計便覧，1984年2月。
- 3) 福本清水：鋼橋補剛材上ダイヤフラムの強度に関する実験的研究，土木学会論文報告集，オ318号，1982年2月。
- 4) 小松定夫：鋼橋の補剛設計，森北出版，1982年6月。