

3 1 研 修 報 告

昭和45年度中小企業技術指導員養成課程の6か月機械コースに昭和45年8月24日より46年3月5日まで参加したので、その結果について以下の「冷間鍛造用工具鋼の強度に関する研究」(静的引張試験について)において報告する。

なお本報告は、工業技術院機械試験所において、同試験所材料工学第三課の中根龍男技官の指導のもとで、新潟県工業技術センターの渡辺登臣氏と共同で研究したものであり、指導をいただいた両氏に厚く感謝の意を表する。

(1) は じ め に

冷間鍛造加工の経済性を左右する決定的因子は工具寿命であるが、これは工具の破損、あるいは磨耗のいずれかによって定まる。両者はまたがいに関連し、たとえば磨耗を少なくするために硬度をあげると破損しやすくなったり、あるいは磨耗によって表面が粗くなると疲れ強さが低下するといったようなことになる。

本研究では従来ほとんど研究されていない破損について取上げ、市販の合金工具鋼（JIS, SKD11）の静的引張試験を行い、同時に試験片表面の仕上状態、および取材位置と強度との関連性について検討したのでその結果を報告する。

冷間鍛造用工具として一般に使用されているJIS, SKD11(日特NR1)の28φ, および70φ素材より図1に示すような試験片を作った。取材方向の相違が引張強さによぼす影

響を調べるために図2に示すように、

軸中心方向 (A C), 軸 45° 方向 (B), 軸直角方向 (C), 軸端部 (A E) の試験片を製作した。この試験片を標準熱処理 (焼入れ 1050℃, 0.5 h 空冷, 焼戻し 200℃ 1 h 空冷) し, 硬度を HRC 60.5~61.5 にした後研磨して後部の表面あらさを 1.2 μ Rmax に仕上げた。

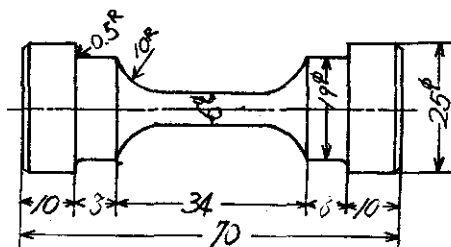


圖 1. 試驗片寸法

また表面仕上げ状態が静的引張強度におよぼす影響を調べるために70φ端部より製作した試験片AE7, 8の表面あらさは $0.1\mu R_{max}$, AE9, 10の表面あらさは $1.0\mu R_{max}$ に仕上げた。

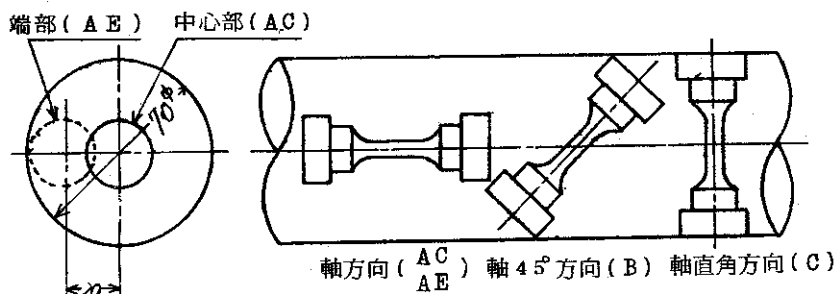


図 2. 試験片取材方向および位置

なお試験片の化学成分を表1に示す。

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
28φ	1.42	0.33	0.38	0.02	0.01	12.25	0.93	0.34
70φ	1.46	0.36	0.39	0.01	0.01	12.20	0.91	0.34

(単位 %)

表1 試験片の化学成分表

3 実験方法

引張試験は島津製50ton万能材料試験機を使用し、試験片の取付け誤差を除去する目的で図3に示すように、2個のボールジョイントを作り、それぞれのジョイントがねじで固定されている割りリングの端面に試験片両端のフランジ部を引っ掛け、さらにジョイントの他端に取付けたシャंक部を試験機のチャックにつかんで引っばった。その状況を図4に示す。

