

I-26 鋼箱桁支点上ダイヤフラムの大変形解析

信州大学工学部 正 ○清水 茂

1. はじめに 鋼箱桁の支点上ダイヤフラムは、周知のように、支承からの反力を受け、それを桁に伝達する重要な部材である。この支点上ダイヤフラムについては、英国では一応の設計基準が提案されているが、わが国の示方書では、今だに明確な設計基準が示されていない。

支点上ダイヤフラムの最初の役割である、支承からの反力を受けることについては、支承直上の補剛材部分を、示方書に定められた荷重集中点と同様に、柱として扱うことにより、一応の設計は可能である。しかし、支点上ダイヤフラムのもうひとつの重要な役割である、反力を桁に伝達することについては、板としてのダイヤフラム自身の強度が問題となる。

依田らは、支点上ダイヤフラムについて数値解析を行ない、その必要剛度は中間ダイヤフラムの2倍程度とすればよいことなどを示している¹⁾。しかし、文献1)のこの結果は、ダイヤフラムの剛度と桁の断面変形の関係などをもとに決められており、ダイヤフラム自身の強度は考慮されていないようである。

一方、著者らが行った、支点上ダイヤフラムについての解析や実験から、ダイヤフラム内の応力分布は、箱桁の断面形状やダイヤフラムの板厚により異なること、場合によっては載荷点からかなり離れた位置にも大きな応力が発生すること、ダイヤフラムが破壊すると、桁は健全なままでも突然除荷状態となることなどがわかってきている²⁾³⁾。

以上の観点から、本報文では、支点上ダイヤフラム自身の強度に注目する、という、言わば原点に帰った形で、支点上ダイヤフラムの挙動を有限要素法により調べることにする。解析は、北田・小松らの弾塑性大変形のための荷重増分法による解析手法を、弧長増分法に改良したものによった。

2. 解析モデル 図-1に、解析に用いたモデルの一部を示す。このモデルは、裏表両面に支点上補剛材のついたダイヤフラムを支承に当たる位置で鉛直方向に拘束し、それに長さ20cmの腹板とフランジをつけたものである。荷重は、著者らの研究²⁾³⁾を参考に、ダイヤフラムと桁との間の不静定力を想定し、図-2のようにかけた。すなわち、図-2(a)は、ダイヤフラム側辺に等分布のせん断力が作用しているもの、図-2(b)は下部に行くほど大きい台形分布のせん断力が作用しているもの、また、図-2(c)は、図-2(b)の状態に、さらに上側からの圧縮荷重を加えたものである。形状・寸法や荷重などを左右対称としたため、解析は、図示した左側半分のみを対象とした。支承部以外の境界条件は、ダイヤフラム部で周辺が面外方向に単純支持、腹板とフランジの縁で面外方向の回転を拘束した。

解析に用いた材料定数は、 $E=206\text{ GPa}$ 、 $\sigma_y=235\text{ MPa}$ 、 $\nu=0.3$ である。また、各部の寸法は、桁高76cm、桁幅 $130/2=65\text{ cm}$ 、支点上補剛材の突出高さ10cmで、各部の板厚はダイヤフラム1.2cm、腹板1cm、支点上補剛材1.2cm、フランジ2cmである。また、ダイヤフラムの中央パネルに、最大0.5cmの正弦波からなる面外初期たわみを与えている。

3. 解析結果 図-2(a)の等分布せん断力が作用した場合の結果を示す。荷重が約590kN付近でダイヤフラム最下部の支承近傍で降伏が始まり、880kNに達するころには、ダイヤフラムの左下や補剛材の下部がほぼ全塑性の状態となった。図-3に、荷重-変形曲線を示す。これらの曲線のうち、記号Z333とあるものは、ダイヤフラムの中央パネルのほぼ中央点におけるZ方向変位を、X163は補剛材の先端の、下から15cmの位置におけるX方向変位、Z123は、補剛材と腹板の間のダイヤフラムパネルの、下から22.5cmの位置におけるZ方向変位を表わしている。Z333では変位は荷重の増加につれて漸増しているが、X163やZ123では塑性域が広がるに連れて変位が急増し、また、変形のモードも変化していることがわかる。図-4には、荷重が約890kNの時の、変形の様子を示す。このほかの結果は、当日報告する。

