

1. 序論 HTB を引張接合として用いた場合、その耐荷力特性に大きく影響を与えるものとして、HTB 単体としての引張破壊挙動における、延性（塑性率）をあげることができる。通常 HTB の破断は応力集中部である首とねじ部に生じる。それゆえ、破壊荷重のバラツキが大きいことと延性の少ない性状を示すことがあげられる。そこで、HTB の形状を破壊が応力集中部（首、ねじ）で生じないように改善する。本研究は通常のボルト形状の軸部を細くすることにより軸部で破断するようにし、主として延性の増加について調べた。実験は静的破壊実験を行うと同時に FEM による解析により比較検討した。

2. 解析の目的 静的破壊の直接的な原因となる HTB 中の応力集中部分を調査し、HTB の形状を変えることによって応力集中部分がどう変化するか、また HTB のどういった形がより良い応力減少特性を与えるかを検討した。

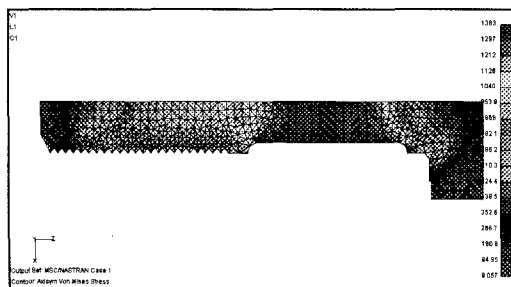


Fig. 1 Axysymmetric stress contour for $d/D = 0.8$ bolt type

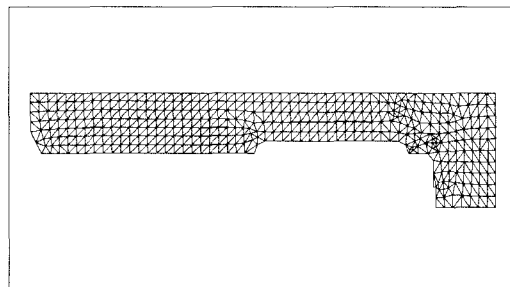


Fig. 2 Axysymmetric mesh for $d/D = 0.8$ bolt type

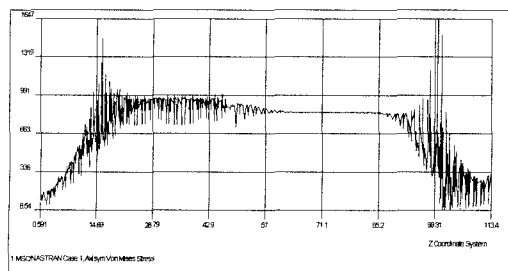


Fig. 3a $d/D=1.0$ 100mm HTB axysymmetric stress

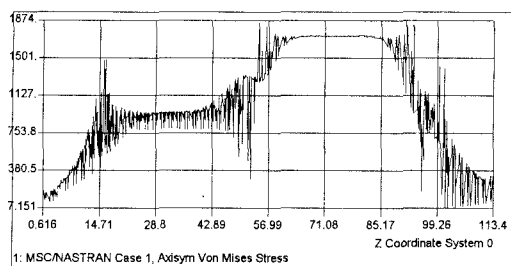


Fig. 3b $d/D=0.75$ 100mm HTB axysymmetric stress

3. 解析内容 直径 22 mm の 3 つの種類のボルト長 ($L=85, 100, 115$ mm) の HTB を対象として、供試体には d/D 率が 1.0, 0.9, 0.8, 0.75, 0.7 という 5 種類を用いた。HTB が回転軸に沿って対称であるので、固体軸対称構造 (solid axysymmetric structure) として扱った。そして材料は鋼を用い解析を行い、エレメント形状は固体軸対称立体要素とした。用いた固体軸対称エレメントメッシュは、 d/D に応じて、図 2 に示す ($d/D=0.8$ の場合)。得られた応力分布状態を、図 3 a, b に示す。

4. 最大応力について HTB の軸部を細くすることによって応力集中が軸の方へ動いたかどうか知るために、最大軸対称応力が起こった位置を図 3. a, b に示す。最大軸対称応力は首(a)、軸(c)、ねじ(e)という位置に生じる。この位置における軸対称応力の比 $\alpha = \sigma_a / \sigma_c$ 、 $\beta = \sigma_e / \sigma_c$ を d/D を横軸にとって表したグラフが Fig. 4 である。軸部径が細くなるほど胴部の応

