

大阪大学 工学部 正員 小松 定夫

大阪市 土木局 正員 松川 昭夫

三菱重工 神戸研 正員 〇 市場 悟

1 まえがき

本橋のケーブルと主桁との定着部では、デッキプレートとボトムプレート間に2枚の縦シャイベを橋軸に平行に設け、縦シャイベの橋軸方向部にはそれぞれ横シャイベが橋軸方向直角に配置されている。さらに2枚の縦シャイベ間には5枚のケーブル定着桁（最上段定着桁はデッキプレートに剛結）が取り付けられている（図-1参照）。主桁は中間橋脚上のタワーから斜めに張られたケーブルによつて吊られているため、ケーブル定着点ではケーブル方向へ集中的に外力を受けるが、この外力（ケーブル力）は、まずケーブル定着桁によつて4段4列に分散された後、縦シャイベを介して、デッキ、ボトム両プレートおよびウェブプレートに伝達され、最終的には主桁全体に均等分布される。

本研究は導入されたケーブル力

の主桁断面への伝達状況を調査するために、模型を使用してケーブル力に相当する荷重をケーブル定着桁に加え、主に縦シャイベとデッキ、ボトム両プレートとの境界線上および縦シャイベ内の応力の分布を測定し、あわせて理論計算値と対比検討したものである。

2 模型実験

模型は上段ケーブルに対する中央径間側定着部を含む実橋の主桁長14.0mを想定し、縮尺はこれの1/3とした。したがって模型寸法は長さ4660mm、デッキ巾員（張り出し部を除く）3500mm、ボトム巾員2267mm、桁高1012mmとなり、板厚はデッキ、ボトム両プレートがそれぞれ8mm、他の部材はすべて4.5mmである。

材質はS S 4 1である。

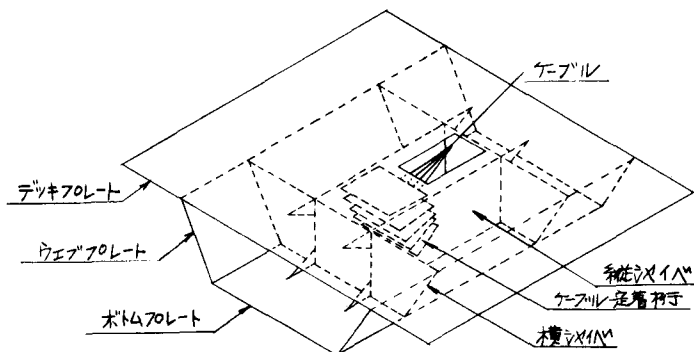


図-1 ケーブル定着点付近構造図

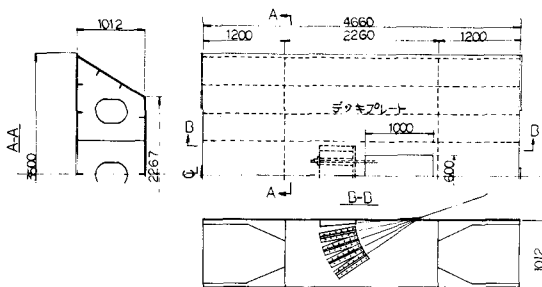


図-2 模型寸法

模型の構造は実橋と同様に縦シャイベおよび横シャイベをそれぞれ2枚ずつ配し、縦シャイベ間に5枚のケーブル定着桁を設けた。またデッキプレートには $1000\text{ mm} \times 600\text{ mm}$ のケーブル貫通用孔1ヶを設けた(図-2参照)。模型はテストフロア上 300 mm の高さに浮かせ、この位置で橋長方向両端をそれぞれ3ヶ、計6ヶの支持治具で固定した(両側ウェブおよび橋軸中心線を固定)。

