

%以下、後者では 1%位までで、前述の ASTM の低温用鋼でも 0.75% 以下である。一般に Cu は鋼の熱間加工性を害するといわれているが、本実験試料については鍛造は全く問題がなかった。文献³⁾によると Ni が共存すると Cu による赤熱脆性は著しく緩和される。Cu と同量以上の Ni を含み、かつ比較的 C 量の低い場合は鍛造は問題がないようである。

5. 結 言

以上低温用新鋼種の開発を目標に Ni-Cu 系合金鋼の研究を行ない、要約するとつぎの結果を得た。

(1) Ni 鋼に Cu を加え、Al を添加することにより Ni 量を減らすことができる。

(2) Cr および Mo の添加は低温靱性の改善および質量効果の軽減に有効であり、Cr は 1%前後、Mo は 0.3~0.6%添加が良い。

(3) -100°C 用 3.5 Ni 鋼相当として 1.3 Ni 1 Cu 系鋼が、-196°C 用 9 Ni 鋼相当として 3.5 Ni 2 Cu 系鋼または 6 Ni 2 Cu 系鋼が得られた。

文 献

- 1) 阿部, 尾上, 栗原: 三菱重工技報, Vol 2, No. 1, p. 81
- 2) 石崎, 鈴木: 溶接技術, 9月号 (1964), p. 26
- 3) GREGG, DANILOFF: Alloys of Iron and Copper, (1934)
- 4) 岡本, 田中, 伊藤: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 961

(274) 軟鋼の引張諸性質におよぼす試験片形状、温度および変形速度の影響

(高速衝撃引張試験機による鉄鋼材料の引張特性の測定—Ⅱ)

東京工業大学

工博 作井誠太・工博 中村正久・○松田明教
石川島播磨重工, 技研 工博 雑賀喜規
Effect of Shapes of Test Pieces, Temperature and Deformation Rates on Tensile Properties of Mild Steel.

(Measurement of tensile properties of steels with a high speed impact tension testing machine—Ⅱ)

Dr. Seita SAKUI, Dr. Tadahisa NAKAMURA, Akinori MATSUDA and Dr. Yoshinori SAICA.

1. 緒 言

切欠き試験片は平滑試験片に比較して、脆性クラックの発生およびその伝播が容易であり、延性-脆性遷移現象が高温で起こることは古くから知られている。

著者らは前報¹⁾において、軟鋼の平滑および切欠き試験片を用いて、試験片の幾何学的形状の変化にもとづく、低温における引張諸性質を静的試験から衝撃試験にわたって研究し、切欠き試験片において、衝撃速度の増大は脆性破壊を容易にし、また切欠き底部の曲率半径を変化させた試験片においての衝撃速度と試験温度の影響は、衝撃速度の増大、試験温度の低下および切欠きの鋭さの

増加はいずれも同一の傾向を示し、脆性破壊を容易にすることを結論し、完全な脆性破壊を起こす時の破壊強度を得た。

本研究では前報で述べたよりもさらに微細な結晶粒度を有する軟鋼を用いて、平行部長さの異なる 1 種類の平滑試験片ならびに前回よりもさらに広範囲にわたって試験片形状ならびに温度を変化させた場合における脆性破壊強度、延性-脆性遷移現象ならびに臨界衝撃速度の関係を明らかにし、前報の結果と比較してみた。

2. 実験方法

試料は SM 41 B 鋼の板厚 25 mm の鋼板で、0.15% C, 0.163% Si, 0.61% Mn, 0.018% P, 0.007% S, 0.163% Cu, 0.0079% AlN の分析値のものを用いた。鋼板は 900~930°C 水焼入後、650°C 焼戻しの熱処理をほどこし、ASTM 結晶粒度 9 の非常に微細な結晶粒度を得たのち、Fig. 1 に示す試験片に切削した。実験は常温より液体窒素の温度範囲にわたって、変形速度 2 mm/min~80 m/s の引張試験を行なった。用いた引張試験機、荷重測定方法および試験片の冷却方法などはこれまでの報告とまったく同じ方法によった。

