

(株) 三菱重工業 神戸研

今政 博郎

正員。市場 悟

1. まえがき

斜張橋においては中間橋脚上の塔頂から斜めに張ったケーブルを主桁タに定着させ、これによって主桁タを支持している。したがって、主桁タケーブル定着位置では集中的に導入されたケーブル力が斜め上方への外力として作用するが、このケーブル力を鉛直方向分力と水平方向分力とに分けて考える。鉛直方向分力は主桁タに対してせん断力および曲げモーメントを生じせしめ、また水平方向分力は橋長方向の軸力として作用するが、この力がケーブル定着部から主桁タの全断面に均等分布されるまでの過程が明らかでない。したがって、本研究では特にこの点に注目して、簡単な箱桁タの模型実験により、ウエスフォレートから導入された橋軸方向水平力の伝達状況を調査し、基礎的な資料を得ることを目的とした。

2. 模型実験

模型および
載荷方法の
概略を図1に
示す。

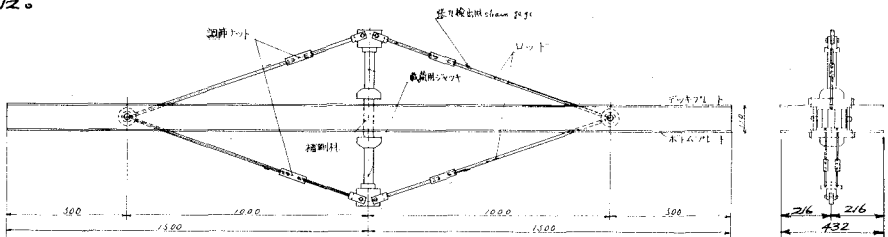


図1 模型概略図

本模型の製作

にあたっては理論解析の際に境界条件をできるだけ明確にするために、ケーブル定着部の構造を簡単にした。すなわちケーブル定着位置は橋長方向中央断面から両側桁端方向へそれぞれ1000mmはなれた断面に設け、各断面の2枚のウエスフォレートの桁端方向中央奥に1本のシャフトを橋長直角方向、水平に貫通させて、これにケーブル相当部材(本模型ではケーブルのガカリにテッキフォレート側にφ18mm ロッド1本、ボトムフォレート側にφ14mm ロッド2本を使用し、主桁タにネジリガからなないように注意した)を結合した。なお模型の材質はSS41である。

載荷方法は橋長方向中央断面のテッキフォレート、ボトムフォレート上にそれぞれ1台のジャッキを斜張橋タワーの代りに設置し、その頂部に前述のロッドの連結部を固定して、これら2台のジャッキを操作することにより、ロッドを通じて主桁タに橋長方向圧縮力のみが導入されるように考慮した。

3. 応力解析

本模型に対する応力解析は1)有限要素法(FINITE ELEMENT METHOD)および2)ノルトエルベ橋(西独・斜張橋)のケーブル定着部の設計に用いられた仮想応力分布による計算法²⁾の通りで行った。

3.1) 有限要素法

本計算法を使用するに際して以下に示すような二種類の考え方を採用した。

3.1.1 方法1 本模型の主ゲタ断面は上下左右対称であるため、 $\frac{1}{4}$ 断面についてのみ考える。本計算では平面内応力計算プログラムを使用するため、ウェブプレートとデッキプレートとをそれぞれ別個に計算する。まずウェブ

プレートの計算ではデッキプレートの中身の $\frac{1}{2}$ をウェブプレートの一部とみなして、各分割要素の応力を求める。次にデッキプレートについては逆にウェブプレート部分をデッキプレートの一部とみなして、ウェブ高さの $\frac{1}{2}$ を板厚と考え、さらに $\frac{1}{2}$ 段階で求められたデッキプレートの橋軸方向応力 σ_x から作用力 F_x を算出して、これを外力として与えてデッキプレートの各分割要素の応力を求める。(図2)

