

I-206 支点上ダイヤフラムの応力分布状態に関する一考察

早稲田大学大学院

学生会員 ○中田 隆

早稲田大学理工学部

正 員 平嶋 政治

早稲田大学理工学部

正 員 依田 照彦

1. はじめに

鋼製箱桁に設けられる支点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が、種々の要因によりその応力分布状態は非常に複雑なものとなっている。支点上ダイヤフラムの合理的な設計法の作成のためには、この複雑な応力分布状態を明確に把握することが必要である。曲げ荷重が作用する場合の応力分布状態については、既往の研究で明確にされているものの¹⁾、ねじり荷重が作用する場合については検討の余地が残されているものと思われる。そこで、本報告では、曲げ荷重ならびにねじり荷重が作用する場合を対象に、主桁やダイヤフラム本体に発生する応力を有限要素法を用いて解析し、現行の慣用設計法の妥当性を検討した。

2. 解析モデル

図-1に有限要素解析を実施する際の解析モデルと境界条件を示す。従来の研究では、ダイヤフラムのみを取り出し面内力を受ける板として取り扱っているものも少なくない。しかしながら、箱桁に作用する荷重がどのように支承部に伝達されるかを知るためには、主桁をも含めた片持梁モデルを設定し、端支点上ダイヤフラムの力学的挙動に注目する必要がある²⁾。その際、荷重としては支承反力の形で曲げ荷重、ねじり荷重を入力するのが一般的であると思われる。なお解析モデルの寸法諸元は表-1に示す通りである。

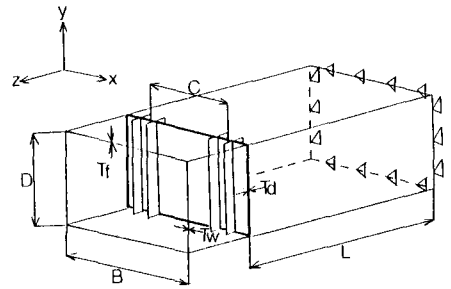


図-1 解析モデル

表-1 解析モデルの寸法諸元

B	D	L	Td	Tw	Tl	C	SUPPORTER
300	200	350	1.6	1.4	1.2	110	4×1646 (cm)

3. 支点上ダイヤフラムの応力分布と現行の慣用設計法

図-2にダイヤフラムの応力分布状態を示す。

ここで注目した応力は、(1)支承直上補剛材間パネルの鉛直方向応力 σ_y 、(2)支承-腹板間パネルのせん断応力 τ_{xy} 、(3)支承間中央パネルの水平方向応力 σ_x 、であり、実線は曲げ荷重の場合を表わし、一点鎖線はねじり荷重の場合を表わしている。我が国においては、支点上ダイヤフラムに対し鋼道路橋設計便覧³⁾及び道路橋示方書⁴⁾に基づき簡単な慣用設計法を適用している。今回の解析結果によれば、支承直上補剛材間パネルの鉛直方向応力と支承間中央パネルの水平方向応力に関しては、どちらの荷重状態においても、慣用設計法を用いて発生応力を

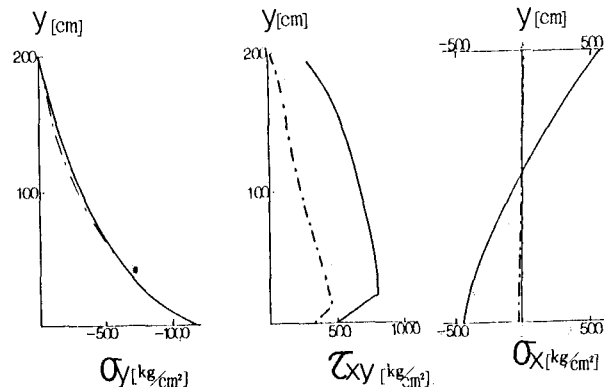
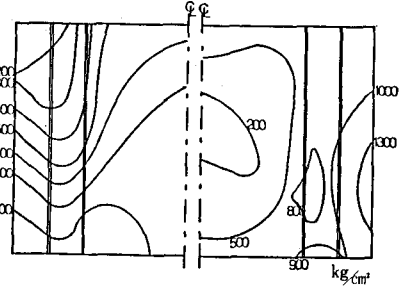