実験結果の表示に用いた記号はつぎのとおりである。

引張強さ (平滑試験片に対して)..... σ_B kg/mm², 切欠き強さ (切欠き試験片に対して)..... σ_{BK} kg/mm², 伸び (平滑試験片の標点距離の添字 n とする)- ϵ_n , 切欠きを含んだ標点 (90 mm) 間の伸び率..... $\epsilon\%$, 切欠きの外側 (試験片の平行部分) に付した標点 (40 mm) 間の伸び率..... $\epsilon'\%$, 絞り..... $\varphi\%$, 脆性破面率 (破断面に現われた脆性破面の全破断面に対する割合)..... $\psi_B\%$.

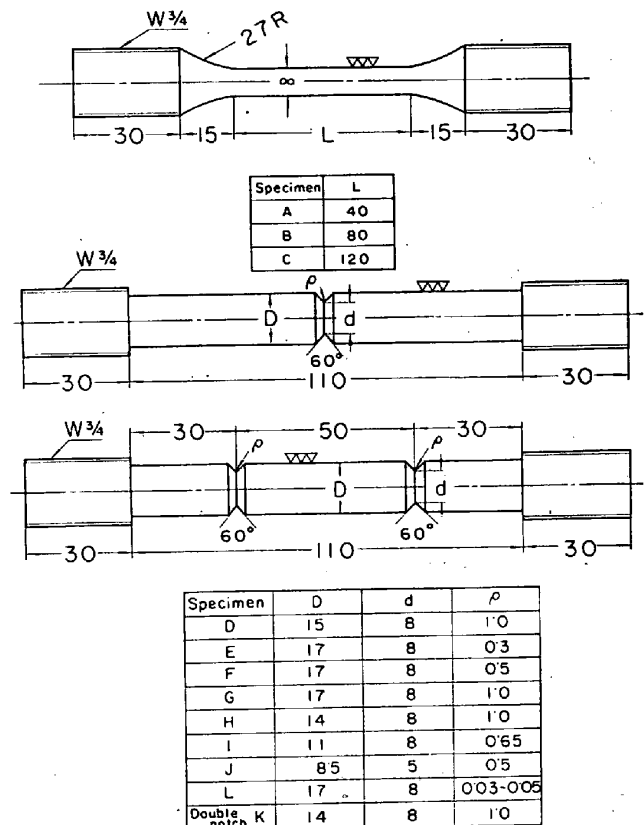


Fig. 1. Shapes and dimensions (mm) of test pieces.

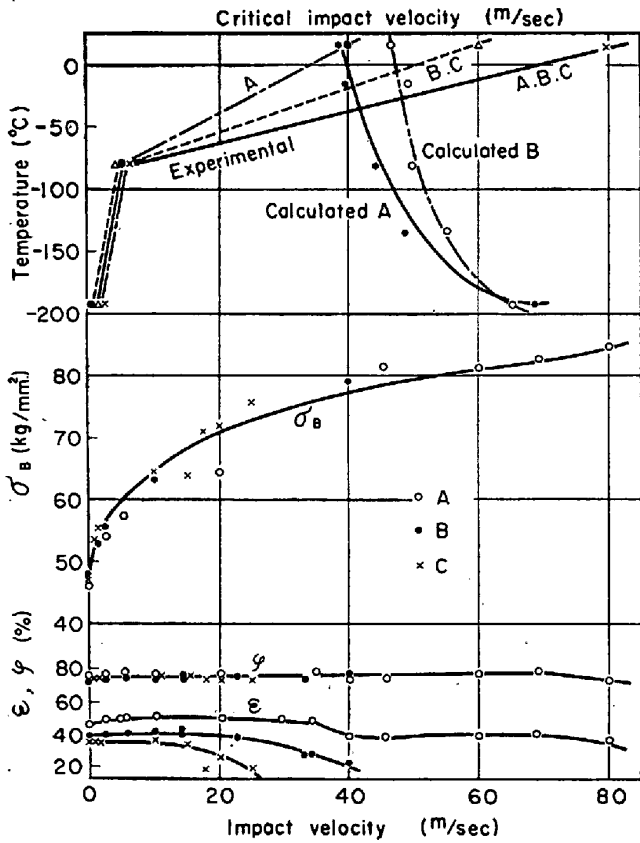


Fig. 2. Impact tensile properties of plain test pieces as functions of impact velocity.

