

斜張橋主桁のケーブル定着部の強度について

東邦ガス（株） 正員 小島清嗣
名古屋大学 正員 伊藤義人
大阪大学 正員 福本啓士

1. はじめに

斜張橋の主桁とケーブルを定着する部分は、ケーブル張力という集中力が直接導入されるため応力集中が生じやすい。Fig.1は名港西大橋の定着構造を示したものである。この種の定着構造は本橋で初めて採用されたものであり、外側ウェブに鋼管を割り込ませ、その中にケーブルを通して鋼管の下端において定着するのが特徴である。本研究では、FEM解析及び名港西大橋の設計に際して行われた模型実験のデータを用いて、鋼管を用いた定着形式の応力伝達状況及び変形特性をまとめた。

2. FEM解析について

定着部は、上下フランジ、ダイヤフラム、ウェブ及び鋼管が複雑に接合した構造である。本研究では、境界の変位及び応力の連続性をよくすることと、鋼管の偏平化による変形にも十分対応できるように、8節点のアイソパラメトリックシェル要素を用いた変位-歪関係には、微小変形理論を用いている。実験で求めた耐荷力特性を検討するために弾塑性解析も行った。

3. 基本模型実験とFEM解析

単一箱桁断面（桁高600mm、フランジ幅500mm、スパン長5.7m）の両側ウェブに、鋼管（139φX6.6X700mm）が割り込んだ基本模型についてFEM解析を行い、実験結果と比較した。境界条件は、両端単純支持とし、荷重は、鋼管の下端から押し上げる形で行った。また、鋼管はウェブに直角に割り込んだもの（A-1 type）と、45°に割り込んだもの（B-1 type）を考えた。Fig.2にA-1 typeの荷重-変形（スパン中央の鉛直変位）曲線を示す。実験値と解析値は非常によく一致しており、両者ともせん断変形を考慮したはりの弾性理論解よりも変形がやや大きく出ているのは、鋼管の偏平化に対する剛性がフランジ及びウェブの伸び剛性に比べて小さく、鋼管を含んだことによって断面剛性が低下したためである。Fig.3は弾性範囲における鋼管近傍の上下フランジ及びウェブの橋軸方向垂直応力 σ_x の分布図を示したものである。ウェブの鋼管近傍では、はり理論による三角形分布より小さく、フランジでは逆に大きくなっていることがわかる。

4. 大型模型実験とFEM解析

名港西大橋のケーブル定着位置の前後6パネル（1パネルはダイヤフラム間隔）を取り出した部分縮尺模型（長さ7.25m、幅3.88m、高さ1.11m、鋼管の角度45°）についてFEM解析を行い、

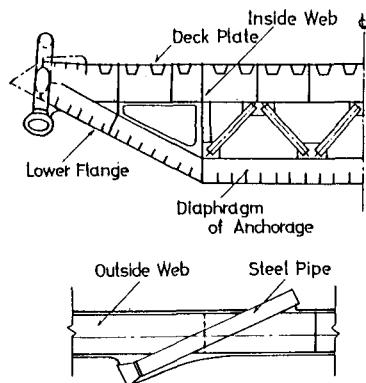


Fig.1 Cable Anchorage of Meiko-Nishi

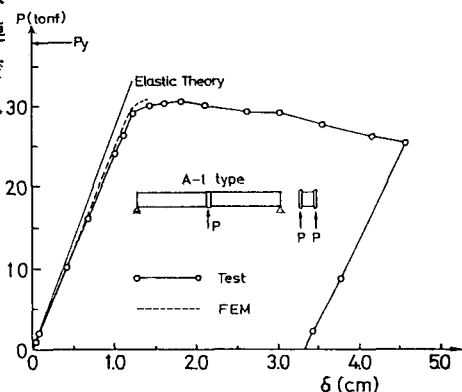


Fig.2 Load-Deflection Curves

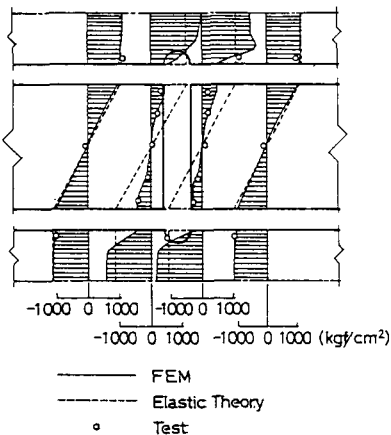


Fig.3 Stress Distributions

実験結果と比較した。境界条件は、両端で単純支持とした。Fig.4は、外側ウェブと鋼管の主応力分布を矢印によって示したものであり実験値と解析値はよく一致していることがわかる。また、Fig.5は、FEM解析値の橋軸方向垂直応力から主桁を通常のはりと考えてケーブル張力の鉛直分力が作用しているとして求めた理論値を差し引いた応力分布をハッチングによって示したものである。この図から、付加的に大きな応力が発生する箇所は、鋼管から前後ダイヤフラムまでの間隔であることがわかる。

