

大阪大学大学院 学生員 ○大田 欣史

大阪大学大学院 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

近年、鋼橋の設計や施工に関して合理化や省力化が指摘されている。鋼桁の製作において、ロボット溶接の可動性を上げるためには水平補剛材や垂直補剛材の端に大きなギャップを設けることが望まれる。水平補剛材端ギャップに関しては現行の規定の35mmよりも大きなギャップを設けた場合の曲げ終局強度が既に明らかにされている¹⁾。他方、箱桁製作においては箱桁内での溶接作業を無くすために、150mmの垂直補剛材端ギャップを設けることが提案されている²⁾。著者らはこれまで、垂直補剛材端ギャップがプレートガーダーのせん断終局強度に与える影響を明らかにするために、垂直補剛材端ギャップの大きさの異なる3体のプレートガーダーの静的載荷試験を行った³⁾。その結果、垂直補剛材端ギャップの小さな試験体よりも大きな試験体のせん断終局強度が上昇する場合があった。このような現象が起こった原因を解明するために、本研究では試験体の弾塑性有限変位解析をFEMで行った。

2. FEMモデル

静的載荷試験が行われた試験体の寸法を図-1に示す。これの要素分割図を図-2に示す。対称条件を用いて、1/2モデルによる弾塑性有限変位解析を行った。FEMには汎用有限要素プログラムMARCを用いた。有限要素には8節点厚肉曲面シェル要素(MARCの要素タイプ22)を用いた。鋼材の板厚および材料定数には実測値を使用し、応力とひずみの関係は弾-完全塑性材料とした。荷重は強制変位として与えた。垂直補剛材端ギャップの大きさは、試験体と同じ $g=0\text{mm}$ 、 35mm 、 100mm である。ただし、 $g=0\text{mm}$ は垂直補剛材の両端がフランジと溶接されている。ウェブの初期面外たわみを、実測値を入力した場合とウェブの初期面外たわみを考慮しない場合について解析を行った。ただしウェブの初期面外たわみを考慮しない場合については、数値計算上、大きさが $b/10000$ (ここで b は桁高とする)の微小な初期面外たわみを入力した。

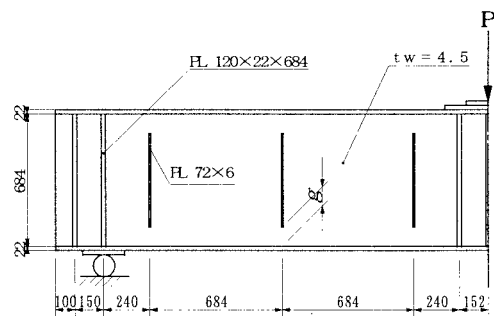


図-1 試験体

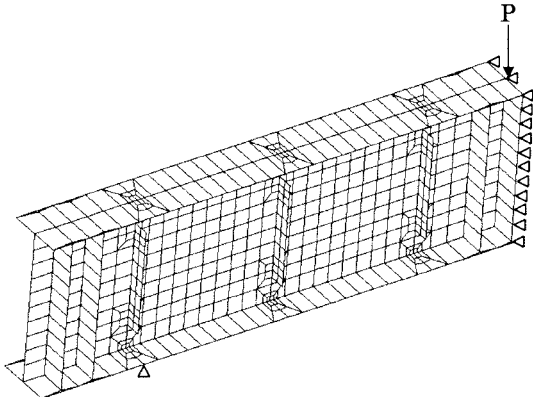


図-2 要素分割図

表-1 最大荷重

g (mm)		0	35	100
FEM値	試験値	1138	1056	1114
	初期面外たわみ考慮	1106	1039	956
	初期面外たわみ考慮しない	1105	1035	957

(kN)

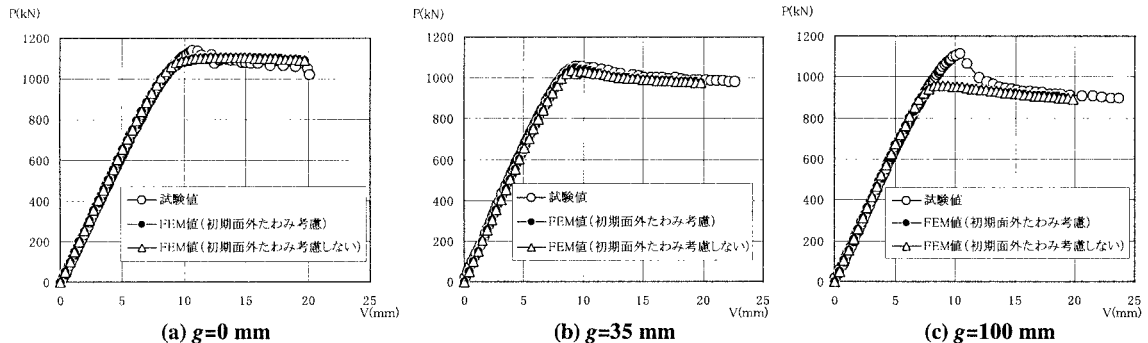
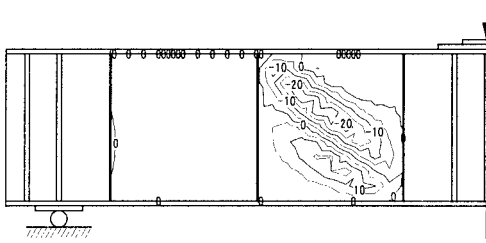
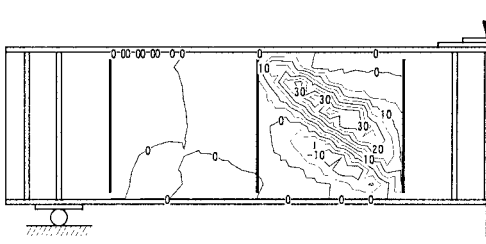


