

室蘭工業大学

室蘭工業大学

室蘭工業大学

正 〇台丸谷 政志

正 内 藤 正 輝

浜 田 恒 平

## 1. 緒 言

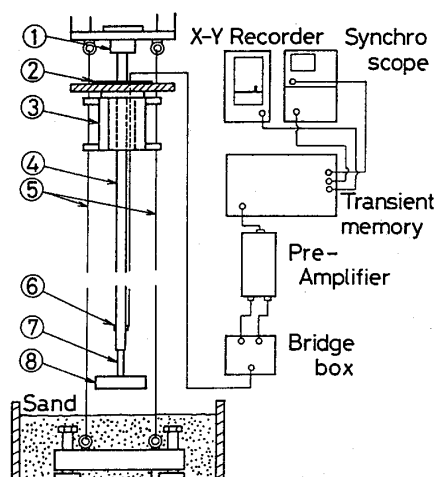
静荷重に対する切欠き部材の応力集中および切欠き強度に関する研究成果は機械部材や構造物の設計資料として広く利用されている<sup>1)</sup>。一方、切欠き付き試験片の衝撃強度は、多くの場合、シャルピーやアイゾットなどの衝撃曲げ試験法によって行われ、破断に要するエネルギーが測定され、靱性および脆性が判定されている<sup>2)</sup>。しかし、引張りあるいは繰返し衝撃荷重に対する切欠き部材の衝撃強度は、理論的にも実験的にも十分な説明はなされておらず、これらに関する基礎的な資料の蓄積が必要と思われる<sup>3), 4), 5)</sup>。前報では、回転円盤式の衝撃引張衝撃試験機を用いて、円周切欠き付き丸棒の衝撃引張り強度と変形について検討を行った。

本研究では、試作した落錘式衝撃引張試験装置を用いて、U型環状切欠きを有する2種類の鋼棒の衝撃引張り強度と変形について実験的検討を行った。

## 2. 実験方法

## 2・1 実験装置

試作した落錘式衝撃引張試験装置および測定系をFig. 1に示す。最大落下高さは約9mである。電磁石②から落下させた衝撃用錘③が試験片の衝撃端側に固



- |                  |                |
|------------------|----------------|
| ① Attachment     | ⑤ Guide wire   |
| ② Electromagnet  | ⑥ Strain gages |
| ③ Falling weight | ⑦ Specimen     |
| ④ Stress bar     | ⑧ Impact plate |

Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus.

定されている衝撃板⑧に衝突することによって試験片⑦に衝撃引張り荷重を加える。衝撃用錘は鋼製円筒（高さ30cm，外径13cm，内径8cm）で重量は約20Kgである。衝撃荷重測定のための応力棒は装置最上部①で固定されており、試験片は応力棒の下端部に取り付けられ、試験片下側には衝撃板⑧（直径15cm，厚さ5cm，重量6.6kg）が取り付けられている。

切欠き試験片に作用する衝撃荷重の測定はひずみゲージを接着した応力棒（直径30mm，長さ8.39m）を用いて行った。応力棒で測定される衝撃荷重は試験片内での応力波の入反射およびそれに接続された応力棒との入反射とも関係しており、有限長の切欠き部材の衝撃強度を一義的に定義することあるいはそれを正確に求めることは一般に難しい問題である。ここでは、Fig. 2に示す模式図のように、応力棒に入射する荷重の最大値 $F_m$ を切欠き底断面積で除した値を部材の衝撃引張り強さとした。応力棒で測定された衝撃荷重はトランジェントメモリに記憶され、シンクロスコープおよびX-Yレコーダに出力される。衝撃用錘が衝撃板と衝突する時の衝撃速度はフォト・トランジスタを用いた測定系で計測した。

