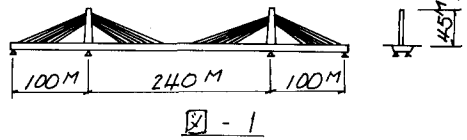


大阪大学 正員 小松定夫
 大阪市 正員 ○石岡英男
 日進造船(株) 正員 能谷萬司

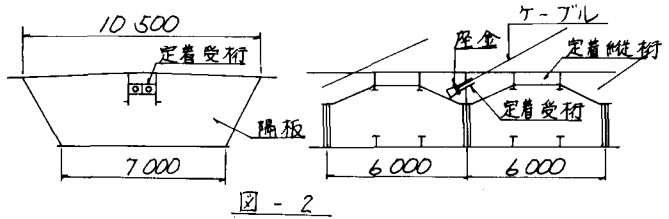
1. まえがき 南港南埠頭連絡橋(仮称)は、図-1に示すような基本寸法をもつマルチケーブルタイプの斜張橋である。ケーブルの段数は10段で、上側の4段はPWS271, 中間の4段はPWS184, 下側の2段はPWS114が使用されている。



各段のケーブルは、2本の単ストランドで構成され、これらは平面的に50mの間隔で平行に配し、それぞれ主桁と塔に固定されている。ケーブル定着点は、ケーブルから導入される応力の伝達が明解であること、製作時の組立、溶接が確実であること、ケーブルの張渡し作業が単純になることなどを主眼として、構造を決定した。以下に、定着点の構造と、それに対する応力の分布状態などを照査するために行った有限要素法による解析結果について、概要を報告する。

2. 主桁側のケーブル定着点の設計

ケーブル軸力は、図-2に示すように、産金および定着受桁を介して、定着縦桁の2枚の腹板に伝達される。ケーブル軸力のうち水平分力は、定着縦桁を通じて上フランジに流れ、主桁腹板、下フランジへと応力が分散され、やがて全断面均一の主桁圧縮応力となる。つまり鉛直分力は、定着部に設けた主桁の腹板を通じて、主桁断面全体に直接作用すると思われる。このことから、主として、ケーブル軸力による定着部の局所的な応力状態、ケーブル軸力の水平分力の伝達のしかたなどを確認するため、図-3のようなモデルにより、有限要素法による立体解析を行った。



着目点としてPWS271定着点とし、1つの定着点からの応力の流れを把握するため、他の定着点のケーブル軸力の影響をいれないう計算した。したがって、他のケーブルの影響を含めて考える際は、この計算結果を用いて、重ね合わせる方法をとった。解析結果によると、ケーブル定着点付近には大きな応力が発生するが、その応力が定着縦桁より、主桁の上フランジ、腹板、下フランジへと急速に分散し、定着点より約25Mの距離にある主桁断面において、一様な圧縮応力となっている。主要部の最大応力度について、有限要素法による解析結果と、慣用計算による結果を比較して表-1の通りである。全体としては有限要素法による解析結果のほうが、僅か小さい。これは、応力の分散が非常に良いためと思われる。また定着縦桁の圧縮応力度は、有限要素法による値のほうがわずかに大きい。この理由は、定着点付近に生じる

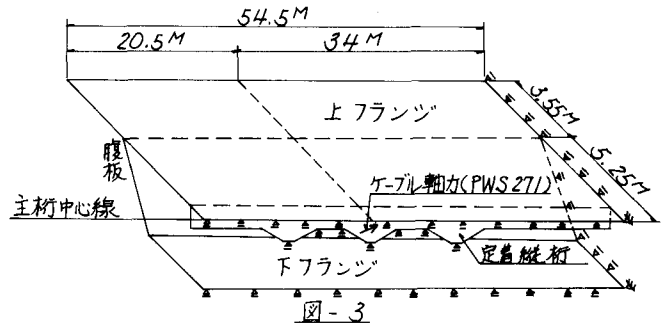


表-1

応力度

有限要素法の値

慣用計算法の値

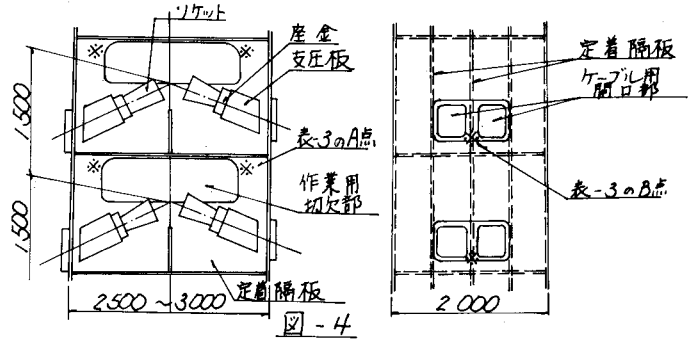
比率

応力度	定着縦桁		上フランジ(定着縦桁直上)		上フランジ(鋼床版部)	
	SMA 50	SMA 50	SMA 50	SMA 50	SMA 41	SMA 41
有限要素法の値	σ	τ	σ	τ	σ	τ
有限要素法の値	-823	491	-627	381	-406	262
慣用計算法の値	-782	570	-712	596	-504	280
比率	0.95	1.16	1.14	1.63	1.24	1.10