3. 実験結果

Fig. 2 は平行部長さの異なる 3 種類の平滑試験片の衝撃速度の変化に伴う引張諸性質を示した。ひずみ速度増加による引張強さの増加および絞りの変化は 3 種類とも同じである。ところが伸びは平行部長さの最も短い A 試験片が最も多い。衝撃速度 20 m/s 付近から急激に伸びの減少がみられ常温における臨界衝撃速度に達する。この現象は試験片平行部長さの長いものほど低い衝撃速度で臨界速度に達するようと思われる。また上図は臨界衝撃速度の温度による変化を計算値と実測値で求めた臨界衝撃速度の相異を示した。

Fig. 3 は切欠き深さ $d/D=0.47$, 切欠き底曲率半径 $\rho=1.0$ を有する試験片の衝撃速度に対する引張諸性質の変化を示す。切欠き強さは衝撃速度の増加に強く依存し、いずれの温度においても一様に増加している。この現象は平滑試験片の -196°C の場合とよく一致している。そして大体 40 m/s で絞りが急激に減少し、 -79°C での脆性破面率もほぼ 100% に達し、試料は脆性破壊する。

Fig. 4 は静的、2.5 m/s, 40 m/s の各衝撃速度に対して D 型試験片 ($d/D=0.52, \rho=1.0$) の試験温度に対する引張諸性質の変化を示した。温度降下にとともに、切欠き強さ σ_{BK} は次第に増加し、これに対応して脆性破面率 ψ_B も増加し、伸びおよび絞りは減少する。脆性破面率がほぼ 100% となる温度において、 σ_{BK} が極大となることは前報において述べた結果とよく一致している。

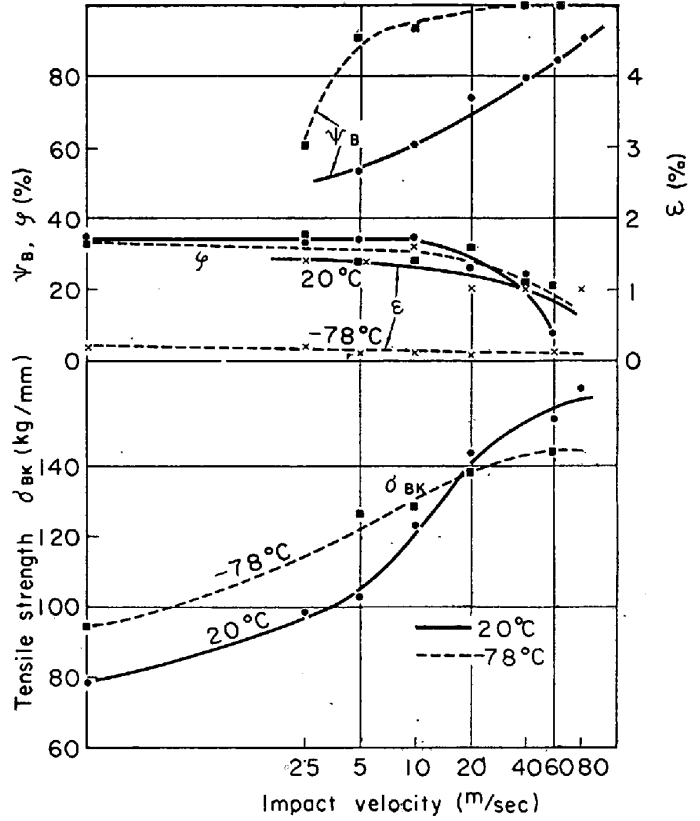


Fig. 3. Variation of tensile properties of notched test pieces with impact velocity.

