

I-A273 予ひずみを受けた切欠き材の変形能力とエネルギー吸収能

トピー工業株式会社 鉄構事業部 正会員 林 健治
大阪産業大学工学部 土木工学科 正会員 森脇 良一

1. まえがき

構造部材の塑性変形能力やエネルギー吸収能は、冷間曲げによる予ひずみやひずみ時効の影響を受け、鋼素材のそれらの値よりも低下することが知られている¹⁾。しかし、切欠き靱性に及ぼす予ひずみやひずみ時効の影響については、明らかにされつつあるが、部材の塑性変形能力やエネルギー吸収能に及ぼす影響について調べた研究は少なく、その定量化は重要な課題と考えられる。本報告では、切欠き材の引張試験を通して、材の塑性変形能力やエネルギー吸収能に及ぼす予ひずみとひずみ時効の影響を検討して、塑性変形能力とエネルギー吸収能の相互関係を調べ、定量化のための基礎データの蓄積を計る。

2. 実験概要

供試材には板厚19mmのSM490A鋼板を用いた。その化学成分と機械的性質を表-1に示す。鋼素材に3%、5%、7.5%、10%、15%、20%の引張予ひずみを導入（記号：PS）し、その後、一部250℃・30分の時効促進処理（PA）を施した。試験体は、文献1)と同様の応力勾配を有する切欠き材を用いた。ここで、試験体の長さは1000mm、板幅は80mm、リガメント幅は40mmであり、切欠き底の曲率半径を4mmと300mmの2種類を用意して、応力集中係数を2.95（N2）、1.05（N4）とした。記号のN4-PS-10は、10%の予ひずみを導入したN4試験体を意味し、T-PAは、予ひずみ+時効処理を行った材について素材と同様の引張試験を実施した例を表す。なお、本報告では、最大荷重時の伸び δ を素材の降伏時伸び δ_y で無次元化した値（ δ/δ_y ）を塑性変形能力と、最大荷重時までのネット応力-伸び曲線下の面積を素材の降伏点と δ_y で無次元化した値（Eu）をエネルギー吸収能と定義した。

3. 実験結果と考察

図-1と図-2は、予ひずみの増加に伴う塑性変形能力 δ/δ_y とエネルギー吸収能Euの変化を示す。ここで、 δ/δ_y とEuは最大荷重時の値を採っている。いずれも、予ひずみの増加により δ/δ_y とEuは低下しているが、低下の割合は応力集中係数の小さいN4試験体の方が大きい。また、鋼素材の一樣伸びに近い予ひずみを与えた試験体でも、比較的大きな δ/δ_y とEuが残存し、零とはなっていない。なお、時効処理の影響により、予ひずみのみの切欠き材よりも若干ではあるが δ/δ_y とEuは低下している。しかし、低下の割合は、予ひずみと比較して顕著でない。

図-1と図-2を比較すると、両者の傾向はほぼ一致し、 δ/δ_y とEuが対応するものと考えられる。塑性変形がリガメントに集中する場合¹⁾、 δ/δ_y とEuの間には、 $Eu = m \cdot \delta/\delta_y$ （ $m = 1.43$ ）なる関係が成立する。両者の対応を調べたものが図-3であり、従来の結果¹⁾と同様に δ/δ_y とEuは一対一対応し、応力集中係数、予ひずみ及びひずみ時効には依存しない。

図-3は、最大荷重時のみの対応であるが、 δ/δ_y とEuの関係は、塑性変形が十分に進行した場合、各荷重段階でも成立するものと推察される。図-4(a)~(f)は、鋼素材（S19）と時効処理材（T-PA）のような平滑材と切欠き材について整理した結果を示す。予ひずみが導入されていない、応力集中係数の比較的小さい材や平滑材（S19、T-PA-0、N4-PS-0とN4-PA-0）では、初期段階において $Eu = 1.43 \delta/\delta_y$ の関係式から少しずつ離れ、誤差が幾分認められるが、変形が進行するにつれて直線の勾配に漸近している。その他の多くの材では、各荷重段階において上記の関係が成立している。したがって、いずれの場合も、 δ/δ_y とEuはほぼ一対一対応する。本実験の範囲内では、これは引張部材の一つの特徴であると考えられる。

Keywords：切欠き材、変形能力、予ひずみ、エネルギー吸収能

〒441-8510 愛知県豊橋市明海町1番地 TEL. 0532-25-9551 FAX. 0532-25-9557

〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1 TEL. 0720-75-3001 FAX. 0720-75-5044

4. あとがき

本報告で対象としている引張部材では、荷重段階、応力勾配、予ひずみ及びひずみ時効とは無関係に、塑性変形能力とエネルギー吸収能はほぼ一対一対応することが確認された。このように、破壊が延性的に進行する場合、部材の延性と靱性の指標となる両者の間に密接な関係が成立する。

