

I-74

切欠き材の変形能力に及ぼす素材の機械的性質の影響

岐阜大学 正 員 森脇 良一
トピー工業(株) 正 員 林 健治
トピー工業(株) 正 員 〇中澤 隆史

1. まえがき 最近、土木構造物において、より耐震性を考慮した構造物を建造する機運が高まりつつあるなか、鋼材の降伏比に着目した限界状態設計法が注目され、種々の限界状態に対する構造物の安全性や健全性に関する研究も盛んに行われている。しかしながら、これらの研究は、疲労限界状態における構造物の健全性に関する研究を除き、主に、圧縮部材の耐荷力に関するものが多く¹⁾、引張部材の終局限界状態における力学的特性を調べた研究²⁾は非常に少ないのが現状である。

本研究では、引張部材の塑性変形能力を明らかにすることを主な目的として実施した切欠き材の引張試験の結果について報告するものである。

2. 実験概要 まず、切欠き材の塑性変形能力を比較・評価するため供試材(素材)の引張試験を行った。その結果を表-1に示す。ここで、一様伸びは無限遠標点距離に対応するひずみと定義し、図-1に示すようなバルバの方法³⁾により求めた。また、エネルギー吸収量は最大荷重時までの仕事量(荷重-伸び曲線下の面積)と定義し、降伏点と一様伸びで無次元化した値を算定した。

つぎに、切欠き材の引張試験に用いた試験体の寸法と形状を図-2に示す。ここで、試験体には応力集中率を変化させた4種類(応力集中率 α が1.05、1.95、2.95、9.95の4ケース)を用いた。簡略化のため、N4、N3、N2、N1の記号を以下に用いる。

表-1 供試材の機械的性質

鋼種	試験片番号	降伏点 σ_y (Kg/mm ²)	引張強度 σ_u (Kg/mm ²)	降伏比 r	全伸び (%)	一様伸び ϵ_u (%)	絞り q (%)	エネルギー吸収能 E_u
SM41A	S4-1	29.79	43.92	0.678	34.7	27.4	56.8	1,218
SM41A	S4-2	27.99	44.40	0.630	37.2	29.6	55.7	1,493
SM58	S6	55.58	63.64	0.873	22.4	13.8	59.4	1,029
HT80	H8	74.56	80.56	0.926	15.8	8.6	41.2	0,828

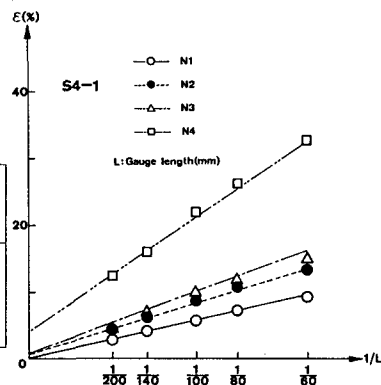
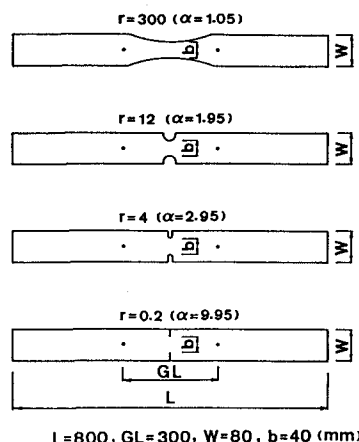


図-1 切欠き材の一様伸びの推定

表-2 切欠き材の引張試験結果

鋼種	試験片番号	降伏応力 σ_y (kg/mm ²)	引張強度 σ_u (kg/mm ²)	全伸び (%)	一様伸び ϵ_u (%)	絞り q (%)	エネルギー吸収能 E_u
SM41A	S4N1-1	33.04(1.11)	47.30(1.08)	2.1	0.2	31.7	9,628
	S4N2-1	33.06(1.15)	50.44(1.05)	2.9	0.6	47.2	18,637
	S4N3-1	32.01(1.21)	49.50(1.15)	3.4	0.7	48.9	16,615
	S4N4-1	32.38(1.18)	45.37(1.10)	8.1	4.0	53.0	37,556
SM41A	S4N1-2	32.18(1.11)	45.53(1.15)	2.0	0.3	26.3	7,265
	S4N2-2	28.80(1.03)	49.89(1.12)	3.4	1.1	43.6	23,551
	S4N3-2	29.40(1.16)	50.35(1.15)	3.7	0.8	47.3	31,102
	S4N4-2	30.89(1.17)	46.22(1.15)	8.6	5.6	53.7	52,727
SM58	S6N1	67.20(1.07)	73.28(1.13)	2.0	0.0	45.8	2,206
	S6N2	64.33(1.05)	73.47(1.13)	1.9	0.0	50.7	2,638
	S6N3	63.25(1.14)	72.81(1.14)	2.4	0.0	57.6	3,655
	S6N4	57.13(1.16)	65.73(1.13)	4.9	1.2	57.2	6,431
HT80	H8N1	88.06(1.09)	88.79(1.03)	0.7	0.0	21.6	0,331
	H8N2	87.57(1.10)	93.04(1.04)	1.1	0.0	29.7	1,314
	H8N3	86.85(1.03)	91.35(1.03)	1.6	0.0	35.0	1,346
	H8N4	77.13(1.03)	84.35(1.05)	3.3	0.0	41.7	3,915

注) 括弧内の数字は、素材の値で無次元化したものを示す。



L=800, GL=300, W=80, b=40 (mm)