試験中の試験片変化は微小($0.03mm$)以下であったので、測定誤差の範囲内であるとしてこれを無視し、測定応力を真応力と見なした。またひずみは試験片の平行部にストレインゲージをはり、共和電業製のストレインメータおよび電磁オシログラフを使用しオシログラフよりひずみを測定した。

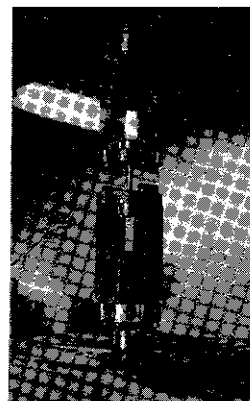


図3 引張試験用治具

なおストレインゲージ接着については、試験片寸法が6φの円筒形であることと温度の影響等で接着不良となることが多く種々検討した結果試験片を50℃程度に暖めて接着した。

4 実験結果

図5、6に試験片の破断状況を示す。

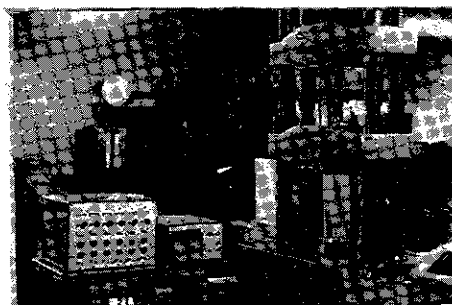


図4 引張試験状況

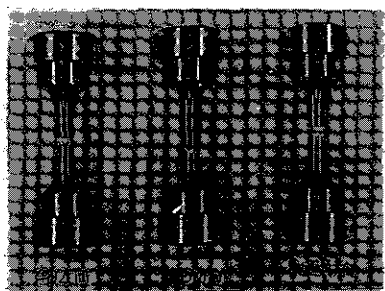


図5 試験片破断状況

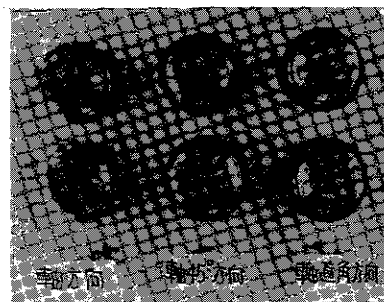


図6 試験片破断面状況

引張試験の結果から求めた真応力-ひずみ線図を図7～13に示す。これらの図において番号は各試験片番号を示し、試験片取材方向および位置は次のとおりである。

- 図7 3.4.5 : 素材28φ軸方向
- 図8 AC1.2.5 : 素材70φ軸方向中心部
- 図9 AE2～5 : 素材70φ軸方向端部
- 図10 B1～4 : 素材70φ軸45°方向
- 図11 C1～4 : 素材70φ軸直角方向
- 図12 : 取材方向および取材位置による比較
- 図13 AE7～10 : 素材70φ軸方向端部ただしAE7.8は試験片平行部表面あらさ0.1μRmax、AE9.10は試験片平行部表面あらさ10μRmaxである。

図7～11は、それぞれ取材方向および取材位置が同一の試験片についての応力ひずみ線図であるが、10～20%のバラッキを生じた。これは主として熱処理の影響によるものと思われる。取材位置および取材方向の相違による応力ひずみ線図を図12に示した。このグラフより取材位置の相違が破断応力におよぼす影響をみると、28φ素材、70φ素材中心部および端部の破断応力およびひずみは、 $134 \sim 138 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ 、1.3～1.6%でありほとんど差はみられない。こ

れに対し取材方向による影響については大きな相違がみられ、70°軸45°方向においては破断応力およびひずみは、 $109 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ 、1.1%を示し、軸方向の素材に比べるとそれぞれ80%および70%となっている。また70°軸直角方向においては、破断応力およびひずみはそれぞれ $70.77 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ 、0.39%であり、軸方向の素材に比べるとそれぞれ53%および0.2%であった。

なお図9のA E 2および図10のB 4試験片では他の3個の試験片に比べて破断応力および破断ひずみが異状に小さな値を示した。これは材料内に気泡あるいは介在物が存在したためと思われる。