局部応力によるためであると考えられる。その位置での定着継断断面の平均圧縮応力の有限要素法による計算値は、425kg/cm²、慣用計算による結果782kg/cm²と比較して、かなり低くなっている。

3. 塔側のケーブル定着点の設計

塔側定着点の構造は図-4に示す通りで、ケーブルリベット部へ座金の及力を、3枚の定着隔板の側面に設けた変圧板に受け持たせ、変圧板より定着隔板、塔フランジへと応力を伝達させるようにした。この構造の場合、(1)外側定着隔板は、変圧板の板厚中心と定着隔板の板厚中心の偏心により生ずる

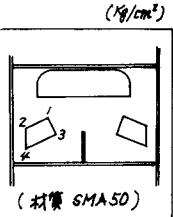


面外曲げモーメントを覚けること。(2)定着隔板の作業用切欠部および、塔フランジのケーブル用の開口部の周辺に応力集中が考えられること、なほから、これらの影響を十分調査しておく必要がある。そこで、ケーブル軸力に最大値を与える荷重状態(D+L+PS)に対し、有限要素法により、つぎの2つの解析を行った。(1)定着隔板のみの応力解析。(2)定着隔板、塔フランジ、塔腹板を一体とした立体応力解析。応力解析はPWS271定着点を対象として行い、PWS184、PWS114についてはその計算結果を換算した。まず定着隔板については、面外曲げモーメントの

表-2

影響の大きい外側定着隔板について解析結果をまとめる表-2の通りである

場所	応力	面内荷重による応力度			面外曲げモーメントによる応力度			合計応力度			σ_y
		σ_x	σ_y	τ_{xy}	σ_x	σ_y	τ_{xy}	σ_x	σ_y	τ_{xy}	
外側定着隔板について解析結果をまとめる表-2の通りである	1	75	17	17	1059	1332	135	1134	1349	152	1283
	2	124	-126	52	1199	-1031	165	1323	-1157	217	2182
	3	295	28	22	1211	-1068	129	1506	-1096	151	2278
	4	279	-42	57	1026	-1159	194	1305	-1201	251	2214
面内最大応力		472	-9	93	266	-223	20	738	-232	113	899



この表によると面外曲げモーメントによる応力度が非常に大きく反動的である。したがって面外曲げモーメントを覚げない中央定着隔板については、応力的には十分余裕があることがわかる。

つぎの全体の立体解析は、ケーブル軸力の鉛直分力のみ載荷した状態で行った。定着隔板、塔フランジとも、切欠部あるいは開口部から離れたい所では、応力均一化されているが、切欠部、開口部の周辺に応力集中が生じた。応力集中部の最大応力 σ_0 は、切欠部、開口部周辺の、直上の2段のケーブル軸力鉛直分力による応力度 σ_1 、3段目以上のケーブル軸力鉛直分力による応力度 σ_2 、中央径間側と側径間側のケーブル軸力の水平分力の差による曲げ応力度 σ_3 を、次式で照査した。

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$$

表-3

安全側のため、 σ_3 としては塔の曲げモーメントが最大となる荷重状態を採用している。主要部について計算すると表-3の通りである。応力集中部の値は、上段側は σ_3 が大きく、下段側は σ_2 が反動的となっている。

着目点		材質 SMA50 (kg/cm ²)			計
		σ_a	σ_b	σ_m	
定着隔板 A	4段目ケーブル定着点直下	1370	280	195	1845
	10段目ケーブル定着点直下	726	1011	277	2014
塔フランジ B	4段目ケーブル定着点直下	1121	565	269	1955
	10段目ケーブル定着点直下	393	1358	376	2127

4. あとがき

南港南埠頭連絡路橋のケーブル定着点の採用した構造を紹介した。ケーブル定着点は、ケーブル軸力が集中的に作用し、局部的に大きな応力が作用する。特に断切欠損による応力集中の程度については、十分に確認する必要がある。本文では、本稿に有限要素法を適用して、定着点付近の応力分布を明らかにし、その安全性を照査した結果について述べた。