

斜張橋ケーブル定着部における局部板曲げ応力特性について

大阪大学工学部 正員 小松定夫

大阪大学工学部 正員 西村宜男

大阪大学工学部 正員 小田和広

1. まえがき 1面ケーブル形式の斜張橋の標準的なケーブル定着構造における導入力は定着桁→縦シャイベ（3室箱桁では主桁内側腹板）→デッキおよびボトムプレートの経路によって分散する。このような定着構造の実設計における応力計算ではNorderelbeや豊里大橋で開発された実用計算法を用いて構成板の面内応力が算出されている。最近、定着桁の形状寸法も多様化しているが、形状によっては定着桁の変形が縦シャイベや主桁内側腹板の面外変位を引起し、定着桁取付部に局部板曲げ応力が大きくなる可能性が示唆された。¹⁾ 本文では定着桁の形状、寸法に関するパラメータ解析による局部板曲げ応力の一般的評価法について述べる。

2. 解析モデル 実橋ではスプレーされたストランドを数枚の定着桁で支える場合が多いが、図-1に示すような単一の定着桁を対象とする。実橋調査によると定着桁の断面は表-1の3種類が用いられている。この3種の断面の定着桁のスパン・桁高比を変化させて表-1の標準的モデルを考える。これらのモデルに板曲げを考慮した立体板構造の弾性解析プログラムを適用して、応力解析を行った。

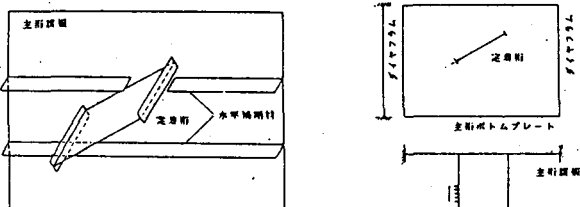


図-1 定着桁モデル

3. 局部板曲げ応力特性

表-1 解析モデルの記号と諸元

定着桁断面	Type-I	Type-II	Type-III
スパン l	1.2m	2.4	3.6
桁高 h	1.5m	1.5	1.5
l/h	0.8	1.6	2.4
ケーブル傾斜角	30°	30°	30°
ケーブル内径	1-1	1-2	1-3
	1-4	1-5	1-6
ケーブル内径	1-7	1-8	1-9

定着桁の局部板曲げ応力に影響を与える因子としては以下のような項目が考えられる。①定着桁の断面形状、②定着桁のスパン・桁高比、③定着桁（ケーブル）傾斜角、④主桁腹板内における定着桁取付位置の高さ、⑤定着桁取り付け部近傍の主桁腹板補剛材の配置

これらのうち①および②は定着桁に関するもので、③～⑤は主桁腹板側にに関する因子である。局部板曲げ応力は図-2に示すように定着桁端の回転変位に起因する。この回転変位に対する主桁腹板の拘束効果はほとんど発揮されないから、

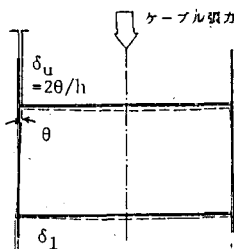


図-2 定着桁の変形

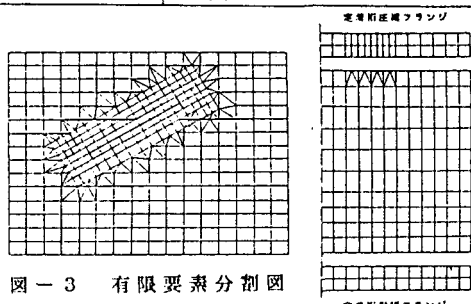


図-3 有限要素分割図

Sadao KOMATU, Nobuo NISHIMURA, Kazuhiro ODA

θ は局部板曲げ応力の潜在性の指標となる。 θ は定着桁断面形状①とスパン・桁高比②に関係付けられる。Type-1 については θ は次式で近似される。

$$\theta/\theta_0 = 0.8 + 0.03(1/h)^2 + 0.335(h/1)^2 \quad 1/h \leq 1.6, \quad \theta/\theta_0 = 1 \quad 1/h > 1.6 \quad (1)$$