表面あらさの影響を図12に示したが、表面あらさの大小による応力およびひずみの差はほとんどみられない。本図においてA E 8試験片では異状な応力ひずみ関係を示しているが、これは測定中のひずみゲージの剥離のためである。

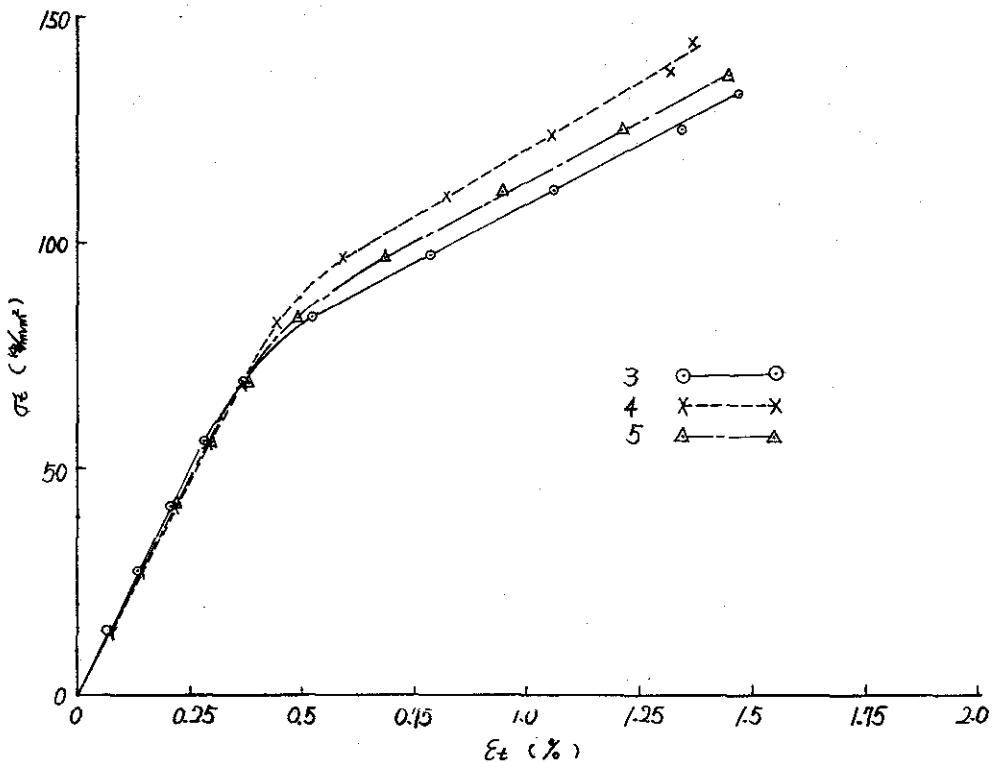


図7. 素材28φ軸方向力ひずみ線図

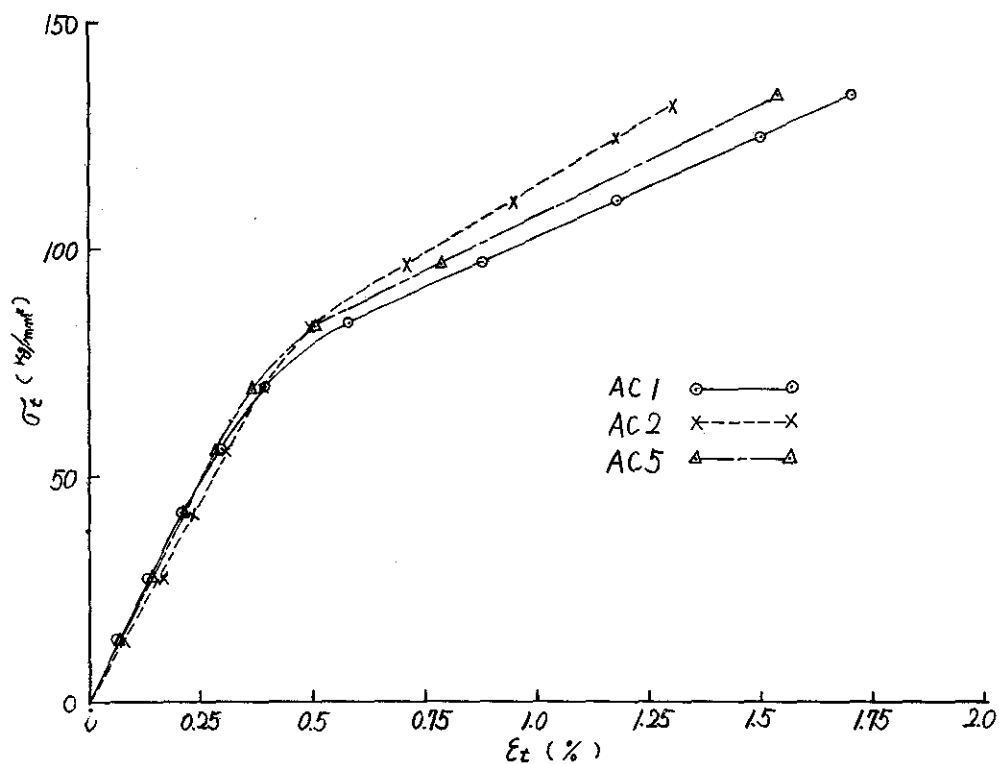


図 8. 素材 70φ 軸方向中心部方応力ひずみ線図

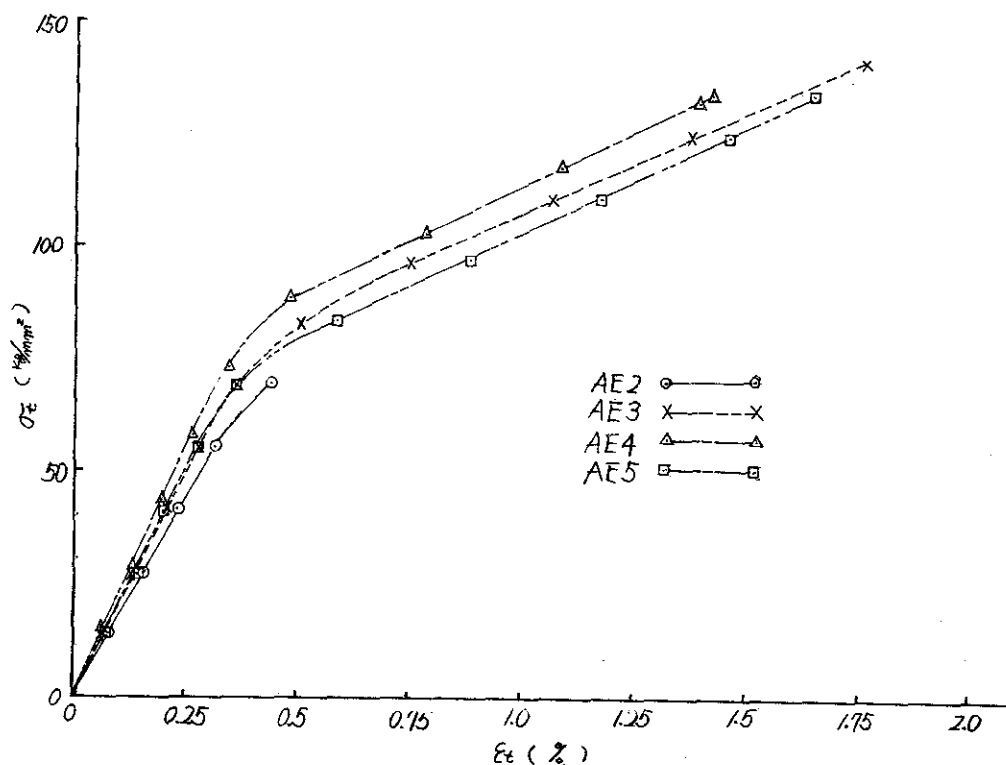


図 9. 素材 70φ 軸方向端部方応力ひずみ線図