載荷方法は図-3に示すように、まず模型に対して独立した載荷用フレームを組み、このフレームの水平ビーム部に橋軸中心より分け水平に 400 mm の間隔で2ヶの孔をあけ、これを5段に配列した。さらに、これらの孔に2本のP C鋼棒($L = 2500 \sim 3000\text{ mm}$, $\phi = 33\text{ mm}$)を貫通させ、各鋼棒の一端にセンターホール型ジャッキ(容量 30 T)を、他端をケーブル定着桁にそれぞれ固定することによりP C鋼棒を介してケーブル定着桁に引張力を導入する機構とした。載荷荷重は最上段ケーブル定着桁 16 T 、それぞれ 50 T までである。

測定項目は応力およびタワミである。応力測定を行なった部材はケーブル定着桁、縦シャイベ、デッキおよびボトムプレートで、いずれも電気抵抗線歪計を貼付した。

またタワミ測定は主桁部の上下方向について行なった。

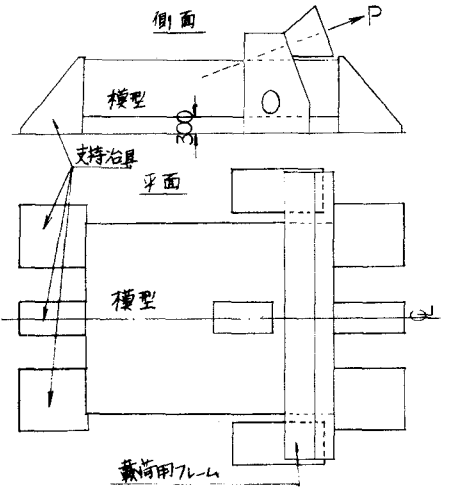


図-3 模型配置図

3 構造解析

本模型に対する応力解析は薄板および梁からなる立体的な構造物の有限要素法による解析プログラムを用いて行なった。薄板構造物では平板の面内剛性および曲げ剛性を考慮しなければならないが、一般に外力に抵抗しているのは面内剛性であり、かつ板の曲げ剛性は面内剛性に比べてかなり小さいため、本プログラムでは板の曲げ剛性を無視している。(梁の曲げ剛性も同様に無視し、トラス材と考えている。)従つて節点変位のベクトルは x, y, z 方向の変位 u, v, w の3成分からなり、スローブに関する成分はない。

3-1 有限要素*

有限要素として長方形要素、三角形要素、梁要素の3種類を用いられるが、本模型では長方形および三角形要素のみを用いた。ここでは一例として長方形要素の場合のみを示す。図-4に示すような長方形要素を考えると部材座標系に対するつり合方程式は次式で表わされる。

$$\begin{Bmatrix} *X_i \\ *X_j \\ *X_k \\ *X_l \\ *Y_i \\ *Y_j \\ *Y_k \\ *Y_l \\ *Z_i \\ *Z_j \\ *Z_k \\ *Z_l \end{Bmatrix} - \begin{bmatrix} *1k_r & & & 0 \\ & 8 \times 8 & & \\ & & & 0 \\ & & & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} *u_i \\ *u_j \\ *u_k \\ *u_l \\ *v_i \\ *v_j \\ *v_k \\ *v_l \\ *w_i \\ *w_j \\ *w_k \\ *w_l \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

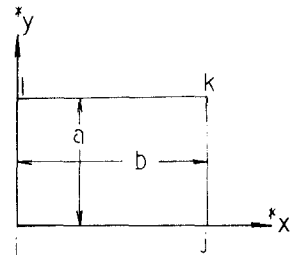


図-4 長方形要素の部材座標系

ここに u_n, v_n, w_n はそれぞれ節点 n の x, y, z 軸方向 (z 軸は x 軸, y 軸と右手系をなすように定める) の節点変位であり, X, Y, Z はそれぞれ x, y, z 軸方向の節点力である。

(1)式の部分マトリックス K_T は, 変位関数を次のように仮定して求めた二次元平面応力場における長方形要素の剛性マトリックスとした。剛性マトリックスの他の部分は, 面内剛性のみを考慮するとい

