

川崎製鉄(株)	正 員	○神田 恭太郎
日揮(株)	正 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、未だにその合理的な設計法は確立されておらず、設計者の経験ならびに慣用設計法^{1)~2)}に負うところが多い。

支点上ダイヤフラムの合理的な設計法確立のためには、中間ダイヤフラムと同様に、ねじり荷重作用下における必要剛度の検討、ならびに、曲げ荷重作用下における構造細目の検討が必要不可欠であると思われる。既往の研究では、ダイヤフラムの応力分布状態が明確にされているものの^{3)~4)}、設計法に関しては何等言及されていない。

そこで、本報告は、曲げ荷重、ねじり荷重が作用する場合を対象として、有限要素解析を実施し、ダイヤフラムならびに桁に発生する応力に注目して、合理的な設計法作成のための基礎資料の提供を目的とする。

2. 解析モデル

有限要素解析を実施する際の解析モデルと境界条件を図-1に示す。図-1-aは、ねじり荷重作用下での支点上ダイヤフラムの必要剛度の解析、及び曲げ荷重作用下でのフランジの有効幅の解析モデルで、主桁を含めた片持梁モデルを想定し、荷重は支承反力として作用させた。図-1-bは、端支点上ダイヤフラムと中間ダイヤフラムの剛度関係を解析するモデルで、単純支持の桁を想定し、荷重は等分布ずり荷重を桁の上面に作用させた。

3. 端支点上ダイヤフラム及び中間ダイヤフラムの必要剛度の検討

通常、支点上ダイヤフラムは大きな支承反力を負担するため、比較的板厚の厚いものが、採用されることが多い。そのため、従来、主桁の端部は剛であるという仮定に基づき解析が進められ、支点上ダイヤフラムの必要剛度についてはあまり検討されていない。その意味では桁の端部が剛であるという条件を保障するような支点上ダイヤフラム厚をもって必要剛度とすることは、合理的であると考えられる。箱桁に偏心荷重が作用する場合、曲げ、純ねじり、及びずり荷重に分解して、その挙動を解明するのが一般的であり、本報告では、支点上ダイヤフラムの必要剛度を検討するにあたり、ダイヤフラム設置点におけるせん断力が、主桁とダイヤフラムに等分に伝達されるようなダイヤフラム剛度を必要剛度と考えた。その結果を図-2に示す。これより支点上ダイヤフラムの相関剛比 $\gamma_{\phi d}=20$ 程度ではほぼ収束していると言え、この剛度をもって端部が剛の条件を満足させることができると思われる。

次に、図-1-bのモデルにより、端支点上ダイヤフラムと中間ダイヤフラムの剛比についての検討を行

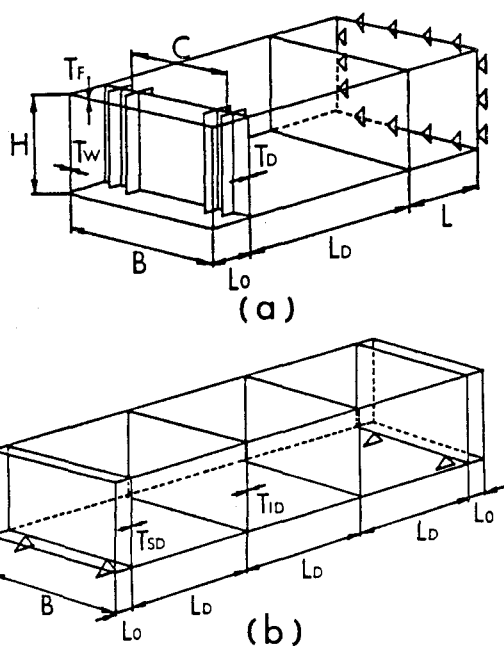


図-1 解析モデル

った。ダイヤフラムの本来の役割が、主桁の断面変形の防止にあることから、主桁腹板のダイヤフラム間中央断面に生ずるせん断応力に注目して解析した。その結果が図-3であり、断面変形が生じないと仮定したときのせん断応力との比をとったもので、図より中間ダイヤフラムの相関剛比 $\gamma_{id}=10$ 程度ではほぼ収束していると見ることができる。このことは断面変形をある値以内におさえていると解釈でき、断面変形を防止する条件と考えられる。また、同じ断面のそり応力に注目した結果が図-4であり、この図からも同様に $\gamma_{id}=10$ 程度で収束していると言える。さらに端と中間ダイヤフラムの剛比については、図-3及び図-4から、 $\gamma_{ed}=20$ の場合が収束値が小さいことから、2:1を剛比の目安とすることができる。

