

I - A15 切欠き材の塑性変形能力に及ぼす板厚・板幅の影響

トピー工業株式会社 技術研究所 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

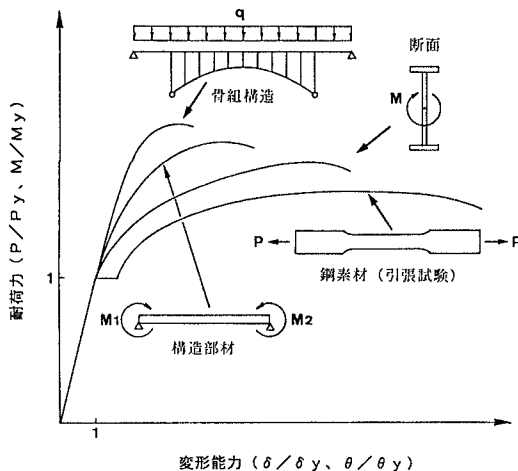
溶接集成部材の塑性変形能力は、一般に、溶接に起因する残留応力や初期たわみなどの初期不整と熱加工ひずみ、溶接部の強度的不均質及び形状的不連続による応力集中の影響を受け、鋼素材の塑性変形能力よりも低下することが知られている（図－1 参照）。しかし、部材の塑性変形能力に関する研究の多くは、定性的な検討¹⁾に留まり、その定量的評価の試み²⁾は比較的新しい。本報告では、著者ら²⁾が先に実施した切欠き材の引張試験の結果を受けて、切欠き材の塑性変形能力の定量化を試み、併せて、部材の塑性変形能力に及ぼす板厚・板幅の影響を検討する。

2. 実験概要

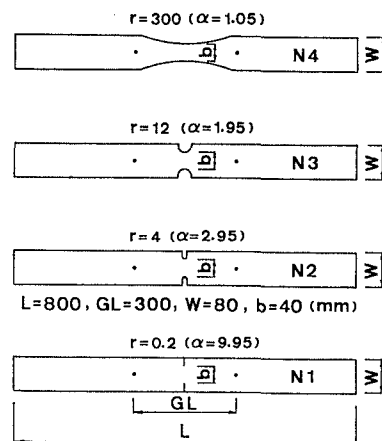
図－2に示す寸法形状の切欠き付き引張試験体を製作して引張試験を実施した。ここで、切欠き先端の曲率半径 r を0.2～300mmの4段階に変化させ、切欠き底の応力集中係数 α をそれぞれ9.95、2.95、1.95、1.05とした。便宜上、 α に対応する試験体の記号をN1、N2、N3、N4とする。試験体の板厚は9mm、19mm、36mmの3種類であり、板幅 W を80mmとしたが、板厚9mmについては別途 $W=60\text{mm}$ 、 100mm の試験体も製作し、切欠き材の塑性変形能力に及ぼす板幅の影響を検討した。供試材の機械的性質を表－1に示す。

3. 実験結果と考察

切欠き材の引張試験結果を表－2に示す。ここで、一様伸びは素材と同様の方法により無限遠標点距離に対応するひずみとして算定した。また、エネルギー吸収能 Eu は、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応力及び平滑材の降伏時伸びで無次元化した値を用いた。切欠き材の最大荷重時における塑性変形能力（ δ/δ_y ：負荷ひずみを平滑材の降伏時ひずみで除した値）に及ぼす影響を調べたものが図－3である。同図より板幅が広いほど塑性変形能力は低下しているが、板厚については逆に増加する傾向が認められる。これは、素材の一様伸びが厚板ほど大きくなり、板厚の増加に伴う変形拘束増大の影響が顕著



図－1 荷重－変位曲線（耐荷力と変形能力の模式図）



図－2 切欠き材の形状と寸法

表－1 鋼素材の機械的性質

板厚 (mm)	試験片 記号	降伏点 σ_y (MPa)	引張強度 σ_u (MPa)	降伏比 YR	全伸び δ_t (%)	一様伸び ε_u (%)	絞り q (%)	エネルギー 吸収能 Eu ¹⁾
9	S09	354.6	520.8	0.681	27.2	16.0	59.8	124.6(0.923)
19	S19	327.1	519.3	0.632	28.4	18.2	56.3	130.5(0.723)
36	S36	302.9	492.9	0.615	31.1	20.4	63.9	171.2(0.757)