## 2・2 試験片

供試材には一般構造用圧延鋼材SS41、機械構造用炭素鋼材S45Cの2種類を用いた。平滑試験片およびU型環状切欠き試験片の寸法および形状をFig. 3に示す。切欠き試験片の切欠き半径は $\rho = 0.5, 1, 2, 4 \text{ mm}$ の4種類とした。機械加工をした後、ひずみ取りの真空焼きなまし処理を施した。また、切欠き形状の精度は拡大投影器用いて検査した。

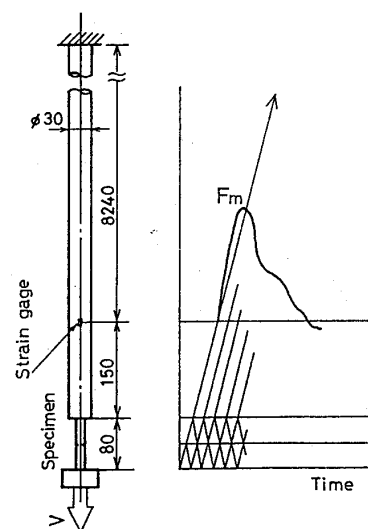


Fig. 2 Stress bar and measurement of impact load.

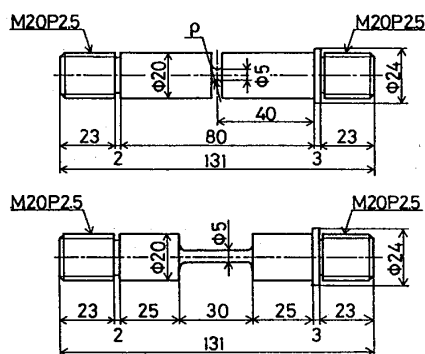


Fig. 3 Shapes and dimensions of smooth and notch specimens.

### 3. 実験結果

静的引張り実験による測定結果をTable I 示す。各値は各試験片3本の平均値である。SS41材およびS45C材ともに切欠きが鋭くなるほど切欠き強度は増加し、断面収縮率は減少している。

Table I. Variations of static tensile strength and reduction of area with notch sharpness.

| materials | SS 41                       |                                  | S 45 C     |                                  |
|-----------|-----------------------------|----------------------------------|------------|----------------------------------|
|           | radius of notch $\rho$ (mm) | $\sigma_s$ (kg/mm <sup>2</sup> ) | $\phi$ (%) | $\sigma_s$ (kg/mm <sup>2</sup> ) |
|           | 0.5                         | 82                               | 41         | 125                              |
|           | 1.0                         | 73                               | 48         | 103                              |
|           | 2.0                         | 56                               | 56         | 93                               |
|           | 4.0                         | 51                               | 63         | 82                               |
|           | $\infty$                    | 45                               | 70         | 70                               |

$\sigma_s$ : Tensile strength  $\phi$ : Reduction of area

衝撃引張り実験では、衝撃用錘の衝突速度を  $V = 12.8, 6.7$  m/secの2段階で行った。前報では試験片の破断に要するエネルギーに比べて、はるかに大きな回転エネルギーを持つ回転円盤型衝撃引張試験機を用いて行ったので一定速度衝撃とみなすことができた。ここで用いた落錘型衝撃引張装置では、試験片の破断までに、ある程度の衝撃速度の減少が予測されるが、衝撃速度との関連で実験結果を整理した。

Fig. 4 はS45C試験片の衝撃速度  $V = 12.8$  m/secの場合の測定波形例で、平滑試験片と  $\rho = 0.5, 4$  mmの切欠き試験片の場合について示したものである。

Fig. 5 (a)はSS41試験片の切欠き引張り強さ  $\sigma_s$  と衝撃速度  $V$  との関係を示したものである。  $\sigma_s$  は衝撃速度および切欠きの鋭さと伴に大きくなっている。ただし、  $\rho = 1$  の切欠き試験片に付いては、実験結果の通り特異的に大きくなるのか、実験上の問題であるのか、さらに検討を要する。