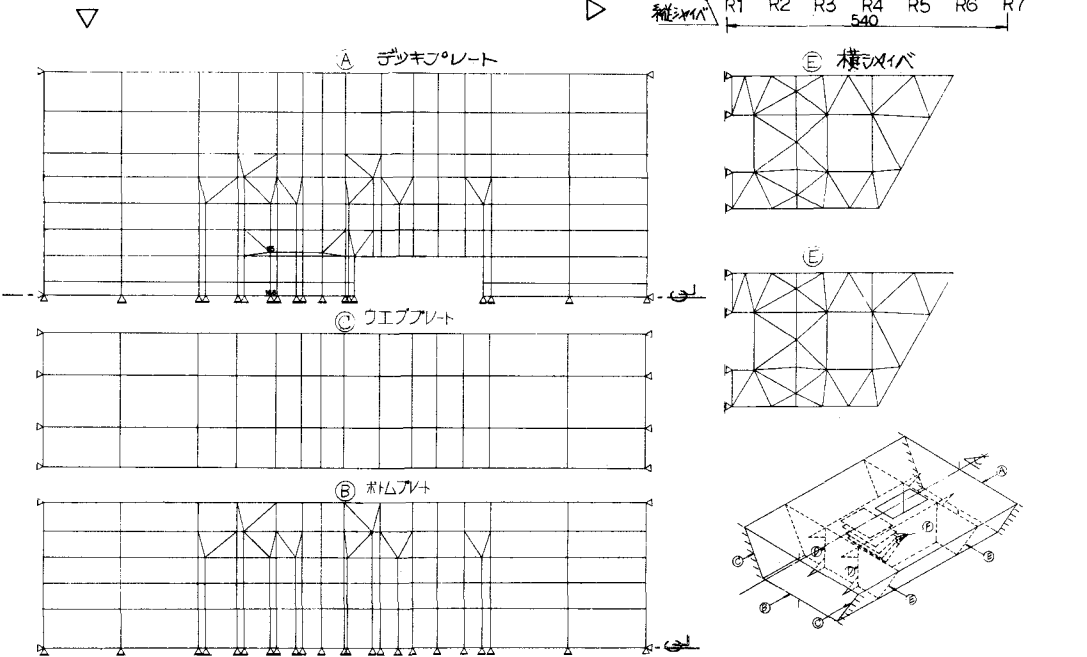
$$\left. \begin{aligned} u &= \alpha_1 + \alpha_2^* x + \alpha_3^* y + \alpha_4^* x^* y \\ v &= \alpha_5 + \alpha_6^* x + \alpha_7^* y + \alpha_8^* x^* y \end{aligned} \right\} \text{----- (2)}$$

う本プログラムの仮定から, すべて零となる。

3-2 数値計算

本プログラムは前述のように立体的な板構造の解析が可能であるが, 板の面外曲げ剛性を無視しているため, 本模型の解析にあたっては次の方法を用いた。ケーブル定着桁に図-5のように荷重を加えると縦シャイベは面外曲げモーメントを受けるため, 本プログラムをそのまま適用せず, まず縦シャイベの面外曲げ剛性を無限大と仮定し, ケーブル定着桁をこれに両端剛結された1枚の平板と考えて2点荷重時の応力計算を行ない, 図-5の $R_1 \sim R_7$ の各支点反力(ケーブル定着桁と縦シャイベ境界線上の反力)を求めた。さらに全体系については上記反力を全体系の基本座標について水平方向分力と鉛直方向分力に分けて, 図-7に示す縦シャイベのP't. 209~252に面内荷重として与え, 本プログラムを用いて応力計算を行なった。各部材の要素分割図を図-5, 6, 7, に示す。

図-6 全体系の要素分割 図-5 ケーブル定着桁の要素分割



計算結果の一
例として、3段
目のケーブル
定着部に載荷
した場合の値
を実測値と対
比して図-8
，9，10，に
示す。

4 むすび

立体薄板構造物
の応力解析プロ
グラムを用いて、淀
川新橋のケーブル
定着部の応力解析
を行なったが、実
測値と非常によく
一致した。従つて
平板の曲げ剛性を
無視した本プロ
グラムを用いてケー
ブル力の主桁全体
への伝達状況をは
握することが可能
である。

