

愛媛大学工学部	正 員	大賀 水田生
(株) 長 大	正 員	高上 顕
(株)美和建設	正 員	○吉田 勝司
名古屋市役所		今川 雅之

1. はじめに

現在，設計において考慮する初期不整として，道路橋示方書に示される局部的初期不整(Local)および全体的初期不整(Global)は，それぞれの最大変位が $b/150$ (b :板幅), $L/1000$ (L :部材長)と定められているが，この許容量よりも大きな初期変位が許されるならば，製作コストの低減が期待できると考えられる。

そこで，本研究では箱型断面部材(図-1: $L=1200\text{cm}$, $h=b=40\text{cm}$, $t=0.8\text{cm}$, $\sigma_y=450.8\text{MPa}$)について，初期不整の大きさを現行の許容量より大きくした場合の FEM 耐力解析を行い，初期不整の大きさが初降伏荷重および最大耐力に及ぼす影響を検討する。

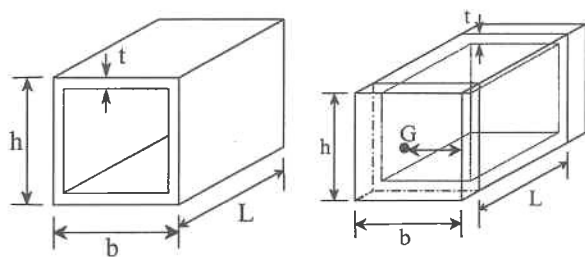
2. FEM 耐力解析

FEM 耐力解析では，9 節点を有するアイソパラメトリック退化シェル要素を用いており，部材端部に軸方向圧縮荷重を加える方法として，部材端部に強制変位法を与える方法を用いている。

3. 解析に導入する初期不整および境界条件

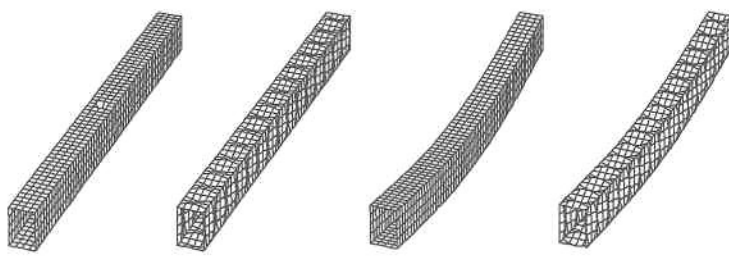
箱型断面部材(図-1)の FEM 耐力解析に導入した初期不整は，一点初期不整(Bulge 型)，局部的初期不整(Local 型)，全体的初期不整(Global 型)，連成的初期不整(Combined 型)の 4 種類である(図-2)。初期不整の大きさは 3 種類としているが，以下に，まず現行の許容値である Imper1 の初期不整の形状および大きさについて述べる。図-2(a)に示す Bulge 型初期不整は，部材中央の上フランジ中央部に z 方向面外変位($W_0=0.5\text{cm}$)を与えたものである。図-2(b)に示す Local 型初期不整は，TMM により得られた軸方向圧縮力を受ける場合の局部座屈モードを初期不整として与えたものである。なお，この場合の初期不整の最大面外変位は道路橋示方書Ⅱ鋼橋編を参考にし， $W_0=b/150$ とした。図-2(c)に示す Global 型初期不整は，部材全体が 1 半波長の正弦曲線を示す変形状と与えたものである。なお，この場合の初期不整の最大面外変位は道路橋示方書Ⅱ鋼橋編を参考にし， $W_0=L/1000$ (L :部材長)とした。図-2(d)に示す Combined 型初期不整は Local 型および Global 型を組み合わせたものである。Imper 2 および Imper 3 は，Imper1 での初期不整の大きさを 2 倍および 3 倍としたものである。また，本研究では，初期不整を与えない場合(Non)の解析も行っている。

次に部材端部の境界条件については，部材両端の断面全体に一定の強制変位を与えることにより荷重を載荷する固定支持載荷状態(Constant: 図-1(a))，および部材両端に載荷板を設け部材断面の重心点に軸方向変位を与えるピン支持載荷状態(One Point: 図-1(b))の 2 種類とした。



(a) 固定支持

(b) ピン支持



(a) Bulge

(b) Local

(c) Global

(d) Combined

図-1 解析モデル(箱型断面部材)

図-2 初期不整

4. 解析結果

図-3, 4 は、固定支持載荷において Imper1 初期不整を導入した場合の解析結果である。図-3 には、荷重－局部面外変位曲線(a), 荷重－隅角部面外変位曲線(b)を示しており、図中の点 A, B, C はそれぞれ初降伏荷重, 最大耐荷力および最終段階を示している。図-4 には、最大耐荷力(図-3：点B)での応力分布を示している。

図-3, 4 から明らかなように、Bulge 型初期不整を導入した場合の部材の挙動は、初期不整を与えない場合(Non)と良く似た傾向を示しているが、その他の初期不整の場合は、初期不整を与えない場合(Non)と異なった傾向を示している。なお、Imper 2, 3 に対する結果は示していないが、Imper1 と同様の傾向を示している。