Fig. 5 (b)はFig 5.(a)に対応するSS41材の断面収縮率  $\phi$  と衝撃速度  $V$  との関係である。平滑材について

は静荷重と衝撃荷重の間にほとんど差異は認められないが、切欠き材の切欠きが鋭くなるにしたがって  $\phi$  は、減少し、特に  $\rho = 0.5$  mmの切欠き材については、平滑材のそれに比べて約1/10になっている。

Fig. 6 (a), (b) にそれぞれFig. 5 (a), (b) と同

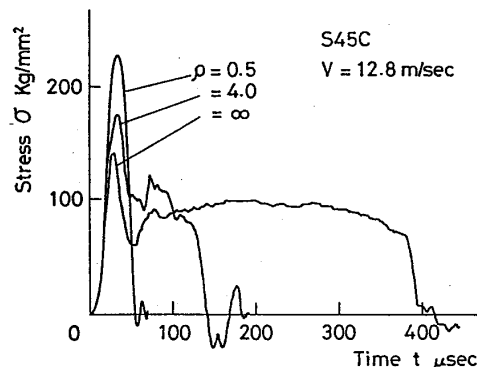


Fig. 4 Shapes of stress-time pulse for S45C specimens.

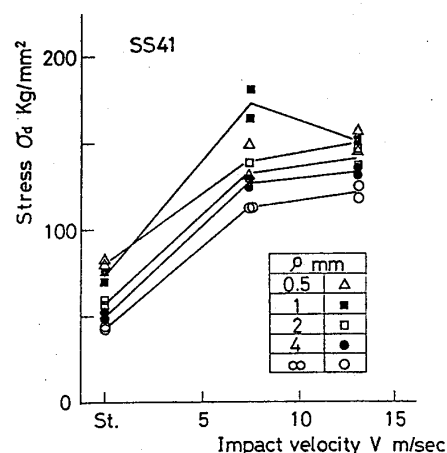


Fig. 5 (a) Variation of tensile strength with impact velocity for SS41 specimens.

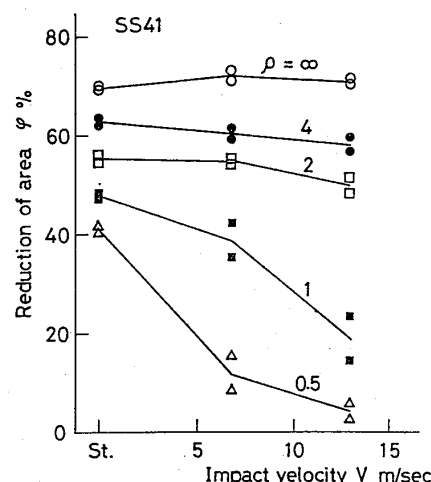


Fig. 5 (b) Variation of reduction of area with impact velocity for SS41 specimens.

様にS45C材について、引張り強さ $\sigma_t$ と衝撃速度 $V$ 、断面収縮率 $\phi$ と衝撃速度 $V$ の関係を示す。引張り強さに関してはSS41材と同様に、平滑材よりも鋭い切欠き材のほうが、また衝撃速度が高いほど大きくなっている。一方、断面収縮率に関しては、SS41材と異なり、切欠きの鋭さに依存しており、静荷重と衝撃荷重の間にはほとんど差がないことがわかる。

Fig. 7 (a), (b) に、それぞれFig. 5 (b), Fig. 6 (b)の実験結果をパラメータを衝撃速度 $V$ として整理した場合について示す。縦軸は断面収縮率 $\phi$ 、横軸は切欠き底曲率半径 $\rho$ の逆数で、 $1/\rho = 0$ は平滑材の場合である。SS41材の場合は切欠きが鋭くなるに従って、また衝撃速度が高いほど $\phi$ の減少が著しい様子がわかる。これに対してS45C材の場合には切欠きの鋭さのみに依存し衝撃速度には依らないことがわかる。

