

川崎重工業 正員 土谷 忠温

正員 長井 正嗣

1. まえがき

先に、我々はトラスタイプ補剛桁を有する斜張橋において、ケーブル定着装置に関する研究をおこなった⁽¹⁾。すなわち、トラス上弦桁格点部に定着装置を設けた場合の基本構造を考案し(図-1) 有限要素法による応力解析から応力伝達状態を把握した。あわせて模型実験によってその妥当性を確認した。その結果、腹板(以下の腹板、フランジは弦桁に関するものである。)内において、定着桁のとりつけられている近傍で生じる応力集中が問題であることがわかった。この応力集中の値が簡単に評価できれば設計に際して極めて有効である。しかし、この値を決定するパラメーターは多く考えられ、これらすべてをとりあげることは困難と考えられる。そこで、今回はこのうち2~3のパラメーターを取りあげて腹板、フランジの応力状態について研究をおこなったのでその結果を報告する。

2. 概 要

パラメーターとしては、弦桁の巾、高さ、板厚; 定着桁の高さ、板厚、腹板への取り付け位置; ケーブル入射角度等が考えられる。また、鉸桁の場合と異なり斜弦力の水平分力が力学的なパラメーターと考えられる。まず、応力集中に対して重要なパラメーターの1つと考えられる腹板、定着桁板厚比は実際の構造物において大きくは変化していないと考えられる。そこで、有限要素法適用にあたっての計算の簡略化を計るために定着桁の立体構造からの分離を考えた。次に、パラメーターとして、ケーブル入射角度、定着桁高さ、フランジ厚、および斜弦力を取りあげて解析した。解析にあたっての基本構造は(1)で採用した模型桁とした。

3. 定着桁の立体構造からの分離

一枚の定着桁の端部に固定とローラー支承を考えて有限要素法を適用した。板は3節点3角形膜要素、上・下フランジ、補剛桁は棒要素で近似した。図-2に要素分割、境界条件を示す。図-3に桁端部でのせん断応力度分布を示す。固定、ローラー支承でせん断応力度分布に大きな差はみられなかったが、比較的固定の境界条件が立体構造として解析したものと良い一致を示しているので固定の境界条件を採用し、その反力を腹板に導入することにした。

4. 各種パラメーターによる応力度

1) 概要: ケーブル入射角度として、 25° 、 35° 、 45° の3種類を採用した。また、定着桁高さは 20cm 、 30cm の2種類、フランジ厚は 6mm 、 4mm を考えた。図-4に要素分割、境界条件を示す。腹板要素分割はケーブル入射角度3種類が一度に解けるようおこなった。上フランジは入射角度に対して3種類の分割をおこなった。下フ

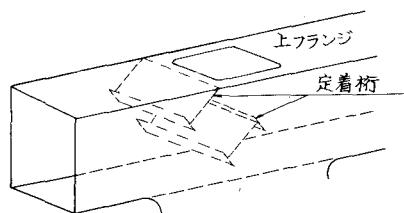


図-1. 基本構造

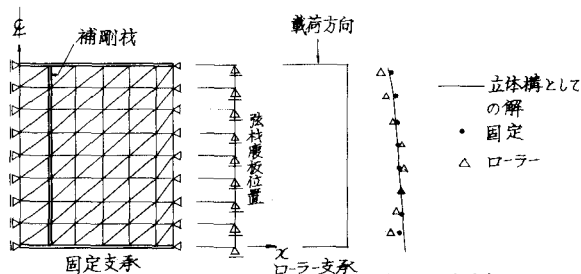


図-2. 定着桁要素分割、境界条件

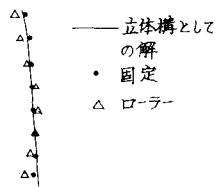


図-3. 桁端部せん断応力度分布

ランジは記載を省略した。斜枝力はボルト穴に均等に振り分けて入力した。図-5に上フランジ、腹板軸方向応力度分布を示す。表に、各種パラメーターに対する最大軸方向圧縮応力度、最小主応力度を示す。