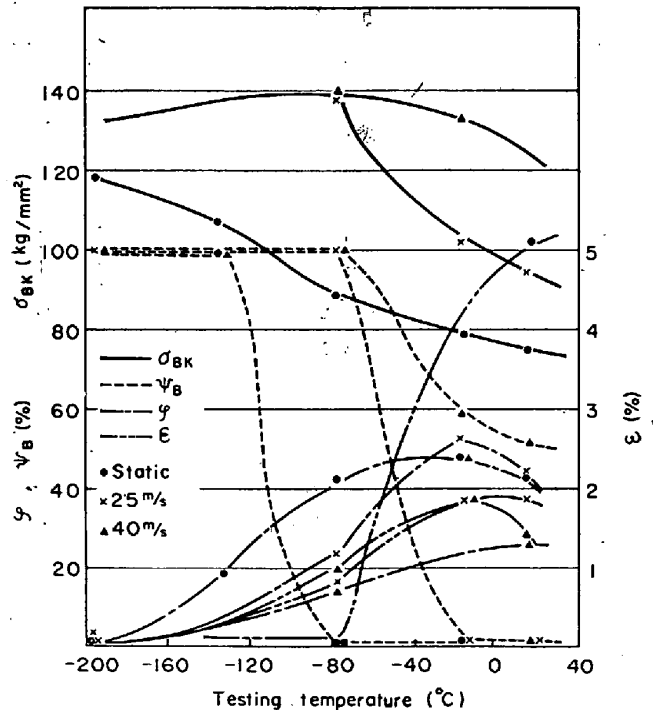


Fig. 4. Variation of tensile properties of notched test pieces at different testing temperatures.

Fig. 5 は切欠き深さ $d/D=0.47$ の場合の切欠きの鋭さに対する切欠き強度および絞りの変化を各衝撃速度に対して示した。切欠き鋭さに対する衝撃速度の傾向はだ

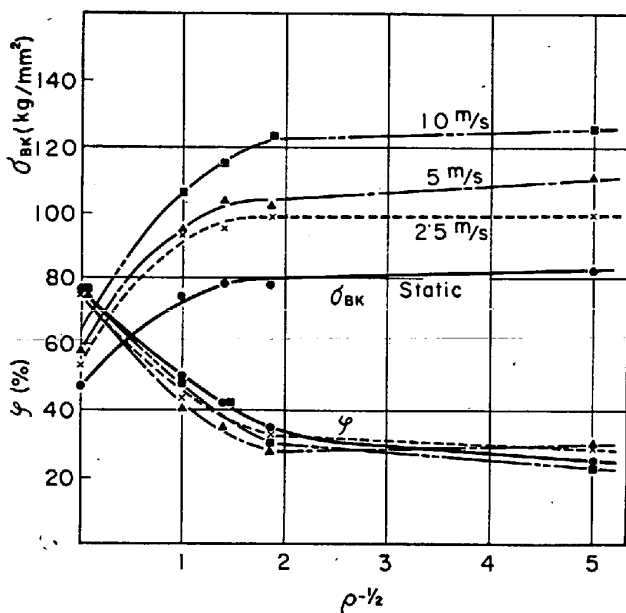


Fig. 5. Tensile properties of notched test pieces as functions of radii of curvature at the root at the notch.

Table 1. Ductile-brittle transition temperature and brittle fracture strength at various test conditions.