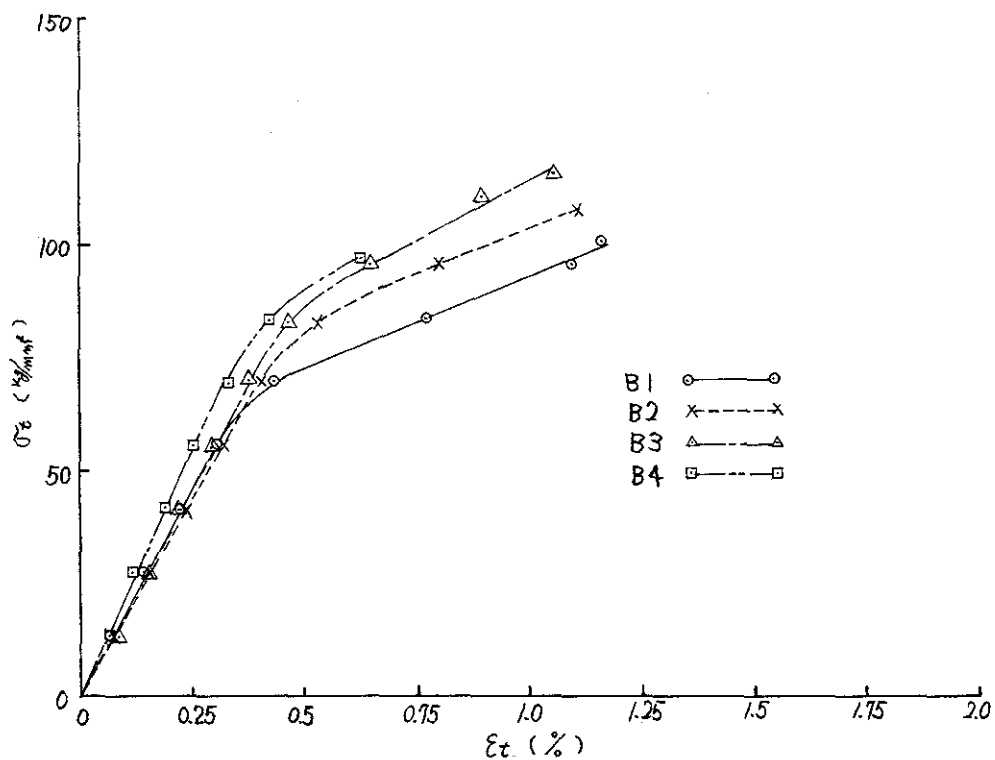


図10 素材70φ軸45°方向応力ひずみ線図

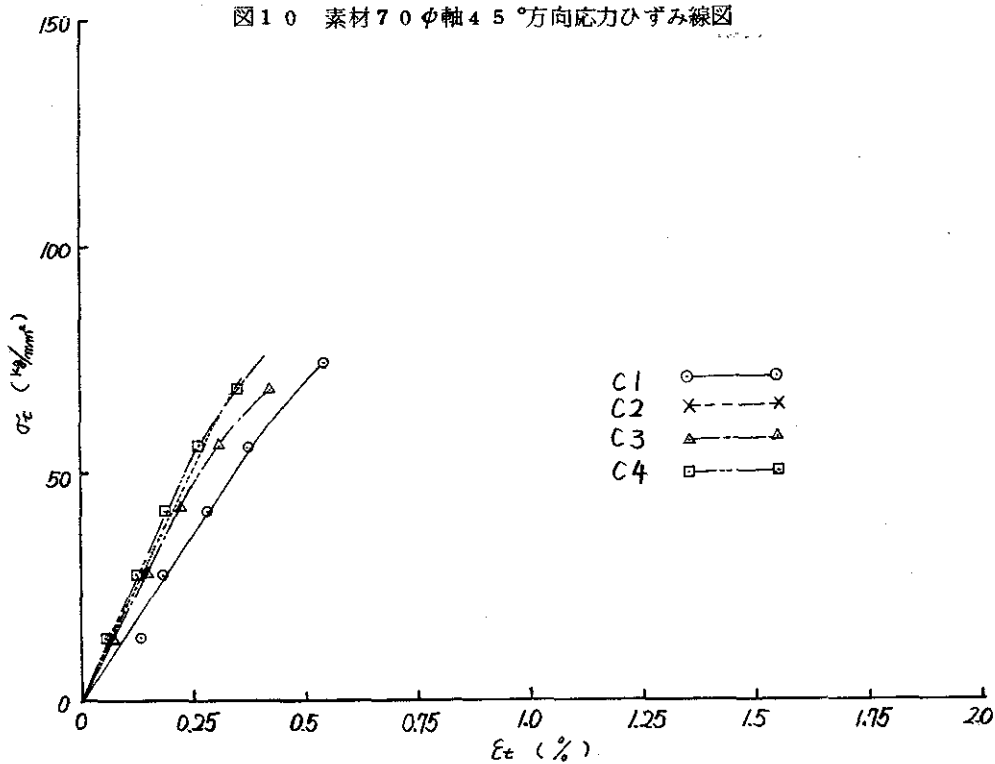


図11 素材70φ軸直角方向応力ひずみ線図

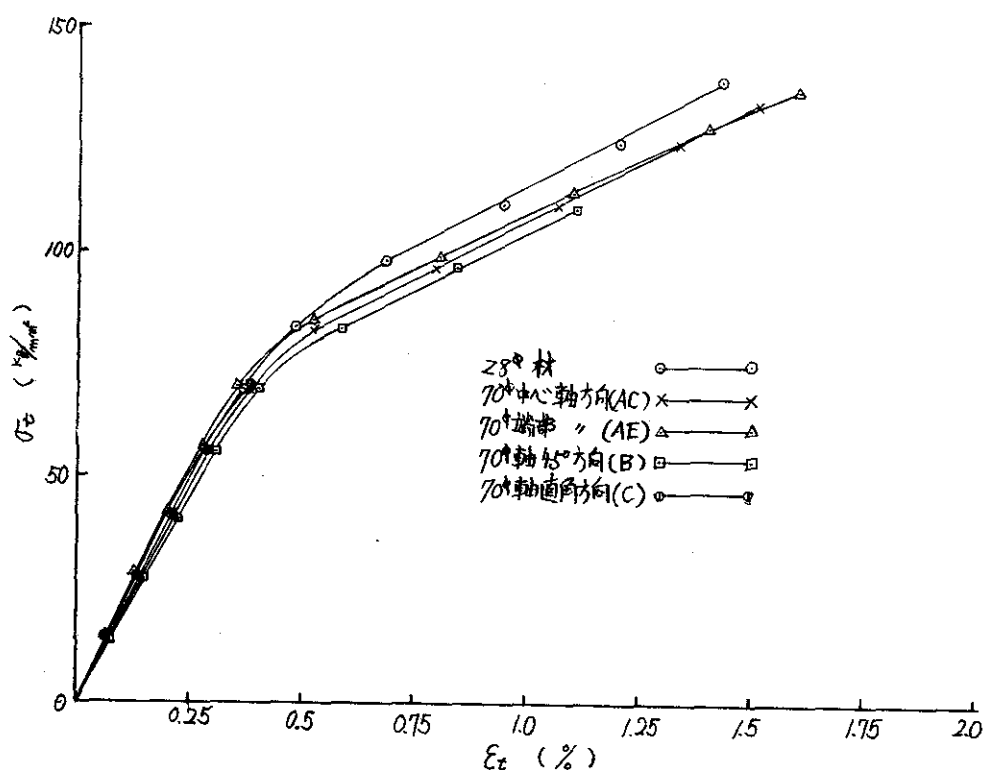


図 1 2 取材方向および取材位置による比較

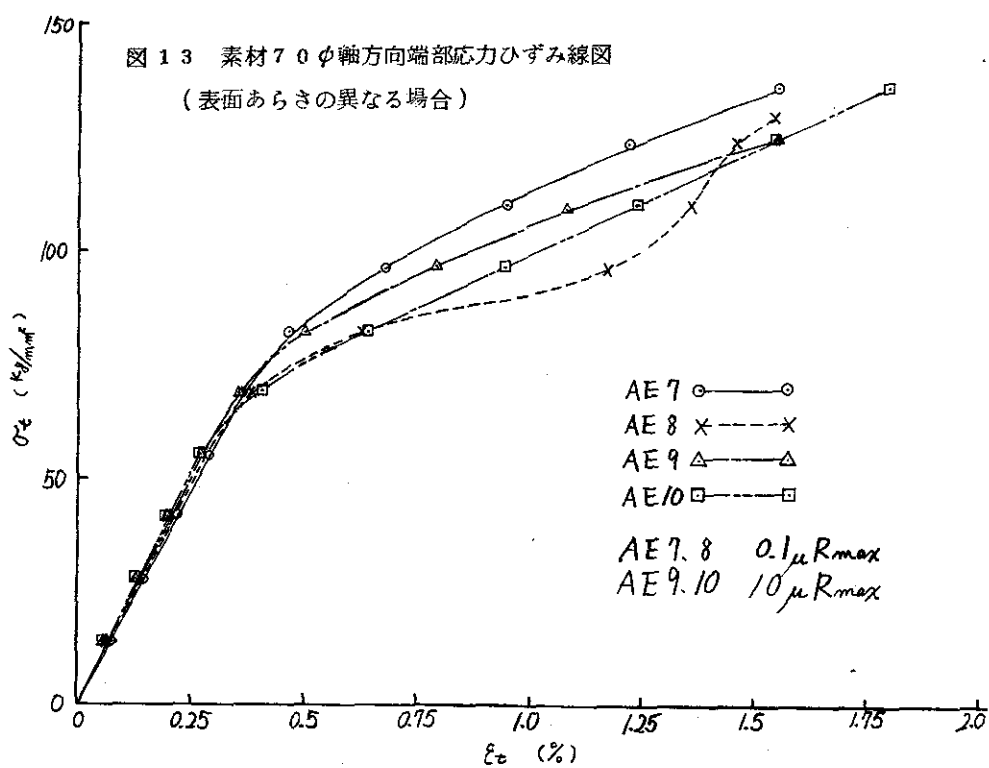


表2に破断応力および応力ひずみ線図から求めた耐力，破断時における塑性ひずみを示した。