参考文献 1)依田・平嶋・中田・神田：42回年講I-203、pp.440-441,1987 2)清水・梶田・成岡：土木論文276号、pp.13-23,1978 3)福本・清水・古田：土木論文318号、pp.149-161,1982

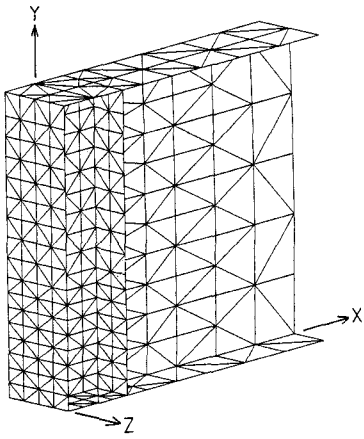


図-1 解析モデル

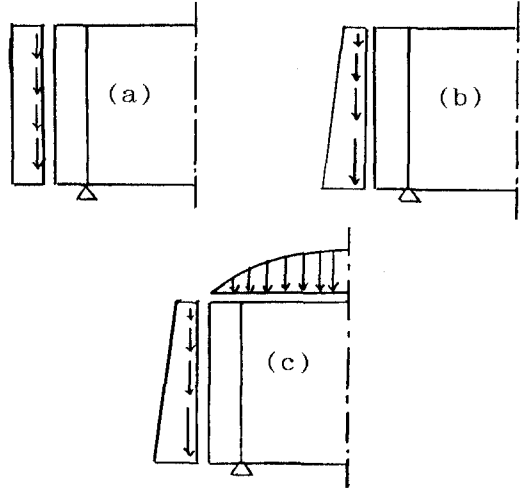


図-2 荷重

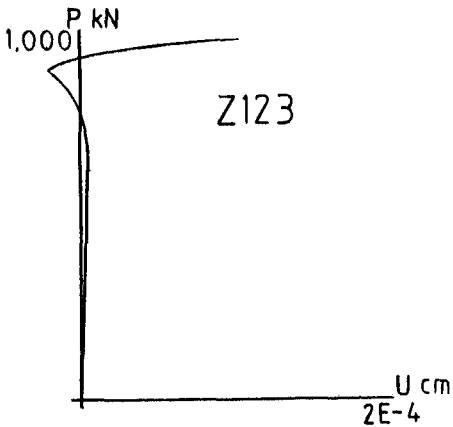
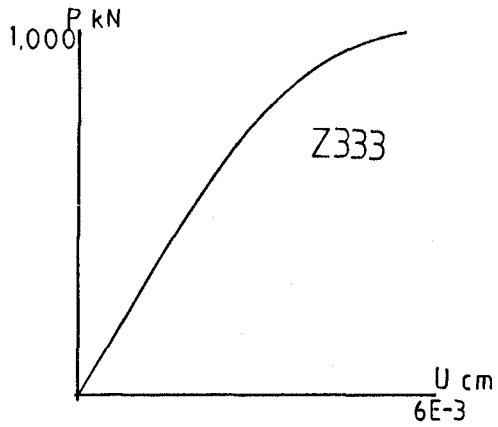
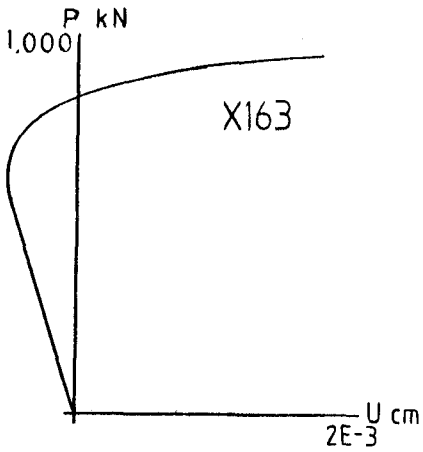


図-3 荷重-変形曲線

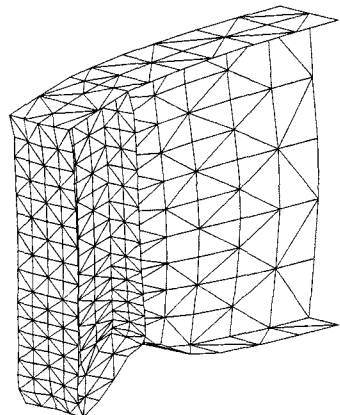


図-4 変形図