#### 4. 結 言

SS41およびS45C材の環状切欠き付き丸棒試験片を用

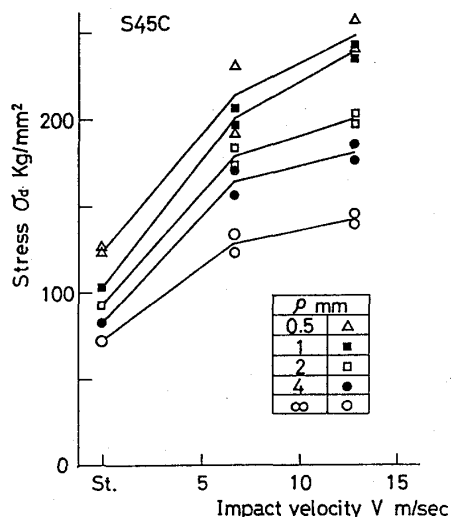


Fig. 6 (a) Variation of tensile strength with impact velocity for S45C specimen.

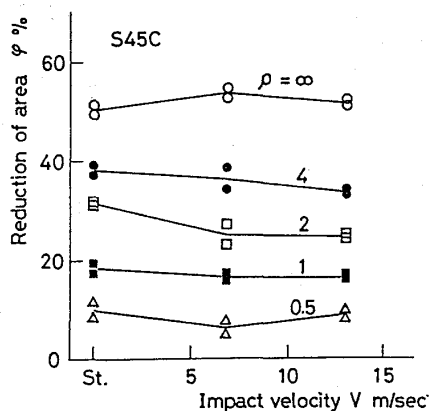


Fig. 6 (b) Variation of reduction of area with impact velocity for S45C specimen.

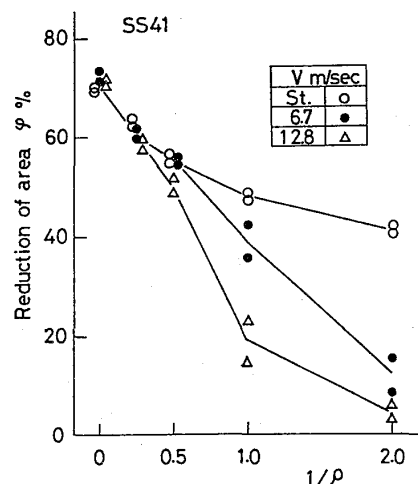


Fig. 7 (a) Variation of reduction of area with notch sharpness for SS41 specimens.

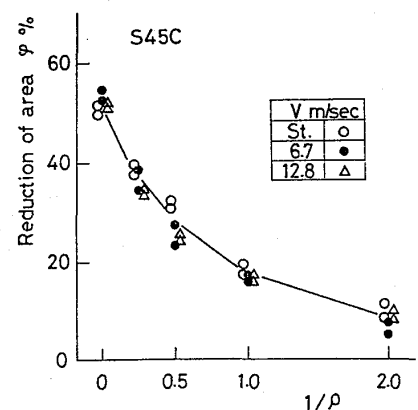


Fig. 7 (b) Variation of reduction of area with notch sharpness for S45C specimens.

いて衝撃引張り荷重に対する切欠き強さおよび断面収縮率に関して実験的検討を行った。両材料ともに切欠き強さに関しては、衝撃速度が高い程また切欠きが鋭い程大きくなる。一方、断面収縮率はSS41材とS45C材では様子が異なり、SS41材では切欠きが鋭く衝撃速度が高い程小さくなったが、S45C材では切欠きの鋭さのみに依存し衝撃速度による相違は認められなかった。

#### 参 考 文 献

- 1) 前川, 日本機械学会誌, 74-634(昭46),13.
- 2) 川田, 松浦, 水野, 宮川, 材料試験, (昭60),80, 共立出版.
- 3) 作井, 中村, 大森, 布村, 鉄と鋼, 49(1963),55.
- 4) 茶谷, 日本機械学会講演論文集 No.793-13 (1979),93.
- 5) 内藤, 台丸谷, 浜田, 日本材料強度学会誌, 21-2(昭61),60.