2) 結果および考察：表-2から、定着桁高さを1.5倍すると腹板での応力集中は80%になったが、上フランジへの影響はみられない。上フランジの板厚を減少した場合は、腹板への影響はあまりみられなかった。斜枝水平分力に関しては、水平分力の増大に対して腹板の応力集中が直線的に変化していることから、定着桁取り付け部では斜枝力による乱れは生じていない。ケーブル入射角度の変化に対しては、角度が大きくなる程軸方向応力度は減少しているが、腹板最小主応力度に関しては大きな差はみられない。以上の結果から、定着桁先端で腹板応力-0-は、図-6を参照して、 $\sigma=(N_1-Dx)/A_n+\alpha\cdot P\cos\theta/A$ (1) がいえる。An:ガセット、ケーブル導入穴を除いた斜枝断面積、A:斜枝断面積、ここでαの値は定着桁の間隔、定着桁の取り付け位置、定着桁高さの影響を受けるが、入射角度25°~45°に対して、2.3~2.5が妥当と考えている。(表-2参照)

5. まとめ

1) 図-1の基本構造について、今回おこなったパラメーター解析により、腹板応力算定式を提案したが、これは基本設計時における一つの有効な算定式といえる。

2) 最終的には斜枝軸力を含んだ形での有限要素法による解析が必要と思われる。その際には、境界条件として図-4が妥当と考えられる。

上記は2~3のパラメーターによる研究結果であるが、今後、その他のパラメーターについて解析していきたい。

参考文献：〔1〕土谷・長井：“斜張橋ケーブル定着部の応力度について” 土木学会関西支部年次学術講演会 S 44. 5

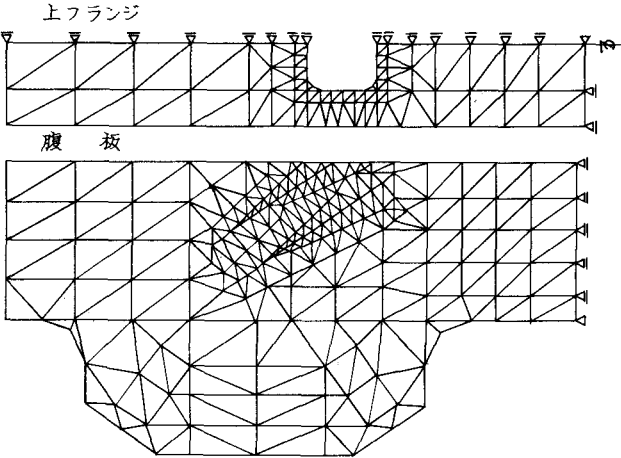


図-4. 弦枝の要素分割および境界条件

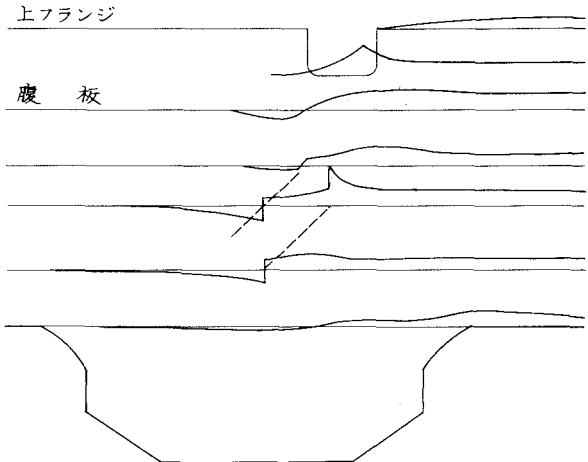


図-5. 弦枝の軸方向応力度

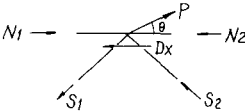


図-6. トラス格点部の力のつりあい

表-2

ケーブル入射角	σ_{max} (at. $Dx=0$)	$PWS\theta/A$	α
25°	196	96	2.0
35°	190	84	2.3
45°	172	72	2.4

ケーブル入射角(θ)	斜枝水平分力(t)	定着桁高さ(cm)	上フランジ厚(cm)	上フランジ最大圧縮軸応力	上フランジ最小主応力	腹板最大圧縮軸応力	腹板最小主応力
35°	0.86	20	0.4	-147	-193	-176	-179
	0.86	30	0.6	-132	-170	-140	-143
	0.86	20	0.6	-129	-169	-172	-175
	1.72	20	0.6	-90	-120	-155	-157
	2.58	20	0.6	-49	-72	-138	-139

ケーブル入射角	斜枝水平分力	上フランジ最大圧縮軸応力	上フランジ最小主応力	腹板最大圧縮軸応力	腹板最小主応力
25°	1.37	-138	-166	-168	-168
	0.86	-167	-194	-178	-179
35°	0.86	-129	-169	-172	-175
45°	0.86	-110	-168	-155	-170
	0.86	-128	-141	-164	-180

表-1 各種パラメーターによる応力度