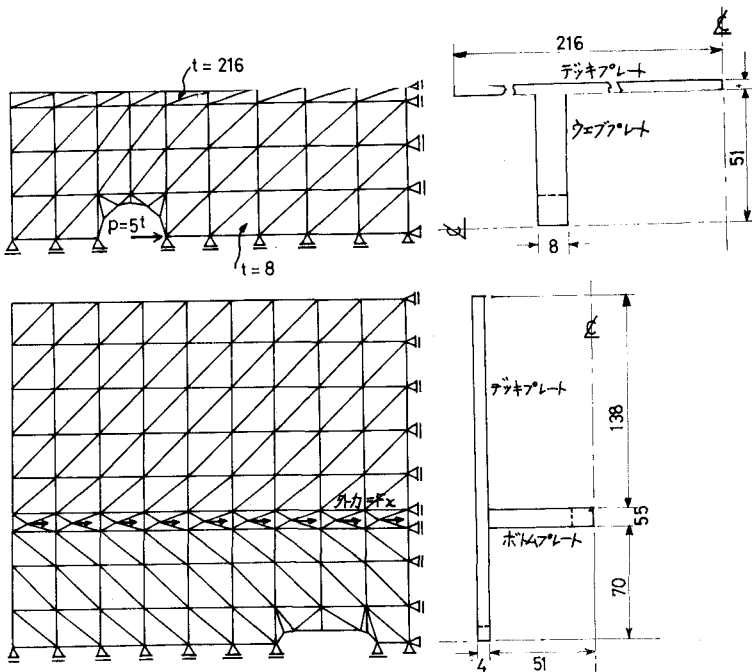


図2 FINITE ELEMENT METHOD (方法1)

3.1.2 方法2 この方法は前述の主ゲタ $\frac{1}{4}$ 断面を展開して、1枚の平板として考える。すなわち、図3に示すように $\frac{1}{4}$ 断面のデッキプレートの張り出し部とボックス部分を重ね合わせて、板端部に適当な支持条件ならびに荷重条件を与えて解く方法である。(図3)

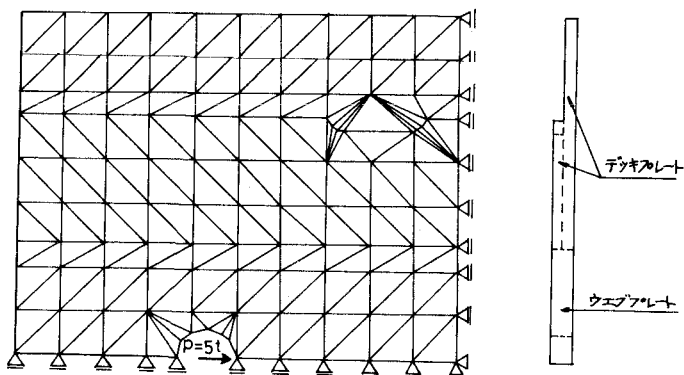


図3 FINITE ELEMENT METHOD (方法2)

3.2) 仮想応力分布による計算

この計算法ではウェブプレート

着力点から導入された水平力はある一定の角度でデッキプレートに分散、伝達され、さらにデッキプレート内においても同一角度を保って伝達されると考える。また本計算では前述の有限要素法の場合に用いたように箱ゲタを平板に展開して考えると同時に、ウェブプレートに着力点前方 α° と後方 β° に囲まれた範囲では橋長方向応力 σ_x は β° の直線上で頂点をもち、かつ β° の直線上で $\sigma_x=0$ となるような放物線分布と仮定する。以上のような考え方に基いて、上記平板を細かく分割し各断面における応力と外力 P との釣り合い関係から応力を求める。(図4)