図-2 支点上ダイヤフラムの応力分布

正しく評価できることがわかった。ただし、曲げ荷重作用下においては、ダイヤフラムに協力するフランジの有効幅を規定することが前提である。一方、支承-腹板間パネルのせん断応力を、慣用設計法を用いて算出する場合、曲げ荷重作用下では、実際に発生するせん断応力の最大値を推定することが困難であり、ねじり荷重作用下では、発生するせん断応力を過大評価してしまうことになる。このことは支承-腹板間パネルのせん断応力を初等梁理論により推定すると、曲げ荷重が卓越する場合にはダイヤフラム底部の安全性が問題となり、ねじり荷重が卓越する場合には不経済な設計になる可能性があることを示唆している。

以上のことから、ダイヤフラムの設計を簡単な梁理論を用いて行う場合には、支承-腹板間パネルのせん断応力の計算値に対して特別な配慮が必要であると思われる。

図-3に、相当応力の応力等高線図を示す。この図より明らかに、ねじり荷重作用下においては局部的に応力レベルの高くなる箇所はないが、曲げ荷重作用下では場所による応力の変動は著しい。また、支承直上補剛材間パネルよりも、支承-腹板間パネルの応力レベルが高くなることも判明した。



ねじり荷重 曲げ荷重

図-3 相当応力の応力等高線図

4. 支点上ダイヤフラムの剛性が主桁に及ぼす影響

ねじり荷重作用下において、ダイヤフラムの板厚を変化させて主桁の腹板のせん断応力を調べた結果を図-4に示す。図より、ダイヤフラム厚がある程度確保されれば、腹板の受け持つせん断力は軽減されるが、発生するせん断応力の最大値はダイヤフラム厚にはそれほど影響されないことがわかる。そこで、せん断流理論を用いて腹板に発生するせん断応力を推定すると、 $\tau = 250(\text{kg/cm}^2)$ となりこれはダイヤフラム厚が、1.6cmのときに発生するせん断応力の平均値に近い値になっている。ダイヤフラム厚を3.2cmにしたとしても、せん断力分布が大きく変化することがないことから、腹板のせん断応力分布はダイヤフラムの剛性の影響を受けにくいと考えられる。

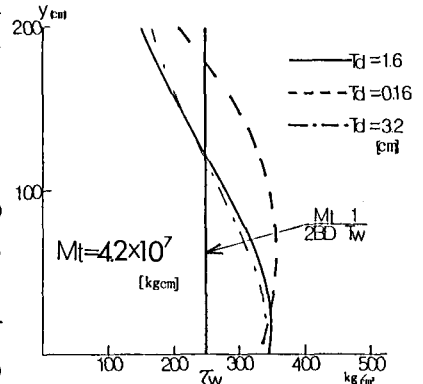


図-4 腹板のせん断応力分布

ダイヤフラム厚と上フランジのそり変位との関係を図-5に示す。ダイヤフラム厚を増加させるとせん断剛性が増すため、そり変位も減少する傾向を示している。しかしながら、主桁の断面変形によるそり変位の評価には、支点上ダイヤフラムだけでなく、中間ダイヤフラムの剛度も関与することが予想されるので、支点上ダイヤフラムの設計では、中間ダイヤフラムの影響を考慮するべきであると思われる。

5. まとめ

有限要素解析の結果、支点上ダイヤフラムの設計計算に初等梁理論を適用する場合、支承-腹板間パネルのせん断応力の算出には特別な配慮が必要であることがわかった。

参考文献

- 1) 清水・梶田・成岡：土木学会論文集，No.276, 1978.
- 2) 小松定夫編：鋼橋の補剛設計，森北出版，1982.
- 3) 日本道路協会：鋼道路橋設計便覧，1980.
- 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，1980.

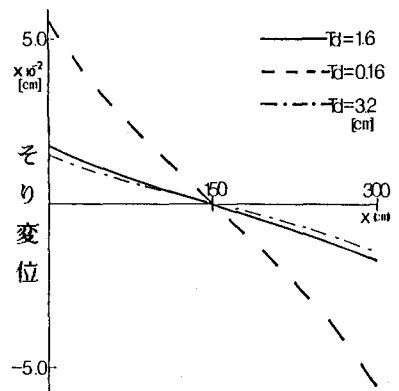


図-5 上フランジのそり変位