

円形環補強ウェブとするH形断面梁の非線形挙動 2

正会員○薩川 恵一*1 正会員 石田 和人*1
正会員 鈴木 敏郎*2

H形断面梁 板要素幅厚比 塑性変形能力
円形環添接補強 開口ウェブ 管状体補強

1. 過大な積載荷重を支える梁の耐力
積載荷重を支える小梁、過大な積載荷重下において逆対称曲げを受ける大梁は、部材両端部近傍のウェブには極めて大きなせん断力が加わる。このため前記領域でのせん断耐力は可能な限り高く、即ち降伏せん断荷重を確保する必要がある。

図-1は等分布荷重を受けるH形断面梁 H-600x250x t_w x t_f に対する補強構造の一実施例で、①の領域ではウェブ片側面に円形環を添接補強し且つ縦ステイフナーで挟みトラス的力の釣合場とする。

更に、ウェブ逆側面に上下フランジと並行して三角形となる管状体を設け、これを②領域にまで伸ばして板要素の安定化を図る。なお、梁中間部の③領域はフランジが弾性にあることから縦ステイフナーを適宜配する以外補強はしない。

図-2は本補強構造とする梁の結果であるが、ウェブ板厚を変えてせん断強さを比較検討するため、梁全長に亘りフランジは弾性を保持し且つ梁の横座屈は起きないものとしている。

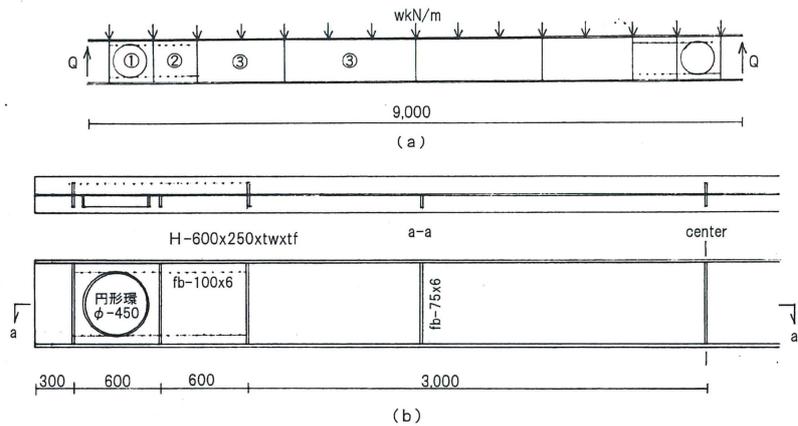


図-1

(a) 図はウェブ板厚 12mm, 9mm, 6mm, 4.5mm に対する結果で、図中点線で示すように対応する降伏せん断荷重を全て上回る。(b) 図は添接された円形環内側領域に梁成50%径の同心円となる開口孔を設けた場合であり、板厚を変えた4ケース全てにおいて無開口ウェブで見込まれるせん断降伏荷重に迄せん断耐力は確保されている。

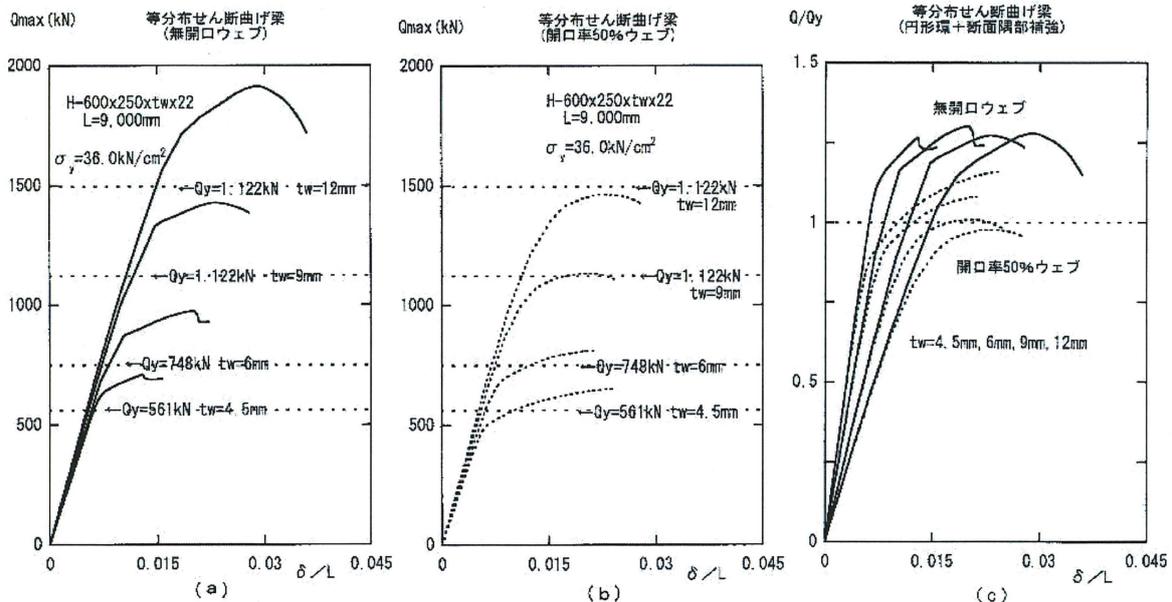


図-2

図-2(c)は縦軸をせん断降伏荷重で無次元化した値として描いた図で、無開口ウェブでは略25%上回り、円形孔のあるウェブであっても無い場合のせん断降伏荷重にまで到達する。このような耐力を示すことは補強に伴うなんらかの力の釣合が生じたものと考えれる。