5 参考文献

* 三菱重工技報
有限要素法による
立体薄板構造物の解析
東京大学 川井忠彦
吉村信敏
三菱重工 大坂憲司
森田寿郎

① 縦シヤイバ

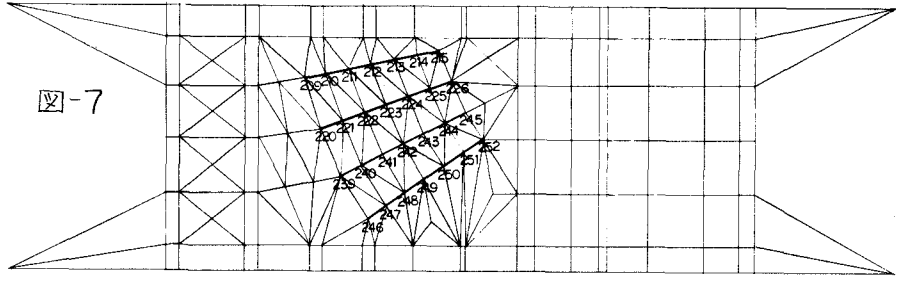


図-7

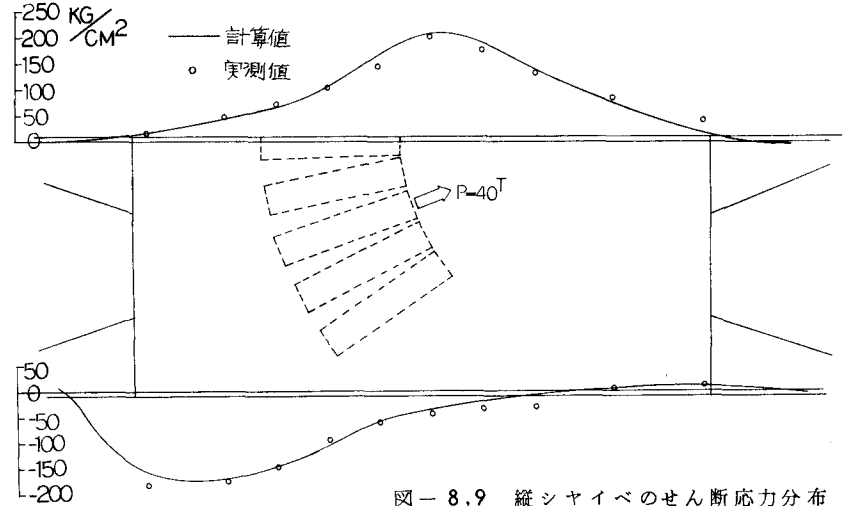


図-8,9 縦シヤイバのせん断応力分布

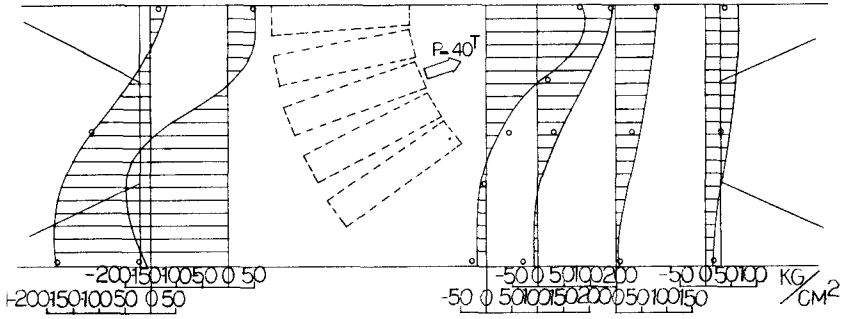


図-10 デッキプレートの橋長方向応力分布