

I - 50

鋼箱桁支点上ダイヤフラムの弾塑性大変形解析

信州大学工学部 正 員 清水 茂

信州大学大学院 学生員 ○田中伸尚

1.はじめに 鋼箱桁橋において重要な構造部材の1つである支点上ダイヤフラムは、大きな支点反力を支承より円滑に主桁に伝達する重要な役割を担っている。すなわち、支点上ダイヤフラムは強度部材であると言える。このことから、支点上ダイヤフラムの設計は、その機能から、耐荷力問題として取り扱わなくてはならない。

現在、この支点上ダイヤフラムを設計する場合、わが国の示方書においては、いまだ、その合理的な設計方法は確立されていないために、設計業務に携わる技術者は、鋼道路橋設計便覧を参考書として使っている。しかし、この便覧は、単なるガイドラインを示したもので、明確な根拠をもとに決められたわけではない。また、英国では、IDRやBS5400 Part.3に、一様の設計規準が示されている。しかし、十分であるとはいえない。

本研究は、清水ら^{1) 4)}の研究に引き続き、支点上ダイヤフラムの耐荷力・崩壊挙動に注目して、北田・小松らの弾塑性大変形のための荷重増分法を弧長増分法に改良した有限要素法により、支点上ダイヤフラムについて数値解析を行なった。

2.解析モデル 本研究で用いた数値解析モデルを図1-1に示す。このモデルは、ダイヤフラムの両面に垂直補剛材がついたもので、福本、清水²⁾らが実験に用いた模型を参考として形状・寸法などを決めている。図1-1a)に示すように、このダイヤフラムは、長さ30cmのウェブとフランジを取り付けてある。ダイヤフラムの断面は、図1-1b)に示すように、桁高 $D=144\text{cm}$ 、幅 $B=96\text{cm}$ であり、腹板厚さ1cm、上下フランジの板厚2cmである。また、垂直補剛材は高さ10cmとして、X-Y面内にあるダイヤフラムパネルの両面に主桁ウェブより内側に14cmの位置とダイヤフラムパネルの中心に取付けた。このように、3ヶ所に垂直補剛材を配置したのは、支点上断面で、1点支承、2点支承との支持条件が異なる場合のダイヤフラムの耐荷力・崩壊挙動および応力分布などの相違を調べるためである。荷重は、清水らの研究^{2) 3)}を参考に、図1-2に示すように、ダイヤフラム側辺に左右対称な等分布せん断力を作用させたものと、ダイヤフラム側辺に左側と右側との等分布せん断力の大きさの比を2:1として載荷したものの2種類を考慮した。また、この解析モデルの境界条件は、ダイヤフラムパネル周辺で、面外方向(Z方向)に単純支持とし、支承に当たる位置で全方向について拘束した。

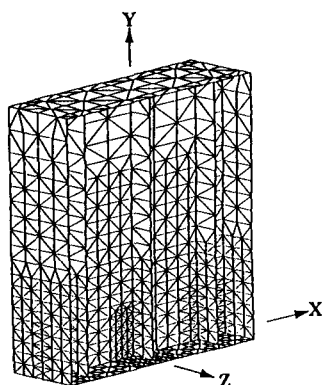
材料特性は、SS400を想定しており、材料の降伏応力 $\sigma_y=235\text{MPa}$ 、ポアソン比 $\nu=0.3$ 、弾性係数 $E=206\text{GPa}$ である。使用の材料は、等方性で、かつ完全弾塑性体であり、Von Misesの降伏条件に従うものである。そして、各モデルとも、ダイヤフラムの左右の中央パネルに、初期不整として、最大値が $W_0=0.8\text{mm}$ の正弦半波からなる初期たわみを与えている。

3.解析結果 図2-1は、解析モデルにおいて、左側の荷重集中点の補剛材とウェブとにはさまれたダイヤフラムパネルで、ウェブからX軸方向に+5cm、そしてダイヤフラムの下側から高さ3cmの位置にある点163における面外変形(Z方向)について、荷重-面外変形曲線の形で示したものである。図2-1より、点163の面外変形は、いったん正方向に変形するが、荷重が最高荷重の直前付近に達したところで、急に負の方向に変形している。これは、最高荷重に達する前後で、変形モードが変化しているためである。

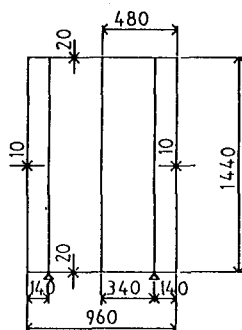
図2-2に、左右対称な等分布せん断力を作用させたモデルについて、最高荷重時における(a)ダイヤフラムの中央面における主応力の方向と大きさを示してある。まず、図2-2a)に示したダイヤフラムの応力分布を見ると、支点上ダイヤフラムの役割である、支点反力を吸収し、それを桁に伝達させているよう

すがわかる。すなわち、支点上付近では、支点より放射状に拡がる圧縮応力が見られる。腹板と支点上補剛材にはさまれた側パネルでは、支点付近を除いて、主応力の方向はほぼ 45° に傾いていることがわかる。これは、側パネルでせん断応力が卓越していることを表している。このほかの結果は、当日発表する。

4. 参考文献 1) 清水：47回年講I-26、pp.228-229,1992 2) 福本・清水・古田：土木論文318号、pp.149-161,1982 3) 清水・梶田・成岡：土木論文276号、pp.13-23,1978 4) 清水：JCSR投稿中

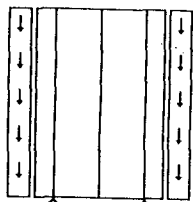


(a) 解析モデルの形状

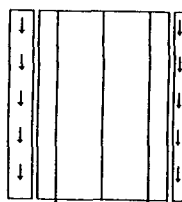


(b) ダイアフラムの断面図

図1-1 解析モデル



(a) 左右対称な等分布せん断力



(b) 左右非対称な等分布せん断力

図1-2 荷重

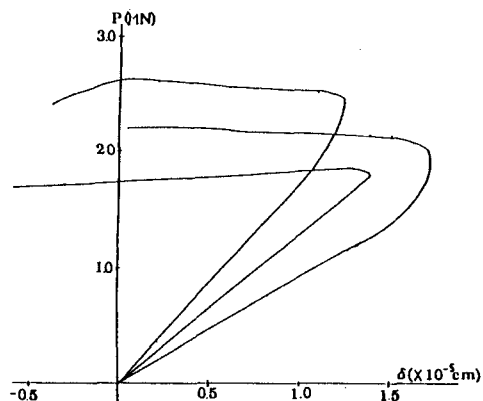


図2-1 荷重-面外変形曲線（点1 6 3）

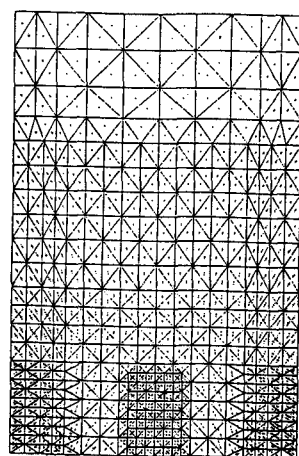


図2-2 主応力図 (a) ダイアフラム