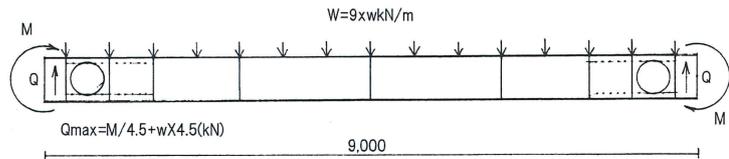


図-3

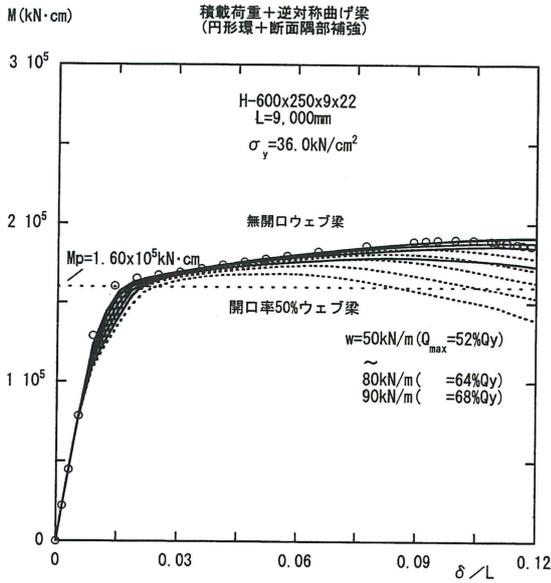


図-4 (a)

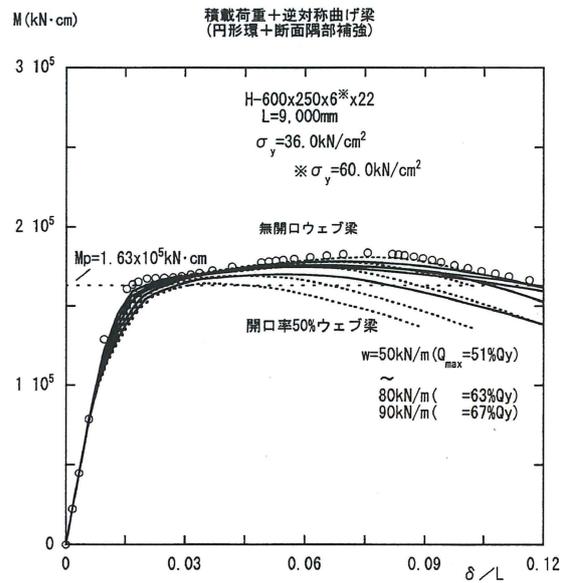
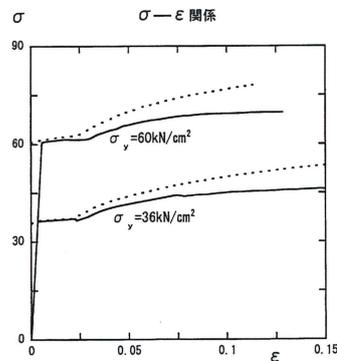


図-4 (b)

2. 積載荷重下で逆対称曲げを受ける梁

過大な積載荷重があり加えて逆対称曲げを受ける梁は材端部近傍のウェブが受けるせん断力は大きく、フランジの塑性化が先行する梁に対しても全体挙動へのウェブの関与は大きい。図-4(a)はスパン9m、H-600x 250x 9x 22の梁に対し、同じ大きさの等分布荷重が作用するとして材端部から逆対称曲げを加えた結果である。実線は等分布荷重を50kN/mから10kN毎に上げた5ケース、点線は前記と同じ条件の下で円形環の内側領域に同心円となる梁成50%の円形孔を設けた場合である。実線、点線の外郭に連続する○印は積載荷重のないとする解析結果である。

積載荷重が作用する場合の実線全て、○印で示す結果と略同じとなる。図中に示す梁端部のせん断力Qmax(積載荷重による材端部せん断力と逆対称曲げに伴うせん断力の和)で見るとウェブの降伏せん断荷重の60%程度までは積載荷重は影響せず、これを超える辺りから徐々に塑性変形能力は下がり出すがフランジ塑性化に伴う梁の降伏曲げ荷重は確保されている。点線で示す両端部のウェブに円形孔が有る梁にあっては、同じ積載荷重下では荷重の大きさに応じて無開口梁より塑性変形能力の低下は大きくなるが、それでも梁端での降伏曲げ耐力は確保されている。



鋼材のσ-ε関係
本解析で設定した鋼材の応力・歪み関係を実線で、真応力・真歪み関係を点線で示した。降伏点応力度の比率は1:0.6である。

図-4(b)は、同じH形断面梁に対してフランジはそのままにウェブを高強度鋼の薄板とした。このハイブリッド型梁はH-600x 250x 6^{*}x 22で、 $\sigma_y=60\text{kN/cm}^2$ とする板厚6mmのウェブは $\sigma_y=36\text{kN/cm}^2$ 、板厚9mmのせん断耐力とは略同じ値である。この解析の設定条件は前例と同じで、実線、点線、○印で示す結果も略同じとなっている。面内せん断を受けるウェブは材料強度が十分であればそれで良く、ウェブの理論的せん断強度には届き難いものの座屈変形の進行が梁耐力の低下とは直接結びつかないものと思われる。

* 1 愛知工業大学
* 2 構造材料研究会

Aichi Institute of Technology
Suzuki Laboratory of Material and Structure.