図-5, 6 には初期不整の大きさを変化させた場合の初降伏荷重および最大耐荷力の Local 型および Global 型初期不整について示している。図-5 より明らかなように、固定支持載荷の場合、Local 型初期不整を導入した場合は、初期不整が大きくなるにともない初降伏荷重および最大耐荷力とも低下する傾向を示している(Imper1 に対する Imper 2, 3 での初降伏荷重の低下率：13.2%，22.0%，最大耐荷力の低下率：7.4%，12.4%)。一方、Global 型初期不整の場合、初期不整の大きさの増大による初降伏荷重および最大耐荷力の低下はほとんど認められない(Imper1 に対する Imper 2, 3 での初降伏荷重の低下率：1.6%，-1.2%，最大耐荷力の低下率：2.9%，0.4%)。

図-6 に示すピン支持載荷の場合、固定支持載荷の場合と異なり、Local 型の場合 (Imper1 に対する Imper 2, 3 での初降伏荷重の低下率：13.9%，18.6%，最大耐荷力の低下率：7.7%，13.0%) のみならず、Global 型初期不整においても初期不整の大きさの増大による初降伏荷重および最大耐荷力の低下が認められる(Imper1 に対する Imper 2, 3 での初降伏荷重の低下率：3.5%，3.5%，最大耐荷力の低下率：4.4%，7.6%)。

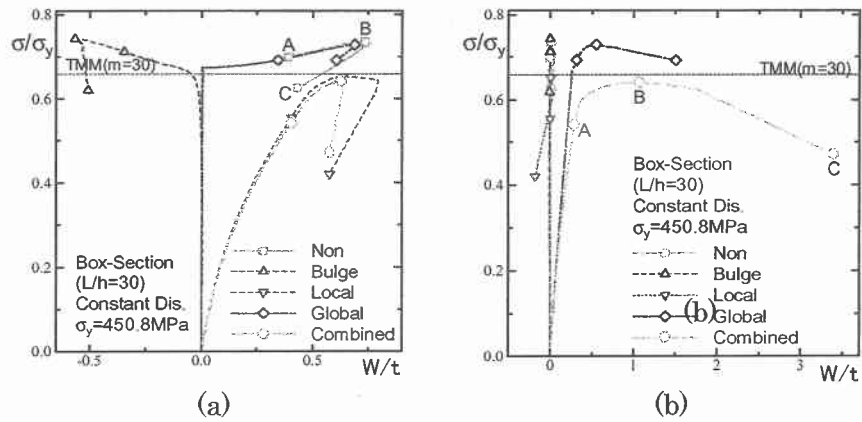


図-3 荷重一面外変位曲線(固定支持載荷：Imper1)

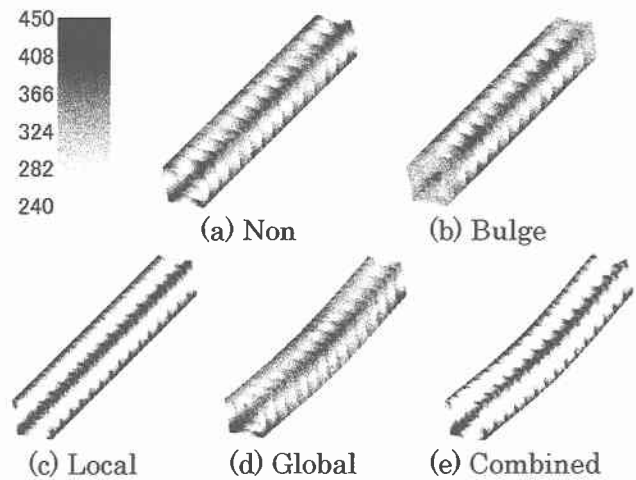


図-4 応力分布(固定支持載荷：Imper1：最大耐荷力)

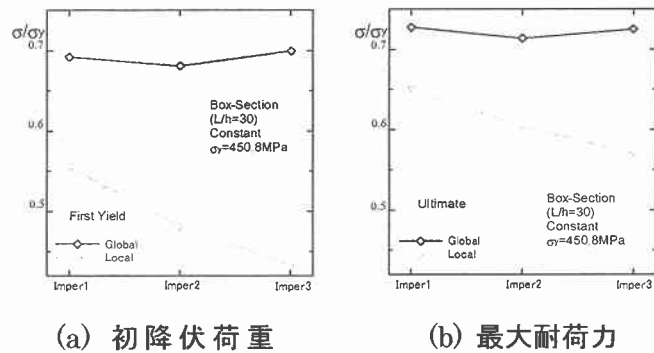


図-5 強度の比較(固定支持載荷)

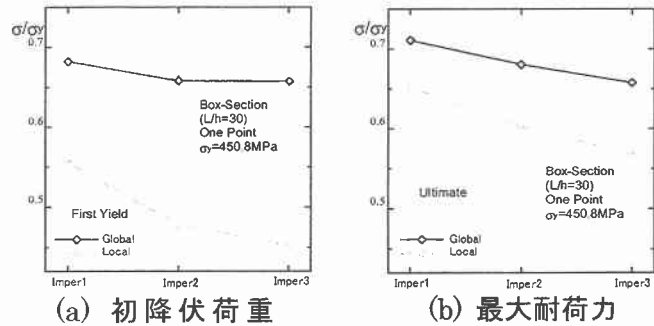


図-6 強度の比較(ピン支持載荷)