参考文献 1) 林、森脇：切欠き材の変形能力に及ぼす予ひずみの影響、鋼構造年次論文報告集、Vol. 6、pp. 25-32、1998

表-1 供試材の化学成分と機械的性質

板厚 (mm)	試験片 記号	化学成分 (%)						降伏点 σ_y (MPa)	引張強度 σ_u (MPa)	降伏比 YR	全伸び δt (%)	一様伸び ϵu (%)	絞り q (%)	エネルギー 吸収能 E_u ^{1), 2)}
		C	Si	Mn	P	S	Ceq							
19	S19	16	35	143	16	9	41	368.6	507.7	0.726	32.7	20.8	65.1	147.5(0.924)

注：1) 最大荷重時までの仕事量を降伏点と降伏時伸びで無次元化したものである。
2) 括弧内の数値は仕事量を引張強度と一様伸びの値で無次元化したものである。

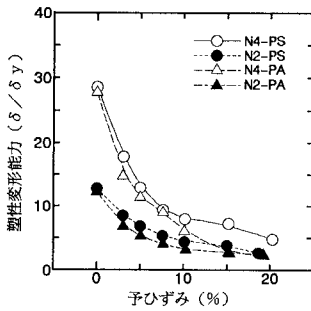
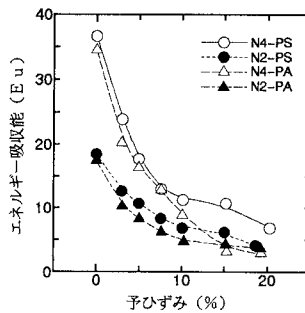
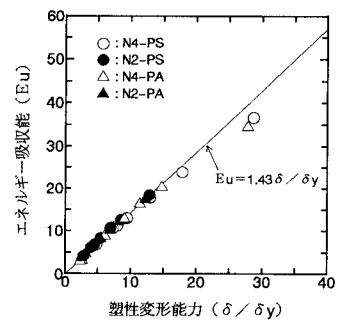
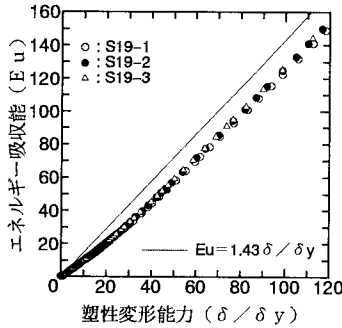
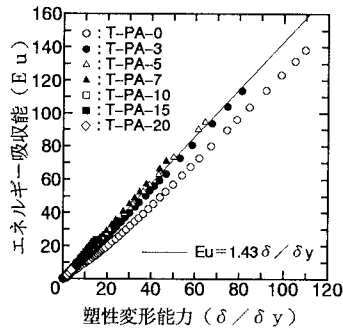
図-1 $\delta/\delta y$ に及ぼす影響図-2 E_u に及ぼす影響

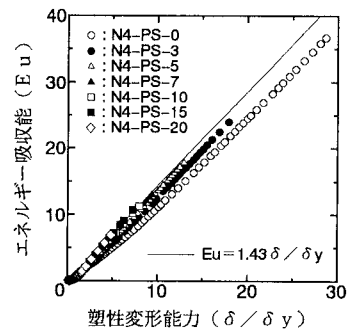
図-3 両者の対応



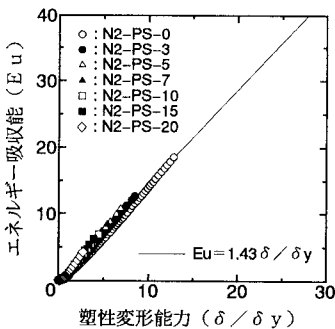
(a)S19



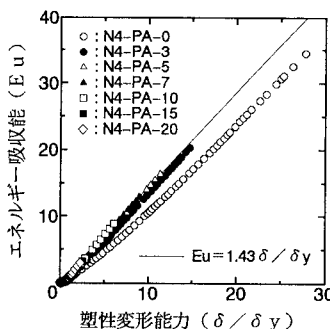
(b)T-PA



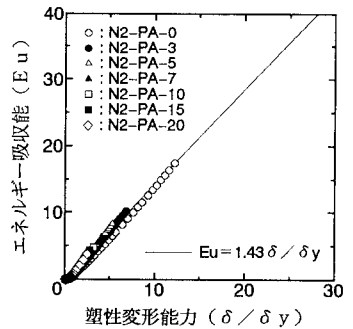
(c)N4-PS



(d)N2-PS



(e)N4-PA



(f)N2-PA

図-4 各荷重段階における $\delta/\delta y$ と E_u の関係