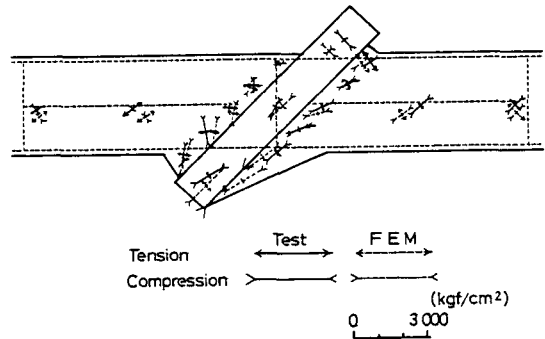


Fig.4 Principal Stress Diagram

5. 実橋の定着部の解析と簡易設計法について

名港西大橋のケーブル定着部の簡易設計法は、豊里大橋で採用された付加応力分布を仮定する方法を多少修正して用いている。その際、斜め方向から導入されるケーブル張力は、水平分力と鉛直分力に分けて考えられる。Fig.6は、実橋のC17ケーブルの定着位置（ケーブル角度 30° ）におけるダイヤフラムのせん断応力をFEM解析値と簡易設計法で比較したものである。Fig.6(a)の中央ダイヤフラムの簡易法の値は、鉛直分力が内側ウェブを固定端とした上下フランジとダイヤフラムから成る片持梁として抵抗すると考えて算出しているため、解析値の10倍以上の値となっている。一方、その前後のダイヤフラムでは、Fig.6(b)に示すように中央ダイヤフラムの1/2程度発生している。

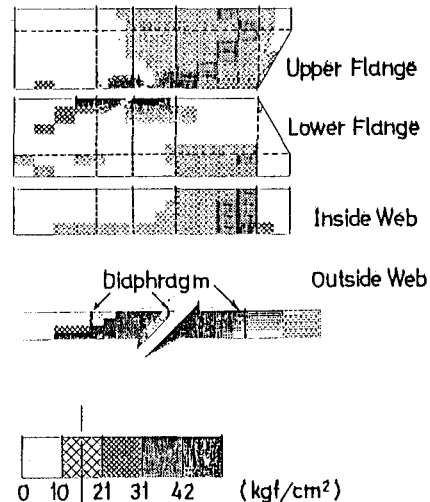


Fig.5 Stress Distributions

6. まとめ

基本模型、大型模型及び実橋寸法の解析と実験結果より以下の結論を得た。

1) 基本模型のように断面の鋼管の占める割合が大きい構造物では、鋼管の偏平化に対する剛性がウェブ及びフランジの伸び剛性に比べて小さいために桁の曲げ剛性が低下する。

2) 名港西大橋で採用された簡易設計法に従ってケーブル定着位置のダイヤフラムを設計すると安全側に評価しすぎることになり、隣接ダイヤフラムと外側ウェブもケーブル張力の鉛直分力に対して抵抗すると考えると、より現実的である。

参考文献

1) 福本、伊藤：名港西大橋ケーブル定着部の強度に関する実験的研究、名大土木研究報告書No.8302、昭和58年7月。

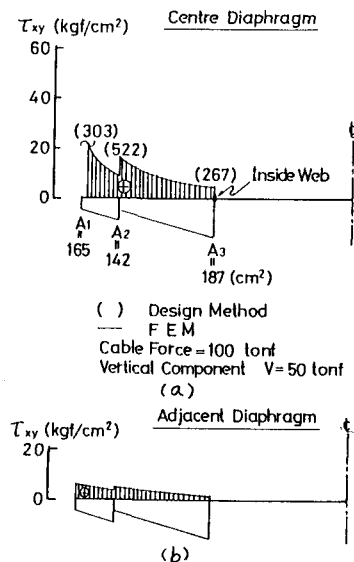


Fig.6 Shear Stress Diagrams