試験方法	素材直径 (mm)	取材方向及び 位置		耐 力 ($\frac{Kg}{mm^2}$)	破断応力 ($\frac{Kg}{mm^2}$)	破断時における 塑性歪(%)
引 張	2.8	軸方向 中心部		6.0	138.1	0.74
	7.0	軸方向	中心部	5.8	133.49	0.81
			端 部	6.0	136.4	0.96
		軸45°方向		5.8	109.3	0.50
		軸直角方向			70.77	0.04

表2 試験結果の比較

以上の結果より静的引張を受ける部分については，本実験の範囲内では表面あらさの影響は認められなかった。したがって鍛造用型設計については，特に静的引張応力を生じる部分では工具の表面あらさを考慮する必要はない。

また取材方向については，その方向により静的引張強度およびひずみに大きな相違が認められるので十分考慮する必要がある。

4 あ と が き

以上の実験結果を検討すると次のとおりである。

(1) 取材方向が静的引張強度におよぼす影響はきわめて大きく，軸方向に取材した試験片に対して軸と45°方向および軸直角方向に取材した試験片では，静的引張強さがそれぞれ80%および53%程度であった。これは素材圧延時に生じた繊維組織の方向性に起因するものと思われる。事実破断面の状況を観察すると軸直角方向に取材した試験片では，軸方向の繊維組織が明瞭に認められる。これに対し取材位置の影響は認められなかった。

したがって冷間鍛造用工具の製作に当っては素材の繊維組織の方向性を十分考慮して取材する必要がある。

(2) 静的引張強さは実験範囲内においては表面の仕上状態には無関係であった。

- 1) 工藤，エンジニア，(1963-1)，61
- 2) 小川，機械の研究，18-8(1966)，46
- 3) 沢，西村，伊藤，塑性と加工，8-79(1967)423
- 4) 楠，鈴木，塑性と加工，8-81(1967-10)，556
- 5) 高木，三輪，塑性と加工，8-81(1969-8)，564
- 6) 本田，酒井，塑性と加工，10-103(1969-8)，565