Test piece	Static test		Impact test(5m/sec)	
	Transition temp. (°C)	Brittle fracture strength (kg/mm ²)	Transition temp. (°C)	Brittle fracture strength (kg/mm ²)
A	< -196	—	< -196	> 105
D	-165	118	- 78	115
E	-135	119	- 45	126
F	-140	110	- 50	130
G	-150	108	-130	112
H	-150	100	- 78	120
I	-135	104	-100	121
J	-130	104	- 80	140
L	—	—	- 40	136

いたい同じであり $\rho^{-1/2}$ の値が小さい所では敏感に影響するが、 $\rho^{-1/2}=2$ 以上では、ほとんど切欠き鋭さには無関係に一定となる。

4. 結 言

軟鋼の切欠き試験片および平滑試験片の低温における衝撃引張試験（静的より 80 m/s の変形速度）を行ない、脆性破壊強度に関する検討を行なった。

平滑試験片に比較して切欠き試験片では、衝撃速度による破壊強度の変化が一般に敏感で、衝撃速度の増加にともない脆性破壊を容易にする。切欠き試験片の靱性、脆性遷移温度は切欠き底曲率半径 ρ に特に依存し、5 m/s の衝撃試験の場合、約 -40°C から -150°C まで変化し、切欠き底曲率半径 ρ が鋭くなるほど、遷移温度は高温側でおこる。そしてその時の脆性破壊強度は約 $122\sim 140\text{ kg/mm}^2$ である。Table 1 におのおの実験から求めた脆性破壊遷移温度および脆性破壊強度を示した。こ

の脆性破壊強度は前報で求めた $102\sim 115\text{ kg/mm}^2$ よりも高い。この差は結晶粒度によるものと思われる。

文 献

- 1) 作井, 中村, 大森, 布村: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 55

(275) 厚鋼板の落重試験における 2, 3 の考察

富士電機, 中央研究所

間庭秀世・三好 滋・○小林俊郎

Some Studies on the Drop Weight Test of Thick Steel Plate.

Hideyo MANIWA, Shigeru MIYOSHI
Toshiro KOBAYASHI.

1. 緒 言

NRL 式落重試験法は、鋼材の脆性破壊発生特性を判定する場合に、簡便な方法として用いられている。しかし、厚鋼板の場合、その試験片採取方法が NDT 温度にどのように影響してくるか確認しておくことが必要であると考える。また、NDT におよぼす熱履歴の影響、クラック・スターターとしてのビードを設置するさいに生ずる溶接の影響などについても確認しておくことが重要と思われるので、本報告ではこれらについての実験結果をシャルピー試験などの結果と関連させながら述べることにする。

2. 試 験 片

供試鋼板としては、原子炉圧力容器用低炭素アルミ・キルド細粒鋼板（商品名コルタフ 28 相当材、板厚 94 mm）を使用した。本実験では、供試鋼板のうち、焼準後同温度条件下でホット・プレスをされたもの(H)と、その後現地溶接後、さらに残留応力除去焼鈍 ($540\sim 575^{\circ}\text{C}\times 15\text{ hr}$ 保持後 $2\sim 3^{\circ}\text{C/hr}$ 冷却) を施されたものの母材部端材(S)の熱履歴が異なる 2 種類を使用した。NRL 式落重試験片としては、ASTM 規格に準拠し P-1 種を採用したが、その寸法を Fig. 1(a) に示す。ただし板材の関係で熱履歴 S のものについては Fig. 1(b) に示すごとく、左右を溶接継手により継ぎたして所定寸法としたものを使用し²⁾、またクラック・スターター・ビードとしては Murex Hardex 25 を用いた。また、Fig. 1(c) に落重試験片および標準シャルピー V ノッチ試験片の採取方法を示す。このうち熱履歴 S で方向が T のものについては、板材の関係から試験片中 89 mm をこれよりややせまい 80 mm とした。さらに、クラック・スターター・ビードを設置するさいに生ずる溶接の影響を調べるために、試験片にビード設置後電気炉中で $600^{\circ}\text{C}\times 1\text{ hr}$ 加熱保持後空冷し(S)、このような熱処理をほどこさぬものと比較した。

3. 実験結果および考察

前述のごとく採取した試験片に対する落重試験の結果を Fig. 2 にまとめて示す。Fig. 2(a), (b) は熱履歴の異なる H および S 材に対する試験片採取方法の影響、また(c), (d) は H および S 材より採取した試験片にビ