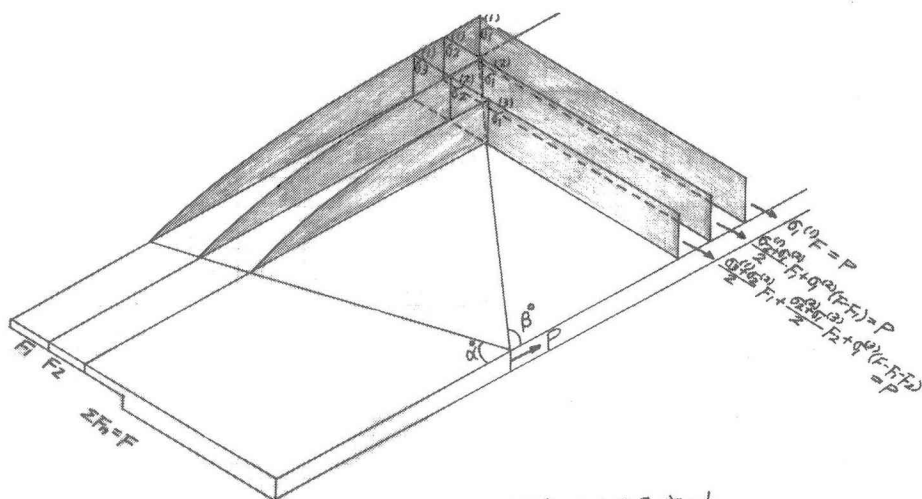


図4 假想応力分布角度法

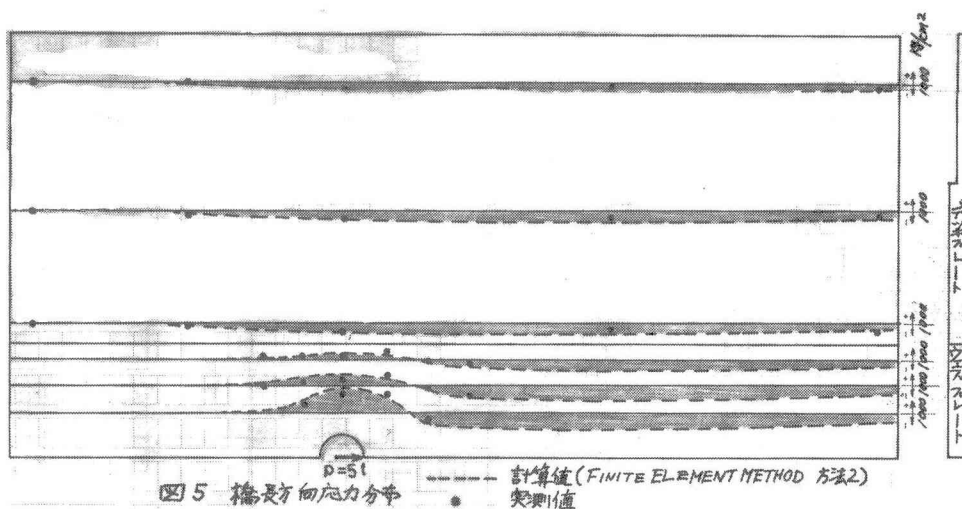


図5 橋長方向応力分布

以上の諸方法による計算結果のうち、ここでは紙面の都合上、有限要素法（方法2）による計算値と実測値を対比して図5に示す。

4 まとめ

- 1) ウエスフロートの水平力の作用点近傍では、かなりの応力集中が見られ複雑な応力分布状態を示す。
- 2) テッキフロートの橋長方向応力は水平力の作用線方向から反対（テタ端方向）に向って、ほぼ放物線状に減少する。この場合、水平力の作用断面からテタ端方向へも圧縮応力として分布し、次が零となる。なお作用断面から作用線方向へ応力が断面一様分布するまでの距離と反対方向へほぼ零となるまでの距離の比は約2:1となった。
- 3) 有限要素法（FINITE ELEMENT METHOD）による応力計算では、模型を展開して一枚の平板とした場合、計算値と実測値はほぼ一致した。なお本模型を分解してウエスフロートとテッキフロートを

別個に計算する場合にはデッキフロートの有効巾を考慮に入れる必要がある。

4) 橋長方向応力分布角度を適当に選ぶことにより、これを用いた計算値は作用点近傍以外で比較的正確な値を与える。

参考文献

- 1) PLANE STRESS ANALYSIS , PLAN Version-1 MCC
- 2) Die Brücke über die Norderelbe im Zuge der Bundesautobahn
Südliche Umgehung Hamburg. Stahlbau 1963