注：1)括弧内の数値は、引張強度と一様伸びの値で無次元化したものである。

表－2 切欠き材の引張試験結果

板厚 (mm)	試験体 記号	降伏応力 ¹⁾ σ_{ny} (MPa)	引張強度 ¹⁾ σ_{nu} (MPa)	全伸び δ_{nt} (%)	一様伸び ε_{nu} (%)	最大荷重時伸び $\delta^{2)}$ (mm)	絞り q (%)	エネルギー 吸収能 Eu	パラメータ m
9 (60)	N09-60-1	406.2(1.15)	553.0(1.08)	3.3	0.4	5.53(10.70)	37.4	14.578	1.34
	N09-60-2	395.4(1.12)	579.4(1.11)	5.1	2.6	11.74(22.71)	49.6	33.444	1.41
	N09-60-3	391.7(1.10)	576.6(1.11)	5.2	2.0	10.92(21.13)	53.6	31.121	1.40
	N09-60-4	380.4(1.07)	531.9(1.02)	7.7	1.4	14.44(27.94)	55.8	35.426	1.29
9 (80)	N09-80-1	400.6(1.13)	583.5(1.12)	2.3	0.1	3.56(6.89)	39.9	8.706	1.42
	N09-80-2	393.5(1.11)	597.8(1.15)	3.0	0.2	5.47(10.58)	51.7	13.426	1.45
	N09-80-3	391.5(1.10)	590.0(1.13)	3.4	0.0	5.67(10.97)	49.2	16.208	1.43
	N09-80-4	386.3(1.09)	536.1(1.03)	7.4	1.4	13.87(26.83)	53.2	32.879	1.30
9 (100)	N09-10-1	421.5(1.19)	584.3(1.12)	2.1	0.0	2.93(5.67)	37.5	7.582	1.42
	N09-10-2	397.9(1.12)	594.1(1.14)	2.6	0.1	4.61(8.92)	48.5	12.417	1.44
	N09-10-3	391.4(1.10)	578.2(1.11)	3.1	0.0	5.17(10.00)	56.7	14.294	1.41
	N09-10-4	375.4(1.06)	539.8(1.04)	7.4	1.2	13.17(25.48)	56.2	34.599	1.31
19 (80)	N19-80-1	397.0(1.21)	559.2(1.08)	1.3	0.0	2.81(5.87)	11.9	8.373	1.44
	N19-80-2	380.6(1.16)	615.0(1.18)	3.4	0.1	6.22(12.99)	38.9	21.025	1.58
	N19-80-3	372.2(1.13)	600.5(1.16)	4.1	0.1	7.20(15.04)	46.1	21.432	1.55
	N19-80-4	337.0(1.03)	535.8(1.03)	8.2	1.8	13.64(28.48)	54.7	40.608	1.38
36 (80)	N36-80-1	383.8(1.27)	534.3(1.08)	1.1	0.3	2.83(6.41)	5.8	8.993	1.46
	N36-80-2	375.5(1.23)	608.0(1.23)	5.6	1.1	11.19(25.34)	40.2	42.254	1.67
	N36-80-3	347.0(1.15)	577.5(1.17)	5.8	0.9	9.91(22.44)	48.2	33.106	1.58
	N36-80-4	319.8(1.06)	517.0(1.05)	11.2	2.1	15.50(35.10)	62.8	52.751	1.42

注：1)括弧内の数値は、素材の値で無次元化したものである。

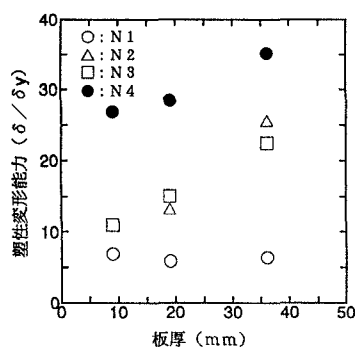
2)括弧内の数値は、素材（平滑材）の降伏時伸びで無次元化した値を示す。

に現れていないためである。次に、最大荷重時における δ/δ_y と Eu の間には、 $Eu = m \cdot \delta/\delta_y$ の関係が成立する²⁾。本実験でも、図－4に示すように両者の間には線形関係（ $m = 1.43$ ）が成立し、エネルギー吸収能が既知であれば、同式を用いて塑性変形能力を容易に算定することができる。

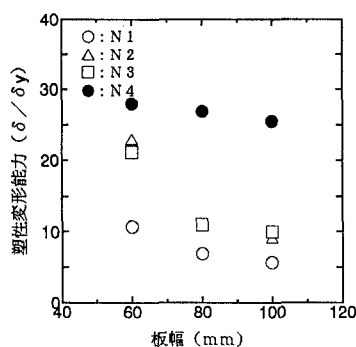
4. あとがき

本実験の範囲内では、切欠き材の塑性変形能力は、エネルギー吸収能と一対一対応し、板幅の増加に伴い低下する。なお、塑性変形能力の簡便な算定式とその適用範囲等については、発表当日に説明したい。

参考文献 1)青木ほか、日本建築学会論文報告集、No. 320、1982 2)森脇、林、JSSC鋼構造論文集、Vol. 2、No. 8、1995

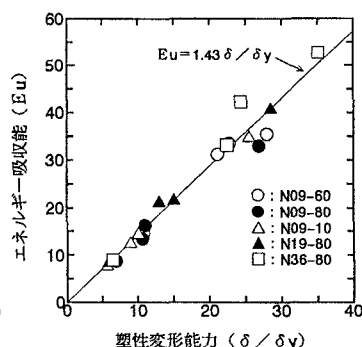


(a) 板厚



(b) 板幅

図－3 塑性変形能力に及ぼす板厚・板幅の影響



図－4 塑性変形能力とエネルギー吸収能の関係