力に対する首部の応力の比 α は減少し、ねじ部の応力についても図. 4 から首部の応力と同様の傾向を示し d/D が約 0. 8 のときに β が 1. 0 となった。 d/D が 1. 0 と 0. 9 の場合 β は 1. 0 より大きいので応力集中がねじ部分にあるということが分かる。それゆえにこれら 2 つの場合にはねじで壊れることが予想できる。一方 0. 8, 0. 75, 0. 7 の場合 β が 1. 0 より小さいので軸部分での破壊が予想できる。

5. 実験目的 HTB 軸部を細くすることによって延性の増加が期待できるその増加の割合はどの程度であるか。そして同じように HTB の長さがこの伸び延性に影響を与えるかどうかを調べる。また d/D の変化によって塑性率が増加するかどうか。また FEM 解析結果のとおり、引張破壊が $d/D=1. 0$ と 0. 9 の場合にはねじで生じて、 d/D が 0. 80, 0. 75, 0. 7 の場合は軸で生じるという予想を確認する。

6 実験内容 HTB として M22 F10T を用いて、細くする軸部をせん盤で削り出し、供試体を製作した。HTB の長さについては解析と同様に 85, 100, 115mm の 3 種について d/D を変えて試験を行った。引張試験機によって HTB が降伏し破壊するまで引張実験を行った。 $L=115$ HTB の σ/σ_y vs. ϵ/ϵ_y のグラフを図 5 に示す。

7 考察 破断位置について、解析で予想されたように、HTB の破壊は d/D が 1. 0 と 0. 9 HTB の場合ねじ部に起こった。一方 0. 7, 0. 75, 0. 8 の場合は軸部に起こった。これは解析で予想した通りに HTB の軸部を細くすることによって最大応力の位置が軸の方へ動いたためと考えられる。延性の増加について、破壊時の伸びから算出した破壊時ひずみ ϵ_y に対する 0. 2%耐力点のひずみ ϵ_{cr} の比 ϵ_{cr}/ϵ_y を γ としそのグラフを以下図 6 に示す。 γ はいわゆる塑性率と呼ばれるもので延性の増加の程度を表すものである。 d/D を 1 より小さくすることによりすべての場合に γ が改善された。そのうち $d/D=0. 8$ の場合が最も γ が大きくなった。HTB の長さを変えた場合には全般的にボルトの長さが長いほど γ が大きくなる傾向がみられた。

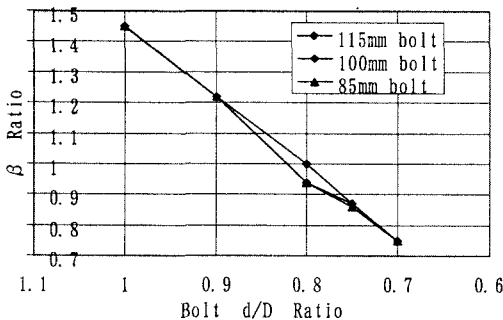


Fig 4 $\beta = \sigma_e / \sigma_c$ Critical Axisymmetric stress ratio

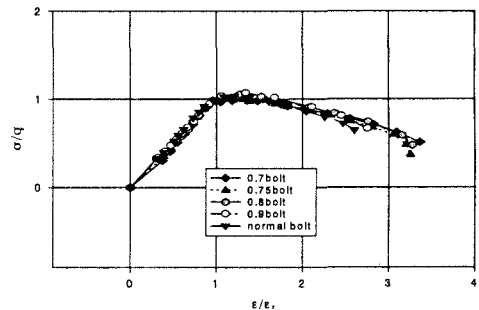


Fig 5 σ/σ_y vs. ϵ/ϵ_y for 115mm HTB

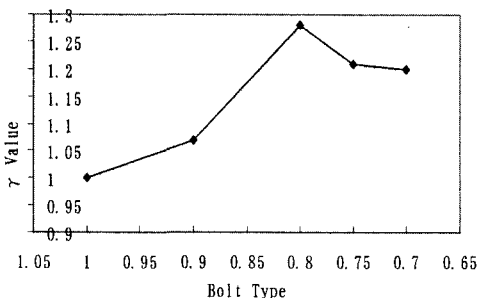


Fig 6 HTB の塑性率

8 結論 d/D が 0. 8 の場合に塑性率が最大の増加を示した。0. 7 と 0. 75 の場合には d/D が 1. 0 より大きくなるが細すぎるため、より大きい延性を示す前に破壊するので 0. 8 の場合より小さくなったと考えられる。実験で得られた破断位置は解析で予測した部分と一致した。また $d/D=0. 8$ の場合が最も塑性率 γ が大きくなった。これは FEM 解析でちょうどねじ部応力と軸部応力が同じになるあたりであった。そして HTB 長さが長いほど γ は大きくなるという実験結果が得られた。