ここに θ は初等はり理論による定着桁端の回転角、 1 は定着桁スパン長、 h は定着桁高さである。この関係を図-4に示すが θ は $1/h \leq 1.6$ の範囲で deep beam の特性が顕著になり初等はり理論が適合しなくなることを示している。定着桁取付部の主桁腹板（縦シャイベ）の局部板曲げ応力は、この定着桁端回転角 θ と次式で関係付けられる。

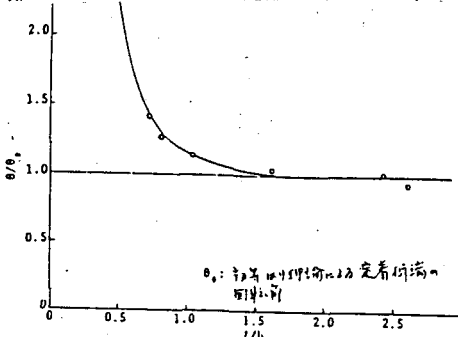


図-4 材端回転角と $h/1$ の関係

$$\frac{\sigma_b h_m}{P} = C_1 \frac{\theta}{\theta_0} \frac{1^2 h t_w}{I} + C_2 \quad (2)$$

ここに P : ケーブル力、 h_m : 最大板曲げ応力発生位置と補剛材端距離、 I : 定着桁断面 2 次モーメント、 t_w : 主桁腹板厚 図-6は主桁腹板の面内応力最大値で無次元表示した局部板曲げ応力と $1/h$ の関係を示す。局部板曲げ応力最大値の発生箇所は、図-7に示すとうりである。一般に $1/h$ が大きいほど、板曲げ応力が卓越する。また定着桁断面形によっても、板曲げ応力の大きさ、および最大応力の発生位置が異なることが明らかになった。

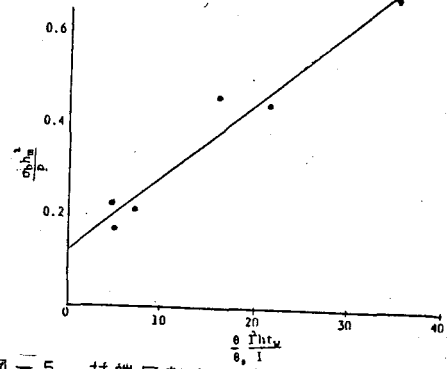


図-5 材端回転角 θ と板曲げ応力の関係

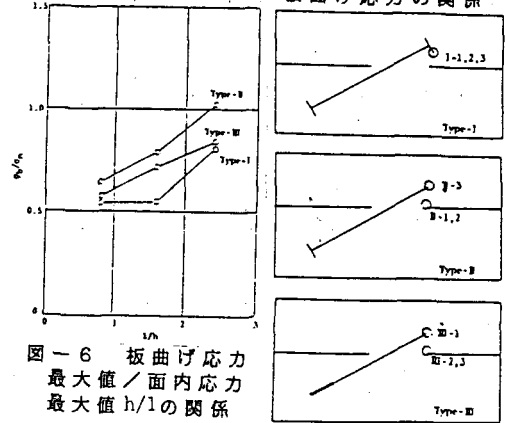


図-6 板曲げ応力最大値／面内応力最大値 $h/1$ の関係

図-7 最大板曲げ応力の発生箇所

図-8は定着桁 Type-1 におけるケーブル角度と局部板曲げ応力の関係を表している。無次元表示した局部板曲げ応力は角度 θ の増加とともにやや減少する傾向にあるが極端な変動は認められない。

4. あとがき 本文では定着桁 Type-1 に重点を置いて局部板曲げ応力特性を明らかにした。他の Type についても同様の検討を進め、式 (1)、(2) のような一般性のある近似公式を導くことが今後の課題である。

参考文献 1) 牧野・小松・上田・西村：太径 HiAm ケーブル定着構造に関する研究、構造工学論文集、Vol. 31A. 1985

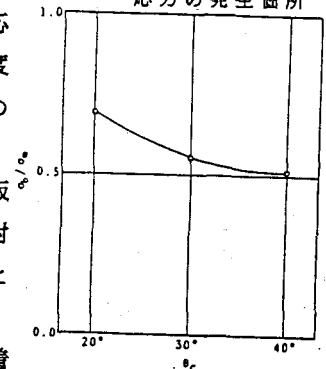


図-8 ケーブル角度と局部応力の関係