図-2 切欠き材の形状と寸法

伸びの測定は差動トランス型変位計を用い、標点距離を300mmとした。なお、以下の図中でS4、S6、H8は、それぞれSM41、SM58、HT80鋼材を用いて製作した試験体を示す。

3. 結果と考察 引張試験結果を表-2に示す。同表から明らかなように、切欠き材の降伏応力や引張強度は塑性拘束(切欠きの存在により切欠き周辺部の変形が拘束されることを意味する)の影響を受け、素材の強度よりも大きな値となっている。一方、一様伸びは非常に小さく、高張力鋼ほど、また、応力集中率が高いほど低下し、試験体全体に渡

る一様な伸びを十分に期待することができない(これは切欠きが深く、リガメント部に塑性変形が集中したためである)。図-3は、N1とN4の場合の純断面積の応力-ひずみ曲線を表す。高張力鋼ほど変形能力が小さく、最大荷重時以降の降下曲線の傾きが急になり、ねばりのない変形特性を示す。また、応力集中が高くなると、変形能力が低下し、低強度鋼でも変形能力が著しく減少している。図-4、図-5は、それぞれ切欠き材の変形能力に及ぼす降伏比と応力集中率の影響を調べたものである。降伏比が大きくなると変形能力は低下し、応力集中率の低い材ほど降伏比に鋭敏であり、低下の度合いが著しい。また、応力集中率が高いほど変形能力が低下し、その影響は低強度鋼ほど顕著である。図-6、図-7は、切欠き材のエネルギー吸収能に及ぼす降伏比と応力集中率の影響を示す。降伏比1.0近傍で零に漸近し、応力集中率が大きくなるほど、エネルギー吸収能が急激に低下している。これらの結果は、変形能力の場合と類似し、エネルギー吸収能と変形能力はほぼ一対一対応する。以上の結果より、切欠き材の塑性変形能力は、降伏比と応力集中率に依存する。

最後に、本実験およびデータの整理にご協力頂いた長村徹氏に感謝致します。

参考文献

- 1) 森脇ら、第45回土講、I-17
- 2) 青木、加藤ら、建論、No.320
- 3) 堀川、土木材料I、共立出版

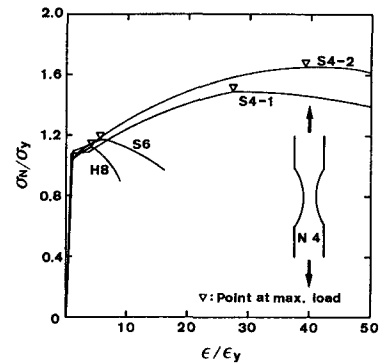
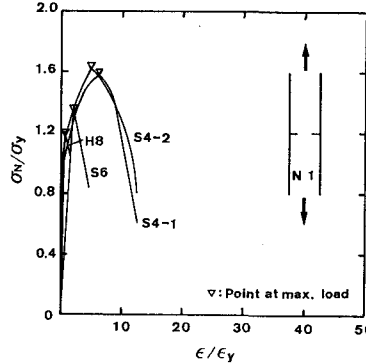


図-3 (a) 応力-ひずみ曲線 (N1) 図-3 (b) 応力-ひずみ曲線 (N4)

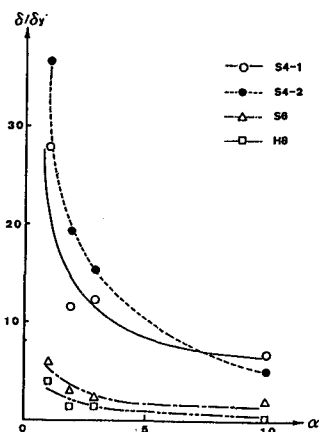
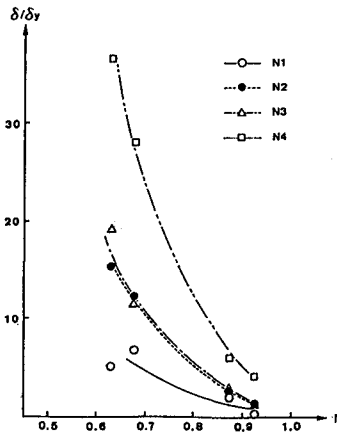


図-4 変形能力と降伏比の関係 図-5 変形能力と応力集中率の関係

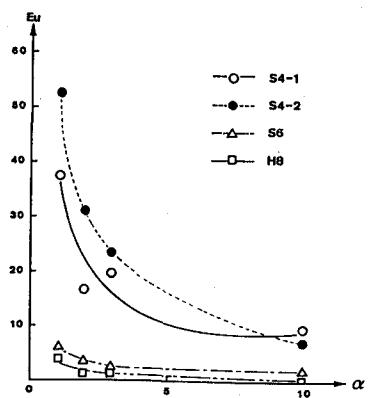
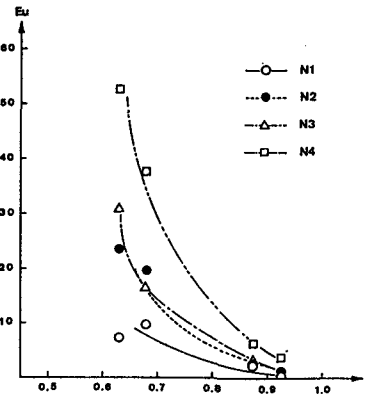


図-6 エネルギー吸収能と降伏比の関係

図-7 エネルギー吸収能と応力集中率の関係