4. フランジの有効幅の検討

支点上のダイヤフラムは、支承が腹板の内側にある場合、箱桁の横断面方向に、ダイヤフラムを腹板とした桁高の高い梁と考えられる。この初等梁理論に基づき、梁の中央断面の最大水平方向応力の理論値と解析値を比較すると、後

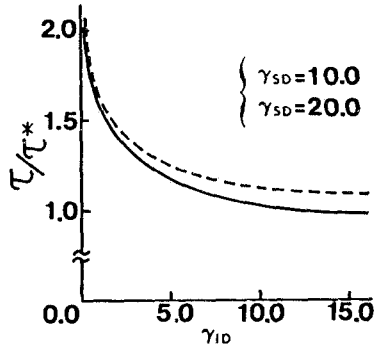


図-3 ダイヤフラム間中央断面のせん断力

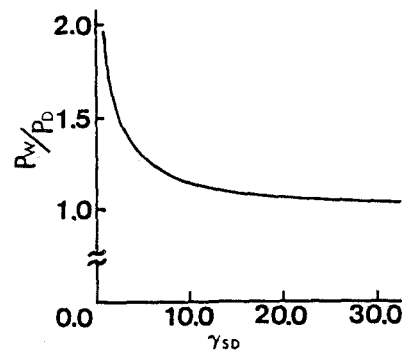


図-2 端支点上ダイヤフラムの必要剛度

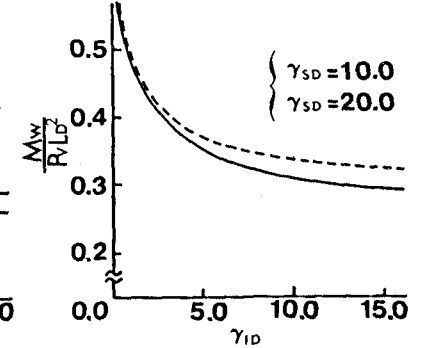


図-4 隅角部のそり応力

者のほうが小さい値であり、これはダイヤフラム付近のフランジがプレートガーダーのフランジの様に協力しているためである。ここにフランジがどの程度協力しているかをフランジの有効幅として規定することは、ダイヤフラムの設計上の目安となる。図-1-bによる解析結果が図-5であり、環補剛材を設計する場合の有効幅について、水圧鉄管に実績を有する米国内務省開拓局の計算基準に示される規定を、今回の解析に準用して、フランジの有効幅 W_e を規定する次式を提案する。

$$W_e = 0.78 \sqrt{R T_f} \quad \dots \dots (A)$$

ただし $R = H / B * \sqrt{B H}$

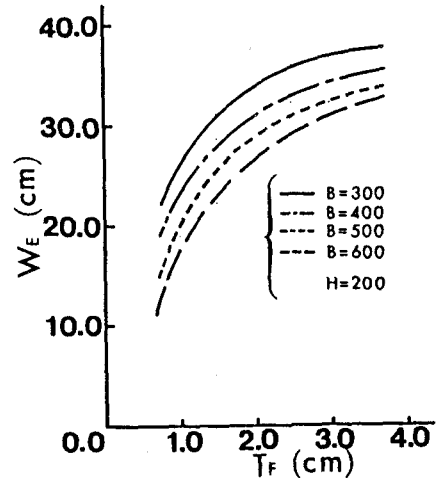


図-5 フランジの有効幅

5. まとめ

- (1) 端支点上のダイヤフラムと中間ダイヤフラムの必要剛度として、それぞれ $\gamma_{ed}=20$ 、 $\gamma_{id}=10$ 以上が妥当であると考えられる。
- (2) フランジの有効幅の算定式として (A) 式を提案する。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋設計便覧，1980.
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，1980.
- 3) 清水・梶田・成岡：土木学会論文集，No. 276，1978.
- 4) 中田・平嶋・依田：第41回土木学会年次学術講演会，1986.