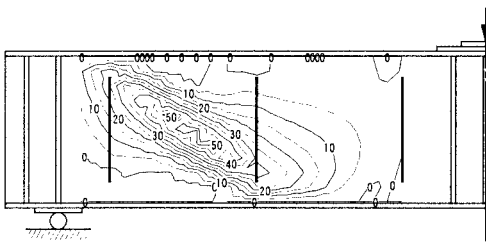
図-3 試験値とFEM値との比較



(a) $g=0\text{mm}$

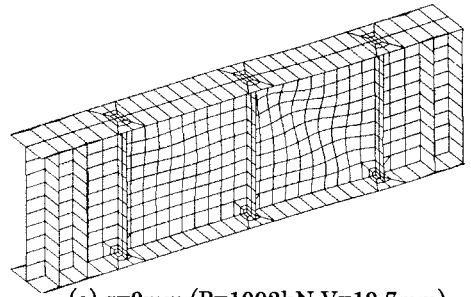


(b) $g=35\text{mm}$

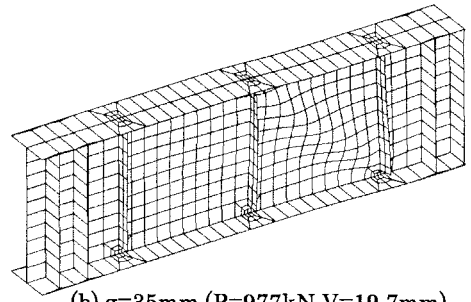


(c) $g=100\text{mm}$

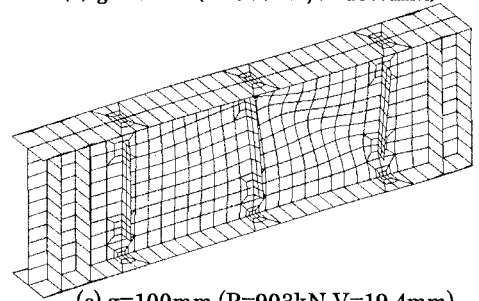
図－4 ウェブの残留面外たわみ



(a) $g=0\text{mm}$ ($P=1092\text{kN}$, $V=19.7\text{mm}$)



(b) $g=35\text{mm}$ ($P=977\text{kN}$, $V=19.7\text{mm}$)



(c) $g=100\text{mm}$ ($P=903\text{kN}$, $V=19.4\text{mm}$)

図－5 FEM における面外変形

3. 試験値と FEM 値との比較

各試験体の荷重 P と鉛直変位 V の関係について、試験値と FEM 値との比較を図－3 に示す。各試験体の最大荷重を表－1 に示す。垂直補剛材端ギャップの大きさが $g=0\text{mm}$ の場合と $g=35\text{mm}$ の場合は、ウェブの初期面外たわみを考慮した FEM 値とウェブの初期面外たわみを考慮していない FEM 値および試験値とがほぼ一致している。つまりウェブの初期面外たわみを入力したことによる変化がほとんどないといえる。 $g=100\text{mm}$ の場合は、ウェブの初期面外たわみを考慮した FEM 値とウェブの初期面外たわみを考慮していない FEM 値とが一致しているが、試験値よりも低い最大荷重を示している。したがって垂直補剛材端ギャップがある大きさのとき、ウェブの初期面外たわみの影響によりせん断終局強度が上昇する場合があると考えられる。

試験のウェブの残留面外たわみを図－4 に示す。ウェブの初期面外たわみを考慮した FEM において、変位増分が最後のステップに達したときのウェブの面外変形を図－5 に示す。垂直補剛材端ギャップの大きさが $g=0\text{mm}$ 、 35mm の場合は、試験と FEM の面外変形が一致している。しかし垂直補剛材端ギャップの大きさが $g=100\text{mm}$ の場合、試験では支点側のウェブパネルが大きく変形し、その変形が載荷点側のウェブパネルまで及んでいるのに対し、FEM では載荷点側のウェブパネルのみが変形している。図－3 において $g=100\text{mm}$ の試験値と初期不整を考慮した場合の FEM 値とが一致しないのは、このようにウェブの面外変形を再現することが出来ていないためであると考えられる。

【参考文献】

- 1) 大倉一郎, 瓦林誠, 嘉指敦: 水平補剛材端ギャップによるプレートガーダーの曲げ終局強度の低下, 構造工学論文集 Vol. 45A, pp171～178, 2000.
- 2) 南邦明: 鋼箱桁製作法に関する 1 提案, 鋼構造論文集, 第6巻, 第 22 号, pp67～78, 1999.
- 3) 大倉一郎, 大田欣史, 瓦林誠: 垂直補剛材端ギャップを考慮した桁のせん断終局強度試験, 鋼構造年次論文報告集, 第8巻, pp25～pp32, 2000.